

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧУВАННЯ І ТОРГІВЛІ**

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВОЇ
ПРОДУКЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ**

*Монографія у двох частинах
Частина 1*

За редакцією О.І.Черевка, М.І. Пересічного

**Харків, ХДУХТ
2017**

УДК 641.51/.53

ББК Л99

П 27

Рекомендовано до видання вченою радою Харківського державного університету харчування та торгівлі (протокол № від 2016 р.)

Рецензенти:

Дейніченко Г. В. – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри устаткування харчової і готельної індустрії ім.М.І.Беляєва Харківського державного університету харчування та торгівлі

Хомічак Л. М. – доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН України, професор кафедри м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів та природокористування

П 27 **Інноваційні** технології харчової продукції функціонального призначення: монографія. Частина 1 / О. І. Черевко (розділи 1-4), М. І. Пересічний (розділи 1-4), С. М. Пересічна (розділи 1-4), К.В. Свідло (розділи 1-4), І.М. Грищенко (розділи 1-4), І.С. Тюрікова (розділи 3, 4), А.В. Антоненко (розділ 4), І.А. Магалецька (розділи 1, 3, 4), К.В. Паломарек (розділ 4), А.Б. Собко (розділи 3, 4), М.І. Сушич (розділ 4), О.О. Довга (розділ 3), О.С. Ліфіренко (розділ 3, 4) / За ред. О. І. Черевка, М.І. Пересічного – 4-те вид., переробл. та допов. - Х.: Харківський. держ. унів. харчув. і торгівлі, 2017. – 940 с.

ISBN 966-629-344-7

У монографії розкрито спектр питань, присвячених новітнім ресторанним технологіям харчової продукції функціонального призначення. Проаналізовано фактичний стан харчування і розроблено рекомендації щодо харчування різних верств населення України, досліджено методологічні аспекти конструювання харчових продуктів функціонального призначення.

Монографія призначена для науковців, практичної діяльності технологів закладів ресторанного господарства, медиків, викладачів, магістрантів і всіх, хто цікавиться питаннями здорового харчування.

УДК 641.51/.53

ББК Л99

Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу ХДУХТ заборонено

ISBN 966-629-344-7 © О.І. Черевко, М.І. Пересічний, С.М. Пересічна, К.В. Свідло, І.М. Грищенко, І.С. Тюрікова, А.В. Антоненко, К.В. Паломарек, І.А. Магалецька, А.Б.Собко, М.І. Сушич, О.О. Довга, О.С. Ліфіренко.

© Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2017

Зміст

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. Наука про харчування (нутриціологія)	7
1.1. Еволюція розвитку нутриціології	7
1.2. Стан харчування і здоров'я людини.....	31
1.3. Рекомендації щодо раціонального харчування окремих верств населення	47
1.4. Класифікація і характеристика харчових продуктів функціонального призначення.....	167
Література	192
РОЗДІЛ 2. Науково-практичні та методологічні підходи до конструювання харчових продуктів функціонального призначення.....	213
2.1. Науково-практичні основи конструювання харчових продуктів функціонального призначення.....	213
2.2. Методика проектування багатокomпонентних харчових систем з дієтичними добавками для функціональних продуктів.....	218
Література	255
РОЗДІЛ 3. Харчова сировина та дієтичні добавки як основа харчової продукції функціонального призначення.....	258
3.1. Класифікація і характеристика харчової сировини та дієтичних добавок.....	258
3.2. Апіпродукти.....	263
3.3. Пектини.....	273
3.4. Гуміарабік	291
3.5. Підсолоджувальні речовини.....	294
3.6. Інуліновмісні екстракти й інулін.....	343
3.7. Кріопорошки.....	349
3.8. Каротиновмісна сировина.....	360
3.9. Водорості та продукти їх переробки.....	367
3.10. Боршняні суміші.....	403
3.11. Зернобобові продукти ЕСО.....	410
3.12. Чорний харчовий альбумін.....	426
3.13. Олії рослинні.....	432
3.14. Шроти та клітковина.....	442
Література.....	448

РОЗДІЛ 4. Новітні технології харчової продукції функціонального призначення.....	458
4.1. Кулінарні вироби з риби.....	458
4.2. Кулінарні вироби з м'яса та м'ясопродуктів.....	478
4.3. Страви з овочів. Йодовмісні пасти.....	520
4.4. Страви та гарніри із зернобобових продуктів ЕСО.....	560
4.5. Борошняні кулінарні вироби.....	569
4.6. Страви з кисломолочного сиру.....	578
4.7. Хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби	581
4.8. Кондитерські оздоблювальні напівфабрикати.....	730
4.9. Десертні страви та соуси.....	775
4.10. Соуси з дієтичними добавками.....	842
4.11. Напої на основі ревеню та волоського горіха.....	926
Висновки до першої частини.....	941
Література	943

ВСТУП

На сьогодні однією із найважливіших проблем суспільства є мінімізація негативного впливу довкілля на людину. Порушена екологія та деформований раціон харчування призводить до зниження загальної резистентності організму, поширення низки хвороб, у тому числі, пов'язаних з обміном речовин, серед яких – цукровий діабет, ожиріння та ін. Традиційне харчування не забезпечує високого профілактичного ефекту. Відповідно до "Глобальної стратегії ВООЗ у галузі харчування, фізичної активності і здоров'я" (резолюція 57.17 Всесвітньої асамблеї охорони здоров'я від 22 травня 2004 р.), поступова заміна традиційного асортименту харчових продуктів на функціональні, які сприяють підтриманню нормального функціонування всіх органів і систем організму людини, забезпеченню здоров'я і довголіття, є основним напрямом розвитку цивілізованого ринку. Серед основних засад державної політики стосовно якості та безпеки харчових продуктів є розробка стратегії щодо створення нових науково обґрунтованих технологій екологічно чистих харчових продуктів, у тому числі функціонального призначення.

Питаннями здорового харчування нині займаються фахівці численних наукових напрямів – дієтологи, біохіміки, мікробіологи, технологи та ін. З'явилися нові науки – нутригеноміка, нутрипротеоміка, нутриметаболоміка ("Нутри" – харчування, геноміка – визначення структури і функції ДНК, протеоміка – визначення білкового складу, метаболоміка – визначення вторинних метаболітів), що розглядають перетворення окремих складових їжі вже на генному рівні. Визначення структури ДНК і послідовності геному людини у ХХ ст. зробили революцію в медицині, біології, нутриціології, що вплинуло на переосмислення класичної і розвиток нової концепції харчування – нутригеноміки. За допомогою сучасних технологій стало можливим визначати здоров'я і попереджувати захворювання з точки зору генної структури, синтезу білків та метаболічної реакції, створювати індивідуальні профілактичні програми харчування.

Ефективним способом оптимізації структури та індивідуалізації харчування населення є розвиток виробництва продуктів функціонального призначення шляхом використання у їх складі інгредієнтів – концентратів природних компонентів їжі – вітамінів, макро- та мікроелементів, харчових волокон, що дозволяє знизити дефіцит есенційних речовин, спрямовано змінювати метаболізм, підсилювати та прискорювати виведення ксенобіотиків, підвищувати неспецифічну резистентність організму людини немедикаментозним безпечним шляхом.

У зв'язку з вищезазначеним і з урахуванням недостатності на продовольчому ринку України продуктів оздоровчого спрямування, розроблення методології моделювання складу і технології продуктів на основі функціональних інгредієнтів рослинного походження є актуальним.

Досягнення нутриціології щодо раціонального харчування потребують нових підходів до формування нашого раціону. У зв'язку з цим у сучасних умовах життєдіяльності людини необхідні якісно нові підходи до складання раціонів харчування населення на основі харчових продуктів функціонального призначення з використанням натуральної сировини підвищеної поживної цінності, дієтичних добавок тощо.

РОЗДІЛ 1

НАУКА ПРО ХАРЧУВАННЯ (НУТРИЦІОЛОГІЯ)

1.1. Еволюція розвитку нутриціології

Формування наукових уявлень про харчування і роль харчових речовин у процесах життєдіяльності почалося лише в середині ХІХ ст. з появою класичної парадигми харчування, якій передували ряд наукових відкриттів, що безпосередньо або опосередковано пов'язані з харчуванням. До них належать відкриття вітамінів, іонів мікроелементів, наукові досягнення, пов'язані з визначенням структури білків, жирів, вуглеводів й нуклеїнових кислот, ролі мікроелементів у життєдіяльності організму, структури і організації біологічних систем, наукові дані щодо будови організму на клітинному рівні. Вперше за всю історію еволюції мету харчування почали пов'язувати зі здоров'ям людини.

Сутність першої наукової парадигми харчування полягала в необхідності забезпечення організму поживними речовинами, які необхідні для його нормального функціонування і звільнення від баластних компонентів.

Визначним досягненням науки кінця ХІХ – першої половини ХХ ст. було створення теорії збалансованого харчування. Її основні положення ґрунтувались на результатах фундаментальних досліджень визначних фізіологів німецької школи – М. Петенкофера, К. Фойта, М. Рубнера, видатного російського вченого І.П. Павлова, який відкрив закони травлення, та на досягненнях біохімії харчування, представником якої був засновник і розробник теорії збалансованого харчування академік О.О. Покровський в основу якої покладено три головні положення:

при ідеальному харчуванні надходження речовин точно відповідає їх витрачання;

надходження поживних речовин забезпечується шляхом руйнування харчових структур і використання організмом органічних і неорганічних речовин, що утворилися;

енергетичні витрати організму повинні бути збалансовані з надходженням енергії (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

**Формула збалансованого харчування дорослих
за А.А. Покровським**

Харчові речовини	Добова потреба	Харчові речовини	Добова потреба
Вода, г	1750–2200	фосфоліпіди+	5
у тому числі:		Мінеральні речовини, мг	
питна (вода, чай, кава тощо)	800–1000	кальцій	800–100
у супах	250–500	фосфор	1000–1500
у продуктах харчування	700	натрій	4000–6000
Білки, г	80–100	калій	2500–5000
у т.ч. тваринні	50	хлориди	5000–7000
Незамінні амінокислоти, г		магній	300–500
триптофан	1	залізо	15
лейцин	4–6	цинк	10–15
ізолейцин	3–4	марганець	5–10
валін	4	хром	2–2,5
треонін	2–3	мідь	2
лізин	3–5	кобальт	0,1–0,2
метіонін	2–4	молібден	0,5
фенілаланін	2–4	селен +	0,05
Замінні амінокислоти, г		фториди	0,5–1,0
гістидин+	2	йодіди	0,1–0,2
аргінін+	6	Вітаміни, мг	
цистін+	2–3	у тому числі:	
тирозин+	3–4	С (аскорбінова кислота)	70–100
аланін	3	В ₁ (тіамін)	1,5–2,0
серин	3	В ₂ (рибофлавін)	2,0–2,5
глутамінова кислота	16	В ₂ (різні форми)	0,04 (300–400 МЕ для дітей)
аспарагінова кислота	6	РР (нікотинова кислота)	15–25
пролін	5	В ₃ (пантотенат)	5–10
гліцин	3	А (різні форми)	1,5–2,5
Вуглеводи, г	400–500	В ₆ (піридоксин)	2–3
у тому числі:		В ₁₂ (кобаломін)	0,005–0,08
крохмаль	400–450	В ₁₅ (пангамова кислота)	2,5
цукор	50–100	Р (рутин)	25

Продовження табл. 1.1

Харчові речовини	Добова потреба	Харчові речовини	Добова потреба
Органічні жирні кислоти (молочна, лимонна і т.д.), г	2	В ₉ (фолієва кислота)	0,1–0,5
Баластні речовини (нерозчинні і розчинні харчові волокна), г	25	Е (різні форми токоферолів)	2–6
Жири, г	80–100	К (різні форми)	2
у тому числі:		біотин	0,15–0,3
поліненасичені жирні кислоти, г	3–6	холін	500–1000
рослинні	20–25	ліпоєва кислота ⁺	0,5
холестерин ⁺	0,3–0,6	інозит, г ⁺	0,5–1,0

Примітка: + означає фактори харчування, які можуть частково замінювати незамінні речовини, або їхня незамінність не може вважатися остаточно встановленою.

Відповідно до цієї теорії нормальне функціонування організму забезпечується не тільки необхідними енергією та білком, але й при дотриманні певних співвідношень між численними незамінними факторами харчування, кожний з яких виконує свою специфічну функцію в обміні речовин.

В основу концепції збалансованого харчування покладено визначення пропорцій окремих харчових речовин у раціоні, які відтворюють суму обмінних реакцій, що характеризують хімічні процеси для забезпечення життєдіяльності організму. Однією з головних біологічних закономірностей, на яких базується теорія, є правило відповідності ферментних наборів організму хімічним структурам їжі.

Формулу складено, враховуючи енергетичну цінність добової потреби в харчових речовинах, що складає 3000 ккал [137, 138].

Відповідно до сучасних тенденцій зниження енергетичних потреб норми споживання макронутрієнтів (джерел енергії) переглядаються.

Виходячи з формули збалансованого харчування, повноцінний раціон повинен містити харчові речовини п'яти класів:

- джерела енергії – білки, жири, вуглеводи;
- незамінні амінокислоти;
- вітаміни;

- незамінні жирні кислоти;
- неорганічні елементи.

Виходячи з вищенаведеного, збалансоване харчування пов'язане з урахуванням усіх факторів харчування, їх взаємозв'язку в обмінних процесах, а також відповідності ферментативних систем хімічним перетворенням в організмі. Але збалансовий підхід до харчування призвів до хибного висновку, що цінними є тільки засвоювані організмом компоненти їжі, інші належать до баласту.

У середині ХХ ст. теорія збалансованого харчування стала панівною в усьому цивілізованому світі. Вона домінувала не лише в медицині, а й в інших галузях науки та в народному господарстві. Її утвердження дозволило позбутися багатьох, так званих "хвороб дефіциту", зокрема нестачі білків, незамінних амінокислот, багатьох вітамінів, мікроелементів. На підґрунті цієї теорії були створені нормативи харчування та харчові раціони для багатьох вікових та професійних груп населення, виявлені невідомі на той час незамінні амінокислоти, вітаміни, мікроелементи, встановлена їх біологічна роль, життєва необхідність та фізіологічні потреби організму людини. Поряд із надзвичайно важливими науковими здобутками ця теорія містить і деякі хибні твердження, зокрема можливість створення мономерних дієт, розподіл нутрієнтів на корисні та баластні, утилізація нутрієнтів здійснюється лише самим організмом. Теорія збалансованого харчування сприяла інтенсифікації розвитку харчової та переробної промисловості в ХХ ст. На її фундаментальних положеннях і розробках ґрунтуються до сьогодні всі промислові, агротехнічні та медичні заходи. На її основі функціонує дієтологія. Теорія збалансованого харчування стимулювала розвиток теоретичних і практичних положень елементарного та парентерального харчування. Однак надання переваги продуктам тваринного походження та ідея рафінованої їжі істотно зашкодили здоров'ю населення різних країн. Збільшення використання тваринної продукції, очищених злаків, рафінованих продуктів сприяли розвитку багатьох хронічних неінфекційних захворювань (серцево-судинних хвороб, окремих форм раку, цукрового діабету, карієсу

зубів, ожиріння та ін.). Визначений взаємозв'язок між вживанням насичених жирів і смертністю від серцево-судинних захворювань, зокрема від ішемічної хвороби серця.

Як альтернатива окремим положенням теорії збалансованого харчування у 80-х роках ХХ ст. серед значної частини провідних фахівців Європи з нутриціології набула поширення концепція дієти Середземномор'я. Характерними особливостями харчування населення Середземномор'я є широке використання оливкової олії, що містить близько 80% мононенасиченої олеїнової кислоти, різних фруктів, овочів, природних злаків, зменшений рівень вживання продуктів тваринництва, значна кількість морської риби та нерибних продуктів. При такому харчуванні захворюваність на ішемічну хворобу серця у країнах Середземномор'я в 3 рази нижча, ніж у Північній Європі. Вважають, що традиційний раціон мешканців Європейського Середземномор'я може бути еталоном для всієї Європи [162].

Встановлено, що вживання мононенасиченої олеїнової кислоти позитивно впливає на склад ліпопротеїнів у сироватці крові.

Доведено, що харчовий раціон із високим вмістом олеїнової кислоти сприяє зниженню холестеролу порівняно з раціоном, який містить багато лінолевої жирної кислоти. Крім того, показано, що жирнокислотний склад харчових жирів впливає на хімічний склад та фізичні властивості ліпідів клітинних мембран. Останнім часом доведено, що вживання оливкової олії не сприяє утворенню пероксидів у ліпідах клітинних мембран.

Надлишкове споживання білків також пов'язують з поширенням різних захворювань і порушень в організмі людини, зокрема із виникненням остеопорозу, накопиченням токсичних шлаків, підвищенням "закисленості" організму. Надлишок білків у харчовому раціоні призводить до збільшення ренальної екскреції кальцію, спричиняє додаткове навантаження на печінку та нирки і погіршує порушену функцію нирок.

Уявлення про фізіологічні потреби і метаболізм білків в організмі людини значно змінилися. Якщо 30 років тому Національна академія наук США рекомендувала вживати 120 г білка щоденно, то в 1980 р. ці норми були зменшені у 2 – 3 рази (до 56 г для чоловіків і до 44 г для жінок). Сучасні білкові норми для населення Великої Британії ще менші (53,3–55,5 г для чоловіків і 45 – 46 г – для жінок) [162, 197]. Білкові норми в інших країнах також були істотно зменшені. В 1993 р. суттєво зменшені білкові норми для мешканців України [165, 166].

Більш глибокі дослідження процесів травлення і засвоєння їжі в організмі людини дали можливість академіку О.М. Уголеву сформулювати теорію адекватного харчування, яка доповнила класичну тим, що харчовий раціон має містити баластні речовини і відповідати природним механізмам асиміляції нутрієнтів. Наука про екзотрофію їжі, що ґрунтується на глибокому аналізі загальних закономірностей асиміляції поживних речовин, розглядає питання раціонального харчування та ідеальної їжі. Згідно з цією теорією для життєдіяльності організму людини і засвоєння їжі необхідним є не тільки потік нутрієнтів з травного тракту у внутрішнє середовище організму (теорія збалансованого харчування), але й додаткове надходження ендogenousого й екзогенного потоків фізіологічно активних речовин.

Теорія адекватного харчування доповнила теорію збалансованого харчування новими принципами. Основні з них:

- нормальне харчування забезпечується не тільки макронутрієнтами, а й баластними речовинами, які отримали назву "харчові волокна";
- мікрофлора шлунково-кишкового тракту є необхідним компонентом здорового існування організму;
- організм спроможний синтезувати нові сполуки.

Під терміном "харчові волокна" розуміють біополімерні компоненти рослинної їжі, до яких належать непетравлювані полісахариди, які включають целюлозу, геміцелюлози, пектини (в нативному вигляді – протопектини) і сполуки поліфенольної природи – лігніни [53].

Специфічні фізіологічні властивості харчових волокон включають:

- стимуляцію кишкової перистальтики;
- адсорбцію різних токсичних продуктів, у т.ч. продуктів неповного перетравлювання, радіонуклідів, деяких канцерогенних речовин;
- інтенсифікацію обміну жовчних кислот, що регулює рівень холестерину у крові;
- зниження доступності макронутрієнтів (жирів і вуглеводів), дії травних ферментів, що попереджує швидке підвищення їхнього вмісту у крові;
- доступність дії кишкової мікрофлори (як постійного поживного субстрата), діяльність якої забезпечує надходження до організму цінних вторинних нутрієнтів (вітамінів групи В та інших) і виявляється у різних позитивних ефектах впливу на обмін речовин.

Функції розчинних і нерозчинних харчових волокон мають відмінності: целюлози і геміцелюлози діють переважно як стимулятори перистальтики, а пектини є сорбентами і харчовим субстратом для кишкової мікрофлори.

Теорія адекватного харчування формулює основні принципи, які забезпечують раціональне харчування, і враховує повний комплекс факторів харчування, взаємозв'язку цих факторів в обмінних процесах і відповідність ферментних систем організму індивідуальним особливостям хімічних перетворень, що відбуваються в ньому.

Основу раціонального харчування складають три головні принципи.

1. Баланс енергії, який передбачає адекватність енергії, що надходить з їжею, і енергії, яка витрачається у процесах життєдіяльності.

2. Задоволення потреби організму в оптимальній кількості та співвідношенні харчових речовин.

3. Режим харчування, який включає дотримання певного часу і кількості прийомів їжі, а також раціонального розподілу їжі при кожному прийомі.

Оптимальний розподіл їжі протягом дня диференціюється залежно від віку, характеру фізичної активності, стилю життя. Для людей середнього віку найбільш

раціональним прийнято чотириразове харчування, для людей похилого віку – п'ятиразове з проміжками між прийомами у 4–5 годин. Менш раціональним є триразове харчування, при якому збільшується обсяг споживання їжі та навантаження на травний апарат [137].

Офіційна статистика свідчить про тенденцію до збільшення кількості прийомів їжі протягом дня. Ці тенденції більш виражені в економічно розвинених країнах і обумовлені змінами стилю життя сучасної людини. У французів, наприклад, кількість денних прийомів їжі збільшилась, на сьогодні, до 6, в американців – до 20. Такі тенденції зумовили зміни в пакуванні продуктів: поряд із великими пакунками з'явилися різні види дрібного (порційного) фасування продуктів, готових до споживання, що створює можливість "перекусити" у будь-який час та будь-якому місці [138].

Згідно з принципами раціонального харчування для збереження здоров'я і довголіття людина має підтримувати баланс енергії, споживати різноманітний і збалансований раціон, дотримуватись режиму харчування.

Різноманітний і збалансований раціон не створює проблем відносно безпеки харчування, пов'язаних, головним чином, з певним дефіцитом або надлишком окремих харчових речовин або їх комбінацій.

Дисбаланс поживних речовин займає друге за важливістю місце (після мікробного ураження) серед найбільш важливих потенційних негативних впливів на якість харчових продуктів. Тривале неправильне харчування розглядається як фактор підвищення ризику найбільш типових для нашої цивілізації захворювань. До цих захворювань, виникнення і розвиток яких пов'язують з неправильним харчуванням, належать:

- онкологічні захворювання (рак шлунково-кишкового тракту і молочної залози), аліментарними факторами ризику яких є підвищене споживання жирів і солі, а також наявність у продуктах канцерогенних добавок (нітратів, нітрозамінів, бензпіренів та ін.);

- серцево-судинні захворювання, які пов'язують з підвищеним вмістом холестерину в крові;
- порушення функцій шлунково-кишкового тракту, обумовлені порушеннями функцій кишкової мікрофлори, низьким вмістом у продуктах харчових волокон;
- остеопороз – у похилому віці пов'язаний з недостатністю кальцію в організмі;
- ожиріння і цукровий діабет, обумовлені підвищеним споживанням жирів, легкозасвоюваних цукрів та рафінованих продуктів і низькою фізичною активністю.

Аналіз основних проблем здоров'я, пов'язаних із харчуванням, свідчить про те, що найбільш розповсюдженими є захворювання, обумовлені дисбалансом основних харчових речовин [127, 138, 150].

Головною стратегією охорони здоров'я, яка рекомендується для вирішення цієї проблеми, є перегляд існуючих і розробка нових національних норм споживання харчових речовин і енергії з урахуванням харчового статусу, рівня життя, вмісту харчових речовин у місцевих харчових продуктах та інших національних і державних особливостей певної країни. Нині в Україні продовжують діяти норми фізіологічних потреб в основних нутрієнтах та енергії для населення України, затверджені Наказом МОЗ України № 272 від 18.11.99 р.

Як відомо, поняття "фізіологічна потреба" і "рекомендована норма (величина, рівень, розмір) споживання" принципово різні як по вкладеному в них змісту, так і по методах їхнього визначення й кількісному вираженню. У закордонній літературі, як науковій, так і офіційній, у тому числі в документах ФАО/ВООЗ простежується чітке розмежування термінів "requirement (needs)" і "recommended allowances (intakes)". У зв'язку із цим доцільно більш детально розглянути зміст і співвідношення цих двох понять. Фізіологічна потреба є об'єктивна реальність, визначена природою й умовами життя людини. Її можна визначити, але не можна "нормувати" або "рекомендувати". На відміну від цього

рекомендована норма (розмір) споживання є величина, встановлювана на основі наших знань (або уявлень) про фізіологічні потреби людини. При цьому рекомендована норма (розмір) споживання неіdentична фізіологічній потребі, оскільки при її встановленні повинні враховуватися індивідуальні розходження в потребах окремих людей.

За визначенням, прийнятим Об'єднаною групою експертів ФАО/ВООЗ у 1965 р., "рекомендовані норми споживання є такими кількостями, які достатні для підтримки нормального здоров'я майже всіх людей". Аналогічним чином Комітет з харчових норм (Committee on Dietary Allowances) Ради по харчових продуктах і харчуванню Національної академії наук США дає таке визначення: "харчові норми, які рекомендуються (recommended dietary allowances), – це такі рівні споживання есенційних харчових речовин, які на основі доступних наукових знань розглядаються як достатні для покриття відомих харчових потреб практично всіх здорових людей". Відповідно до цього рекомендовані норми споживання незамінних харчових речовин, як правило, перевищують фізіологічну потребу людини на величину 2d, що забезпечує покриття індивідуальних потреб 97,5% популяції [198].

Фізіологічна потреба індивідуальна й змінюється залежно від віку, фізіологічного стану організму, умов зовнішнього середовища й праці. Норма споживання, що рекомендується, за змістом і практичним призначенням цього поняття є єдина й постійна для певної групи населення величина, що забезпечує, як зазначено вище, індивідуальні потреби 97,5% її представників.

У процесі роботи з уточнення національних норм споживання, яка проводиться на даний час, доцільно використовувати досвід останнього видання довідкових норм споживання (Reference Dietary Intakes, RDI) вітамінів і мінеральних речовин США й Канади, виданих у 1997–2001 р. [198]. Ці довідкові видання включають 3 види величин: рекомендовані норми споживання (Recommended Dietary Allowances, RDA); адекватні рівні споживання (Adequate Intakes, AI); верхні прийнятні рівні споживання (Tolerable Upper Intake Level, UL).

Адекватні рівні встановлюються при недостатності наявних даних для встановлення більш точних норм споживання, що рекомендуються. Верхні прийнятні рівні споживання являють собою максимальні рівні добового споживання, що не призведе до небажаних ефектів.

Поряд із захворюваннями, обумовленими дисбалансом основних поживних речовин, навіть в економічно розвинених країнах Європи існують хвороби, спричинені недостатністю у продуктах харчування мікронутрієнтів. До них належать, насамперед, йод, залізо, фолієва кислота і вітаміни.

Однією із головних причин підвищення ризику виникнення дефіциту мікронутрієнтів є тенденція до зниження потреб в енергії внаслідок зниження фізичної активності. Як наслідок, для підтримання маси тіла і запобігання ожирінню людина намагається їсти менше, змінює складений раціон харчування, що призводить до виникнення нестачі мікронутрієнтів.

Для забезпечення здоров'я вміст у раціоні мінеральних речовин і вітамінів повинен бути не меншим, ніж фізіологічні потреби людини.

До можливих заходів підтримання необхідного рівня споживання мікронутрієнтів належать:

- збагачення нутрієнтами традиційних продуктів харчування (наприклад, вітамінізація);
- споживання з їжею мультивітамінних і вітамінно-мінеральних комплексів.

За останніми рекомендаціями ВООЗ у звичайних умовах найбільш ефективна стратегія первинної профілактики, пов'язана зі збільшенням споживання харчових джерел мікронутрієнтів – овочів та фруктів і підвищенням фізичної активності [176].

На основі вчення про функції їжі та її біологічну дію на організм сформована сучасна концепція оптимального харчування (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Діалектика науки про харчування

Академік В.О. Тутельян вважає, що в основі сучасних уявлень про здорове харчування повинна знаходитися розроблювана ним концепція оптимального харчування, яка передбачає необхідність і обов'язковість повного забезпечення потреб організму не лише в енергії, есенційних макро- і мікронутрієнтах, а й у цілій низці необхідних мінорних харчових компонентів раціону, перелік і значення яких поки що не можна вважати до кінця встановленими. Це насамперед стосується таких біологічно активних сполук, як різноманітні групи флавоноїдів, індоли, екзогенні пептиди та окремі амінокислоти харчового походження та їхні суміші, органічні кислоти, фенольні сполуки [166, 167, 175]. На основі результатів проведених досліджень

встановлено безпечні та адекватні рівні добового споживання з раціоном харчування таких, раніше не нормованих мікронутрієнтів, як хром, ванадій, кремній, нікель. Проводяться інтенсивні дослідження з визначення оптимального середньодобового споживання з раціоном алюмінію, бром, кадмію, германію, літію, рубідію та ін. Є усі підстави вважати, що після розшифрування фізіологічних функцій, шляхів біотрансформації та молекулярних механізмів дії цих мікронутрієнтів для деяких із них буде доведена есенційність для людини, і їх занесуть у формулу оптимального харчування. Значну увагу привертають біологічно активні компоненти харчових і лікарських рослин, так звані хемопротектори та хемопревентори, які сприяють забезпеченню захисно-адапційних можливостей організму.

Паралельно з розвитком і становленням теорії оптимального харчування обґрунтовувалися різні альтернативні концепції нетрадиційних видів харчування. Під нетрадиційними розуміють такі види харчування, які відрізняються від прийнятих у сучасній медицині принципів і методів харчування здорової і хворої людини. Нетрадиційне харчування слід розглядати як складову частину нетрадиційної, або альтернативної, медицини. Основні види нетрадиційного харчування: вегетаріанство у його різних варіантах, харчування макробіотиків, харчування у системі вчення йогів, роздільне харчування, сироїдіння тощо. До них належить також добровільне короткочасне або тривале повне голодування (розвантажувально-дієтична терапія). Нерідко рекомендують поєднувати основні види харчування: вегетаріанство і роздільне харчування, сироїдіння і голодування тощо. Кожний вид нетрадиційного харчування має свої особливості. Наприклад, у системі харчування йогів обов'язкове надмірне споживання рідини, що протирічить рекомендаціям макробіотиків. Для лактовегетаріанців і йогів молоко – складова частина раціону, його поєднують з різними продуктами; макробіотики і натуристи-сироїди його не вживають [22, 164].

Критичний аналіз цих концепцій дає змогу виявити в кожній з них позитивне та негативне. Найактивніше поширюються і пропагуються концепції вегетаріанського, редукованого і роздільного харчування, харчування макробіотиків.

У межах розвитку концепції оптимального харчування сформувався новий напрям науки про харчування – концепція функціонального харчування. Основоположники цієї концепції – японські вчені визначили основні якості функціональних продуктів: необхідна харчова цінність, позитивний фізіологічний вплив на організм, приємний смак.

Позитивний фізіологічний вплив на організм людини функціональних харчових продуктів визначають за такими напрямками:

- позитивний вплив на метаболізм різних субстратів (збереження енергетичного балансу, підтримання нормальної маси тіла, рівень глюкози, інсуліну та триацилгліцеринів у крові та ін.);
- захист проти сполук, які мають оксидантну активність;
- позитивний вплив на серцево-судинну систему;
- позитивний вплив на фізіологію шлунково-кишкового тракту;
- позитивний вплив на стан кишкової мікрофлори;
- фізіологічний вплив на стан імунної системи.

Функціональна нутриціологія як наука розвивається за останні 30 років. Основна її відмінність – це дослідження біоценозу кишечника, тобто її положення пояснюють механізми виникнення і розвитку ряду захворювань (ожиріння, атеросклерозу, цукрового діабету, імунологічних і онкологічних) на підставі мікробіологічного стану шлунково-кишкового тракту [70, 133, 138, 182].

Роботи фізіологів, біохіміків і дієтологів дозволили сформувати мікробіологічний принцип функціонального харчування, який у перспективі дає можливість створення харчових продуктів, для профілактики багатьох захворювань [124].

Набуває актуальності концепція активної участі симбіотичної мікрофлори людини для підтримання її здоров'я і попередження виникнення багатьох захворювань. Мікроекологічні аспекти сучасних захворювань ґрунтуються на визнанні того, що симбіотична мікрофлора являє інтегральну частину організму, його головний екстракорпоральний орган, який включає мільярди мікроорганізмів (переважливо анаеробних) і виконує регуляторну функцію. За останні декілька років опубліковані нові дані про те, що в природних умовах життєдіяльності немає жодного біохімічного процесу, жодної функції живих організмів, які відбуваються без прямої або побічної участі в них симбіотичних мікроорганізмів.

Нині знайшли практичну реалізацію багато засобів корекції мікробної екології людини і тварин. Серед них найбільш розповсюдженим є використання спеціально підібраних пробіотичних мікроорганізмів (переважно представників нормальної мікрофлори ШКТ) у вигляді пробіотичних лікарських препаратів, дієтичних добавок до харчових продуктів, функціональних продуктів харчування із вмістом пробіотичних мікроорганізмів та пребіотиків (харчових волокон).

У нутриціології внаслідок краху основних положень теорії збалансованого харчування виникла своєрідна криза, яка послабила роль існуючої парадигми. У надрах нутриціології виникла нова парадигма, згідно з якою подальший розвиток цієї науки буде пов'язаний з успіхами нутригеноміки.

Перше відкриття, опубліковане у квітні 1953 р. американцем Джеймсом Уотсоном та англійцем Френсісом Кріком, поклало початок бурхливому розвитку генетики та молекулярної біології, який триває і нині [199]. Подвійна спіраль ДНК стала символом науки про життя. За своєю структурою ДНК може забезпечити суперточне самовідтворення (реплікацію). Саме ця властивість ДНК є критерієм спадковості [86].

Накопичена останнім часом наукова інформація визначила першорядну роль геному в таких процесах, як обмін речовин, виникнення захворювань

(унаслідок "поломки" обміну речовин), а також їх лікування (внаслідок корекції цих "поломок" ліками) [36]. Визнана значна роль харчування та його вплив на геном. Проте стало очевидним, що обмін речовин визначає формування функцій клітин, тканин і органів, систем і організму в цілому через здійснення біохімічних реакцій специфічними каталізаторами білкової природи – ферментами.

Френсіс Крік довів, що генетична інформація передається у такому напрямі:

ДНК → РНК → білок.

Згодом киянин С.М. Гершензон експериментально довів можливість передачі генетичної інформації у зворотному напрямі:

РНК → ДНК → білок.

Але в усіх випадках білок є кінцевим акцептором генетичної інформації й основним елементом, який її реалізує у конкретну фізіологічну функцію, звичайно, через складну послідовність багатьох біохімічних реакцій. Тому нині, у післягеномний період, наукові дослідження сконцентровані на білкових продуктах генома (протеома), з'ясуванні того, як вони взаємодіють між собою. Цей напрям наукових досліджень одержав назву протеоміки. З протеоміки витікає необхідність споживання достатньої кількості повноцінних білків, які містять незамінні амінокислоти.

Розшифрування генома людини стимулювало розвиток нового напрямку в науці про харчування – нутригеноміки, яка вивчає механізм дії харчових та токсичних речовин їжі, загалом – харчування на експресію генів (рис. 1.2). Останнім часом розроблені ефективні технології, які дають можливість з винятковою швидкістю і точністю одночасно отримати інформацію щодо рівня експресії тисяч генів під впливом тієї чи іншої харчової речовини, чи токсину [18]. Отримано десятки схем експресії генів у відповідь на дію окремих токсичних речовин і накопичуються відповідні бази даних.

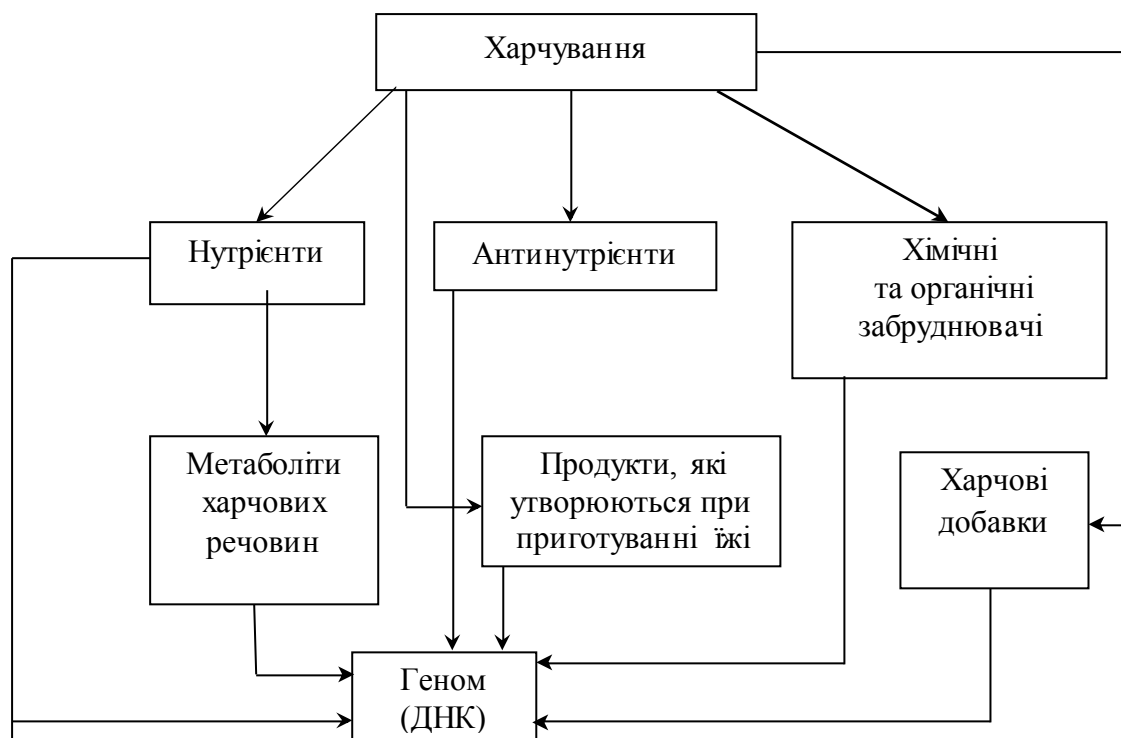


Рисунок 1.2 – Вплив харчування на геном людини

Експресія генів залежить як від внутрішніх чинників (гормонів), так і від зовнішніх факторів, якими є харчові речовини та забруднювачі їжі. Причому серед зовнішніх факторів, що діють на експресію генів, харчові речовини є провідними, тому стали предметом інтенсивних досліджень [18].

Харчові речовини є факторами, які регулюють вміст різних білків у клітинах за рахунок регуляції експресій генів, функціонування РНК та тривалості їхнього життя. При цьому інтенсивність сигналів регуляції експресії генів залежить як від якості харчування, так і від часових параметрів споживання їжі.

Усі харчові речовини, які діють на геном людини, можна поділити на 6 груп [166]:

- нутрієнти,
- антинутрієнти,
- метаболіти харчових речовин, тобто продукти їх обміну в організмі (ейкозаноїди, ретиноева кислота та ін.);
- продукти, які утворюються у процесі приготування їжі (гетероциклічні

аміни при нагріванні м'ясопродуктів тощо);

- широкий клас хімічних і органічних забруднювачів їжі антропогенного і природного походження (важкі метали, токсини, вільнорадикальні сполуки тощо);
- група харчових добавок, яка нараховує 30 класів. Багато з них є ксенобіотиками для організму людини. Для їх знешкодження в організмі у процесі експресії генів не синтезуються необхідні ферменти.

Вплив усіх цих речовин їжі може реалізуватися на всіх рівнях експресії генів – транскрипції ДНК, синтезу РНК, трансляції та постпрандіальної модифікації білків (рис. 1.3).

Основні дослідження у постгеномний період сконцентровані на білкових продуктах генома людини, тобто основним напрямом функціональної геноміки є протеоміка [164].

Крім багатьох вітамінів, факторами активації ферментів через модифікацію білків є більшість мінеральних речовин, зокрема мікроелементів. Зрозуміло, що при нестачі цих важливих компонентів у харчуванні людини, процес активації ферментів загальмовується. До факторів модифікації білків-ферментів належать також такі реакції, як фосфорилування, дефосфорилування, ацетилювання, ацилювання, метилювання, глікозування та ін. Кожний із цих процесів потенційно регулюється харчовими речовинами.

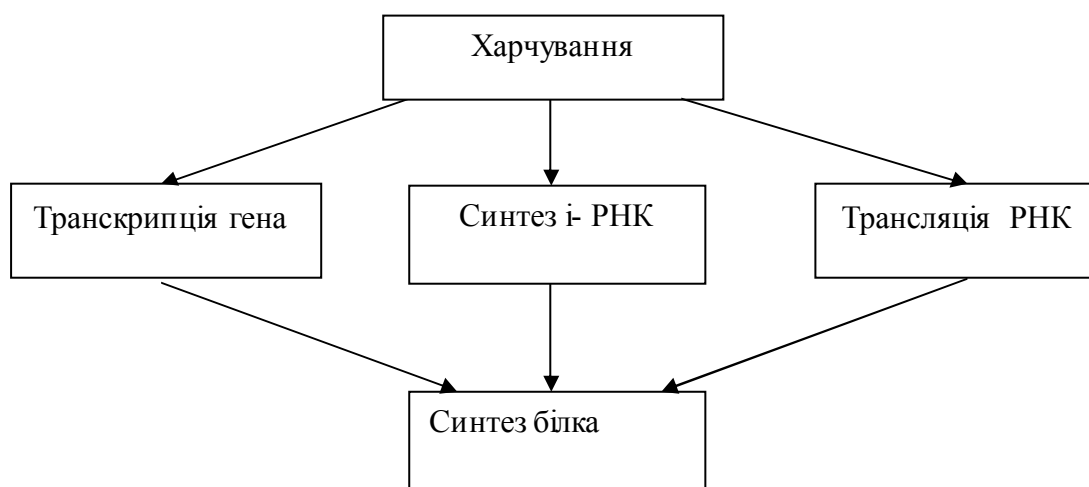


Рисунок 1.3 – Вплив харчування на синтез білка

Необхідність оновлення білкового складу клітин є основою формування фізіологічної потреби усіх живих організмів, у тому числі людини, в постійному надходженні точно визначеної кількості енергії та харчових речовин із зовнішнього середовища, тобто в постійному раціональному харчуванні.

Нутригеноміка наголошує на тому, що ступінь забезпеченості харчовими речовинами впливає як на рівні генома, так і на рівні протеома. Отже, постає важливе завдання – уже на рівні генома та протеома людини визначити або підтвердити фізіологічні норми харчування, особливо білкові [86].

Вивчення механізмів деградації й оновлення білків в організмі людини за умов якісно і кількісно різноманітного харчування становить друге завдання нутригеноміки. Зрозуміло, що розвиток наукових досліджень у цих напрямках як в експериментах, так і в клінічних умовах має велике значення для розвитку всієї нутриціології.

Визначена антимуtagenна дія, тобто така дія, яка попереджує порушення структури ДНК, екстрактів цибулі, часнику, перцю і капусти. Встановлено, що вживання томатів модулює окисне ушкодження ДНК у людини. При цьому в клітинах виявляють підвищений рівень 8-гідроксиаденозину. В кількох дослідженнях показана мутагенна активність розчинної кави.

Наявність ґрунтовних доказів участі генома у розвитку клітинної патології дозволило вважати, що більшість сучасних захворювань людини має у своїй основі пряму або посередню участь ДНК [36, 106].

Нині стало зрозумілим, що більшість видів онкологічних захворювань – це результат появи мутацій у сімействі так званих "housekeeping" генів або клітинних онкогенів. Ці мутації виникають у результаті дії зовнішніх канцерогенів протягом усього життя або внаслідок дії сильних оксидантів, які постійно утворюються в результаті нормального обміну речовин [199]. Як і в разі спадкових дефектів генів, порушення в харчуванні призводить до синтезу патологічних білків (рис. 1.4).

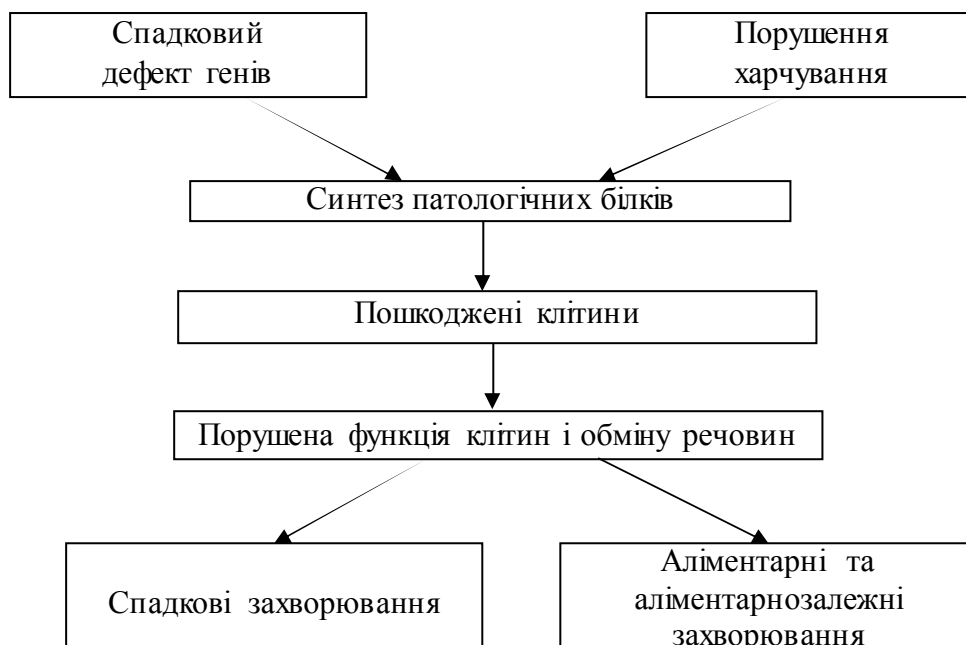


Рисунок.1.4 – Вплив дефектних генів та порушень у харчуванні на синтез патологічних білків

Розвиток геноміки спричинив створення галузі генетично модифікованих продуктів, які створюються шляхом включення у геном штучно сконструйованих елементів. Наприкінці ХХ ст. їх було вже отримано понад 500. Для токсиколого-гігієнічної оцінки генетичномодифікованих продуктів вчені використовують концепцію еквівалентності, згідно з якою оцінка ґрунтується на порівнянні генетично модифікованої рослини із своїм аналогом, виведеним звичайним шляхом. Нині ця концепція піддається справедливій критиці. У разі її використання для оцінки генетично модифікованих продуктів виникають проблеми. Серед них – визначення токсичних властивостей модифікованих білків, вивчення їх біодоступності, можливості генної передачі до організмів інших видів та незапланованих ефектів від дії нової генетичної конструкції [166].

Перед нутриціологією виникає ще одне важливе завдання – для оцінки генетично модифікованих продуктів застосовувати методи токсикогеноміки. На сьогодні немає даних про мутагенні властивості цих продуктів, а їх вивчення стосовно цього недостатнє.

Із вищевикладеного витікає безсумнівна залежність генома людини, процесу біосинтезу білків від стану харчування, забезпеченості окремими харчовими речовинами, ступеня забруднення харчових продуктів токсикантами

різного походження. Тому, вочевидь, великого значення набуває принцип збагачення продуктів комплексом біологічно активних речовин.

Вивчення реальних функцій продуктів, кодованих генами, їх функціональні зв'язки, регуляція індивідуальних реакцій і біохімічних ланцюгів становить основне завдання післягеномної ери у найближчі роки. З'ясування ролі окремих компонентів харчування як фактора, що діє протягом усього життя людини, у цих процесах визначає завдання нутригеноміки – нового розділу загальної і спеціальної нутриціології. На сьогодні 22 провідні групи об'єдналися для створення Європейської організації нутригеноміки (NuGO) [67].

Завдання нутригеноміки – застосування генних технологій у виробництві продуктів харчування, збагачених тими чи іншими речовинами. У цій сфері Європа лідирує у світі. Дослідники вважають, що своєчасний перехід на спеціальну дієту може запобігти діабету, остеопорозу, онкологічним і серцево-судинним захворюванням, хворобам печінки і кишечнику, пов'язаних із порушенням гомеостазу (стійкості основних фізіологічних функцій організму). Проведені в ЄС дослідження дозволять вже в недалекому майбутньому розробити персоналізовані дієти для кожної людини.

Як зазначено вище, останнім часом все більшого розвитку набувають генно-інженерні технології, які дозволяють одержувати задані властивості продуктів харчування, наприклад, підвищувати вміст певного білка, вітаміну, оптимізувати жировий склад.

Так, створення генетично модифікованих рослин дозволяє багаторазово прискорювати процес селекції культурних сортів, одержувати культури з такими властивостями, що не можуть бути виведені з використанням традиційних методів. Навіть перше покоління трансгенних культур, що вирощуються у промислових обсягах, має більш високі агротехнічні характеристики – кращу стійкість до шкідників і бур'янів, більш високу врожайність (за рахунок зниження втрат). Надалі будуть створюватися нові продукти, з поліпшеною чи зміненою поживною цінністю, які матимуть подовжений термін зберігання і поліпшені

смакові властивості. Більш віддалене майбутнє – це рослини, що продукують визначені хімічні сполуки, в тому числі й ліки, вакцини тощо.

На думку академіка В. Тутельяна: 75% вирощуваної у світі сої складає трансгенна культура, більше 30% від загальної посівної площі припадає на генетично модифіковану (ГМ) кукурудзу. Нині у світі вирощується 81 різновид генетично модифікованих рослин. У 2003 р. виробництво продукції із трансгенних рослин у розвинених країнах збільшилося на 20%. Проте одержання генетично модифікованих джерел їжі, просування їх на світовому продовольчому споживчому ринку викликає запеклі суперечки прихильників і супротивників. По-перше, традиції – життєві, релігійні. По-друге – нерозуміння, навіщо потрібні нові продукти, і занепокоєння за віддалені наслідки.

Інститут харчування АМН України ставить завдання не боротися з генетично модифікованими рослинами, а удосконалювати систему оцінки безпеки і налагоджувати контроль за оборотом усіх видів генетично модифікованої продукції [67].

Нині прийнято поділяти генетично модифіковану продукцію на три категорії (рис. 1.5).

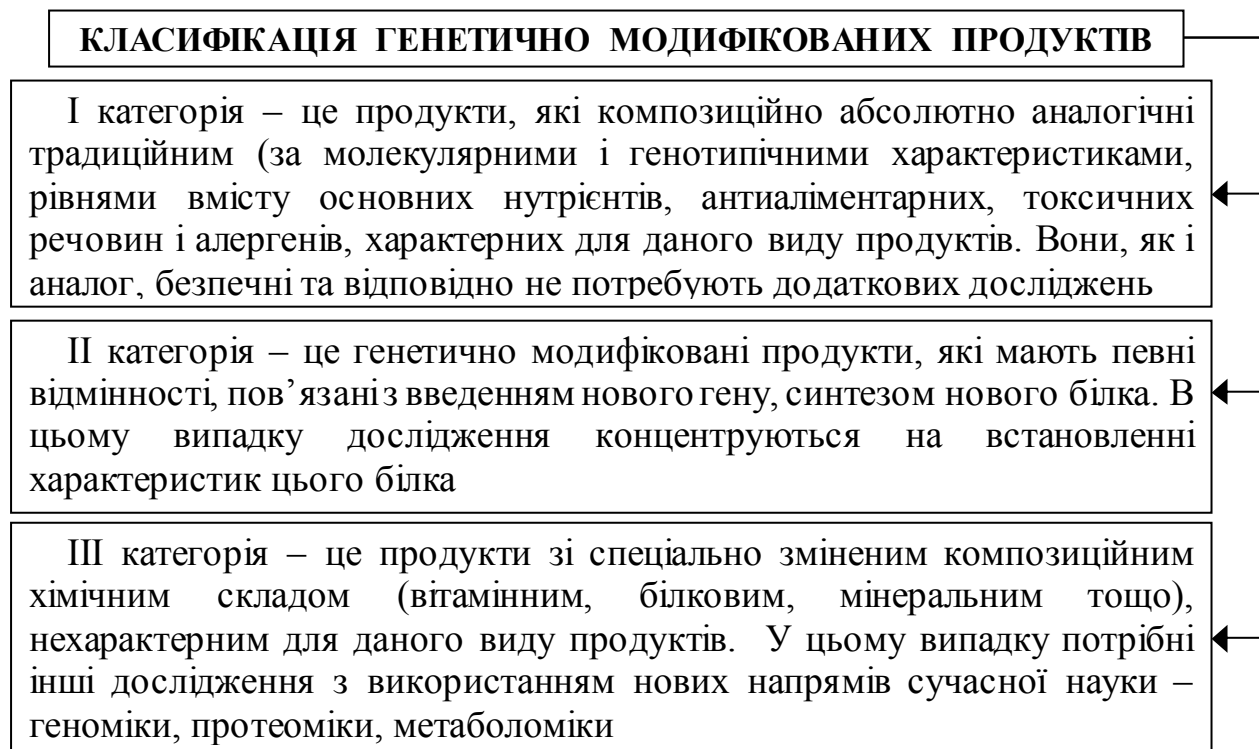


Рисунок 1.5 – Класифікація генетично модифікованих продуктів

Перша – це продукти, композиційно аналогічні традиційним (за молекулярними і генотипними характеристиками, рівнем вмісту ключових нутрієнтів, антиаліментарних, токсичних речовин і алергенів, характерних для певного виду чи продукту, обумовлених властивостями внесених генів). Вони, як і аналог, безпечні та (відповідно) як аналог не вимагають додаткових досліджень. Більшість вирощуваних з комерційними цілями генетично модифікованих рослин належать саме до першої групи.

Друга – це генетично модифікована продукція, що має визначені розбіжності, пов'язані з введенням нового гена, синтезом нового білка. У цьому випадку дослідження концентруються саме на цьому білку та характеристиці його властивостей. І, нарешті, у майбутньому можлива поява продуктів з навмисно зміненим композиційним хімічним складом (вітамінним, білковим), тоді, звичайно, будуть потрібні інші дослідження. Як шляхи рішення пропонується використовувати нові напрями сучасної науки – геноміку, протеоміку і метаболоміку.

Рівень впровадження у практику сільського господарства генетично модифікованих культур є високим. Нині дозволено для використання в харчуванні населення США, Канади, Аргентини, Японії, країн Європейської Співдружності кілька десятків трансгенних сільськогосподарських культур, серед яких соя, картопля, кукурудза, цукрові буряки та ін.

Забезпечення безпеки продовольчої сировини та харчових продуктів є одним із найважливіших і пріоритетних напрямів державної політики в галузі здорового харчування. Реалізація цього напрямку вимагає створення й удосконалення законодавчої, нормативної та методичної бази, максимально гармонізованої з міжнародними вимогами.

Безпека генетично модифікованих продуктів – ключовий фактор, який визначає можливість їх широкого використання в харчуванні людини, оцінюється на кількох етапах їх розробки й експертизи. Нині в Україні розроблена система оцінки якості й безпеки харчової продукції, одержаної із

генетично модифікованих джерел, відповідно до якої кожне джерело, що надходить на продовольчий ринок України, підлягає санітарно-епідеміологічній експертизі в трьох напрямках: медико-генетичному, технологічному та медико-біологічній оцінці, яка здійснюється провідними науковими центрами країни.

Прошли цикл необхідних досліджень і одержали дозвіл для реалізації населенню та використання в харчовій промисловості 11 генетично модифікованих сільськогосподарських культур (соя, кукурудза, цукрові буряки та ін.). В Україні налагоджений постреєстраційний моніторинг за харчовою продукцією з генетично модифікованих джерел, що базується на експертизі супровідної документації на продукт та виявленні чужорідної ДНК методом полімерної ланцюгової реакції (ПЛР).

Із вищевикладеного витікає безсумнівна залежність генома людини, процесу біосинтезу білків від стану харчування, забезпеченості окремими харчовими речовинами, ступеня забруднення харчових продуктів токсикантами різної природи. Тому, вочевидь, великого значення набуває принцип збагачення продуктів комплексом харчових речовин.

Вивчення реальних функцій продуктів, кодованих генами, їх функціональні зв'язки, регуляція індивідуальних реакцій і біохімічних ланцюгів становить основне завдання післягеномної ери в найближчі роки. З'ясування ролі окремих компонентів харчування як фактора, що діє протягом усього життя людини, в цих процесах визначає завдання нутригеноміки – нового розділу загальної і спеціальної нутриціології.

Сучасне виробництво харчових продуктів не може обійтися без застосування високих сучасних технологій, зокрема біотехнологій. Перспективним є спосіб виробництва харчових продуктів із заданим хімічним складом шляхом збагачення їх есенційними нутрієнтами, в тому числі з генетично модифікованих джерел, під час технологічної обробки на молекулярному рівні, що досягається шляхом використання молекулярної технології. Сутність молекулярної технології полягає у використанні

молекулярних реакцій, в результаті чого відбувається розкладання продуктів на молекули. Основне завдання молекулярної технології – створення абсолютно нових за зовнішнім виглядом кулінарних страв та виробів, зі зниженою енергетичною цінністю та змодельованим хімічним складом спрямованої функціональної дії.

Наука про харчування в найближчому майбутньому має бути тісно пов'язаною з молекулярною біологією та генетикою. Ціль, до якої прагне геноміка харчування, детальне вивчення зв'язків між генами та конкретними продуктами для створення персональних дієт на базі генетичного профілю кожного індивідууму. У перспективі, можна буде створювати продукти, які матимуть у своєму складі наносенсори і будуть ідентифікувати споживача, визначати його можливі алергічні реакції, дефіцит певних речовин та виділяти необхідні речовини в необхідній кількості.

1.2. Стан харчування і здоров'я людини

Державна науково-технічна політика в галузі здорового харчування – складова соціально-економічної політики. Вона відображає ставлення держави до науково-технічної діяльності, визначає мету, напрями, способи та форми діяльності держави у сфері здорового харчування населення. Ця політика формується і реалізується за допомогою механізму, який визначає її основні принципи та ключові положення, і, зокрема, напрями фундаментальних досліджень, систему науково-технічного прогнозування, вибір пріоритетів у використанні результатів досліджень тощо [42, 65, 75, 191]. Основою формування науково-технічної політики повинна стати довгострокова стратегія поліпшення якості харчування населення і аліментарної профілактики захворювань, збереження здоров'я та активної трудової діяльності населення [119]. Розробка єдиної державної науково-технічної політики у сфері здорового харчування в умовах нових економічних відносин і конкретних пріоритетів,

основою яких є задоволення фізіологічних потреб людини в есенційних харчових речовинах, організація адекватного харчування дозволить забезпечити фізіологічну потребу населення в макро- і мікронутрієнтах, поліпшити показники здоров'я населення, сконцентрувати засоби, ресурси і науково-технічний потенціал країни на вирішенні проблем, життєво важливих для нації [7, 13, 38, 59, 65, 75].

Статистичні матеріали, офіційні документи Міністерства охорони здоров'я України та результати наукових досліджень свідчать, що рівень захворюваності населення України безупинно збільшується. За останні 10 років більш як у 3 рази зросла кількість хворих на артеріальну гіпертонію, смертність від інфарктів міокарда збільшилась у 2 рази. Внаслідок цього тривалість життя скоротилась і є однією з найменших у Європі. Смертність перевищує народжуваність і це призводить до того, що населення України щорічно скорочується на 250-300 тис. людей. Аналіз такого стану здоров'я населення України свідчить, що основною причиною цього є нераціональне харчування.

Структура харчування населення України нині не відповідає сучасним принципам раціонального харчування і практичної дієтології. У раціоні населення багато хлібобулочних виробів, картоплі та мало основних джерел повноцінного харчового білка (м'ясних, рибних і молочних продуктів), клітковини, мікронутрієнтів (овочі, фрукти, горіхи, рослинні олії тощо).

Результати досліджень фактичного стану харчування населення в різних регіонах України свідчать про те, що структура харчування і харчовий статус як дитячого, так і дорослого населення характеризуються серйозними порушеннями. Серед них дефіцит повноцінних (тваринних) білків; поліненасичених жирних кислот; вітамінів С, групи В, Е, фолієвої кислоти, ретинолу, (β -каротину й ін.); макро- і мікроелементів: Ca, Fe, Zn, F, Se, I та ін.; харчових волокон. І, навпаки, спостерігається надлишкове споживання тваринних жирів і легкозасвоюваних вуглеводів. Споживання жирів вище рекомендованих норм (більш як 32% калорійності раціону). Дефіцит споживання

білка складає в середньому 20%, більшості вітамінів і мікроелементів – 15–55%, харчових волокон – 30%. З іншого боку, порушення структури харчування населення як України, так і більш економічно розвинених країн пов'язане з гіподинамією, яка є наслідком досягнень науково-технічного прогресу. Століттями людство прагнуло звільнити себе від фізичних навантажень, механізуючи й автоматизуючи виробництво, розвиваючи комунальне господарство. Якщо 100 років тому людина проходила за рік 75 тис. км, то нині ця відстань скоротилася до 25 тис. км. Це призвело до того, що наші добові енерговитрати за сто років знизилися в 1,5-2 рази. Усе це створює умови харчової конфронтації: основний закон раціонального харчування диктує необхідність відповідності рівнів надходження і витрати енергії, отже ми повинні знижувати обсяг споживання їжі. Однак у такому випадку порушується другий закон раціонального харчування, що вимагає цілком покривати потребу організму у вітамінах та інших життєво необхідних есенційних нутрієнтах.

Проблеми "харчування і здоров'я" та "харчування і хвороби" взаємопов'язані. Прямо (етіологічно) або непрямо (опосередковано) із проблемою "харчування і хвороби" пов'язані 5 основних груп захворювань:

- первинні (екзогенні) хвороби недостатнього або надлишкового харчування – аліментарні захворювання;
- вторинні (ендогенні) хвороби недостатнього або надлишкового харчування;
- захворювання з аліментарними чинниками ризику розвитку патології;
- захворювання, зумовлені харчовою непереносністю;
- захворювання з аліментарними чинниками передачі збудника хвороби.

Серед хвороб та порушень в організмі людини, обумовлених неправильним харчуванням, можна назвати хвороби серця, рак, інсульт, високий артеріальний тиск, ожиріння, карієс. У дітей європейського регіону, які не отримують якісного харчування, головними проблемами є послаблення росту, слабкі та середні форми анемії. Політика в галузі харчових продуктів,

харчування та здоров'я може внести значний вклад в запобігання передчасної смерті та захворюваності.

Шкідливі звички у харчуванні являють собою фактори ризику розвитку хвороб, таких як онкологічні, серцево-судинні захворювання, ожиріння та карієс. Для ішемічної хвороби серця визначені такі значення ризику захворюваності (відповідно для чоловіків та жінок): куріння – 42 і 44%, вживання насичених жирних кислот (більше 10% загальної калорійності) – 13 і 12%, ожиріння (індекс маси тіла > 30) – 13 і 15% та, малорухливий спосіб життя – 40%.

Проблема харчової безпеки України розглядається як з позиції адекватності структури споживання харчових продуктів до фізіологічних норм, так і з позиції охорони внутрішнього середовища організму людини від надходження з їжею різних токсикантів хімічної і біологічної природи [65, 84, 132, 144, 191]. В останні роки, при вирішенні проблеми забезпечення населення раціональним харчуванням усе більшого значення набуває виробництво низькокалорійних продуктів оздоровчого призначення і для хворих на цукровий діабет [59, 75, 128, 185]. Енергонасичений раціон харчування та вживання жирних продуктів є головними чинниками епідемії ожиріння. Згідно з рекомендаціями ВООЗ щодо зменшення енергетичної цінності добових раціонів населення до адекватних величин його енерговитрат та з урахуванням національних фізіологічних норм споживання нутрієнтів і їхньої енергетичної цінності для різних категорій населення виникає проблема підвищення поживної цінності раціону (food density) [113, 176, 198].

Надлишкова вага тіла спостерігається у європейських країнах приблизно у половини людей середнього та похилого віку, та найбільш високі ці показники у країнах СНГ. Якщо невелика надлишкова маса тіла не становить значної проблеми, то зайва вага (індекс маси тіла – ІМТ>30) є ризиком для здоров'я людини. У країнах Західної Європи на надлишкову масу тіла страждають приблизно 10% людей, у східних частинах регіону – 15%. Енергонасичений

раціон харчування та вживання жирних продуктів є головними чинниками епідемії ожиріння, яка спостерігається в усіх країнах Європи, що тісно пов'язане зі зниженням фізичної активності.

У деяких європейських країнах на боротьбу з ожирінням витрачається близько 8% бюджету охорони здоров'я [195]. Із ожирінням і збільшенням маси тіла пов'язаний інсулінонезалежний діабет, який підвищує загрозу серцево-судинних захворювань та зміни периферичних судин.

В Європі на цей тип діабету хворіє майже 1% населення, найбільш помітно зростає захворюваність у старших вікових групах [38, 158, 159, 206, 209, 210, 217]. Як показали епідеміологічні дослідження, виконані останніми роками, порушення структури харчування призводить до ожиріння більшої частини населення, особливо жінок після 30 років [162, 193].

За даними МОЗ в Україні на цукровий діабет хворіє близько 1 млн осіб. Внаслідок цього одним із важливих завдань соціально-економічного розвитку України є профілактика та забезпечення хворих на цукровий діабет спеціальними дієтопрофілактичними продуктами харчування, асортимент яких обмежений [14, 42, 65, 129, 130, 149, 158].

В Україні целиакія діагностується рідко, що пов'язано зі слабкою діагностикою, хоча за прогнозованими даними, кількість хворих, становитиме понад 100 тис. осіб, значна частина серед них – діти. Вживання у їжу продуктів із пшениці, жита, ячменя, вівса, що містять глютен, може викликати целиакію. Патогенез целиакії полягає в тому, що гліадин спричиняє атрофію слизової оболонки тонкої кишки і призводить до метаболічних розладів, порушення обміну речовин. Ушкоджена слизова оболонка ШКТ не гальмує проникнення шкідливих сполук, що викликає інтоксикацію організму людини. Хворим на целиакію не можна вживати хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби із пшеничного, житнього, ячмінного, вівсяного, борошна, висівок, зародків пшениці, вівса. До дозволених продуктів належать вироби з кукурудзи, гречки, рису і сої. Серед хворих на цукровий діабет целиакія становить біля 7,5%. Майже

у 60% хворих целіакія виявляється на початку захворювання на діабет. У високорозвинених країнах лікарі рекомендують обмеження усіх хворих на цукровий діабет з метою діагностики целіакії. Для таких хворих важливим є показник глікемічного індексу, який визначається як співвідношення між концентрацією глюкози у крові при споживанні досліджуваного та еталонного продукту (білий хліб або глюкоза). Продукти з високим вмістом складних вуглеводів, які повільно засвоюються організмом, викликають "згладжування" глікемічного індексу. Для лікувально-профілактичного харчування осіб, які хворіють на целіакію, за кордоном випускається широкий асортимент продуктів, у тому числі на зерновій основі, яка не містить клейковини.

Через порушення структури харчування виникає дефіцит окремих незамінних макро- і мікронутрієнтів в організмі людей [195].

Актуальною є проблема вітамінного забезпечення населення України. Пряме визначення вмісту вітамінів у крові свідчить, що до 90% обстежених мають концентрацію аскорбінової кислоти нижчу за оптимальні значення, у 10–25% обстежених знижені рівні вітамінів групи В і β -каротину [7]. У більшості населення в організмі зменшена концентрація кальцію. Виявляються й інші дефіцити мікронутрієнтів.

У житті людини значну роль відіграють ліпіди, які входять до складу жирових клітин і виконують важливу функцію в життєвих процесах організму, зокрема в жировому обміні. Порушення цих структур призводить до негативних змін в організмі.

Відомо, що високий вміст холестерину в сироватці крові завдає синергетичної дії, підвищуючи ризик розвитку серцевих захворювань. Давно встановлено, що надмірне вживання насичених та трансжирних кислот викликає коронарну патологію. Так, раціон, що включає високонасичені жири й червоне м'ясо та недостатнє вживання овочів і фруктів, є причиною приблизно 30% усіх серцево-судинних захворювань.

У країнах СНД на серцево-судинні захворювання припадає 68%

передчасних смертей (в інших країнах Європи – близько 43%), крім того, у пропорційному відношенні кількість таких захворювань у країнах СНГ набагато вища, ніж у решті країн Європейського регіону.

Інвалідність внаслідок інсультів стає важким тягарем для сімей та викликає значні економічні витрати служби здоров'я. ВООЗ рекомендує обмежити вживання солі до 6 г на день, а в деяких країнах для зниження високого артеріального тиску рекомендовано вживати не більше 5 г солі на день. Одним із важливих завдань стає оцінка вживання солі з наступною розробкою відповідних рекомендацій щодо харчування. Хоча в більшості наукових досліджень немає чітких вказівок на те, що вживання солі негативно впливає на артеріальний тиск, ті, хто страждає на підвищений артеріальний тиск, можуть знизити рівень, зменшивши вживання солі. Гіпертонія є загрозливим фактором ризику інсульту та навіть невелике зниження артеріального тиску у хворих на гіпертонію зменшило б кількість інсультів наполовину. Деякі дослідження підтверджують можливість зниження смертності від інсультів на 23% при зменшенні добового вживання солі.

Роль макронутрієнтів в етіології хронічних захворювань та їх рівні, які здатні попереджати передчасний розвиток дегенеративних хвороб людини, потребують особливого розгляду з урахуванням проблем зі здоров'ям населення України за останні роки. Середня тривалість життя в Україні одна із найбільш низьких у світі та майже на 20 років менша, ніж у країнах Західної Європи. Це обумовлено дуже високим показником захворюваності на ішемічну хворобу серця. Фактори харчування свідчать про високі показники ожиріння серед населення України, енергетичний дисбаланс у зв'язку з надмірним споживанням енергії або недостатніми її витратами та низькими показниками фізичної активності. У більшості західноєвропейських країн епідемія ішемічної хвороби серця, що відмічалася на початку другої половини століття, набула помірних розмірів, що частково пояснюється змінами в харчуванні, зокрема зменшенням загального вмісту жирів та насичених жирних кислот.

Привертає увагу відносно низький вміст харчових волокон у раціонах харчування – сумарне споживання клітковини і пектину становить менше 10 г на добу, що майже у двічі нижче за оптимальну кількість [110]. Разом з тим, при концентрованому введенні харчові волокна виводять з організму не тільки шкідливі але і корисні речовини – вітаміни, макро- та мікроелементи [176].

Щотижня населення нашої планети в середньому збільшується на 1,2 млн осіб. Сучасна людина за добу споживає близько 800 г їжі, а все населення планети – більш 4 млн т. Вже нині дефіцит харчових продуктів у світі перевищує 60 млн т.; існує дефіцит харчового білка і недостатність його у найближчі десятиліття, ймовірно, збережеться. На кожного мешканця Землі припадає близько 60 г білка на добу, при нормі 70 г. За даними Інституту харчування АМН України, споживання білка в середньому на душу населення зменшилось на 17–22%: з 47,5 до 38,8 г/добу білка тваринного походження (49% проти 55 рекомендованих); у родинях із низьким доходом споживання загального білка на добу не перевищує 29–40 г.

Зниження споживання білка з їжею відповідає сучасним світовим тенденціям зниження ступеня забезпеченості населення Землі білком. Загальний дефіцит білка на планеті оцінюється у 10–25 млн т на рік. З 6 млрд людей приблизно половина страждає від недостатності білка. Доки тваринні білки залишатимуться цінним джерелом харчування, економічно розвинені країни мають знайти вирішення важливої проблеми: з одного боку, це розроблення раціональних способів збереження і реалізації надлишку продуктів тваринного походження, з іншого – пошук шляхів отримання нових ресурсів харчового білка.

Вирішення проблеми збільшення виробництва продуктів харчування старими методами вже неможливо. Традиційні сільськогосподарські технології вичерпали себе: за останні 20 років людством втрачено понад 15% родючого ґрунтового шару, а велика частина придатних до обробляння ґрунтів уже залучена в господарський оборот. Необхідна розробка наукової стратегії

виробництва їжі, в основі якої – пошук нових ресурсів, що забезпечують оптимальне для організму людини співвідношення хімічних компонентів їжі, насамперед, пошук нових джерел білка і вітамінів. Крім того, дуже актуальні питання селекції найбільш продуктивних видів риб і морепродуктів, організації спеціалізованих підводних господарств, що дозволяють повноцінно використовувати харчові ресурси Світового океану. Інше вирішення продовольчої проблеми – хімічний синтез харчових продуктів і їхніх компонентів (наприклад, виробництво вітамінних препаратів), а також отримання генетично модифікованих продуктів з підвищеним вмістом і покращеною якістю білка.

Подолання дефіциту харчового білка повинно базуватися на комплексному підході, в основу якого закладено такі напрями:

- інтенсифікація сільськогосподарських та інших способів виробництва білкової сировини тваринного та рослинного походження як головного чинника збільшення вітчизняних ресурсів харчового білка;
- наукові дослідження з розробки ефективних технологій безпосереднього використання білків з нетрадиційної сировини рослинного походження;
- створення сучасних і прогресивних технологій отримання, переробки та зберігання безпечної для використання в харчових продуктах білковмісної сировини. Необхідні глибокі дослідження взаємодії білків з основними макронутрієнтами (жирами, полісахаридами та ін.) з метою створення функціональних композицій заданого складу.

Сучасна концепція функціонального харчування населення має відповідати не тільки вимогам раціонального споживання їжі, але й враховувати комплекс спеціальних профілактичних заходів, які знижують негативний вплив довкілля [38, 89, 143, 162, 205].

При формуванні пріоритетів у галузі здорового і безпечного харчування слід виходити із таких принципових положень:

- при виробництві харчових продуктів слід використовувати вітчизняну сировину, компоненти та різноманітні дієтичні добавки, які є безпечними для здоров'я людини;
- продукти, які споживаються населенням, не повинні завдавати шкоди здоров'ю;
- кожен продукт повинен не тільки задовольняти фізіологічні потреби людського організму в життєво необхідних речовинах, але й виконувати профілактичні та лікувальні функції, включаючи і виведення із організму шкідливих речовин.

Виходячи із викладеної концепції, необхідно виділити найбільш важливі напрями у цій сфері, враховуючи і необхідність проведення подальших науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт за пріоритетними напрямками комплексної проблеми здорового харчування населення України.

Структура харчування потребує значної корекції у бік більшої збалансованості.

Перед наукою постало важливе завдання з розроблення технологій виробництва продуктів харчування функціонального призначення. Забезпечуючи масовий випуск продуктів, які підвищують резистентність організму в умовах несприятливого навколишнього середовища, можна покращити якість життя хворої людини і допомогти здоровій знизити ризик виникнення найбільш розповсюджених захворювань, забезпечити адаптацію організму до несприятливих умов життя та праці.

Як зазначалося вище, тривалий час харчові технології розвивалися, спираючись на теорію збалансованого харчування. Відповідно до цієї теорії всі харчові компоненти розподілялися на корисні та баласт. Основна увага приділялася фракціюванню сировини, видаленню з неї баластних речовин і підвищенню харчової цінності продуктів. При цьому органолептичні характеристики продуктів мали переважне значення. Ціноутворення також

відбивало цю тенденцію, і виробники були зацікавлені збільшувати випуск очищених, рафінованих продуктів.

Багато технологічних процесів передбачають обробку сировини кислотами, лугами, органічними розчинниками, ферментами, продуктами подальшої трансформації, які часто залишаються у продуктах і надходять до організму, призводячи до небажаних наслідків.

Крім того, із їжі видаляються так звані баластні речовини, роль яких у процесах метаболізму дуже висока. Зниження кількості споживання баластних речовин – одна із причин широкого розповсюдження, особливо в розвинених країнах, захворювань цивілізації. Причому виявляється чітка тенденція між рівнем споживання рафінованої їжі та частотою виникнення деяких захворювань. Зрозуміло, видалення з їжі баластних речовин супроводжується зниженням вмісту есенційних компонентів.

Одна із функцій баластних речовин полягає у зв'язуванні та виведенні із організму сполук, у тому числі іонів важких металів, радіонуклідів тощо. Внаслідок цього останнім часом все більше поширюється виробництво продуктів, до складу яких вводять препарати баластних речовин. При концентрованому введенні баластних речовин з організму виводяться небажані сполуки, разом із тим, вони зв'язують і виводять також і корисні речовини, такі як вітаміни, макро- та мікроелементи, можуть спричиняти небажаний вплив на функцію шлунково-кишкового тракту.

З метою поліпшення органолептичних показників продуктів, а часто і зниження собівартості, виробники широко застосовують речовини як природного, так і синтетичного походження, які належать до класу харчових добавок. Останні виконують роль стабілізаторів, емульгаторів, ароматизаторів, барвників, інтенсифікують смак тощо. Незважаючи на досить жорстку регламентацію рівня використання добавок, існують приклади їхньої негативної дії.

Істотній трансформації продукти та їхні компоненти піддаються у процесах термообробки і консервування іншими способами.

У процесі метаболізму організм із вільного набору продуктів формує у тонкому кишечнику збалансовану суміш – хімус, з якого засвоюються живильні речовини. Хімус має досить фіксований склад, і надлишок чи нестача яких-небудь компонентів на визначеному проміжку часу спричиняє розлад харчування, порушуючи таким чином внутрішню екологію людини.

Поняття "розлад харчування організму" сформульовано ще у 1967 р. Д.Б. Джелліфом. Під цим терміном мають на увазі патологічні стани, спричинені відносною або абсолютною нестачею одного чи декількох компонентів їжі, тобто по суті незбалансованим харчуванням. Проблема настільки серйозна, що зазначені патології включені у Міжнародну класифікацію хвороб [22].

Слід зазначити, що надлишкове, незбалансоване споживання їжі більшою мірою підвищує фактор ризику для здоров'я людини, ніж недостатнє харчування при збалансованих раціонах. І більше того, негативний вплив надлишкового харчування може бути сильніший, ніж наявність у раціонах антиаліментарних речовин.

Практично всі реальні харчові продукти не є збалансованими для дорослої здорової людини, тобто не містять незамінних нутрієнтів у необхідних кількостях і співвідношеннях, дуже відрізняються за складом. Це означає, що адекватний раціон харчування повинен включати досить велику кількість різних харчових продуктів. При цьому, чим більш різноманітний раціон харчування за набором і складом продуктів, тим більш висока ймовірність постачання організму всіх незамінних компонентів харчування. З іншого боку, саме різноманітність харчування при несприятливому наборі споживаних продуктів створює передумови для надлишкового споживання окремих нутрієнтів і енергії і, таким чином, підвищує фактор ризику надлишкового харчування.

Механізми гомеостазування організму формують збалансовану суміш у кишечнику, але питання трансформації надлишкових компонентів, їх функції у

шлунково-кишковому тракту й організмі в цілому, впливі на внутрішню екологію людини залишаються не вирішеними.

Надлишкове харчування обумовлене переважно надмірним вживанням (порівняно з фізіологічною потребою) енергетичних компонентів їжі, насамперед – тваринних жирів, цукру, що у поєднанні зі стилем життя (зниженою фізичною активністю) сприяє розвитку ряду характерних захворювань.

Недостатнє харчування – один із найважливіших аспектів світової продовольчої проблеми. Це, зазвичай, низьке вживання їжі, недостатнє вживання білка та енергії (білково-калорійна недостатність), вітамінів та мінеральних солей. Тривале недостатнє харчування розглядається як захворювання, воно призводить до зниження активності дорослої людини, загального опору організму, втрати працездатності. Потреба у харчуванні найбільш висока у дітей, вагітних жінок та матерів-годувальниць. Недостатнє харчування на ранніх стадіях розвитку малюків, дітей дошкільного віку, а також вагітних та годувальниць призводить до непередбачуваних результатів та супроводжується втратою здоров'я.

Таким чином, серед хронічних захворювань, поширених у світі, аліментарна патологія посідає провідне місце – нею уражені сотні мільйонів людей. Найбільше значення за глобальною поширеністю і впливом на здоров'я і тривалість життя мають білково-енергетична і білкова недостатність, залізодефіцитні анемії, ендемічний зоб, авітамінози, особливо рахіт і ксерофтальмія, ожиріння.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, у світі більш ніж 800 млн чоловік недоїдають і мають той або інший ступінь білково-енергетичної або білкової недостатності, близько 1500 млн осіб страждають на залізодефіцитну анемію, майже у 250 млн осіб виявлений ендемічний зоб, а близько 20 млн мають церебральні порушення, у тому числі кретинізм, спричинені дефіцитом йоду в харчуванні. У зв'язку з недостатністю вітаміну А у їжі більш ніж 13 млн

дітей уражені ксерофтальмією і щорічно майже 0,5 млн з них частково або повністю утрачають зір [22].

Аліментарні захворювання, спричинені недостатнім або надмірним харчуванням, у тій або іншій формі існують у кожній країні. В цілому в економічно розвинених країнах, у тому числі в Україні, з аліментарної патології, в основному спостерігається ожиріння, залізодефіцитні стани, в тому числі анемія, і гіповітамінози. Спорадично спостерігається первинна білково-енергетична або білкова недостатність і авітамінози, в окремих місцевостях – ендемічний зоб, зокрема в Західній Україні. У разі погіршення соціально-економічного стану в будь-якій країні зростає рівень аліментарної патології у зв'язку з дефіцитом у харчуванні повноцінних тваринних білків, вітамінів і деяких мінеральних речовин.

Вторинні розлади харчування організму зумовлені ендогенними причинами – захворюваннями різних органів і систем, що призводять до порушення засвоєння їжі, посилення катаболізму і витрат харчових речовин. Це спричинює моно- або полінутриєнтний дисбаланс, аж до клінічно виражених вторинних хвороб і синдромів недостатнього харчування.

Вторинні розлади харчування звичайно виникають у разі захворювань органів травлення з явищами порушення травлення (мальдигестія) і всмоктуваннянутриєнтів (мальабсорбція). Мальдигестія і мальабсорбція різного ступеня спостерігається у разі хронічного ентериту, хвороби Крона, виразкового коліту, хронічного рецидивуючого панкреатиту, після резекції частини тонкої кишки, тотальної резекції шлунка та інших захворювань органів травної системи. Полінутриєнтна недостатність, зокрема вторинна БЕН, розвивається внаслідок багатьох інфекційних, онкологічних, хірургічних та інших захворювань. Вторинні (ендогенні) гіпо- і авітамінози виникають унаслідок різних захворювань, навіть у разі фізіологічно достатнього споживання з їжею вітамінів, на відміну від первинних, зумовлених дефіцитом вітамінів у харчуванні. Наприклад, патогенез вторинного рахіту залежить від порушень на

різних етапах засвоєння вітаміну D, які спричинені конкретним захворюванням печінки, нирок, тонкої кишки, обструкцією жовчовивідних шляхів тощо. Так, у разі патології печінки або нирок погіршується утворення активних форм вітаміну D. Захворювання травної системи частіше спричинюють вторинну полівітамінну недостатність, хоча можливий виражений дефіцит одного із вітамінів (наприклад, ціанкобаламіну в разі хронічного атрофічного гастриту або дифілоботріозу).

Вторинна недостатність стосується не тільки вітамінів, але і мінеральних речовин. Наприклад, вторинні залізодефіцитні стани, включаючи анемію, виникають унаслідок крововтрат або порушення засвоєння заліза у разі деяких захворювань.

Слід відзначити, що вторинними бувають не тільки хвороби недостатнього, але і надмірного харчування. Наприклад, вторинне (симптоматичне) ожиріння зумовлене церебральними, гіпоталамічними та ендокринними розладами. У ряді випадків диференціація первинних і вторинних розладів харчування організму дуже складна, по-перше, внаслідок однотипності клінічних проявів, а по-друге, внаслідок явних порушень харчування, які нівелюють справжню причину захворювання.

Диференціація аліментарних захворювань і синдромів недостатнього і надмірного харчування від клінічно подібних вторинних важлива, оскільки лікувальні та профілактичні заходи слід спрямувати, насамперед, на первинну причину патології, тобто на основне захворювання.

Рівень вживання харчових продуктів та структура раціонів харчування підлягають безперервній зміні у процесі соціально-економічного та соціально-культурного розвитку суспільства і залежить від багатьох факторів: умов виробництва та розподілу їжі, звичок у харчуванні, кулінарних засобів, уявлення про престижність, переваги у якості тих чи інших продуктів, ступеня поінформованості про раціональне харчування, склад харчових продуктів тощо.

Зміна характеру зайнятості та трудового навантаження, способу життя, екологічних впливів повинні супроводжуватися зміною фізіологічної потреби людини, а також формуванням нових звичок та умов вживання їжі.

Окремо необхідно відмітити категорію хворих людей, для яких продукти харчування є засобами дієтотерапії. Для цієї групи людей, першочерговим є терапевтичний ефект від вживання продуктів харчування, при цьому зовнішній вигляд та смакові якості віддаляються на другий план.

Таким чином проблема раціонального харчування набула особливої гостроти. Стрімке зростання населення світу призвело до інтенсифікації сільського господарства. Це вплинуло на використання отрутохімікатів, антибіотиків, різних мінеральних добрив для вирощування сільськогосподарських культур. Певну небезпеку з точки зору надходження токсичних речовин у харчові продукти становить забруднення навколишнього середовища промисловими відходами. Крім того, використовуються нові технологічні процеси виробництва та зберігання харчових продуктів, що пов'язане з застосуванням зростаючої кількості хімічних сполук. У цій ситуації один із шляхів зниження можливості надходження шкідливих речовин до організму людини – широке застосування нових технологій, що забезпечують отримання екологічно чистих продуктів, збалансованих відповідно до фізіологічних потреб людини.

Проблема здорового харчування існує в усіх країнах світу. На базі фундаментальних досліджень в галузях медицини, фізіології, медичної біохімії тощо уточнюються вимоги до раціонального харчування. Удосконалення методів контролю за харчовими продуктами вносить свої корективи.

Поліпшення структури харчування населення України передбачає збільшення виробництва харчових продуктів завдяки удосконаленню існуючих і створенню новітніх технологій харчових продуктів функціонального призначення [64, 136]. Такі продукти повинні мати збалансований хімічний склад, невисоку енергетичну цінність, знижений вміст цукру і насичених жирних

кислот і підвищений – корисних для здоров'я інгредієнтів, функціонального і оздоровчо-профілактичного призначення, і бути абсолютно безпечними для людини. Зазначені заходи можна ефективно реалізовувати в умовах організованого харчування через систему закладів ресторанного господарства [14]. Провідна роль в реалізації цих питань належить розвитку досліджень в харчовій хімії, харчовій біотехнології і молекулярній технології, розробленню нових технологічних рішень та устаткування, методів аналізу і системи управління якістю.

1.3. Рекомендації щодо раціонального харчування окремих верств населення

1.3.1. Рекомендації щодо споживання основних макро- та мікронутрієнтів

Рекомендації щодо харчування, створені на основі харчових продуктів (РХОХП), як свідчить досвід західноєвропейських країн, досить ефективний метод. При використанні нових рекомендацій можуть бути застосовані існуючі національні бази даних з харчування.

Так, розроблені рекомендації щодо харчування, стосуються, насамперед, якості харчування, ніж кількості вживаних продуктів, та включають такі положення: вживання більш різноманітних харчових продуктів; баланс споживання енергії та фізичної активності; збільшення вживання фруктів та овочів; щоденне включення у раціон харчування крохмалевмісних харчових продуктів; зменшення вживання харчових продуктів, які містять цукор; зменшення вживання жирів, особливо тваринних; зменшення вживання трансжирних кислот; використання жирної риби, яка є джерелом полінасичених жирних кислот роду омега-3 (ПНЖК ω -3).

Наприкінці ХХ ст. суттєво змінились уявлення про фізіологічну потребу організму людини в основних нутрієнтах та енергії. Формула збалансованого харчування, сформульована в 80-і роки ХХ ст. академіком О.О. Покровським, де

представлені потреби людини в енергії та харчових речовинах, з подальшим розвитком нутриціології відкорегована відповідно до сучасних досліджень науковців (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Порівняння добової потреби людини у харчових речовинах та енергії за О.О. Покровським і рекомендаціями ВООЗ

Харчові речовини та енергія	Добова потреба	
	За О.О.Покровським	За сучасними рекомендаціями ВООЗ
Вода, г	1750–2200	1750–2200
Білки, г	80–100	60–90
у т.ч. тваринні, г	50	45
Вуглеводи, г	400–500	330–450
у т.ч. складні вуглеводи, г	400–450	300–420
у т.ч. харчові волокна (клітковина і розчинні ХВ), г	25	40–67
Цукор, г	50–100	0–60
Органічні кислоти, г	2	2
Жири, г	80–100	40–80
рослинні	20–25	
у т.ч. поліненасичені жирні кислоти, г	3–6	8–19
холестерин, мг	300–600	0–300
Енергетична цінність раціону, ккал	3000	2000–2500

З отриманням знань про метаболізм білків в організмі наші уявлення про фізіологічні потреби в них організму людини значно змінилися. Якщо 30 років тому Національна академія наук США рекомендувала вживати 120 г білка щоденно, то в 1980 р. ці норми були зменшені в 2–3 рази (до 56 г для чоловіків і до 44 г для жінок). Білкові норми в інших країнах також були істотно зменшені [162, 166].

У 1993 р. були суттєво зменшені білкові норми для мешканців України. Виходячи з того, що вживання білка в надлишкових кількостях може сприяти

погіршенню порушеної функції нирок, накопиченню токсичних шлаків, підвищенню "закисленості" організму, а також враховуючи те, що вживання надлишкових кількостей білка, таких, які перевищують рекомендовану величину споживання (РВС), група експертів ВООЗ дійшла висновку, що рівень споживання білка не повинен перевищувати РВС більш, ніж у два рази.

Наприкінці ХХ ст. суттєво змінились уявлення про фізіологічну потребу організму людини в жирах. Надлишок жирів у харчовому раціоні сприяє розвитку окремих видів онкологічних захворювань. Норма жирів у харчуванні була зменшена до 30% з рівномірним розподілом між насиченими, мононенасиченими і поліненасиченими жирними кислотами (10:10:10%). Разом з тим вважають, що в раціональному харчуванні дорослих і дітей співвідношення між ПНЖК різних сімейств ω -6 та ω -3 повинно становити 10:1. Лінолева кислота знижує вміст холестеролу в плазмі крові (який має бути не більше як 300 мг/добу), а ліноленова – перешкоджає утворенню тромбів, тому співвідношення цих поліненасичених жирних кислот повинне бути як 10:1. Питання про біологічну активність ПНЖК різних сімейств залишається в центрі уваги вчених і чекає на своє кінцеве вирішення [161].

Протягом останнього часу норми добової потреби людини в основних харчових речовинах та енергії за О.О. Покровським стали однією з причин гострих суперечок про харчування серед науковців. Як відомо, в медицині домінують два можливі напрями профілактики захворювань. Згідно з першим напрямом розвиток усіх основних захворювань має загальний механізм, що і дає можливість у майбутньому створити харчові продукти і раціони для попередження одночасно усіх або багатьох захворювань. Виходячи з другого напрямку, зменшення частоти одних захворювань спричиняє до зростання частоти інших і зміна структури харчування призведе до перерозподілу частотної структури захворювань, що ми й спостерігаємо нині, коли перше місце у структурі захворювань займають хронічні неінфекційні захворювання. Формула збалансованого харчування О.О. Покровського передбачала

профілактику одночасно багатьох захворювань. Як відомо, і серцево-судинні захворювання, і онкозахворювання, які є основною причиною смертності – це зазвичай генетично обумовлені хвороби. Зовсім недавно американські вчені відкрили ген інфаркту міокарда, а також ген раку. Доведений і значний вплив стану харчування на генетичну структуру людини.

Здійснені наприкінці ХХ ст. наукові дослідження довели, що потреба середнього європейця в енергії зменшилась і тепер згідно з даними ВООЗ становить не 3000 ккал, а 2400 ккал [162].

Провідними вченими в галузі нутриціології сформовані нові уявлення про раціональне харчування населення. До них належать такі:

- структура харчування населення має бути змінена – в харчуванні повинні переважати продукти рослинного походження, а не тваринного;
- правильний харчовий раціон повинен містити помірну кількість жирів (не більше як 30% його енергетичної цінності);
- у раціоні має бути достатня кількість різних свіжих фруктів та овочів, що забезпечує лужну орієнтацію харчування;
- раціони повинні містити помірну кількість солі (не більше як 5 г на добу) та цукру (не більше як 8–10% енергетичної цінності раціону);
- раціони не повинні містити більш як 2% трансізомерів жирних кислот від їх енергетичної цінності;
- споживання тваринних продуктів повинно бути контрольованим;
- потреба в енергії повинна бути зменшена з 3000 до 2400 ккал.

Рекомендації з раціонального харчування, створені на основі спеціально підібраних харчових продуктів (РХОХП), можуть стимулювати харчову промисловість до розробки нових, більш поживних харчових продуктів.

Продовольча політика в майбутньому повинна вирішувати такі питання:

1. Виробництво зернових продуктів та картоплі повинно забезпечувати 50% необхідної енергії.
2. Виробництво овочів (у доповненні до картоплі) та фруктів повинно

забезпечити їх вживання людиною у кількості не менше 400 г на день.

Здоровий харчовий раціон побудований на вживанні різноманітних харчових продуктів, насамперед рослинного, а не тваринного походження.

Щоденно в раціоні повинно бути молоко, молочні продукти зі зниженим вмістом жиру (кефір, кисле молоко, сир, йогурт).

Жирне м'ясо та м'ясні продукти потрібно замінити квасолею, бобовими, рибою, яйцями чи соєю. Слід вживати лише невелику кількість риби, птиці чи м'яса.

Загальне вживання жиру та рослинної олії, включаючи жир у м'ясі, молоці та інші жири, що використовуються в кулінарії, повинно забезпечити 15–30% щоденної потреби в енергії.

Корисний харчовий раціон з малим вмістом цукру (не більше 10% щоденного енерговживання).

Загальне вживання солі, враховуючи сіль у хлібі, оброблених, копчених чи консервованих продуктах, не повинне перевищувати 1 чайну ложку (5 г) на день; слід розглянути питання про широку іонізацію солі.

Підвищити вміст клітковини в раціоні можна за рахунок збільшення вживання зернових продуктів і особливо бобових, а також фруктів та овочів; зокрема таких, які мають більш високий вміст клітковини (наприклад, чорного хліба замість білого, хліба і макаронних виробів з твердих сортів пшениці).

Перші рекомендації з харчування населення були розроблені в США 1941 р. та представлені як рекомендований повноцінний раціон харчування (РПРХ). У термінології стандартів раціону харчування з'явилося багато нового: зовсім недавно у Великобританії (1991 р.), країнах Європейського Союзу (1993 р.) та США (1997 р.) схвалено низку стандартів для харчового раціону, а не просто РПРХ.

РПРХ визначається як споживання нутрієнтів, достатнє для більшості представників конкретної групи (97,5%) за віком, статтю чи іншому еквівалентному визначенню та для визначення добової потреби в них. Остання

визначається як найменше та постійне вживання будь-якого нутрієнту, здатне підтримувати певний харчовий статус людини. У класичному варіанті рекомендований повноцінний раціон харчування встановлюється у вигляді двох відхилень від запропонованої середньої потреби (ЗСП), що визначається на підставі вже існуючих даних та передбачуваного гаусовського розподілення потреби упосередкованої, спостережуваної у населення. При відсутності достатніх даних чи при їх протиріччі застосовується стандартна оцінка дисперсії. РПРХ розраховують за формулою: $РПРХ = 1,2 \times ПСП$. ПСП визначається на підставі низки даних про людину; якщо даних немає чи відсутня яка-небудь патологія, ПСП фактично відображає існуюче на даний момент споживання мікронутрієнту, який визначається. Однак слід підкреслити, що такі норми харчування, як РПРХ для населення, є статистичною оцінкою, яка часто ґрунтується на неповних даних, і їм складно дати точне визначення.

Норми фізіологічної потреби (НФП), нещодавно опубліковані у США, дозволяють зробити висновок про надмірне вживання мікронутрієнтів та харчових продуктів. Допустима верхня межа потреби (ДВМП) визначається як максимальна добова кількість, яка не становить загрози для здоров'я значної кількості представників конкретних груп за віком та статтю (97,5%). Для визначення ДВМП потрібний певний компроміс між двома підходами – токсикологічним та підходом до раціону харчування.

ФАО діяла за мандатом Конференції ООН з продуктів та сільського господарства у м. Хот-Спрингс (штат Вірджінія, США) в 1943 р. Відповідно до мандата вона повинна була визначати стандарти якості продуктів. Усвідомлюючи, що безпека харчових продуктів є найважливішою складовою частиною якості, ФАО звернулася до Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) із закликом об'єднати зусилля у цій важливій справі. У 1962 р. були створено Об'єднану програму ФАО/ВОЗ зі стандартів на харчові продукти, виконавчим органом якої стала Комісія Codex Alimentarius.

ФАО розробила та проводить спеціальні комплексні програми навчання, що є частиною її загальної програми з усього кола питань контролю харчових продуктів, включаючи їх перевірку та аналіз, а також управління програмами такого контролю, організацію роботи лабораторій та "прогресивну організацію і технологію виробництва".

У 60-70-ті роки рекомендації національних управлінь із вживання енергії та нутрієнтів зупинилися на приблизних оцінках необхідності в них для оптимального розвитку людини та для запобігання захворювань, викликаних недостатнім харчуванням. Проте із визнанням ролі в етіології хронічних захворювань харчового раціону із високим вмістом жиру в більшості країн були ухвалені рекомендації щодо вживання нутрієнтів, які здатні знижувати поширення таких хвороб, як ішемічна хвороба серця (ІХС), ожиріння, діабет, рак. Розроблено рекомендації щодо вживання жиру, вуглеводів та білків:

а) потреба у білку співвідноситься до маси тіла, додатково його кількістю, необхідною для росту, під час вагітності та при грудному годуванні, але не для фізичної активності. Більшість харчових раціонів містить суміші різних білків, які забезпечують потребу людини в необхідних амінокислотах, у тому числі у тваринному білку;

б) відсоток жиру повинен бути меншим у загальному раціоні, ніж це прийнято у раціонах харчування країн Західної Європи. Особливо слід підкреслити необхідність зниження вживання насичених жирних кислот, які потрапляють в організм, головним чином, з продуктами тваринного походження;

в) слід збільшити вживання вуглеводів, особливо за рахунок хлібних злаків та круп'яних продуктів, коренеплодів, овочів.

3.1.2. Рекомендації щодо споживання білків

Оцінки різних груп експертів, що стосуються потреби людини в білках, залишаються в останні роки сталими, хоча підхід до таких розрахунків

викликає протиріччя. Окрема позиція в експертів Російської Федерації: вони рекомендують добове вживання білків на 60% більше, ніж у країнах Європи та Північної Америки. Є й інші протиріччя. Так, по-перше, російські науковці вважають, що вживання білків зростає із підвищенням фізичної активності людини, а по-друге, в них вказано, що 55% білків, вживаних дорослими, має бути тваринного походження. В інших рекомендаціях ніяких додаткових змін у раціоні харчування відповідно до підвищеної активності людини немає, не визначені й мінімальні потреби у тваринному білку.

Можливо такі розбіжності в рекомендаціях засновані на існуючому після Другої світової війни твердженні, що вживання великої кількості білків, особливо тваринного походження, необхідне для підтримки здоров'я, а менші рівні його вживання – це недостатнє харчування. Такі ж погляди були поширені у Великобританії, де м'ясо та молочні продукти завжди вважалися корисними для здоров'я, оскільки вони вміщують білок високої якості. В останні десятиріччя у країнах Заходу ця концепція підлягала перегляду. Були отримані дані про те, що потреба в білках в перші повоєнні роки була завищена. Крім того, стало відомо, що високонасичені жирні кислоти тваринного походження негативно впливають на рівень холестерину в крові.

На підставі низки довгострокових та короткострокових досліджень щодо оцінки азотистого балансу визначена необхідна для нього кількість високоякісного білка яйця чи молочного білка та зроблено висновок, що потреба в ньому молодих людей складає 0,6 г на 1 кг маси тіла в день. З урахуванням особистих якостей людей та біодоступності білка рослинного походження (засвоюється 85%) до норми вживання була віднесена поправка 12,5%. У результаті безпечний рівень вживання складає 0,88 г білка на 1 кг маси тіла в день. Для людини з масою тіла 70 кг отримане значення дорівнює 61,6 г білків у день. Потреби в білках немовлят, вагітних жінок та годуючих матерів були визначені з урахуванням розвитку дитини. Не передбачалося збільшення потреби в білках із урахуванням фізичної активності людини,

оскільки потреба в ньому розраховувалася за даними маси тіла.

ФАО/ВООЗ не вносять ніяких рекомендацій щодо потреби в тваринному білку, оскільки експериментальні дані показують, що звичайний раціон харчування в усіх країнах світу може складатися з продуктів без вмісту тваринного білка (суміш рослинних білків достатньою мірою забезпечує потребу людини в необхідних амінокислотах). Пізніше інший комітет експертів підтримав цю точку зору, хоча, на думку окремих експертів, раціон харчування, що ґрунтується тільки на рослинному білку, не може бути джерелом усіх необхідних амінокислот, тому вони рекомендували 30% потреби задовольняти за рахунок білка тваринного походження. Нагадаємо, що в російських рекомендаціях ця частка складає 55%.

1.3.3. Рекомендації щодо споживання жирів

Рекомендації з харчування в більшості західноєвропейських країн ґрунтуються на холестериновій гіпотезі: зменшення споживання загальних і насичених жирів як засіб зниження рівня холестерину в крові. Хоча поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) знижують даний показник, все більше їх споживання стало викликати занепокоєння, оскільки ці жири окиснюються в харчових продуктах та організмі людини, беруть участь у надмірному виробництві вільних радикалів і окисненні ліпопротеїдів низької щільності, здатних посилювати атерогенність. Так, у Великобританії, як і в більшості західноєвропейських країн, споживання жиру з 1985 до 1995 рр. скоротилося: загального – з 42,5 до 39,8%, насичених жирних кислот – з 18,1 до 15,6% від загальної енергії.

Активно вивчається конкретна роль ПНЖК родини ω -3 для підтримки здоров'я людини, типи і кількість ПНЖК ω -3, необхідних у раціоні людини, оптимальний баланс між ПНЖК родин ω -6 та ω -3. Визнання того факту, що стеаринова кислота (насичена жирна кислота) не підвищує рівня холестерину в крові, дозволяє припустити, що вона може у великій кількості та частіше

застосовуватися у харчовій промисловості як заміник інших насичених жирних кислот. Однак, необхідні подальші наукові дослідження з метою визначення можливих негативних впливів цієї та інших жирних кислот на згортання крові та агрегацію тромбоцитів.

Наукові дослідження характеру біологічної дії олій, у другій половині ХХ ст. відкрили новий напрям в оцінці харчових жирів стосовно ролі співвідношення ПНЖК сімейства лінолевої (ω -6) та ліноленової (ω -3) жирних кислот. У процесі еволюції у вищих тварин і людини складались регуляторні механізми, які забезпечують асиміляцію незамінних жирних кислот як сімейства ω -6, так і сімейства ω -3. Так, аналіз жирової частини материнського молока свідчить про те, що в ньому співвідношення ПНЖК сімейств ω -6 та ω -3 становить 5:1. Проведені дослідження жирнокислотного складу материнського молока дали можливість вважати, що зміна співвідношення ПНЖК сімейств ω -6 та ω -3 є потужним аліментарним фактором, який модифікує ліпідний склад мембран. Виходячи з цього, був здійснений перегляд уявлень про жирову частину дитячих молочних сумішей для штучного годування дітей. Нині визнано, що споживати дитячі суміші, основані на додаванні лише олій, в яких переважає лінолева кислота з двома подвійними зв'язками, недоцільно, оскільки це не створює достатньо близького аналога ліпідного складу жіночого молока. Виправданим є також створення жирових емульсій для парентерального харчування на основі олій, які містять одночасно лінолеву та ліноленову кислоти у співвідношенні, близькому до грудного молока. Разом з тим вважають, що у раціональному харчуванні дорослих і дітей співвідношення між ПНЖК сімейств повинно становити 10:1. Питання про біологічну активність ПНЖК різних сімейств залишається в центрі уваги вчених і чекає на своє кінцеве вирішення [161, 166].

У зв'язку з поширенням використання модифікованих жирів у виробництві твердих і м'яких маргаринів суттєво збільшилось вживання трансізомерів жирних кислот [37, 161]. Найбільша кількість трансізомерів

утворюється внаслідок процесу гідрогенізації (ствердіння) олій. Крім маргаринів, надмірну кількість трансізомерів містять замітники вершкового масла, фритюрний жир, саломаси. У науковій літературі широко дискутується питання про їх можливий негативний вплив на обмін ліпідів. Результати сучасних досліджень виявили значну різницю у швидкості включення природних цисізомерів і трансізомерів жирних кислот у клітинні мембрани. Чим більш спеціалізовані мембранні структури клітин, тим менша частка трансізомерів в них включається. Під час обстеження осіб із різним рівнем вживання трансізомерів було встановлено, що існує певна мета включення цих ізомерів у мембранні ліпіди еритроцитів. Таким чином, в організмі функціонують певні фільтри, які визначають переважну частку трансізомерів як енергетичного субстрату. Частина трансізомерів, які включаються в мембрани, помітно впливають на параметри їх функціонування. Жири, які містять значну кількість трансізомерів, є жировими продуктами обмеженої харчової цінності: забезпечуючи організм енергією, вони не забезпечують його достатньою кількістю ліпідного матеріалу для пластичних процесів, що особливо важливо для осіб із порушенням ліпідного обміну. Вважають, що трансізомери негативно впливають на обмін лінолевої кислоти та підвищують рівень холестеролу в плазмі крові, а, отже, прискорюють розвиток атеросклерозу. Альтернативним варіантом стратегії покращання профілів ліпопротеїнів у крові та зниження ризику ішемічної хвороби серця є зміна жирнокислотного складу в жирових продуктах масового вживання.

У зв'язку зі збільшенням вживання трансізомерів жирних кислот та їх негативною дією на обмін речовин останнім часом ставиться питання про необхідність їх нормування в харчуванні населення. Згідно із прийнятими величинами фізіологічних потреб в енергії та харчових речовинах населення Великої Британії вміст трансізомерів у харчових раціонах не повинен перевищувати 2% їх загальної енергетичної цінності [197]. Однак правильному нормуванню вмісту трансізомерів у харчуванні людини перешкоджають

технологічні норми. Так, у маргариновому виробництві рекомендований вміст трансізомерів для формових маргаринів становить близько 32%, для м'яких і дієтичних маргаринів – 10%, але й цих нормативів часто не дотримуються [161].

Вивчивши значний обсяг наукових даних про вплив характеру харчування на рівень холестеролу в плазмі крові, розвиток серцево-судинних захворювань, провідні вчені зробили такі висновки:

1. Чим вищий рівень холестеролу в плазмі крові, тим більше ризик розвитку серцево-судинних захворювань. Тому рівень холестеролу в харчових раціонах був уточнений (не більше як 300 мг/добу).

2. Збільшення вживання насичених жирних кислот підвищує рівень холестеролу в плазмі крові;

3. Лінолева кислота знижує вміст холестеролу в плазмі крові, а ліноленова – перешкоджає утворенню тромбів, тому співвідношення цих поліненасичених жирних кислот повинно бути як 10:1;

4. Мононенасичені жирні кислоти не впливають на рівень холестеролу в плазмі крові;

5. Від виду вживання жирних кислот залежить функція клітинних мембран. Для функції клітинних мембран велике значення має оновлення їх ліпідного компоненту. Встановлено, що переважання ненасичених жирних кислот у харчовому раціоні впливає на ступінь ненасиченості мембранних фосфоліпідів. Ненасичені жирні кислоти, особливо мононенасичена олеїнова кислота, впливає на рідинність клітинних мембран, активність фермента цитохром с-оксидази, вміст коензиму Q, зменшує утворення пероксидів і не викликає утворення ланцюгових реакцій;

6. Ліпіди їжі впливають на процес тромбоутворення. Ненасичені жирні кислоти менше впливають на його розвиток, ніж насичені жирні кислоти;

7. Надлишок жирів у харчовому раціоні сприяє розвитку окремих видів онкологічних захворювань.

Виходячи з вищенаведеного, норма жирів у харчуванні була зменшена до 30% із рівномірним розподілом між насиченими, мононенасиченими і поліненасиченими жирними кислотами (10:10:10%).

1.3.4. Рекомендації щодо споживання вуглеводів

Добова потреба у вуглеводах дорівнює приблизно 400 г на день. Цього достатньо для забезпечення потреби нервової системи в енергії у вигляді глюкози. Насправді ж харчові раціони людей забезпечують значну частину загальної добової потреби в енергії за рахунок вуглеводів: від 37% у Бельгії до 88% у Бангладеш. У більшості західноєвропейських країн на вуглеводи припадає 45% енергетичної цінності харчового раціону, при цьому співвідношення крохмалів та цукрів становить 60:40. Оскільки вуглеводи розглядаються як нутрієнти, що постачають енергію, в минулому рекомендувалося обмежити їхнє вживання для зниження маси тіла: вважалося, що від їхнього вмісту в харчових продуктах повніють. Це негативно вплинуло на вживання таких продуктів, як хліб, картопля, рис та макаронні вироби.

Нині зростає зацікавленість до цінності харчових продуктів, багатих на вуглеводи, і рекомендації з харчування складені так, щоб стимулювати їхнє вживання. Немає незаперечних даних про зв'язок між великою кількістю вживання крохмалів чи сахарози та хронічними хворобами, включаючи ішемічну хворобу серця та деякі види раку. Крім того, епідемічні та експериментальні дослідження підтверджують точку зору, що незасвоєвані вуглеводи (включаючи баластні речовини) можуть відігравати захисну роль у попередженні раку обводової кишки. В раціоні з високим вмістом вуглеводів менше жиру, він менш калорійний, ніж їжа з високим вмістом жиру.

Останні рекомендації щодо вживання вуглеводів та здоров'я людей включені у спільний звіт FAO/WHO "Углеводы в рационе питания человека" за 1997 р. У звіті рекомендовано 55% енергії отримувати за рахунок вуглеводів. Винятки складають діти у віці до 2 років, у яких потреба у вуглеводах не

повинна бути збільшена за рахунок жиру. Рекомендації розробляються не відповідно до різних класів харчових вуглеводів, а з урахуванням необхідності вживання хлібних злаків, коренеплодів, бобових та овочів, які багаті на баластні речовини та крохмаль і забезпечують необхідний рівень мікро-нутриєнтів.

1.3.5. Харчові волокна

Харчові волокна – природні сорбенти. Основну структурну одиницю клітковини становить целюлоза, яка у шлунково-кишковому тракті не розщеплюється і не засвоюється.

Клітковина $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ адсорбує частину радіонуклідів і сприяє їх виведенню з організму людини. Водночас сорбенти здатні виводити з організму і мінеральні речовини. Вони також впливають на адсорбцію білків, ліпідів, інших вуглеводів. Довготривале використання сорбентів негативно впливає на активність ферментів, що відповідають за процес травлення їжі, призводить до збільшення довжини та маси кишечника значних структурних порушень його стінок. Тому рекомендації щодо використання цих речовин мають базуватися на медико-біологічних дослідженнях.

Враховуючи важливу роль харчових волокон у збереженні здоров'я людини, дієтологи рекомендують застосування у раціоні харчування не менше 25,0–40,0 г харчових волокон на добу.

Харчові волокна здатні виводити з організму екзо- та ендогенні токсини, важкі метали, адсорбувати жовчні кислоти і, таким чином, впливати на їх розподіл у шлунково-кишковому тракті та на зворотнє всмоктування, що істотно впливає на втрату стероїдів та на обмін холестерину.

Сприятливий вплив на обмін речовин і функціональний стан органів травлення мають волокна зернового походження. Високим їх вмістом характеризуються пшеничні висівки.

У серії дослідів вивчено вплив харчових волокон на активність пепсину,

трипсину. Виявлено їх стимулюючий вплив на інтенсивність протеолізу. Результати експериментальних досліджень дозволяють встановити, що харчові волокна пшеничних висівків необхідно використовувати у лікувально-профілактичному харчуванні при зниженні активності шлунка, підшлункової залози та тонкого кишечника.

Істотне значення для електролітичного обміну в організмі, зокрема у ШКТ, мають катіонообмінні властивості кислотних полісахаридів, антиоксидантний ефект лігніну. Високоокиснені целюлози (ВЦ) утворюють стійкі комплекси з радіостронцієм, які не руйнуються в ШКТ і не дифундують крізь стінки кишечника, завдяки чому зменшується відкладення радіонуклідів у скелеті. Здатність зв'язувати радіостронції збільшується із зростанням кількості карбоксильних груп у молекулі ВЦ [53, 56, 66].

Зі збільшенням харчових волокон у раціоні знижується рівень холестерину в крові. Харчові волокна впливають на середовище існування бактерій: перетравлення 50% харчових волокон, які надходять у кишечник, реалізується мікрофлорою товстої кишки. Відсутність їх у дієті може призвести до раку товстої кишки та інших відділів кишківника. Визначається також антитоксичний ефект рослинних волокон. Вони здатні адсорбувати та виводити з організму різні сполуки, у тому числі екзо- та ендогенні токсини, важкі метали.

Клітковина. Експериментальними дослідженнями доведено, що збільшення клітковини в раціоні призводить до прискорення виведення Cs-137 [53].

Клітковина в організмі бере участь: у формуванні гелеподібних структур, які впливають на вивільнення шлунку, швидкість всмоктування у тонкому кишечнику та тривалість транзиту через ШКТ; в утримуванні вологи, зниженні тиску в порожнині органів системи травлення; в адсорбуванні жовчних кислот і таким чином впливає на їх розподіл вздовж ШКТ, на зворотнє всмоктування та на втрату стероїдів і на обмін холестерину [66].

Пектини. Розвиток технології комбінованих харчових продуктів із

заданими властивостями обумовлює зміну вимог до пектинових препаратів, необхідність розробки широкого асортименту пектинів із різними функціональними властивостями, одержання комбінованих пектинів на основі сумішей класичних видів сировини. Добова потреба в пектинових речовинах для робітників, які контактують із важкими металами, становить 15–16 г. Крім плодів та овочів, багатих на пектин, він повинен використовуватися у вигляді добавки до харчових продуктів. Враховуючи, що регулярний прийом великих кількостей пектинів може спричинити розвиток дисбактеріозів, рекомендовано зменшити дозу: для дорослих – до 3–4 г/добу, а для дітей – до 1–2 г/добу [93].

Згідно із сучасними уявленнями пектини мають лінійну будову, основою пектинових речовин виступає молекулярний ланцюг із залишків D-галактуронової кислоти, які мають піранозну конфігурацію і з'єднані за допомогою 1,4-глікозидних зв'язків.

До складу пектинових речовин входять вільні карбоксильні групи галактуронової кислоти, які зумовлюють властивість пектинів вибірково зв'язувати іони металів, у тому числі ізотопів, безпосередньо в шлунково-кишковому тракті та, меншою мірою, – у системах транспорту (кров, лімфа) або у тканинах за рахунок утворення нерозчинних комплексів (пектатів, пектинатів). Вони не всмоктуються і виводяться з організму. Здатність молекул пектинових речовин зв'язувати катіони полівалентних металів (кальцію, цинку, свинцю, кобальту, стронцію) залежить від ступеня етерифікації молекул [94]. Пектинові речовини, які входять до складу рослинних продуктів у вигляді розчинних харчових волокон, займають значне місце в раціонах лікувального та профілактичного призначення, оскільки впливають на моторну функцію кишечника та жовчовивідних шляхів, порушення яких нерідко спостерігається при радіаційних ураженнях. Найбільш висока захисна дія властива буряковому пектину. Його протекторна здатність зумовлена низьким ступенем метоксилювання. Дослідження в біологічному експерименті показали, що додавання бурякового пектину до звичайного віварного раціону тварин в

умовах одноразового опромінення в дозі 1 Гр мало позитивний вплив на пострадіаційне відновлення формених елементів крові, збільшення антиоксидантної активності її та тканин печінки, систему антиперекисного захисту еритроцитів, білкової фракції крові. Коферментні похідні пектину, які містять SH-групу, використовуються для регенерації SH-груп білків, що окиснюються при опроміненні [93].

1.3.6. Рекомендації щодо споживання мікронутрієнтів

При розробці рекомендацій щодо вживання мікронутрієнтів виникає багато проблем, зокрема, пов'язаних із біодоступністю (питання взаємодії між нутрієнтами та ненутрієнтами), а також з іншими змінами потреби в мікронутрієнтах (наприклад, фактори способу життя, фізіологічний стан людини, генетична змінність). Можливо у майбутньому раціони харчування будуть визначатися окремо для кожної людини, з урахуванням її індивідуальних генетичних характеристик та обміну речовин. Навіть і на сьогоднішні змінні величини, які необхідно брати до уваги при визначенні потреби в мікронутрієнтах, занадто складні: збільшення потреби у зв'язку з генетичним профілем; посилене харчування у зв'язку з попереднім недоїданням; вік, стать та пристосування до способу життя; біологічна забезпеченість звичайним раціоном харчування; синергія з іншими компонентами раціону харчування; шляхи та час вживання тощо.

Іншим еталонним значенням в НФС є поняття "адекватне вживання" (АВ). Цей показник виводиться на підставі спостережень чи експериментально визначених апроксимацій середнього вживання нутрієнтів певною групою населення, що підтримує визначений їх статус в організмі чи сурогатний (функціональний) біомаркер. АВ використовують, коли немає достатніх даних для розрахунку передбачуваної середньої потреби. При його визначенні використовують сучасну концепцію функціонального харчування, беручи до уваги ті види і ту кількість мікронутрієнтів, які необхідні для оптимізації

фізіологічних та розумових функцій, мінімізації можливості переходу хвороб у хронічні. Такий підхід засновано на визнанні існуючих потенційних множинних рівнів активності мікронутрієнтів, які, це слід підкреслити, є не в усіх з них.

Множинні рівні потенціалу активності мікронутрієнтів.

- кількість мікронутрієнту, необхідного для запобігання очевидного авітамінозу;

- кількість мікронутрієнту, необхідного для оптимізації біохімічних, фізіологічних та генетичних функцій, пов'язаних із конкретною користю для здоров'я людини;

- фармакологічна доза мікронутрієнту, необхідна для оптимізації нетрадиційних функцій, пов'язаних із конкретною користю для людини;

- кількість мікронутрієнту, яка може призвести до конкретного ризику для здоров'я чи токсикологічних ефектів.

Той факт, що деякі мікронутрієнти необхідно вживати в кількості, більшій за необхідну для запобігання очевидних авітамінозів, вказує на важливість перегляду їх ролі в раціоні. Так, слід вважати, що нутрієнти запобігають хворобі, викликаній їх недостатнім вживанням. Можливо, як "нутрієнт" слід розглядати фактор харчування, який сприятливо впливає на обмін речовин і (або) на шлунково-кишкову функцію, а відповідно, на здоров'я. Ця концепція визнає, що харчові продукти являють собою дещо більше, ніж джерело "важливих" нутрієнтів. Передбачається також, що вживання людиною суміші нутрієнтів, отриманих за допомогою хімічного синтезу, не матиме достатньою мірою позитивного фізіологічного впливу на стан здоров'я. Деякі мікронутрієнти, (наприклад, ніацин з його гіперхолестеринемічною дією, або токоферол, інші антиоксиданти) мають конкретну користь для здоров'я лише, якщо їх вживають у дозах, прийнятих у фармакології. Тобто передозування хімічно синтезованих мікронутрієнтів матиме більше негативний вплив на стан здоров'я.

Спроби розробити рекомендації з харчування на основі оцінок, необхідних для мінімізації різних хронічних захворювань, пов'язані з ще більшими проблемами, оскільки при короткотермінових дослідженнях досить важко встановити асоціації із вживанням певного нутрієнту чи його статусом. Такі асоціації звичайно визначаються при епідеміологічних дослідженнях, а отримані результати підтверджуються клінічними випробуваннями і біологічно переконливими механізмами.

Будь-який функціональний показник статусу мікронутрієнтів може бути визначено як біологічний, фізіологічний чи генетичний фактор, який, по-перше, має зв'язок із функціонуванням розглянутої тканини чи групою тканин, а по-друге, вибірково (специфічно) піддається впливу змін, що відбуваються при вживанні харчових продуктів або в запасах цього мікронутрієнту в організмі людини. Оптимальний статус мікронутрієнту визначають при досягненні функціональним показником такої величини, за якої на нього не впливає будь-яка дія від вживання харчових продуктів або запас цього мікронутрієнту. Далі функціональні показники можна поділити на ті, які є дискретними функціями мікронутрієнту, і на ті, що є мірою загальних функцій, що виконує певний мікронутрієнт [25, 167, 176].

Дискретний функціональний показник належить до першої лімітуючої біохімічної системи, тому він повинен бути найбільш надійним показником оптимального харчування, коли йдеться про конкретний мікронутрієнт. Однак, оскільки для багатьох мікронутрієнтів зазначену біохімічну систему виміряти важко, простіше для визначення механізму розвитку хвороби та здоров'я людини використовувати загальні функціональні показники (імунний статус організму людини, статус антиоксидантів, стійкість до впливу глюкози, ліпіди крові, гемостаз, стан кісткової системи, артеріальний тиск, мускулатура, відновлювальна здатність ДНК, інтенсивність основного обміну речовин та розумово-пізнавальна діяльність). Такі стрес-фактори, як фізичні вправи, температура та розумова діяльність також можуть підсилювати зміни функціонального показника при

особливому статусі мікронутрієнту. Проте загальні функціональні показники звичайно менш специфічні, ніж дискретні, тому необхідно вивчити причинно-наслідковий зв'язок не тільки між статусом мікронутрієнту та функціональним показником, але також між статусом мікронутрієнтів, хворобою та знедужанням людини. Такі дослідження забирають багато часу навіть у тому випадку, якщо для конкретних мікронутрієнтів будуть визначені інші функціональні показники. Очевидно, недоцільно чекати певних даних до початку здійснення програми збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами. При цьому вирішальним фактором повинні бути об'єктивні дані про те, що вказане збагачення не призведе до надмірного вживання мікронутрієнтів певними групами населення.

Хоча РПРХ розробляються на основі вживання мікронутрієнтів, а не харчових продуктів, повинні існувати багато режимів, за яких можна досягнути оптимального харчування та, відповідно, оптимального здоров'я.

Потужний розвиток біохімії та її інтенсивний вплив на сферу вітамінологічних досліджень, що мали спочатку переважно патофізіологічний характер, призвело в 60–70-ті роки минулого сторіччя до розшифрування метаболічної ролі, механізму дії й основних шляхів обміну більшості водорозчинних вітамінів групи В, що виявилися попередниками коферментів і (або) простетичних груп ферментів [168, 176].

З'ясування конкретних метаболічних функцій кожного з вітамінів, розробка надійних критеріїв і методів кількісної оцінки забезпеченості ними людського організму – необхідна умова успішного вирішення одного з найбільш важливих завдань вітамінології – установлення фізіологічних потреб людини у вітамінах і розмірів їх рекомендованого споживання.

Рекомендовані норми споживання вітамінів в Україні, Європі та США відрізняються між собою. Так, українські норми споживання вітамінів подібні до європейських і вищі за більшістю позицій від американських, проте, споживання фолієвої кислоти на 17% нижче за європейські та на 90% – за американські норми [103].

Українські норми споживання макро- та мікроелементів знаходяться на рівні або перевищують відповідні значення європейських та норм США.

Недостатнє надходження мікронутрієнтів з їжею – загальна проблема всіх цивілізованих країн. Вона виникає як неминучий наслідок зниження енерговитрат і відповідного зменшення загальної кількості їжі, споживаної сучасною людиною. Розрахунки показують, що навіть найбільш ідеально побудований раціон, розрахований на 2500 ккал у день дефіцитний за більшістю вітамінів, принаймні, на 20%.

У свідомості переважної частини населення вирішення проблеми поліпшення вітамінного статусу традиційно вбачається у збільшенні споживання овочів і фруктів. Проте, слід підкреслити, що в дійсності овочі й фрукти є джерелом тільки двох вітамінів: аскорбінової (вітамін С) і фолієвої (В₉) кислот, а також каротину – за умови різноманітного набору споживаних овочів і фруктів. Так, вміст вітаміну С у яблучному соку становить всього 2 мг на 100 г. Таким чином, щоб одержати 60 мг цього вітаміну (добова фізіологічна норма) потрібно щодня випивати не менш 3 л (це 15 склянок) зазначеного соку.

Що ж стосується вітамінів групи В, а також жиророзчинних вітамінів А, Е і D, то їх основним джерелом є такі висококалорійні продукти як м'ясо, печінка, нирки, яйця, молоко, вершкове масло і олія, хліб з борошна грубого помолу, крупи, що зберігають зовнішню багату вітамінами й мінеральними речовинами оболонку (гречана, вівсяна, пшоно й та ін.), у кількостях, які істотно перевищують сучасні уявлення. Щоб одержати добову норму вітаміну В₁, яка становить у середньому 1,3 (мг для осіб жіночої статі), необхідно з'їсти за день 700-800 г хліба з борошна пшеничного грубого помолу або 1100-1200 г білого хліба, або 1 кг нежирного м'яса, краще телятини. При сучасних енерговитратах такі об'єми їжі є надлишковими і матимуть певну шкоду для здоров'я.

Поряд зі зниженням енерговитрат (що визначає необхідність зниження загальної кількості споживаної їжі) істотна роль серед причин недостатнього

споживання мікронутрієнтів сучасною людиною належить також таким факторам, як монотонізація раціону зі зведенням його до стандартного набору декількох основних груп продуктів і готових страв; збільшення споживання рафінованих, висококалорійних із невисоким вмістом вітамінів і мінеральних речовин продуктів харчування (білий хліб, макаронні й кондитерські вироби, цукор, спиртні напої та ін.); зростання в раціоні частки консервованих продуктів, які пройшли інтенсивну технологічну обробку. Внаслідок цього харчовий раціон, який відповідає середнім енерговитратам сучасної людини (2000–2500 ккал), не може забезпечити її фізіологічні потреби у вітамінах та інших біологічно активних харчових речовинах, адаптовані до такої їх кількості, яка міститься у звичному раціоні (4000–4500 ккал), який відповідає енерговитратам попередніх поколінь і складеному, як правило, з натуральних продуктів.

У результаті цих об'єктивних і суб'єктивних причин проблема раціоналізації харчування й оздоровлення населення, приведення раціону до відповідності з реальними фізіологічними потребами людини виявляється нерозв'язною за рахунок тільки збільшення споживання натуральних продуктів-джерел вітамінів і простого нарощування обсягів виробництва харчових продуктів та вимагає якісно нових підходів і рішень.

Світовий і вітчизняний досвід переконливо свідчить про те, що найбільш ефективним і доцільним з економічної, соціальної, гігієнічної й технологічної точок зору способом кардинального поліпшення забезпеченості населення необхідними мікронутрієнтами в сучасних умовах є розробка, виробництво й регулярне включення в раціон продуктів харчування функціонального призначення, додатково збагачених есенційними нутрієнтами до рівня, що відповідає фізіологічним потребам людини [176].

Результати обстежень, що виявили масове поширення полігіповітамінозів (тобто поєднання дефіцитів цілого ряду вітамінів), вимагали істотного розширення набору вітамінів, що додаються, створення продуктів, збагачених

усім спектром цих біологічно активних речовин. Особливо гостро постає питання про збагачення продуктів харчування фолієвою кислотою, широко розповсюджений дефіцит якої є причиною однієї з форм анемії, а також вроджених порушень розвитку немовляти. Сполучення полігіповітамінозів з недостатнім споживанням ряду макро- і мікроелементів, насамперед кальцію, заліза і йоду, зробило бажаним включення цих мінеральних речовин у загальний спектр дієтичних добавок для збагачення харчових продуктів.

Концепція державної політики у сфері здорового харчування населення розглядає розвиток виробництва збагачених мікронутрієнтами продуктів харчування як найважливіший і першочерговий захід, від якого вирішальним чином залежить поліпшення харчування й здоров'я дитячого й дорослого населення України [65].

Існуюча практика профілактичного й лікувального застосування вітамінів значною мірою деформована: замість їхнього широкого використання у фізіологічних дозах для специфічної профілактики й корекції первинних і вторинних гіповітамінозів акцент змістився у бік використання їх неспецифічних, фармакодинамічних властивостей, які у ряді випадків не мають безпосереднього відношення до справжніх фізіологічних функцій того або іншого вітаміну і виявляються при їхньому введенні в дозах, що багаторазово перевищують реальну потребу організму. Такий підхід до вітамінів як до ліків неминує звужує базу їх профілактичного й лікувального застосування, а побічні ефекти, що виникають при подібній "мегавітамінній" терапії, налаштовують населення проти застосування вітамінів навіть у тих ситуаціях (і дозах), у яких вони дійсно корисні й необхідні. Водночас прогрес фундаментальних, переважно біохімічних, досліджень, що завершився виявленням первинних метаболічних функцій і розшифровкою молекулярних механізмів дії практично всіх відомих вітамінів, створює реальну наукову основу для раціоналізації їх профілактичного й клінічного застосування. Не викликає сумніву, що профілактичне й лікувальне застосування вітамінів

повинно базуватися на чітких знаннях про їхні фізіологічні функції та механізм дії. У зв'язку з цим, необхідно підкреслити, що вітаміни – це не ліки, а незамінні харчові речовини, тобто такі компоненти їжі, які абсолютно необхідні організму для підтримання життєвих функцій, але які сам організм не синтезує або синтезує в недостатніх кількостях і тому повинен одержувати в готовому вигляді: з їжею або (якщо у звичайній їжі їх не вистачає) у вигляді спеціальних дієтичних добавок, у тому числі препаратів.

Найбільш істотні галузі науково обґрунтованого, патогенетично виправданого застосування вітамінів у профілактичних і лікувальних цілях наведено на рис. 1.6.

На першому місці поставлено зазначене вище масове профілактичне використання вітамінів у дозах, близьких до фізіологічних потреб людини, як для заповнення їхнього недостатнього надходження зі звичайним раціоном, так і для компенсації підвищеної витрати вітамінів при стресі, посиленому фізичному навантаженні, впливі шкідливих факторів зовнішнього середовища, палінні, зловживанні алкоголем тощо. Недостатня забезпеченість організму вітамінами, характерна для більшості умовно здорових людей, збільшується при будь-яких захворюваннях, зокрема, при хворобах шлунково-кишкового тракту, печінки й нирок, при яких порушуються всмоктування й утилізація вітамінів. Лікарська терапія, прийом антибіотиків, різні обмеження дієти, хірургічні втручання, нервові збудження, стреси вносять додатковий вклад у поглиблення вітамінного голоду. Зростаючий дефіцит вітамінів порушує обмін речовин, збільшує перебіг будь-яких хвороб, перешкоджає їхньому успішному лікуванню.

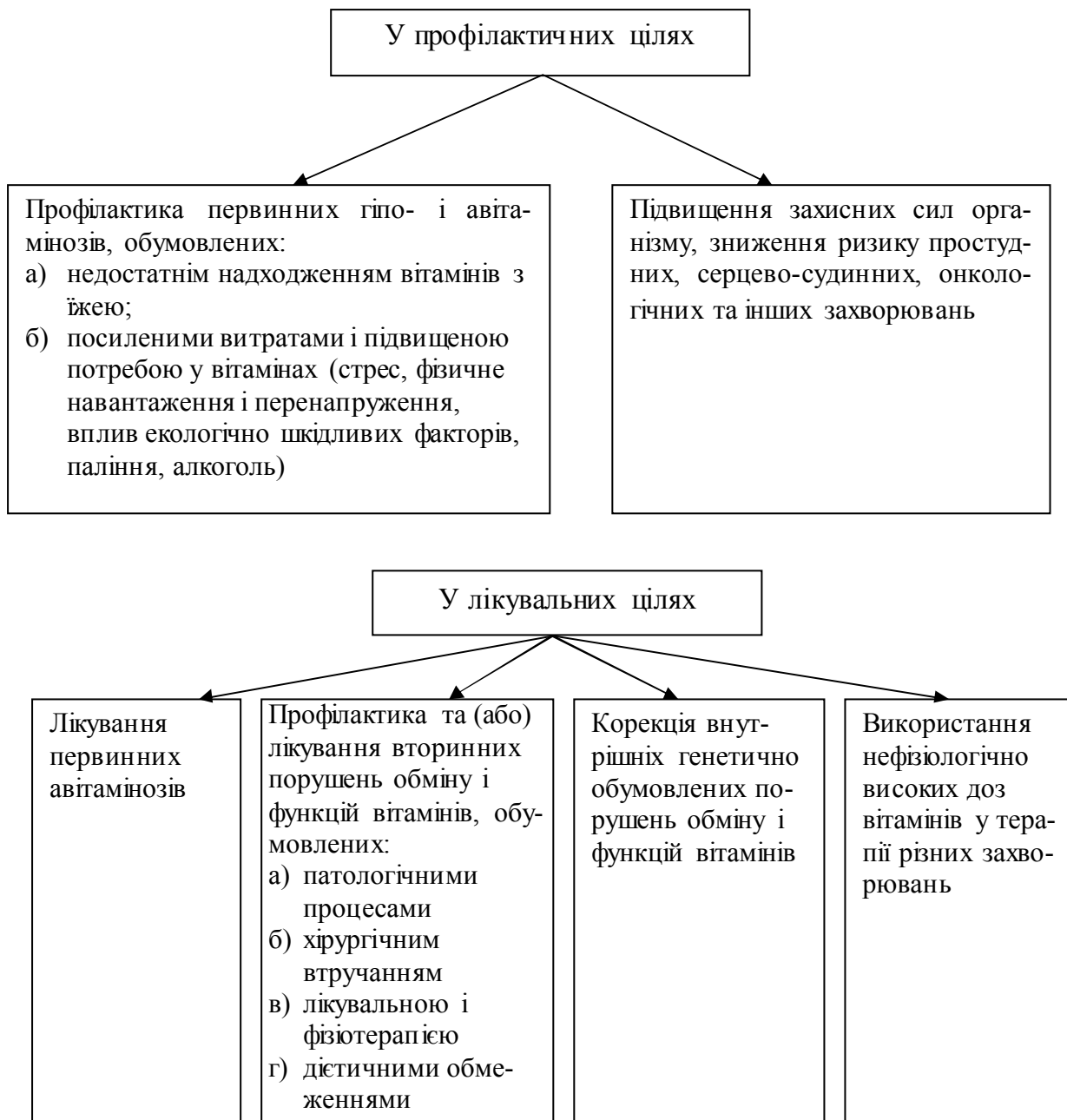


Рисунок 1.6 – Напрями застосування вітамінів

Як відомо, вітамінам і вітамінозалежним біохімічним перетворенням належить вирішальна роль у здійсненні ключових процесів життєдіяльності: розподілі клітин і клітинної диференціації, росту й відновленні найважливіших органів і тканин, функціонуванні основних захисних систем гуморального й клітинного імунітету, детоксикації чужорідних речовин, антиоксидантної системи тощо. Недостатнє надходження вітамінів неминуче призведе до

порушень і збоїв у роботі цих систем, послабляє захисні сили, знижує стійкість організму до захворювань, несприятливих впливів зовнішнього середовища, сприяє розвитку обмінних порушень і хронічних захворювань, прискорює старіння організму. У зв'язку з цим в останні десятиліття все більшу увагу як дослідників, так і фахівців практичної медицини привертає проблема профілактичного використання вітамінів для зниження ризику не тільки простудних, але й основних захворювань сучасної людини: серцево-судинних, онкологічних, остеопорозу й ряду інших [168].

В останні роки досліджено зв'язок між споживанням йоду та опірністю організму до захворювань. Йод необхідний для нормального функціонування щитовидної залози. Точно встановлено, що вміст йоду в щитовидній залозі залежить від вмісту доступного йоду в їжі та воді. При низькому споживанні йоду залоза не отримує цього елемента і не може нормально функціонувати. Однак, щитовидна залоза виконує й інші функції, крім захисної. По-перше, це – відновлення енергії, витраченої на виконання роботи протягом дня. Існує визначений зв'язок між запасом енергії в людини і споживанням йоду. При зниженні життєвого тонусу людини насамперед виникає питання: чи достатній вміст йоду в ґрунті тієї місцевості, де вона мешкає? Чи компенсується ця нестача за рахунок додаткових засобів? При низькому рівні енергії і витривалості людини необхідно звернути увагу на споживання йоду.

Функція йоду в організмі людини пов'язана з розумовою діяльністю. При нормальному забезпеченні організму йодом спостерігається підвищення розумової діяльності. Йод – один із кращих каталізаторів окиснення в організмі; при його нестачі відбувається неповне засвоєння їжі, у зв'язку з чим може спостерігатися небажане утворення жирових відкладень.

За умови нестачі йоду у визначеній місцевості; хлоруванні води; при частих захворюваннях, нервовому напруженні та накопиченні небажаних жирових запасів існують три способи ліквідації нестачі йоду в організмі:

1. Споживання їжі, багатой на йод (морські продукти, а також редька,

спаржа, морква, помідори, шпинат, ревінь, картопля, горох, полуниця, гриби, латук, банани, капуста, яєчний жовток, цибуля).

2. Змазування невеликої ділянки тіла настойкою йоду.

3. Застосування йодистих препаратів та продуктів (риб'ячий жир і пігулки із водоростей тощо) [57, 87, 89, 90, 116].

Йод – незамінний мікроелемент для людини. Він потрібен для синтезу гормонів щитовидної залози, які впливають на процеси розвитку і функціонування головного мозку та нервової системи, підтримує температуру та енергію тіла. Низький рівень цих гормонів може негативно вплинути на фізичні та розумові якості людини.

За оцінкою ВООЗ понад 800 млн людей схильні до захворювань через дефіцит йоду в продуктах харчування.

Нестача йоду досить поширена. Йод, що надходить в організм, використовується при синтезі гормону щитовидної залози – тироксину і трийодтироксину, а також трийодтироніну. У дорослих нестача йоду в їжі викликає компенсаторне збільшення щитовидної залози та інші важкі симптоми. Кількість хворих на зоб у світі понад 200 млн осіб. Дорослій людині необхідно 100–200 мкг йоду на добу. В організм людини основна кількість йоду (близько 90%) надходить з рослинною їжею. Джерела надходження йоду: 70 мкг за рахунок рослинної їжі, 40 мкг за рахунок м'ясних продуктів, 5 мкг з повітря і 5 мкг з води [164].

Останнім часом у багатьох країнах світу велика увага приділяється ще одному важливому для людини і тварин мікроелементу, біоантиоксиданту непрямої дії – селену. Недостатня його кількість пригнічує опірність організму до мікробіологічних та вірусних інфекцій. Крім того, селен у малих дозах бере участь у відновленні імунологічних реакцій. Відмічаються антиканцерогенні властивості селену.

Відповідно до рекомендацій вчених США в організм дорослої людини повинно надходити 50–200 мкг/добу селену, в середньому близько 100 мкг, для

немовлят – 10–40 мкг.

Однією із причин дефіциту селену є недостатнє надходження його в організм людини, яка проживає на території, де у ґрунті, продуктах харчування і воді низький рівень цього елемента [91].

Дефіцит селену може виникнути при порушенні його засвоєння, незважаючи на адекватне його надходження в організм із їжею [26, 127, 157, 180, 204]. Вміст селену у сироватці крові знижений у мешканців великих промислових міст. Нестача елемента спостерігається у старечому віці, при вагітності, у дітей, які отримують низькокалорійне і недостатнє на білок харчування. Це зумовлює необхідність поповнення нестачі даного мікроелемента в раціоні харчування за рахунок їжі, багатой на селен, або створення композиційних продуктів харчування із включенням органічного селену.

Вміст селену в крові відображає його вміст в організмі і коливається від 20 до 750 мкг/л, в середньому 110–130 мкг/л. Харчовий статус селену може бути оцінений на основі визначення його у волоссі [26, 91].

Засвоєння, метаболізм і включення селену до складу амінокислот і ферментів тісно пов'язані із забезпеченістю вітамінами–антиоксидантами – Е, С, А і каротиноїдами. Спільний дефіцит селену і зазначених нутрієнтів супроводжується зниженням глутатіонпероксидазної, дейодиназної детоксикації, порушенням синтезу простацикліну, простагландинів, детоксикації ксенобіотиків. Зазначені порушення є фактором ризику розвитку атеросклерозу, пухлин, ураження нервової, серцево-судинної систем й інших захворювань [6, 7, 26, 69].

У працях багатьох дослідників встановлено тісний зв'язок між дефіцитом селену і різними захворюваннями, що розвиваються у тварин і в людини в місцевостях із дисбалансом селену. Насамперед виникає порушення репродукції. Відзначені ознаки порушення м'язової системи, ендемічні нефропатії, враження суглобів, кісток. Внаслідок порушення перетворення прогормону щитовидної

залози в його активну форму виникають різні захворювання, у тому числі кретинізм. Встановлено, що при концентрації селену в сироватці крові нижче 0,4 мкмоль/л вірогідність виникнення інфаркту міокарда збільшується у 7 разів, а при вмісті 0,4–0,6 мкмоль/л – у 3 рази [7, 26, 75].

Встановлено, що збагачення раціону селеном справляє протекторну дію на організм тварин, знижує токсичну дію комплексів ксенобіотиків (свинець, кадмій, ДДТ, 2,4-Д-нітрати), інгібує синтез N-нітрозамінів, нітрозодietiламіну [10, 11, 104].

Встановлені й описані такі ефекти в результаті дії селену в організмі:

- антигістамінний, антиалергічний;
- антиімунний, антитератогенний;
- антиканцерогенний;
- радіопротекторний;
- мембраностабілізуючий;
- антиоксидантний;
- детоксикаційний;
- нейрогуморальний модулятор (нормалізує обмін простагландинів, простациклінів, гормонів росту і тиреоїдних гормонів).

Для поповнення потреби населення в селені пропонують збагачувати (0,1 мг селену на 1 кг продукту) ним корм тварин, щоб підвищити вміст цього мікроелемента в м'ясо-молочній продукції [124] комерційними препаратами селену (типу "Селена" – до 55–70 мг селену на добу), селенозбагаченими дріжджами "Біоселен" [11, 114] тощо.

1.3.7. Рекомендації щодо харчування населення, яке зазнало впливу радіоактивного опромінення

Зниження захисних функцій організму людини та зростання тиреоїдної патології як результат дії радіаційного, ендемічного чинників і незбалансоване харчування потребує розробки ефективних засобів радіозахисної профілактики

[42, 152, 89].

Сучасна концепція радіозахисного харчування базується на трьох положеннях: зменшенні надходження радіонуклідів з їжею, гальмуванні процесу всмоктування та накопичення їх в організмі, а також на нових принципах збалансованості раціонів в енергії і харчових речовинах [6, 7, 42, 75, 89, 90, 123, 132, 181, 184, 188, 191]. Гальмування процесу всмоктування та накопичення радіонуклідів в організмі досягається шляхом створення спеціальних раціонів спрямованої дії, використовуючи при цьому природні властивості окремих продуктів та харчових речовин гальмувати абсорбцію та прискорювати екскрецію радіонуклідів з організму людини.

Концепція радіозахисного харчування обумовлює необхідність зміни білкового, жирового і вуглеводного харчування, внесення істотних змін у споживання багатьох вітамінів, кровотворних мікроелементів – заліза, міді, кобальту, марганцю, збільшення споживання калію, кальцію, селену, а також правильна технологічна і кулінарна обробка харчових продуктів, ретельне миття і очищення, відварювання тощо [160].

На сьогодні розроблені технології продуктів харчування, які знижують або запобігають всмоктуванню радіонуклідів цезію і стронцію в кишечнику. Для цього до складу внесені добавки різних речовин-блокаторів. На основі таких продуктів створюються раціони харчування з оптимальним вмістом як харчових, так і радіозахисних речовин. У ці продукти вносяться препарати або речовини – носії вітамінів, макро- і мікроелементів, білків або окремих амінокислот, складних вуглеводів. Виявилось, що як білки, так і окремі амінокислоти (метіонін, аргінін, триптофан) збільшують адсорбцію стронцію та виведення його з сечею, чим і досягається загальний захисний ефект [92, 170, 172, 184, 188, 190].

Розроблені групи харчових продуктів, у які включені альгінат натрію або кальцію, натуральні та модифіковані пектини, окремі амінокислоти (лізин, метіонін, фенілаланін), комплекси вітамінів (премікси), солі кальцію, йод,

висівки, альбумін, сухе знежирене молоко (як джерело повноцінного білка і солей кальцію), продукти переробки морських водоростей – ламінарія (морська капуста), цистозіра, зостера, фукуси, карагенани й ін. Асортимент продуктів досить значний: різні види хліба, кілька видів печива, мармеладу, цукерок; консерви рибні, риборослинні, м'ясо-рослинні, овочеві, фруктові. Результати досліджень радіозахисних властивостей цих продуктів свідчать про значне зниження радіонуклідів цезію і стронцію в організмі людей при їх використанні в харчуванні [49, 50, 62, 75, 92, 94, 104, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 132, 133, 177].

Функціональні продукти радіозахисної дії можна поділити на дві великі групи:

– Натуральні продукти харчування, в основному із сировини рослинного походження: нерибні продукти моря, фруктово-ягідні, молочні, молочно-фруктові, овочеві продукти, які є цінним джерелом вітамінів, мінеральних солей лужного характеру, мікроелементів, різних вуглеводів, харчових волокон, органічних кислот;

– Харчові продукти і композиції, до рецептур яких внесені добавки відомих і потенційно можливих блокаторів всмоктування радіонуклідів: альгінова кислота і її солі (альгінат натрію або кальцію), різні види пектинів, харчові волокна, суміш амінокислот, берлінська лазур тощо.

Радіозахисний ефект таких продуктів харчування зумовлений:

– здатністю забезпечувати нормальне функціонування всіх органів і систем організму завдяки наявності всіх життєво важливих нутрієнтів, які забезпечують йому високу стійкість до дії різних несприятливих факторів навколишнього середовища, нормалізують обмін речовин та ін.;

– наявністю у складі протирадіонуклідних препаратів – радіоблокаторів і (або) декорпорантів;

– наявністю у складі продукту речовин, що володіють радіопротекторними (антиоксиданти, адаптогени, імуномодулятори) властивостями.

Раціони харчування, що створюються на основі функціональних харчових продуктів, насамперед, повинні відповідати раціональному харчуванню, тобто вміст білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей повинен відповідати фізіологічним нормам організму. Але вміст білків тваринного походження, вітамінів, солей кальцію, калію, фосфору, магнію; мікроелементів – заліза, кобальту, міді, марганцю, селену, йоду, фтору, цинку може перевищувати фізіологічну потребу, лише вміст засвоюваних вуглеводів і жирів може бути нижчим від рекомендованої норми. Ці вимоги до радіозахисного харчування добре узгоджуються з відомим положенням професора В.О. Конишева (1985 р.) про можливі зміни формули харчування при створенні раціонів спеціального призначення.

Ефективним та перспективним радіоблокатором є морські водорості та продукти їхньої переробки – альгінати, карагенани тощо. Серед морських водоростей, що використовуються для виробництва лікувально-профілактичних продуктів, найбільше значення мають бурі й червоні водорості, зокрема, бура водорість – ламінарія, або морська капуста, що широко вживається в їжу.

Морські водорості (ламінарія, цистозіра, зостера, фукуси та ін.) є цінним видом радіозахисної харчової добавки при розробці багатьох видів продуктів [49, 90, 104, 120, 177].

Біологічна цінність морської капусти обумовлена високим вмістом в ній різних мінеральних солей, в тому числі калію, кальцію, фосфору, заліза, легкозасвоюваних форм йоду, а також вітамінів С, групи В, ніотинової кислоти. Регулярне вживання вищенаведених продуктів із морської капусти активує ферментні системи організму, сприяє підвищенню реактивності й опірності організму, нормалізує стан щитовидної залози, ураженої інкорпорованим радіоактивним йодом. Лікувальну дію справляє стабільний йод, який міститься в морській капусті. Крім того, у складі ламінарії міститься такий високо-ефективний протирадіонуклідний компонент, як альгінова кислота [13, 121]. Вживання її у їжу сприятливо діє на хворих, які страждають на атеросклероз,

захворювання щитовидної залози, шлунку і кишечника; запобігає онкологічним захворюванням.

З морської капусти отримують агароїд, який використовують при виготовленні мармеладу, пастили, морозива тощо.

Морські водорості містять 75–80% води, від 6 до 25% білка в перерахунку на суху речовину, від 48 до 70% вуглеводів, від 9 до 28% золи, 15–40% альгінової кислоти. Досить багаті вони макро- і мікроелементами, в тому числі бромом, йодом, титаном, кобальтом, молібденом і вітамінами В₁, В₁₂, А, Д, Е, С. [54, 92, 104].

Альгірати в концентраціях 0,05–0,1% використовуються в харчовій промисловості як загущувачі, емульгатори, драглеутворювачі, наповнювачі для покращання консистенції плодово-овочевих продуктів, желе, кремів, морозива, кефіру, сметани та ін. Рекомендовано вводити 2–4 г альгірату в профілактичний раціон.

Серед засобів захисту від радіонуклідів цезію і стронцію пропонуються пектини. Пектинові речовини містяться у вигляді нерозчинного протопектину клітинних стінок і міжклітинної речовини, а також у вигляді розчинного пектину клітинного соку і є гідрофільними колоїдами [87, 90, 93, 184, 192].

Вживання пектинів дітьми не повинно перевищувати 2–3 г на добу, дорослими – 5–6 г. Підвищення цієї дози до 10–15 г (для збільшення ефекту зниження всмоктування і накопичення радіонуклідів) не бажане [100].

Слід відмітити, що натуральні соки з м'якоттю, плоди впливають на метаболізм цезію, що пояснюється високою концентрацією в них аналога цезію – калію і протопектинів. Тому рекомендується в раціонах харчування населення, яке проживає на забрудненій території, натуральні фрукти, ягоди, овочі, продукти їх переробки.

Встановлені радіозахисні властивості харчових волокон із цедри лимона, люцерни, столового буряка і макухи виноградного насіння впливають на кінетику обміну радіонуклідів.

Таким чином, результати експериментальних досліджень за оцінкою протирадіонуклідних властивостей нових видів харчових волокон показали, що всі вони мають достатньо виражені протирадіонуклідні властивості. Враховуючи, що вони отримані із вітчизняної сировини, доцільно включати ці волокна в продукти і раціони харчування у вигляді дієтичних добавок для населення, яке постійно проживає на радіоактивно забрудненій території.

Встановлено, що збагачення раціону селеном справляє протекторну дію [114, 184].

Як засіб, що зменшує накопичення радіостронцію в кістковій тканині тварин і людини, багатьма авторами апробований стабільний кальцій – елемент, близький до стронцію за хімічними властивостями і має багато спільного з ним у метаболізмі. Можна констатувати, що внесення кальцію в дефіцитний по цьому елементу раціон знижує всмоктування радіостронцію в 2–5 разів.

Плодово-овочеві і фруктово-ягідні харчові композиції містять легкозасвоювані вуглеводи, багатий комплекс мінеральних речовин, вітаміни. Мінеральні сполуки являють собою солі основного характеру, які відіграють важливу роль у підтримці кислотно-лужної рівноваги крові. Із макроелементів у них найбільше калію (антагоністу радіоцезію) – елемента, який регулює водний обмін і входить із залізом до складу формених елементів крові. Багато в них пектинових, азотистих речовин, вітамінів і біологічно активних форм – коферментів, а також рослинних фенольних сполук, що мають радіозахисну активність. Це визначає їх вплив на організм у підвищенні реактивності, життєвого тону. Наявність у них антоціанів (моноглюкозидів, диглюкозидів тощо), поліфенольних сполук, пектинів, які утворюють комплекси з іонами металів, що швидко виводяться із організму, використовується для захисту від радіонуклідів і солей важких металів [63, 87, 90, 118, 160].

Морквяна ікра із додаванням пектину сприяє значному поповненню потреби організму у вітаміні А за рахунок високого вмісту β -каротину. Хімічний склад морквяної ікри представлений (із мінеральних речовин) натрієм, калієм,

кальцієм, магнієм, фосфором, залізом; мікроелементами: йодом, міддю, кобальтом; вітамінами групи В, РР, С, β -каротином; багатим набором флавоноїдів. Завдяки цьому морквяну ікру доцільно використовувати з метою активації внутрішньоклітинних окиснювально-відновлювальних процесів, нормалізації обміну речовин, підвищення опірності організму, регулювання вуглеводного обміну як загальнозміцнюючий і тонізуючий засіб. Добавка пектину, яка входить до складу морквяної ікри, впливає на обмін радіонуклідів в організмі.

У радіозахисному харчуванні рекомендовано споживати кисломолочний напій "Лактогеровіт", який містить полісолодові екстракти, вітаміни групи В, С, Е, Р, мікроелементи у поєднанні із спеціальною закваскою "Геросан". Штами молочнокислих бактерій, що входять до складу закваски, мають високу антагоністичну активність стосовно патогенних, сприяючи підтримці нормальної мікрофлори шлунково-кишковому тракту. Напій нормалізує роботу шлунково-кишкового тракту, покращує показники обміну речовин. Це особливо важливо, тому що в більшості населення, яке проживає на радіоактивно забруднених територіях, відмічаються захворювання шлунково-кишкового тракту.

Таким чином, стає очевидним, що спеціальні продукти харчування є цінним джерелом білка, вітамінів, мінеральних солей лужного характеру, макро- і мікроелементів, вуглеводів, харчових волокон, пектинів, альгінатів, каротиноїдів, біофлавоноїдів, поліфенольних сполук. Лікувально-профілактичні властивості деяких із них підсилені введенням до їх складу різних дієтичних добавок. Використання таких радіозахисних засобів, як альгінати, пектини, харчові волокна, солі кальцію (у розумних межах), морська капуста, нешкідливість яких вивчена всебічно як у дослідах на тваринах, так і в спостереженнях на людях, які традиційно вживають їх у їжу впродовж усього життя, не викликає сумніву. Харчові волокна (ХВ), пектини, альгінати здатні не тільки знизити інкорпорування радіонуклідів, але і зменшити ризик виникнення запорів, атеросклерозу, геморою, дивертикулів, поліпозу і раку товстої та прямої кишки,

цукрового діабету, жовчнокам'яної хвороби. Водночас надлишкове вживання ХВ і пектину призводить до бродіння у товстій кишці, підсиленого газоутворення з явищами метеоризму, погіршення засвоювання білків, жирів, кальцію, заліза та інших мінеральних речовин. Тому ми вважаємо, що вживання харчових волокон не повинне перевищувати 25–30 г/добу, пектинів – 2–3 г, альгінатів – 2–4 г, але не рекомендується їх надлишок [192].

Збагачення харчових продуктів і раціонів солями кальцію також необхідне у розумних межах – не більше 1,5–2,0 фізіологічних норм [192].

Згідно вищезазначеного, кулінарна продукція радіозахисної дії має містити наступні природні біологічно активні речовини: амінокислоти (лейцин, фенілаланін, ізолейцин, метіонін, триптофан тощо), поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова, арахідонова), полісахариди (пектинові речовини, альгінати, меламін, лігнін, камеді тощо), мінеральні речовини (кальцій, калій, селен, магній, барій та ін.), вітаміни А, Е, С і групи В (рис. 1.7).

Такі продукти, як овес, просо, льон, пшеничні висівки, сухофрукти, порошок ламінарії, зелень петрушки, лецитин, квітковий пилок містять необхідні нам нутрієнти, які мають радіозахисні властивості.

Нутрієнти радіозахисної дії

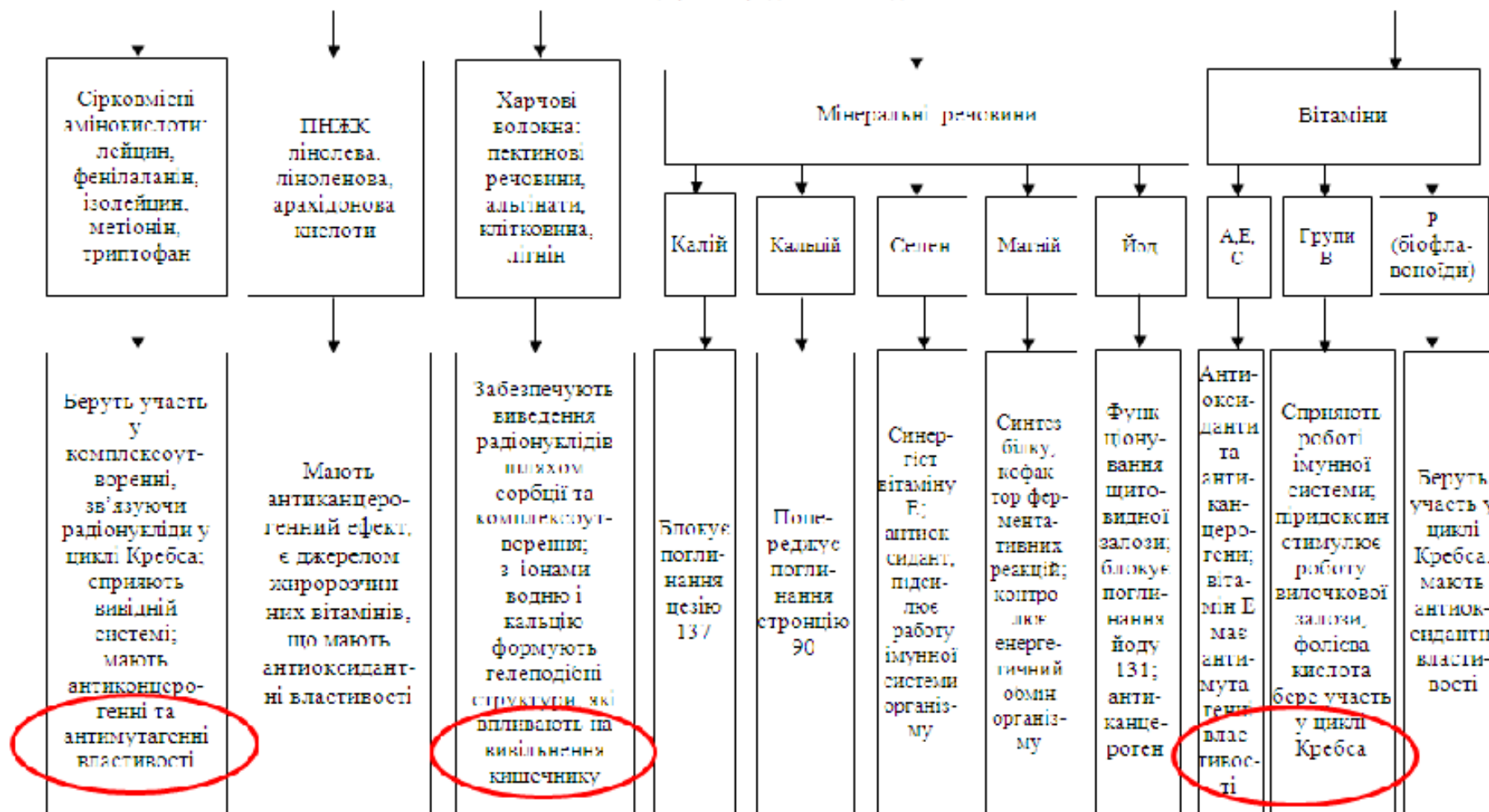


Рисунок 1.7 – Нутрієнти радіозахисної дії

Таким чином, з метою профілактики або зменшення дози внутрішнього опромінення слід дотримуватися принципів раціонального харчування, звертаючи особливу увагу на вживання достатньої кількості в раціоні білків тваринного походження, харчових волокон і пектинів, вітамінів С, Е, А і каротину, солей кальцію, магнію, калію, мікроелементів; використання спеціальних продуктів функціонального призначення, що містять блокатори всмоктування радіонуклідів.

1.3.8. Рекомендації щодо харчування дітей та підлітків

Стан здоров'я сучасної людини значною мірою визначається якістю харчування у дитячому віці, коли відбувається стрімкий ріст, обмінні реакції протікають найбільш інтенсивно.

У структурі загальної захворюваності дитячого населення України віком від 0 до 14 років перше місце посідають захворювання органів дихання – 52,9, потім органів травлення – 7,6, хвороби крові – 5,0, хвороби шкіри – 4,9, хвороби кістково-м'язової системи – 3,9, хвороби ока – 3,9, інфекційні хвороби – 3,1, ендокринної системи – 3,4, нервової системи – 2,7, хвороби вуха – 2,2, травми та отруєння – 2,6, сечостатевої системи – 2,1, системи кровообігу – 1,8, розлади психіки – 1,6, інші – 2,3%.

У структурі інфекційних захворювань дитячого віку грип і інші гострі респіраторні інфекції займають провідне місце. Максимальна захворюваність приходить на вік від 6 міс. до 6 років, в середньому складаючи від 4 до 6 захворювань на рік. Частота дітей, що хворіють, складає від 14 до 80% дитячого населення. Серед причин ослаблення резистентності організму дитини, недостатності адаптаційних процесів, погіршення стану імунної системи вагоме місце займає фактор харчування – сезонні авітамінози (особливо вітамінів антиоксидантної групи А, С, Е і групи В), порушення принципів раціонального харчування, споживання неякісних, забруднених продуктів. Діти в силу

активності процесів росту особливо чутливі до дефіциту мінеральних речовин – цинку, заліза, йоду, магнію, міді, кальцію, фосфору [189].

У ранньому дитинстві формуються і закріплюються харчові звички і переваги, також можуть закладатися основи для аліментарно-залежних захворювань, таких як ожиріння, цукровий діабет 2-го ступеню, харчова алергія та ін., здатних суттєвим чином знизити показники здоров'я і якості життя у подальшому житті дитини [112].

Останнє десятиріччя у всьому світі спостерігається значний ріст частоти аліментарно-залежних захворювань – ожиріння, при цьому ефективність терапевтичних заходів по його корекції залишається незадовільною. Той факт, що ожиріння діагностується у дітей у віці 5–6 років, свідчить про те, що основи для цього захворювання закладаються у більш молодшому віці. Одним з найважливіших факторів розвитку ожиріння є незбалансоване харчування.

Тому заходи, спрямовані на профілактику ожиріння і інших аліментарно-залежних захворювань повинно проводитися у більш молодшому віці, обов'язково передбачаючи заходи по привчання дитини до здорового харчування.

Аналіз основних проблем здоров'я дітей, пов'язаних із харчуванням, свідчить про те, що найбільш розповсюдженими є захворювання, обумовлені дисбалансом харчових речовин.

У дітей у зв'язку з високою інтенсивністю обмінних процесів і переважанням асиміляції над дисиміляцією потреби у харчових речовинах і енергії на 1 кг маси тіла вищі, ніж у дорослої людини. Добова потреба дітей в енергії з віком змінюється і на 1 кг маси тіла складає: до 1 року – 502-418 кДж (120–100 ккал), в 1–2 роки – 418–376 кДж (100–90 ккал), у 2–5 років – 376–335 кДж (90–80 ккал), у 6–9 років – 335–293 кДж (80–70 ккал), у 10–13 років – 314–272 кДж (75–65 ккал) і у 14–17 років – 272–209 кДж (65–50 ккал). У харчуванні дітей велике значення має збалансованість нутрієнтного складу раціону. Спів-

відношення білків, жирів і вуглеводів повинне бути 1:1:4. Добова потреба дітей різного віку в білках наведена в табл. 1.3. [22, 100, 113].

У дитячих раціонах співвідношення між незамінними і замінними амінокислотами має складати 1:1. Таке співвідношення є в білках коров'ячого молока і курячих яйцях.

Таблиця 1.3

Добова потреба дітей в білках

Вік дітей, роки	Добова норма білка, г	
	загальна	у тому числі тваринного
1–3	45–50	34–35
4–6	50–60	37–43
7–9	75–80	46–50
10–12	82–95	50–55
13–15	95–98	50–59

Таблиця 1.4

Добова потреба дітей в жирах

Вік дітей, роки	Добова потреба, г	
	загальна	у тому числі рослинні
1–3	40–45	5–10
4–6	55–60	10–12
7–9	65–75	15–16
10–12	75–80	17–18
13–15	85–90	18–20

Енергетична цінність раціону харчування у ранньому віці повинна забезпечуватися за рахунок жирів на 30–40%, у шкільному – приблизно на 30%. У харчуванні дітей використовують як тваринні (переважно молочні), так і рослинні жири (джерела ПНЖК), причому масова частка рослинних від загальної кількості жиру складає 15–30% (табл.1.4). Олію вводять у їжу з 1,5–річного віку. Смалець, сало, яловичий і баранячий жири, маргарин, комбіжир, маргагуселін та інші кухонні жири не рекомендується використовувати у харчуванні дітей дошкільного віку. У раціонах школярів їх вміст не повинен перевищувати 20–25% від загальної кількості жиру.

Вуглеводи складають основну масу харчових раціонів і є головним

джерелом потенціальної енергії. У дітей у зв'язку з високими нерегульованими (основний обмін у 1,5–2 рази вищий, ніж у дорослої людини) і регульованими (велика рухова активність) витратами енергії процес гліколізу перебігає легше і з більшою інтенсивністю, ніж у дорослих. Тому у дітей потреба у вуглеводах, особливо у легкозасвоюваних, підвищена (у перерахунку на 1 кг маси тіла). За рахунок вуглеводів у дітей старших 1 року покривається у середньому 55% добової потреби в енергії. У такому разі приблизно 1/3 їх повинні складати легкозасвоювані вуглеводи (моно- і дисахариди), 2/3 – крохмаль. Добова потреба організму дітей у вуглеводах наведена в табл. 1.5.

Надмірність в раціоні продуктів, що містять вуглеводи, спричиняє розвиток або підсилення алергічних реакцій. При надмірному надходженні в організм вони володіють здатністю перетворюватись в жир, який відкладається під шкірою, навколо нирок, в печінці та серцевому м'язі. Встановлено, що маса тіла у дітей і підлітків підвищується паралельно збільшенню кількості в раціонах легкозасвоюваних вуглеводів, що перетворюються в організмі в резервний жир (кожні надмірні 25 г вуглеводів перетворюються в 10 г жиру).

Таблиця 1.5

Добова потреба дітей у вуглеводах

Вік дітей, роки	Добова потреба у вуглеводах, г	
	загальна	у тому числі простих
1–3	170–180	1–3
4–6	200–250	4–6
7–9	270–300	7–9
10–12	320–360	10–12
13–15	350–400	13–15

Крім вуглеводів, що засвоюються організмом, у харчових продуктах містяться неутілізовані вуглеводи – пектин, клітковина, геміцелюлоза та ін. Дефіцит їх у харчуванні призводить до уповільнення кишкової перистальтики, розвитку стазів і дискінезій.

У зв'язку з вищевикладеним, до харчових раціонів дітей слід включати достатню кількість різноманітних рослинних продуктів (висівки, хліб із

борошна грубого помелу, крупи, овочі, фрукти і ягоди), що містять целюлозу і геміцелюлозу (добова потреба 20–25 г). Особливого значення вони набувають при схильності до запорів.

Потреба у вітамінах у дітей у зв'язку з інтенсивним ростом і обміном речовин підвищена. Діти більш чутливі до недостачі будь-яких вітамінів, ніж дорослі. Особливе значення у дитячому харчуванні мають вітаміни А і D. Вітамін А впливає на інтенсивність росту скелета і функцію ендокринних залоз, особливо гіпофіза, який забезпечує регулювання процесів росту.

Дослідження останніх років свідчать, що профілактичні заходи попередження остеопорозу у дітей за рахунок додаткового прийому кальцію і вітаміну D дають результат лише під час прийому.

Водночас вживання збільшеної кількості молока або мінеральних комплексів з молоком залишає позитивний ефект протягом 3 років після закінчення досліджень. Існують данні, що дефіцит кальцію у харчуванні спричиняє збільшенню процесів накопичення організмом жиру [68].

Вітамін D стимулює ріст, регулюючи фосфорно-кальцієвий обмін, він сприяє нормальному розвитку і осифікації скелета. Потреба дитячого організму у вітаміні D задовольняється за рахунок екзогенного надходження (у складі їжі, в основному за рахунок молочних жирів) і ендогенного синтезу в організмі під дією ультрафіолетових променів. Тому діти влітку і весною повинні якомога більше знаходитися на відкритому повітрі. Нестача вітаміну D призводить до збіднення організму солями кальцію і фосфору, що сприяє збільшенню всмоктування і відкладання в організмі радіонуклідів стронцію. Природним джерелом вітаміну D є тільки продукти тваринного походження: риб'ячий жир, печінка палтуса, тунця і тріски, а також морських ссавців, жирний оселедець, копчений вугор, сардини, ікра, печінка яловича, яєчний жовток, сир, вершкове масло (літнє), вершки.

Добова потреба дітей у вітамінах наведена в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Норми добової потреби дітей у вітамінах

Вітамін	Вік, роки				
	1–3	4–6	7–9	10–12	13–15
Тіамін, мг	0,8	0,9–1,0	1,2	1,3–1,4	1,3–1,5
Рибофлавін, мг	0,9	1,0–1,2	1,4	1,5–1,7	1,5–1,8
Піридоксин, мг	0,9	1,2–1,3	1,6	1,6–1,8	1,6–2,0
Цианкобаламін, мкг	1,0	1,1–1,5	2,0	3,0	3,0
Фолацин, мкг	100	120–150	200	200	200
Ніацин, мг	10	11–13	15	17–18	17–20
Аскорбінова кислота, мг	45	50–60	60	70	70
Ретинол, мг	0,45	0,5	0,7	0,8–1,0	0,8–1,0
Токоферол, МЕ	7	10	10	10–12	12–15
Кальциферол, МЕ	100	100	100	100	100

На обмін речовин, ріст і розвиток організму прямо або опосередковано впливають усі вітаміни. Наприклад, аскорбінова кислота бере участь у процесах росту, сприяє нормальному розвитку сполучної тканини, утворенню остеїдної тканини у кістках, дентину в зубах.

Мінеральні речовини є пластичним матеріалом для нормального формування кісткової, м'язової і нервової тканини, у тому числі клітин головного мозку. Вони необхідні для утворення гемоглобіну, синтезу гормонів залозами внутрішньої секреції. Найбільше значення для дитячого організму мають кальцій, фосфор, магній, залізо, йод. Щоденно людина з калом, сечею і потом виділяє близько 26 г мінеральних речовин. Природно, що фізіологічна потреба в них організму повинна задовольнятися за рахунок їжі.

Діти потребують підвищеної кількості кальцію, оскільки він є основним структурним елементом кісткової тканини. Значення кальцію велике, особливо у період активного росту і осифікації. У цей період необхідно систематично включати до харчового раціону молоко і молочні продукти, які не тільки містять значну кількість кальцію, а й поліпшують загальне співвідношення у раціоні кальцію та інших речовин, сприяючи їх кращому засвоєнню.



Рисунок 1.8 – Основні нутрієнти харчування цільового призначення для дітей дошкільного віку та їхні функції

Кальцій безпосередньо зв'язаний з обміном білків, фосфору і вітаміну D. Надлишкова кількість кальцію (в 1,5–2 рази більше норми) сприяє зниженню всмоктування стронцію і збільшенню виведення радіонуклідів на 20–30%.

Важливим джерелом кальцію є яєчний жовток, м'ясо, горіхи, овочі та фрукти, зернобобові (квасоля, горох, боби).

Фосфор є структурним елементом кісткової тканини; бере активну участь в обміні білків, жирів і вуглеводів; входить до складу клітин (особливо нервової і м'язової тканин) і міжклітинної рідини, в молекули фосфорпротеїдів, лецитину і АТФ; впливає на діяльність головного мозку, м'язів, статевих залоз; бере участь в підтримці сталості кислотно-основного стану в організмі, має тісний взаємозв'язок з білками, кальцієм і кальциферолом.

Джерелами фосфору є молоко і молочні продукти, яєчний жовток і порошок, м'ясо, птиця, субпродукти, риба, рибні консерви, ікра, борошно житнє і пшеничне висівкове, хліб, крупи, бобові, свіжі й сушені овочі та фрукти, морська капуста, какао-порошок, шоколад. Фосфор, що міститься у продуктах тваринного походження, засвоюється організмом на 90–98%, у рослинних продуктах – тільки на 50%. Добова потреба в ньому для дітей віком 7–17 років – 1000–1200 мг (табл. 1.7).

Таблиця 1.7

Норми добової потреби дітей у мінеральних речовинах

Вік	Стать	Мінеральні речовини, мг					
		кальцій	фосфор	магній	залізо	цинк	йод
0–3 міс		400	300	55	4	3	0,04
4–6 міс		500	400	60	7	3	0,04
7–12 міс		600	500	70	10	4	0,05
1–3 роки		800	800	150	10	5	0,06
4–6 роки		800	800	120	10	8	0,09
7–10 роки		1000	1000	170	12	10	0,12
11–13 роки	Юнаки	1200	1200	270	12	15	0,15
11–13 роки	Дівчата	1200	1200	280	15	12	0,15
14–17 роки	Юнаки	1200	1200	400	12	15	0,20
14–17 роки	Дівчата	1200	1200	300	15	12	0,20

На засвоєння кальцію в організмі впливає співвідношення кальцію з фосфором. Найсприятливіші співвідношення кальцію і фосфору для дітей: від 1 до 12 міс – 1:0,8, від 1 року і старше – 1:1. Важливо додержуватися також збалансованості магнію, кальцію і фосфору. Для дітей 4 років і старших сприятливе співвідношення магнію, кальцію і фосфору 1:4:4.

Магній бере участь у кісткоутворенні, передачі нервового збудження і нормалізації збудливості нервової системи. Має антиспазматичні та судинорозширювальні властивості, стимулює перистальтику кишок і жовчовиділення, сприяє виведенню холестерину із кишок, активує ферменти вуглеводного обміну тощо. Для нормального росту і розвитку дитини необхідне повноцінне забезпечення мінеральними речовинами, що беруть участь у кровотворенні, – залізом, міддю, марганцем, кобальтом і нікелем.

Залізо – істинний кровотворний елемент, 57% його входить до складу гемоглобіну еритроцитів, що доставляє кисень до органів і тканин. Другою найважливішою особливістю біологічної дії заліза в організмі є його активна участь в окиснювальних процесах. Залізо входить до складу ферментів (пероксидази, цитохрому, цитохромоксидази тощо), що забезпечують процеси дихання клітин, до складу протоплазми і клітинних ядер, 20% заліза знаходиться в депо. Залізо міститься в гематогені, кров'яній ковбасі, свинячій і яловичій печінці, нирках, легенях, м'ясі, жовтку курячого яйця, яєчному порошку, паюсній ікрі, висівках, житньому хлібі, гречаній і вівсяній крупах, горосі, грибах білих, шпинаті, щавлю, персиках, яблуках, чорносливі, урюку та ін. Добова потреба для дітей – 12–18 мг.

Йод бере участь у функції щитовидної залози, входить до складу її гормонів (тироксину і трийодтироніну). Ці гормони регулюють обмін речовин, насамперед, енергетичні процеси і теплообмін. Йод впливає на фізіологічний розвиток і психічний стан організму та його стійкість до несприятливих факторів зовнішнього середовища. Добова потреба в йоді складає близько 3 мкг на 1 кг маси, норма для дітей – 100–120 мкг. Недостатнє забезпечення

організму йодом є причиною поширення гіперплазії щитовидної залози серед дітей (25–52% населення Полісся), гіпотиреозу у новонароджених, зобу, розумової відсталості й інших захворювань.

Багаті на йод морська капуста і продукти, що містять її. Багато йоду містить морська риба, мідії, креветки, кальмари. Із неморських продуктів йод у невеликій кількості міститься в молоці, гречаній крупі, пшоні, горосі, квасолі, печінці, деяких овочах, редисі, салаті, часнику тощо.

Дефіцит марганцю, кобальту, міді, заліза призводить до ряду захворювань, у тому числі до анемії, зниження імунітету, затримки росту і розвитку.

Важливою умовою забезпечення дитячого організму поживними речовинами є максимальне засвоєння їжі, для цього необхідний суворий режим харчування. Правильний режим харчування забезпечує нормальне функціонування травного тракту, кращу засвоюваність їжі, а також рівномірне постачання і своєчасне поповнення метаболічного резерву організму поживними речовинами протягом доби.

Раціональне харчування у дошкільних і шкільних закладах забезпечується правильно складеним меню. Перспективне меню (десятиденне чи двотижнєве) складається на зимово-весняний і літньо-осінній періоди року з урахуванням наявності сезонних продуктів: свіжих овочів, фруктів, ягід чи консервованих фруктів, овочів, сухофруктів, квашених овочів, соків, варення тощо. Як приправи та спеції у літній період широко використовується зелень (петрушка, кріп, селера та ін.), у зимовий – лавровий лист, лимонний сік чи лимонна кислота, парникова зелень. Їх використання дозволяється тільки після термічної обробки для приготування перших та других страв.

При відсутності певних продуктів їх можна замінити рівноцінними, які містять таку ж саму кількість основних харчових речовин, особливо білка і жиру.

1.3.9. Рекомендації до харчування студентів вищих навчальних закладів

Повноцінне харчування студентів вищих навчальних закладів – одна з найважливіших проблем сьогодення, яка формує здоров'я і добробут нації в цілому. Здорове харчування забезпечує нормальний ріст і розвиток організму, визначає розумовий і фізичний розвиток, оптимальне функціонування всіх органів і систем, формування імунітету й адаптаційних резервів організму.

За даними ВООЗ, молоді люди у віці 16–29 років становлять більше 30% всього населення у світі. При цьому не всі студенти вважаються сьогодні практично здоровими людьми; біля половини з них страждають різними хронічними захворюваннями.

При цьому доведено, що одними з основних чинників, які негативно впливають на стан здоров'я студентів є незадовільна адаптація в перші роки перебування у вищих навчальних закладах, гіподинамія, психоемоційні навантаження, шкідливі звички та нераціональне харчування.

В організмі молодих людей ще не завершене формування ряду фізіологічних систем, які чутливі до порушення збалансованості харчових раціонів. Через порушення режиму харчування за час навчання в багатьох студентів розвиваються захворювання травної системи, які отримали назву «хвороби молодих», а також гіпертонічна хвороба, неврози та ін.

Значне місце в організації оздоровчих заходів в навчальних закладах займає раціональне харчування, основним завданням якого є забезпечення нормальної життєдіяльності чи відновлення функцій організму, підвищення його опору і забезпечення оптимальних умов росту і розвитку людини.

Рішенню окремих аспектів проблеми раціонального харчування студентів присвячені роботи вітчизняних та зарубіжних вчених: Г.Н. Бондарева, М.П. Гуліч, П.О. Карпенка, Н.П. Кириленка, Л.Г. Климицької, В.Н. Корзуна, В.Л. Красненкова, М.І. Пересічного, Н.В. Притульської, Г.Б. Рудавської, В.І. Смоляра, І.Ю. Шевченко, R. Hart, G. Jeronimiolis, G. Kimura, J. Leman та ін. [79, 80, 98].

У провідних вищих навчальних закладах ряду країн: Франції, Швейцарії, Шотландії, США, Японії, Данії, Росії приділяється значна увага харчуванню студентів як з боку керівництва цих навчальних закладів, так і з боку державних та інших органів управління, зусилля яких спрямовані на організацію якісного харчування студентів за місцем навчання. Це пов'язано, в першу чергу з тим, що якість харчування людини відіграє важливу роль в забезпеченні її здоров'я. При цьому велика увага приділяється організації харчування в закладах ресторанного господарства при вищих навчальних закладах в яких, як правило, роздавальні лінії та торгівельні зали мають велику пропускну спроможність, обслуговують по декілька тисяч відвідувачів впродовж 1–2 годин. Навантаження цих закладів нерівномірне. Найбільший потік відвідувачів буває зранку, у перервах між лекціями і після їх закінчення. Це вимагає значної уваги до організації роботи закладу в цілому та роздавальних – зокрема [58].

Наприклад, у столиці Франції (м. Париж) 48 їдалень щодня обслуговують дворазовим харчуванням 65 тис. студентів вищих навчальних закладів. Організацією їхнього харчування керує державна установа – Центральна Рада з обслуговування учнів і студентів (ЦРОУС). У місті існує дві групи студентських їдалень – ті, що підпорядковані безпосередньо ЦРОУС і приватні.

Власники або адміністрація цих їдалень укладають типові контракти з ЦРОУС, які затверджуються Міністерством національної освіти. Згідно контрактів власники їдалень зобов'язуються обслуговувати студентів, які мають спеціальні картки, отримані в бухгалтерії ЦРОУС. Меню цих їдалень повинно бути аналогічним затвердженому для студентських їдалень, які підпорядковані ЦРОУС, а страви – відпускатися за цінами, встановленими Міністерством національної освіти. Їдальні, що перебувають у безпосередньому підпорядкуванні ЦРОУС, забезпечуються продуктами централізовано.

У вищих навчальних закладах Швейцарії харчуванням студентів забезпечують сім днів на тиждень. По вихідним передбачені тільки сніданки і обіди [224].

Студентська асоціація Единбургського університету здійснила "органічну революцію": кафе "Café Sense" пропонує "їжу для життя".

В меню кафе входить 30% страв із органічної сировини, із яких 50% це є страви місцевої кухні і 50% з необроблених інгредієнтів. Оновлене кафе прийшлося до вподоби і студентам і викладачам своїми стравами, так як є корисними при розумовій діяльності і доступні за ціною.

Таким чином, студентській асоціації Единбургського університету вдалося першій в місцевій спільноті реалізувати принципи здорового харчування. За даними проведених досліджень, за останні чотири роки продажі органічних продуктів в Ірландії виростили на 60% [225].

Одна з великих студентських їдалень у м. Празі (Чехія) розрахована на обслуговування 1500 чоловік. Вона забезпечується напівфабрикатами з центральної заготівельної їдальні, що дозволяє скоротити кількість технологічного устаткування та поліпшити якість обслуговування студентів.

У м. Токію (Японія) адміністрація університетів досить цікавим шляхом вирішує проблему залучення студентів до сніданків. За програмою "Марафон сніданків", що розпочалася у квітні 2005 р., студентів нараховується один бал за кожен сніданок у кафетерії університетського кооперативу. За п'ять набраних балів можна отримати певні додаткові страви до стандартних сніданків, за 10 балів – безкоштовний суп і порцію рису. Право на повноцінний сніданок за 400 ієн дають 15 балів. Два бали отримують ті, хто приходить на сніданок групою в два і більше чоловік. Додаткові бали нараховуються при відвідуванні кафетерію з 8.30 до 10.30 год.

Ефективним є використання кафе-автоматів, де завжди є автомати для продажу кулінарних, кондитерських виробів і готових страв у індивідуальній

розфасовці, напоїв у банках, автоматичні НВЧ-шафи, в яких споживачі можуть самі розігріти придбані страви.

У США значна увага приділяється якісному та здоровому харчуванню. У їдальнях при вищих навчальних закладах меню розробляється на місяць та видається інформація для ознайомлення студентів. Разом з цим, студенти можуть придбати певну програму харчування на семестр навчання. При цьому особлива увага приділяється дієтичному харчуванню, для чого існує спеціальне меню. Особам з алергічними реакціями організму на певні продукти надається інформація щодо хімічного складу страв. Важливим фактором є заборона продавати їжу швидкого приготування та солодощі при навчальних закладах.

У скандинавських країнах в організації харчування студентів законодавчо заборонена орендна плата, є звільнення від НДС, а ціни близькі до собівартості раціону харчування, і компанія дуже суворо відповідає за якість їжі.

В Росії (м. Москва) влада приділяє особливу увагу якості харчування студентів, зокрема виключенню з раціону страв, що виготовляються з використанням генно-модифікованих продуктів. У меню студентських їдалень Москви з 2010 року включено дієтичні страви для студентів. Методичні рекомендації по організації такого харчування розроблено департаментом охорони здоров'я Москви. Їдальні вузів оснащені спеціальним устаткуванням (пароконвектомати і пароварки) для приготування дієтичних страв.

Отже, аналіз стану організації харчування студентів у ряді країн свідчить про значну увагу, що надається державою та адміністрацією відповідних установ щодо удосконалення організації харчування в вищих навчальних закладах.

На сьогодні в Україні відсутній єдиний законодавчо-нормативний документ, який регламентує організацію харчування у вищих навчальних закладах. Ця діяльність регламентується Законом України "Про освіту" та Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України

"Про затвердження методичних рекомендацій з організації роботи закладів ресторанного господарства при вищих навчальних закладах".

З метою виявлення дійсного стану організації обслуговування і харчування студентів у вищих навчальних закладах України (м. Київ, Донецьк, Одеса, Вінниця, Харків) проведено анкетне опитування і вивчена думка студентів щодо організації харчування студентів за результатами якого встановлено, що 90 % студентів користується послугами підприємств ресторанного господарства при вищих навчальних закладах. Разом з тим, майже 41 % студентів не снідають, 20 % – не обідають або обідають не завжди і 50 % – не вечеряють або вечеряють не завжди (рис. 1.9).

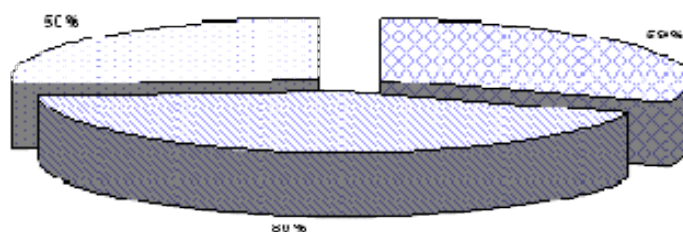


Рисунок 1.9 – Кратність харчування студентів: ■ – сніданок; ■ – обід; ■ – вечеря.

Також встановлено, що третина студентів харчуються лише двічі на добу, понад 30 % рідко вживають гарячі страви, 17% студентів включають до раціону супи.

Такий підхід пояснюється матеріальним становищем, частково це пов'язано зі свідомим обмеженням харчування по калорійності з метою регулювання маси тіла.

Згідно даним ВООЗ, основою піраміди здорового харчування є злакові, крупи, а також овочі, ягоди і фрукти, які потрібно споживати щоденно і у достатній кількості [79].

Як показали проведенні дослідження, такий важливий продукт харчування, як овочі, щоденно споживали лише 31,2% опитаних студентів, споживання свіжих фруктів – відповідно 22,8%, каш і гарнірів із круп –

відповідно 1,3%. По макро- і мікронутрієнтному складу добовий раціон споживання студентів не збалансований: недостатня кількість Ca і Mg, вітамінів А і С, надлишкова кількість Na і К, порушенні співвідношення кальцію і фосфору (1,0:1,5), кальцію і магнію (1:0,6), калію і натрію (20:1). Тільки 9,3% опитаних споживали добову норму харчових волокон (20 г/доб). Деякі студенти дотримуються нетрадиційних видів харчування, а саме, 7,8% – дотримуються принципу роздільного харчування, 2,3% – вегетаріанства, 3,3% – суворого релігійного посту.

Отже, аналіз кратності харчування студентів свідчить, що студенти не дотримуються одного із основних принципів раціонального харчування – кратності, який передбачає щоденне повноцінне харчування на сніданок, обід та вечерю. Доведено, що тривале порушення в кратності харчування може сприяти розвитку хронічних захворювань або їх загостренню, особливо це стосується органів травлення. Про це свідчать результати ряду наукових праць [79, 80, 98] та вивчення анкет згідно яких 37% опитаних студентів-респондентів вважають за необхідне організацію дієтичного харчування у вищих навчальних закладах.

"Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії", який і регламентує норми харчування для студентів вищих навчальних закладів, і визначає величини фізіологічно обґрунтованих сучасною наукою про харчування норм споживання незамінних харчових речовин і джерел енергії, адекватні рівні споживання мікронутрієнтів і біологічно активних речовин з встановленою фізіологічною дією.

"Норми" базуються на основних положеннях концепції оптимального харчування:

- енергетична цінність раціонів людини повинна відповідати енерготратам організму;
- величини споживання основних харчових речовин – білків, жирів і вуглеводів – повинні знаходитись у межах фізіологічно необхідних

співвідношень між ними (1:1:5,7). У раціоні передбачаються фізіологічно необхідна кількість тваринних білків (37г – для чоловіків і 30г – для жінок) – джерел незамінних амінокислот, фізіологічні пропорції ненасичених і поліненасичених жирних кислот (в харчових раціонах профілактичної направленості ПНЖК - омега-6 і омега-3 повинні відповідно складати 5–8% та 1–2% від добової енергетичної цінності), оптимальна кількість вітамінів;

– вміст мікроелементів і есенціальних мікроелементів повинно відповідати фізіологічним потребам людини;

– вміст мінорних і біологічно активних речовин у їжі повинно відповідати їх адекватним рівням споживання.

Добова фізіологічна потреба студента залежить від багатьох факторів, у тому числі від способу життя, фізичної активності, клімату, статі і віку. Студенти відносяться до I групи інтенсивності праці – працівники переважно розумової праці. Для нашої країни – з відносно прохолодним кліматом і відповідними особливостями у споживанні основних харчових речовин – загальна добова потреба у калоріях для студентів встановлена 2450 ккал для чоловіків і 2000 ккал для жінок. В інших країнах, що відрізняються кліматом і способом життя населення, ці нормативи відрізняються за винятком Російської Федерації (енергетична цінність відповідає українським). Так, Всесвітня організація охорони здоров'я для студентів, які мають не значні фізичні навантаження, встановила добову потребу у калоріях 2206 ккал та 1909 ккал відповідно для чоловіків і жінок, а японські рекомендаційні норми пропонують 2000 ккал та 1550 ккал для чоловіків і жінок, що менше на 9,3% і 18,8 порівняно з ФАО/ВООЗ.

Встановлені норми фізіологічних потреб у харчових речовинах для студентів України відрізняються від "Норм" встановлених ФАО/ВООЗ, а також російських і японських (табл.1.8).

Таблиця 1.8

Норми добової фізіологічної потреби у харчових речовинах і енергії для студентів віком 18–29 років

Харчові речовини	Фізіологічна норма													
	ФАО/ВООЗ*		УКРАЇНА**		Різниця ФАО ВООЗ/ Україна, %		ЯПОНІЯ****		Різниця ФАО/ВООЗ// Японія, %		РОСІЯ***		Різниця ФАО/ВООЗ// Росія, %	
	Чоло-віки	Жінки	Чоло-віки	Жінки	Чоло-віки	Жінки	Чоло-віки	Жінки	Чоло-віки	Жінки	Чоло-віки	Жінки	Чоловіки	Жінки
Білки, г	58	50	67	55	15,5	10,0	70	55	20,7	10,0	72	61	24,1	22,0
усього тваринні			37	30							36	30,5		
Білки, % від ккал	11	11	11	9	-	- 18,2	14	14,2	27,3	29,1	12	12	9,1	9,1
Жири, г	70	61	68	56	- 2,9	- 8,2	56	43	-20,0	- 29,5	81	67	15,7	9,8
Жири, % від ккал	30	30	25	21	- 5,0	- 9,0	30	30	- 5,0	- 5,0	30	30	-	-
Вуглеводи, г	336	290	392	320	16,7	10,3	305	238	- 9,2	- 17,9	358	289	6,6	-0,3
Мінеральні речовини														
Кальцій (Ca), мг	1000	1000	1200	1100	20	10	700	600	- 30,0	- 40,0	1000	1000	-	-
Магній (Mg), мг	260	220	400	350	53,8	59	260	210	-	-4,6	400	400	53,9	81,8
Цинк (Zn), мг	8,6	4,9	15	12	74,4	144,9	8,6	4,9	-	-	12	12	39,5	144,9
Йод (I), мкг	140,0	120,0	150	150	7,1	25	150	150	7,1	25	150	150	7,1	25
Селен (Se), мкг	34	26	70	50	105,9	92,3	60	45	76,5	73,1	70	55	105,9	111,5
Вітаміни														
Токоферол (E), мг	-	-	15	15	-	-	10	8	-	-	15	15	-	-
Ергокальциферол (D), мкг	5	5	2,5	2,5	-50	-50	-	-	-	-	10	10	100	100
Ретинол (A), мкг рет.екв.	600	500	1000	1000	66,7	100	600	540	-	8	1000	900	66,7	80
β-каротин, мг	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	-

Продовження табл. 1.8

Харчові речовини	Фізіологічна норма													
	ФАО/ВООЗ*		УКРАЇНА**		Різниця ФАО ВООЗ// Україна, %		ЯПОНІЯ****		Різниця ФАО/ВООЗ// Японія, %		РОСІЯ***		Різниця ФАО/ВООЗ// Росія, %	
	Чоло- віки	Жінки	Чоло- віки	Жінки	Чоло- віки	Жінки	Чоло- віки	Жінки	Чоло- віки	Жінки	Чоло- віки	Жінки	Чоло- віки	Жінки
Тіамін (В1), мг	1,2	1,1	1,6	1,3	33,3	18,2	0,9	0,7	-25	-36,4	1,5	1,5	25	36,4
Рибофлавін (В2), мг	1,3	1,1	2,0	1,6	53,8	45,5	1,0	0,8	-23,1	-27,3	1,8	1,8	38,5	63,6
Піридоксин (В6), мг	1,3	1,3	2,0	1,8	53,8	38,5	1,3	1,0	-	-23,1	2	2	53,9	53,9
Фолацин (В9), мкг	400	400	250	200	-37,5	-50,0	170	200	- 57,5	- 50,0	400	400	-	-
Цианокобаламін (В12), мкг	2,4	2,4	3	3	25	25	2,0	2,4	- 16,7	-	3	3	25	25
Аскорбінова кислота (С), мг	45	45	80	70	77,8	55,6	-	-	-	-	90	90	100	100
Біотин (Н), мкг	30	30	-	-	-	-	30	30	-	-	50	50	66,7	66,7
Енергетична цінність, ккал														
Енергетична цінність	2206	1909	2450	2000	11,1	4,8	2000	1550	-9,3	-18,8	2450	2000	11,1	4,8

Примітка: маса тіла, кг = 70 (чоловіки), маса тіла, кг = 60 (жінки)

Нормативні документи:

* Потребность в белках и аминокислотах в питании человека //Совместный отчет экспертного совета ФАО, ВОЗ, ООН, 2007 год.(Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation (WHO Technical Report Series 935), 2007);

**Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії (наказ від 18.11.1999 № 272);

***Норми фізіологічних потреб у енергії і харчових речовинах для різних груп населення Російської Федерації (від 18.12.2008 МР 2.3.1.2432-08);

**** Японські рекомендаційні норми харчування (Recommended Dietary Allowance Japan), 2003р.

Згідно рекомендацій ФАО/ВООЗ жири у добовому раціоні становлять 30% енергетичної цінності, білки – 10%, вуглеводи – 60%. В українських "Нормах" жири становлять 25% калорійності, білки – 11%, вуглеводи – 64%; в японських: жири – 25%, білки – 14%, вуглеводи – 61%. У фізіологічних нормах Росії жири відповідають рекомендаціям ФАО/ВООЗ, а кількість білків становить 12%, вуглеводів – 58% від добової енергетичної цінності раціону.

Українські, японські, російські норми добових фізіологічних потреб для студентів по мінеральним речовинам перевищують норми встановлені ФАО/ВООЗ по йоду в середньому на 16%, Se – на 99%; 55% і 109% відповідно. По кальцію українські норми фізіологічних потреб перевищують норми ФАО/ВООЗ на 15%, по магнію – на 56%, по цинку – на 110%.

Що стосується вітамінного складу, то по таким вітамінам як ергокальциферол та фолацин спостерігається недостатня їх кількість на 50% і 44% відповідно в українських нормах у порівнянні з ФАО/ВООЗ, а по ретинолу, тіаміну, рибофлавіну, піридоксину, цианокобаламіну, аскорбіновій кислоті навпаки в українських нормах їх кількість збільшена на 83, 26, 50, 46, 25, 67% відповідно.

У рекомендаційних нормах харчування Японії, у порівнянні з нормами ФАО/ВООЗ, кількість вітамінів у раціоні студентів зменшено: тіаміну – на 31%, рибофлавіну – на 25%, піридоксину – на 23%, ніацину – на 66,5%, фолацину – на 54%.

Резюмуючи вище викладене доцільно переглянути «Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії» враховуючи досягнення останніх років завдяки новітнім фундаментальним і прикладним дослідженням в області нутріціології, ввести нормовані показники адекватного надходження і норм фізіологічного споживання цілого ряду мікронутрієнтів і біологічно активних компонентів.

Доведено, що норми повинні базуватися на еволюційних закономірностях, які визначають особливості обміну речовин в організмі людей

певної популяції. Норми представляють усереднену величину необхідного надходження харчових і біологічно активних речовин, що забезпечують оптимальну реалізацію фізіолого-біохімічних процесів, закріплених у генотипі людини [173].

У харчовому раціоні осіб розумової праці повинно бути збалансованість енергетичної цінності та якісного складу (потреби в енергії та нутрієнтах). Необхідно щоб раціон харчування був збалансованим за вмістом основних харчових речовин. Білки тваринного походження складають не менше 55% від усіх білків харчового раціону, а серед білків тваринного походження білки молочних продуктів мають складати 50%. Білки надають тканині міцну структуру (колагени), сприяють обміну речовин (ензими), обумовлюють рухи м'язів (м'язово-білкова активність та міозин), сприяють зсіданню крові (фібрин), захищають від інфекцій (антитіла), переносять сигнали (гормони), слугують як транспортні речовини (червоний гемоглобін).

За рахунок реутилізації амінокислот, що утворюються внаслідок обміну білків, синтезується $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{4}$ власних білків організму. Відповідно, харчовий раціон повинен забезпечити надходження такої кількості амінокислот, щоб забезпечити синтез $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$ власних білків. Наукове обґрунтування цієї кількості білка відбувається за азотистим балансом. Якщо людина знаходиться на безбілковому харчовому раціоні, то втрата азоту з сечею, хімузом та потом становить 85 мг на 1 кг маси тіла. Коли азот перерахувати на білок ($85\text{мг} \cdot 6,25$), це становитиме 0,5 г білка на 1 кг маси тіла. Отже, для підтримання рівноваги між процесами синтезу та деструкції білків необхідно, щоб з харчовим раціоном надходило на 1 кг маси тіла 0,5 г білків. Але при цьому рівні білка у харчовому раціоні процеси синтезу та деструкції білків не завжди врівноважені. Коли кількість білка у харчовому раціоні недостатня, то спостерігається від'ємний азотистий баланс. Це свідчить про те, що витрата тканинних білків перевищує надходження незамінних амінокислот з білками харчового раціону. Тому на цю мінімальну потребу роблять поправки: 10% – на стрес (0,55 г), 40%

– на важку працю (0,77 г), 30% – на найгіршу засвоюваність (1 г). Таким чином, безпечний рівень споживання білків становить 1 г на 1 кг маси тіла.

Доведено взаємозв'язок між якісними характеристиками білка, який споживає людина, та станом інтелектуальних характеристик [20].

У якості джерела повноцінного білку найбільш переваги необхідно надавати таким продуктам: м'ясо і м'ясні продукти, птиця, гідробіонти, молоко і молочні продукти, бобові, яйце (білок), насіння масляних культур.

Для фізіології харчування найважливішими є тригліцериди (жири та масла), фосфоліпіди (наприклад, лецитин) та холестерин. Жирова квота раціону розподіляється таким чином, %: 25 – вершкове масло; 25 – рослинні олії; 25 – маргарин; 25 – жири, що входять у продукти харчування.

Нині 40–50% потреби в енергії покривається за рахунок жирів переважно тваринного походження, причина гіперліпідемій та надмірної маси тіла.

Особливе значення мають поліненасичені жирні кислоти, такі як лінолева, ліноленова та арахідонова, які входять до складу клітинних мембран та інших структурних елементів тканин і виконують в організмі ряд важливих функцій, зокрема забезпечують нормальний ріст і обмін речовин, еластичність судин та ін.

З поліненасичених жирних кислот, тих що часто зустрічаються в харчових продуктах, та яким притаманна висока біологічна активність є лінолева кислота та ліноленова.

Джерелом рослинних жирів є переважно олія (99,9% жиру), горіхи (53–65%), вівсяна (6,9%) та гречана (3,3%) крупи. Джерелами тваринних жирів – сало свиняче (90–92% жиру), вершкове масло (72–82%), жирна свинина (49%), ковбаси (20–40%), сметана (10–20%), сири (15–30%).

Полісахариди мають складати 80–85% загальної кількості вуглеводів, що споживаються; з метою профілактики гіповітамінозів та гіпомікроелементозів у харчовий раціон студентів треба включати продукти високої біологічної цінності (овочі, фрукти, соки) до 50% раціону за масою.

При складанні раціонів необхідно вибірково підходити до застосування легкозасвоюваних вуглеводів, зокрема цукру, замінюючи його на мед, який містить поряд із фруктозою, глюкозою, біологічно активні речовини і спектр мінеральних речовин.

Необхідно забезпечити організм харчовими волокнами (пектинвміщуючі продукти, клітковина), які, завдяки своїм сорбційним властивостям сприяють елімінації шкідливих речовин із організму. Цінність пектину та клітковини полягає ще в тому, що вони сприяють зменшенню клінічних проявів дисбактеріозів. Щоденний прийом баластних речовин їжі становить 15–20 г, причому половина – із борошна грубого помелу з висівками (целюлоза, геміцелюлоза), а решта – із фруктів та овочів (пектин) [19].

Для підтримки в оптимальному стані адаптаційного потенціалу потрібен ряд макро- і мікрокомпонентів їжі (білки, вітаміни, міnorні біологічно активні і інші сполуки), які обов'язково повинні надходити з раціоном харчування. При відсутності їх надходження з їжею адаптаційний потенціал стає низьким. Підвищити його можна за рахунок адекватного хімічного складу раціону харчування.

Розглядаючи адаптаційний потенціал в цілому, необхідно враховувати чотири його важливих компонента: систему антиоксидантного захисту, систему ферментів метаболізму ксенобіотиків, імунну систему, систему регуляції апоптоза [40, 97, 178].

Встановлено, що всі ці системи перебувають у прямій залежності від зовнішніх факторів, і в першу чергу від факторів харчування.

Повноцінне харчування визначається не тільки енергетичною цінністю їжі, збалансованістю раціону за білками, жирами та вуглеводами, але й забезпеченістю мікронутрієнтами. Тобто вітамінами та мікроелементами. Дефіцит навіть одного з них здатен запустити каскад порушень обміну речовин. Мікроелементи поряд з вітамінами беруть участь у метаболічних процесах шляхом активації ферментів, гормонів, вітамінів та ряду білків. Встановлено,

що більшість ферментів для прояву своєї активності потребують наявності мікроелементів, в іншому разі вони взагалі неактивні [137].

Мінеральні речовини в більшості випадків складають 0,7–1,5% (в середньому 1%) істотної частини харчових продуктів. Виключенням є ті продукти, в які додається кухонна сіль (частіше всього 1,5–3%).

Вони виконують пластичну функцію в процесах життєдіяльності людини, приймають участь в обміні речовин практично будь-якої тканини людини, але особливо велика їх роль в побудові кісткової тканини, де переважають такі нутрієнти, як кальцій, магній і фосфор.

Майже 4/5 усієї потреби в кальції задовольняється молочними продуктами, найбільш багаті кальцієм різні види сирів. Крім того, молоко сприяє підвищенню всмоктуванню кальцію, який міститься у злакових, овочах та фруктах. Багаті кальцієм і рибні продукти, лісні горіхи, морська і цвітна капуста. Засвоєнню кальцію перешкоджає споживання продуктів з високим вмістом щавелевої кислоти (шпинат, смородина, ревінь). Потреба в кальції для студентів складає 1100 – 1200 мг/добу, фосфорі – 1200 мг/доб.

Основним вітаміном, що регулює обмін кальцію у організмі і активно впливає на структурно-функціональний стан кісткової тканини, є вітамін D (кальциферол). За даними багаточисельних епідеміологічних і клінічних досліджень, у даний час дефіцит вітаміну D широко розповсюджено серед молоді.

Частково задовольнити потребу організму у цьому вітаміні можна за рахунок продуктів тваринного походження (табл. 1.9).

Загально відомо, що фосфор відноситься до основних мікроелементів, що мають значний вплив на метаболізм кісткової тканини. Відносно багато фосфору міститься в квасолі, ікрі риб, твердих сирах, вівсяній, перловій та ячневій крупах. Основну кількість фосфору людина вживає з молоком та хлібом.

Забезпечення харчового раціону студентів основними нутрієнтами харчування цільового призначення та їхні функції

Харчові речовини	Норми добової фізіологічної потреби у харчових речовинах і енергії*		Діяльність мозку, пам'ять (розумовий розвиток)	Зоровий апарат	Кістково-м'язова тканина, ріст та формування організму	Органи травлення	Кровотворення	Імунна система	Нервова система	Біологічна дія на організм	Джерела надходження
	Чоловіки	Жінки									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Білки, г	67	55	+		+	+	+	+		<ul style="list-style-type: none"> • Забезпечують розумову діяльність; • надають тканині міцну структуру; • сприяють зсіданню крові; • обміну речовин; • обумовлюють рухи м'язів; • підвищують стійкість організму до інфекцій 	М'ясо і м'ясні продукти, птиця, риба, кисломолочний сир знежирений, яйце, бобові, горіхи, насіння масляних культур
Жири, г	68	56			+	+	+	+		<ul style="list-style-type: none"> • Депо енергії; • Забезпечують; нормальний ріст; • сприяють еластичності клітинних мембран; 	Олія, горіхи, вівсяна та гречана крупи, шпинат свіжий, сало свиняче, вершкове масло

Продовження табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вуглеводи, г	392	320	+		+				+	<ul style="list-style-type: none"> Джерело енергії; Забезпечення життєдіяльності усіх клітин і органів (мозок, серце, м'язи) 	Цукор, мед, крупи, макарони, фініки, родзинки, хліб, бобові, вівсяна крупа, шоколад, чорнослив, урюк, картопля, зелений горошок, буряк, виноград, інжир, хурма, гранат, кориця, ламінарія
Харчові волокна, г (целюлоза, геміцелюлоза, пектин, лігнін)	25	25				+			+	<ul style="list-style-type: none"> Баластні речовини; природні сорбенти 	Бобові, крупи, пшеничні висівки, коренеплоди, овочі, плоди, пектин, шрот розторопші плямистої чорнослив, курага, НІ-MAIZE-1043, ламінарія, кориця
Мінеральні речовини											
Натрій (Na), мг	1300**	1300**			+		+		+	<ul style="list-style-type: none"> Осморегуляція 	Кухонна сіль, сири, бринза, капуста квашена, оливки, хлібобулочні вироби, солоне вершкове масло, м'ясо тварин і птиці, риба свіжа, яйця, шоколад, буряк, шпинат, салат
Калій (K), мг	55***	55***					+			<ul style="list-style-type: none"> Мембранний потенціал 	Сухофрукти, квасоля, морська капуста, горох, картопля, гідробіонти, крупа вівсяна, томати, буряк, редис, цибуля зелена, смородина, виноград, абрикоси, персики, шпинат свіжий, цільні злаки, молоко, насіння кунжуту

Продовження табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кальцій (Ca), мг	1200	1100			+				+	<ul style="list-style-type: none"> • Побудова кісток; • згортання крові; • передавання сигналів; • регулювання нервової системи 	Насіння кунжуту, мигдаль, молоко, молочні продукти, соєвий сир, квасоля, морські водорості, шрот розторопші плямистої, курага, кориця
Фосфор (P), мг	1200	1200	+		+					<ul style="list-style-type: none"> • Побудова мінеральної основи кісткової тканини і зубів; • розумова діяльність 	Молоко та молочні продукти, хліб, квасоля, крупи, м'ясо, риба, шрот розторопші плямистої, насіння кунжуту
Магній (Mg), мг	400	350			+		+		+	<ul style="list-style-type: none"> • Побудова кісток; • активізація ензимів 	Усі цільні зернові, гречана, вівсяна та пшенична крупи, хліб з борошна грубого помелу, пшеничні висівки, горіхи, морська капуста, риба, еламін, сухофрукти, шоколад, боби, корінь імбиря, насіння кунжуту
Залізо (Fe), мг	15	17					+	+		<ul style="list-style-type: none"> • Підтримання кислотно-лужного балансу; • транспортування кисню; • утворення еритроцитів 	Печінка, м'ясо, чорний харчовий альбумін, всі цільні зернові, крупа гречана, вівсяна, пшюно, бобові, гематоген, шоколад, білі гриби, чорниця, броколі, висівки, насіння кунжуту, соняшника, яйця, яблука, груші, хурма, айва, інжир, кизил, шпинат, горіхи

Продовження табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Цинк (Zn), мг	15	12	+		+	+		+	+	<ul style="list-style-type: none"> • Стимулювання процесів регенерації у тканинах; • ріст і статевий розвиток організму; • регуляції імунологічної реактивності 	Зернові (цільне зерно, вівсянка, кукурудза), висівки, квасоля, горох, гідробіонти, яловичина, печінка
Селен (Se), мкг	70	50						+		<ul style="list-style-type: none"> • Біоантиоксидант; • підтримує імунітет 	Риба, м'ясо, м'ясопродукти, яйця збагачені селеном, горіхи, цільні злаки (рис неочищений, ячмінь), селенозбагачені дріжджі «Біоселен»
Йод (J), мкг	150	150	+							<ul style="list-style-type: none"> • Гормон щитовидної; • синтез тироксину 	Гідробіонти (ламінарія, молоски), гречана крупа, пшоно, чорноплідна горобина
Марганець (Mn), мг	2**	2**			+					<ul style="list-style-type: none"> • Синтез основних компонентів хрящової та кісткової тканин 	М'ясо, пшениця, яйця, борошно пшеничне, шпинат свіжий, салат, горох, квасоля, ячмінь, малина, шоколад, желатин, журавлина, перець, чай
Вітаміни											
Тіамін (вітамін B ₁), мг	1,6	1,3				+			+	<ul style="list-style-type: none"> • Розщеплення вуглеводів; • обмін речовин у клітині 	Продукти з цільних і збагачених злаків, бобові, м'ясо
Рибофлавін (вітамін B ₂), мкг	2,0	1,6		+	+	+				<ul style="list-style-type: none"> • Транспортування водню; • окисно-відновлювані реакції; • підтримує антимікробний захист шкіри 	Печінка, нирки, дріжджі, яйця, мигдаль, зернові культури, бобові, хліб, сир, яечний білок, чорноплідна горобина, зелений чай

Продовження табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нікотинова кислота (вітамін В ₃), мг	22	16				+				<ul style="list-style-type: none"> • Транспортування водню (обмін речовин у клітині) 	Гриби, висівки, риба, курятина, м'ясо яловичини, арахіс
Пантотенова кислота (вітамін В ₅), мг	5***	5***				+				<ul style="list-style-type: none"> • Обмін речовин, жирних та ін. кислот 	Горох, дріжджі, фундук, листові зелені овочі, гречана і вівсяна крупи, насіння кунжуту, цвітна капуста, нирки, серце, курчата, яечний жовток, молоко
Піридоксин (вітамін В ₆), мг	2	1,8			+		+	+		<ul style="list-style-type: none"> • Амінокислотний клітинний обмін; • сприяє кровотворенню 	М'ясо, риба, птиця, шпинат, броколі, банани, насіння соняшника, соєві боби, чечевиця
Фолацин (вітамін В ₉), мкг	250	200					+			<ul style="list-style-type: none"> • Сприяє кровотворенню 	Листова капуста, шпинат, апельсиновий сік
Цианокобаламін (вітамін В ₁₂), мкг	3	3				+	+	+		<ul style="list-style-type: none"> • Побудова амінокислот; • утворення червоних кров'яних тілець 	Морська капуста, соя і соєві продукти (місо, темпех), хміль, печінка, нирки, домашня птиця, риба
Нітрілозіл (вітамін В ₁₇)	-	-				+		+		<ul style="list-style-type: none"> • Поліпшує процеси обміну; • запобігає розвитку пухлин 	Злаки (жито, пшениця), фрукти, насіння яблук, груш, винограду, мигдаль
Токоферол (вітамін Е), мг	15	15	+					+	+	<ul style="list-style-type: none"> • Захист від атрофії м'язів; • антиоксидант; • поліпшує кровотворення 	Олія, гречана крупа, горох, квасоля, яйця, листові капуста, шпинат, водяний кресс, борошно грубого помелу, зародки пшениці, обліпіха, мигдаль, насіння кунжуту

Продовження табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ергокальци ферол (вітамін D), мкг	2,5	2,5			+					<ul style="list-style-type: none"> • Сприяння ресорбції кальцію; • участь у побудові кісток; • регулює фосфорно-кальцієвий обмін 	Риб'ячий жир, печінка палтуса, тунця, тріски, жирні сорти риби, яєчний жовток, сир, вершки, вершкове масло (лігнє)
Ретинол (вітамін А), мкг	1000	1000		+	+	+		+		<ul style="list-style-type: none"> • Складова частина зорового пігменту; • захист шкіри та слизової оболонки; • антиоксидант 	Печінка, риб'ячий жир, сир, вершкове масло, яєчні жовтки, вершки, жовті і зелені овочі, бобові, персики, обліпиха, фенхель, хміль, овес
β-каротин, мг	5**	5**						+		<ul style="list-style-type: none"> • Стимулює імунітет організму; • участь у процесах росту і репродукції; • антиоксидант 	Овочі червоного та жовтого кольору (морква, гарбуз, стебло селери, шпинат, бобові, норі, курага, горобина чорноплідна)
Аскорбіно- ва кислота (вітамін С), мг	80	70			+		+	+		<ul style="list-style-type: none"> • підтримує імунну систему; • антиоксидант; • утилізує кальцій; • сприяє кровотворенню, окислювально-відновлювальним реакціям; • засвоєнню заліза 	Листова капуста, шпинат, водяний кресс, броколі, ламінарія, фрукти (полуниця, апельсини, нектарин), перець, помідори, ківі

Примітка: *Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії (наказ від 18.11.1999 № 272);
 ** Норми фізіологічних потреб у енергії і харчових речовинах для різних груп населення Російської Федерації (від 18.12.2008 МР 2.3.1.2432-08); *** Потребность в белках и аминокислотах в питании человека (Совместный отчет экспертного совета ФАО, ВОЗ, ООН), 2007 год

Великий рівень потреби вживання вуглеводів, що досить характерно для сьогодення, потребує підвищеного надходження магнію з їжею. Крім вітаміну В₁ магній є синергістом фолієвої кислоти (В₉) виступаючи в якості ко-фактора багатьох реакцій, що відбуваються при участі фолієвої кислоти. У зв'язку з цим надходження згаданих мікронутрієнтів повинно бути взаємопов'язаним.

Потреба в магнії для студентів складає 350–400мг/доб. Майже половина цієї потреби задовольняється хлібом та круп'яними виробами, а також сухофруктами і горіхами.

Неодмінною умовою ефективності біологічної дії раціонів для студентів є збагачення їх йодовмісними продуктами (гідробіонти, гречана крупа, пшоно, чорноплідна горобина). Йод, потрапивши до організму, активно включається до синтезу тироксину і, таким чином, забезпечує нормалізацію функції щитовидної залози.

Йод – необхідний елемент для нормального росту і розвитку молоді. Дослідження, проведені ВООЗ за останні роки у різних країнах світу, показали, що рівень розумового розвитку (коефіцієнт інтелекту IQ) пов'язаний з йодом. Дефіцит його веде до незворотних порушень мозку у плода та новонародженого, що призводить до розумової відсталості (зниження пам'яті, інтелектуальної в'ялості та ін.), втрати працездатності, затримки фізичного і психомоторного розвитку.

Для групової профілактики рекомендують у раціон харчування студентів включати гідробіонти та харчові продукти, збагачені йодом (хліб, сирки, воду, олію, тощо); як засоби індивідуальної профілактики – таблетовані йодомісткі комплекси.

Вченими різних країн доведено, що найкращим методом профілактики йоддефіцитних захворювань є споживання бурих морських водоростей (ламінарії, цистозіри, фукусів) у вигляді салатів, гарнірів, кулінарних виробів та дієтичних добавок з них. Вони багаті на білки, полісахариди, вітаміни, макро- та мікроелементи [88, 2].

Йод в організмі не функціонує без селену – йод і селен метаболічно тісно пов'язані між собою.

Селен – входить до складу ряду ферментів (напр. глутатіонпероксидаз), що захищають клітину від шкідливого впливу окислення та реакційно активних хімічних речовин. Селен має властивості уповільнювати виникнення ракових пухлин. Міститься в таких продуктах харчування, як м'ясо, особливо багато його міститься в нирках та печінці, листових зелених овочах, цільних злаках.

Важливу роль у процесах розумового розвитку і регуляції імунологічної реактивності організму відіграють іони цинку. Останнім притаманний імуномодулюючий ефект, вони стимулюють процеси регенерації у тканинах. Це пов'язано з тим, що іони цинку входять до складу металоферментів, які беруть участь у передачі інформації з ДНК до РНК. Цей нутрієнт також є складовою частиною основного ферменту, який регулює рівень вільно-радикального окиснення у тканинах. Цинк, як ко-фермент бере участь в широкому спектрі реакцій (більше 70) біосинтезу білка і метаболізму нуклеїнових кислот, що забезпечують в першу чергу, ріст і статевий розвиток організму. При цьому цинк поряд з марганцем є специфічними мікроелементами, що впливають на стан статевої функції, а саме на активність деяких статевих гормонів, сперматогенез, розвиток чоловічих статевих залоз та вторинних статевих ознак. Цинк разом з сіркою приймає участь в процесах росту і відновленні шкіри та волосся. Поряд з марганцем і міддю, цинк в значній мірі забезпечує сприйняття смакових відчуттів.

Крім того, цинк (разом з вітаміном С) необхідний для активації фолієвої кислоти, яка із зв'язаної форми переходить в активну форму (фолацин). Поряд з вітамінами групи В цинк є важливим регулятором функцій нервової системи. В умовах дефіциту цинку можуть виникати емоційні розлади, емоційна лабільність, подразливість, а в досить складних випадках – порушення функції мозжечку. Цинк також приймає участь в процесах дозрівання лімфоцитів та реакціях клітинного імунітету.

Усе це обумовлює необхідність включення до раціонів харчування студентів страв, основними продуктами яких є яловичина, печінка яловича і свиняча, риба, яйця, квасоля, горох, цільне зерно, висівки, різні крупи, горіхи, насіння.

Імунодефіцит у студентства можна певною мірою корегувати за рахунок страв, які багаті на вітаміни: піридоксин (В₆) для нормалізації специфічних клітинних і гуморальних реакцій, найбільший імуностимулюючий ефект притаманний продуктам, які містять у складі вітаміни Е і А. Токоферол разом із флавоноїдами і аскорбінової кислотою входить до складу антиоксидантної системи організму. У зв'язку з цим, необхідно вводити до раціону продукти, багаті на вітамін Е – олію, гречану крупу, горох, квасолю, яйця, зелені листові овочі, борошно грубого помелу, висівки, горіхи, абрикоси. Вітамін С, яким необхідно збагачувати раціони студентів (до 80 мг/доб), потрібний не тільки для відновлення імунної системи, але і для нормалізації вільнорадикального окиснення структури судинної стінки, стимуляції білково-синтетичних процесів. Вітамін А і його провітаміни (β-каротин і каротиноїди) стимулюють імунітет організму, активність лімфоцитів, що ушкоджують пухлинні клітини. Це зумовлює необхідність введення до раціонів продуктів, багатих на цей вітамін, – печінки, масла вершкового, яєць, сметани, вершків, сиру. Каротин і каротиноїди в достатній кількості містяться в овочах червоного та жовтого кольору, бобових, фруктах.

Життєво важливий внутріклітинний нутрієнт – калій, який регулює кислотно-лужну рівновагу крові і бере участь в передачі нервових імпульсів, активує роботу ряду ферментів. Вважають, що калію притаманна захисна функція відносно небажаної дії надлишку натрію і це сприяє нормалізації кров'яного тиску. Згідно цього в деяких країнах запропоновано випускати кухонну сіль з добавкою хлористого калію.

Щоденна потреба в калії для студентів – 2500 міліграмів. Вона задовольняється звичайним раціоном, переважно за рахунок картоплі, якої в нашій країні вживається відносно багато, квасолі, морської капусти, гороху.

Життєво важливий нутрієнт, що приймає участь в утворенні гемоглобіну, еритроцитів, деяких ферментів, підтриманню кислотно-лужного балансу є залізо.

Вміст заліза в харчових продуктах коливається в значних межах і може задовольнятися за рахунок включення у харчовий раціон студентів м'яса, субпродуктів (печінка, нирки, язик), крупи гречаної, квасолі, гороху, шоколаду, гематогену, білих грибів, чорниці, дієтичної добавки чорний харчовий альбумін.

Потреба людини віком 18–29 років в залізі – 15–17мг/доб. Ця кількість повністю задовольняється звичайним раціоном. При цьому слід пам'ятати, що зернові продукти, багаті на фосфати та фітін і у зв'язку з цим утворюють з залізом важкорозчинні солі та знижують його засвоєння організмом. Так, з м'ясних продуктів засвоюється біля 30% заліза, а з зернових – усього 10%. Чай також знижує засвоєння заліза за рахунок зв'язування його з дубильними речовинами в важко розщеплюємий комплекс [74].

У студентів збільшена потреба у вітамінах (тіамін – 1,5 мг; рибофлавін – 1,8 мг, ніацин – 1,9 мг, аскорбінова кислота – 75 мг).

Тіамін бере участь у білковому, жировому та водному обміні. Він сприятливо впливає на передачу нервових імпульсів, діючи на холінестеразу, яка гідролізує ацетилхолін.

Основна його кількість, необхідна для організму, повинна надходити з харчовими продуктами. Більша кількість його міститься у зародку та оболонці зерен круп'яних злаків (вівса, гречки та ін.), а також у борошні грубого помелу, багатому на висівки. Багатими на цей вітамін є бобові, горіхи, дріжджі (пекарські та пивні), субпродукти (нирки, печінка, серце), свиняче та куряче м'ясо, яєчні жовтки. У процесі кулінарної обробки продуктів харчування втрачається 20–40% тіаміну.

Із дикорослих їстівних рослин його досить багато міститься в ожині, малині, цикорії, чорниці, шипшині, щавлі.

Рибофлавін (вітамін В₂) бере участь в окисно-відновних реакціях, входить до складу понад 10 різних ферментів. Бере участь у вуглеводному, білковому та жировому обмінах, у забезпеченні світлового та кольорового зору.

Більше всього рибофлавіну міститься в молочних продуктах, м'ясі та хлібі (в м'ясі, рибі – 0,2 мг %, в яйцях – 0,4 мг %, молоці – 0,15 мг %, сирі – 0,4 мг %, із рослинних продуктів – у бобових – 0,15 мг %. Більшість овочів та фруктів містять його в межах 0,01–0,06 мг %. Досить рибофлавіну також у дикорослих їстівних рослинах – обліписі, цикорії, шипшині, кульбабі.

Сама по собі фолієва кислота вітамінної активності не має, але набуває її в організмі людини після перетворення у фолінову кислоту. Вона є досить чутлива до теплової кулінарної обробки, при якій можливі втрати від 50% до 90%. Основним джерелом вітаміну В₉ у харчуванні людини є хліб (у 100г хліба, в залежності від гатунку, міститься від 20 до 30 мкг його). Значна кількість вітаміну В₉ міститься також в овочах та грибах. Так, зелень петрушки містить 110 мкг %, салат – 48 мкг %, цибуля – 32 мкг %, рання капуста та зелений горошок – 20 мкг %. У свіжих грибах міститься 40 мкг % цього вітаміну. У м'ясі та рибі його відносно незначна кількість – 4–9 мкг %, у молоці також – 5 мкг %. Досить високий вміст вітаміну В₉ у свинячій та яловичій печінці (230–240 мкг %) і особливо у пресованих хлібопекарських дріжджах – до 550 мкг %.

Добова потреба у вітаміні В₉ дорослої людини – 0,2 мг.

За наявності адекватної кількості вітаміну С значно збільшується стійкість вітамінів В₁, В₂, А, Е, фолієвої і пантотенової кислот, деяких гормонів і, зокрема, адреналіну. Досить цінним є те, що вітамін С і біофлаваноїди запобігають окисленню холестерину ліпопротеїдів низької щільності.

Основне джерело вітаміну С – рослинні продукти (листові зелені овочі: листові капуста, шпинат, водяний кресс), ламінарія, перець, помідори, фрукти та ягоди: цитрусові, ківі, полуниця, смородина.

Вітамін В₁₂ є стійким до кулінарної обробки продуктів. Єдине джерело вітаміну – це тваринні продукти. Тому у раціон харчування студентів необхідно включати печінку, нирки, м'ясо, молоко. Добова потреба у вітаміні В₁₂ – 3 мкг.

Крім того, у зв'язку зі специфічними умовами праці (постійна напруга зорового аналізатора) особливої уваги потребує забезпечення організму достатньою кількістю ретинолу (1000 мкг), рибофлавіну (1,6–2 мг), лютеїну (5мг).

Ретинолу належить важлива роль у окисно-відновних реакціях. Він забезпечує утворення глікогену в печінці та м'язах, сприяє підвищенню вмісту холестерину в крові, бере участь у синтезі стероїдних, статевих гормонів та ін. Ретинол входить до складу зорового пігменту паличок сітківки ока – родопсину та зорового пігменту колбочок – родопсину. При нестачі вітаміну розвивається так звана «куряча сліпота» (послаблення присмеркового зору) та запалення вік.

Ретинол міститься у продуктах тваринного походження. У зв'язку з цим у раціон харчування студентів доцільно включати риб'ячий жир, яловичу печінку, вершкове масло, яйця, молоко.

Лютеїн – це пігмент, що відноситься до групи кисневовміщуючих каротиноїдів, ксантофіллам і виконує велику роль в фізіології зору, а саме збільшує гостроту зору за рахунок зменшення хроматичних аберацій та зменшує потік найбільш агресивної частини видимого спектра – синьо-фіолетового, яка відповідає діапазону поглинання лютеїну [220].

Забезпечити раціон харчування лютеїном можна за рахунок сировини рослинного походження: капуста Кале (15625 мкг/100 г), шпинат (11607 мкг/100 г), гарбуз (8173 мкг/100 г), горошок (1292 мкг/100 г), боби (616 мкг/100 г).

Рекомендуємий рівень споживання лютеїну в Росії 5 мг на добу. Верхній допустимий рівень споживання 10 мг на добу. Для профілактики захворювань очей (наприклад, дистрофії сітківки) необхідно приймати як мінімум 2 мг лютеїну.

Токоферолам, крім вітамінних властивостей, також притаманна антиоксидантна. Вони стійкі до температур, кислот та лугів, під впливом ультрафіолетових променів руйнуються.

Токоферолі містяться переважно в рослинних продуктах. Більше всього їх в оліях: соєвій – 114 мг %, бавовняній – 99 мг %, соняшниковій – 67 мг %. Із них альфа-токоферолу найбільше міститься у соняшниковій олії – 64 мг %, потім в бавовняній – 50 мг %, а в соєвій – лише 10 мг %. Практично усі основні продукти містять в певних кількостях токоферолі: хліб в залежності від гатунку – 2–4 мг %, крупи – 2,9 мг %. У більшості овочів та фруктів міститься від 0,1 до 0,6 мг %. У коров'ячому молоці міститься до 0,1 мг % токоферолів, із них альфа-токоферолу – до 0,04 мг %.

Добова потреба у токоферолах для студентів близько 15 мг і збільшується при надмірному вживанні поліненасичених жирних кислот, інтенсивній фізичній праці. Для засвоєння токоферолів необхідне вживання достатньої кількості жирів. Досягти цього можливо при забезпеченні раціону харчування для студентів олією в будь-яких кулінарних виробках за виключенням лише тих, що вимагають тривалої термічної обробки. Оптимальним є поєднання овочів з оліями, що не зазнавали термічної обробки.

Отже, при оздоровчому харчуванні студентів рекомендуються наступні продукти харчування:

- молочні продукти – зняте (знежирене) або 0,5% молоко, сири (20%-ої жирності), знежирений кисломолочний сир, йогурт натуральний;
- риба – всі види риби, особливо морська;
- нерибні продукти моря – морський гребінець, устриці, креветки.
- м'ясо – індичка, курка, телятина, перната дичина, кролятина;
- субпродукти – печінка, нирки, язик;
- овочі і фрукти – свіжі, заморожені, консервовані фрукти без цукру;
- зернові – цільне зерно, проросле зерно, висівки пшениці, зародки пшениці, кукурудза;

- крупи – гречана, перлова, ячнева, рис особливо бурий, вівсяні пластівці;
- макаронні вироби з твердих сортів пшениці;
- бобові – горох, квасоля, чечевиця;
- яйця;
- цукати;
- горіхи – волоські, мигдаль;
- олія – соняшникова, кукурудзяна, оливкова, лляна, кунжутна, рапсова;
- приправи – перець, гірчиця, спеції;
- мед.

З метою зміцнення стінок судин слід широко впроваджувати у раціони харчування студентів продукти, що містять вітаміни Р, РР (дріжджі, бобові, гречана крупа, м'ясо, субпродукти, риба, арахіс, гриби, рисові та пшеничні висівки, кава), В₂ (чорноплідна горобина, чорна смородина, чай, особливо зелений, цитрусові, перець солодкий, буряк, морква, помідори, яблука, вишні, капуста цвітна і білокачанна та ін.).

У харчовому раціоні студентів вищих навчальних закладів слід пропонувати страви з використанням дієтичних добавок та застосуванням новітніх технологій, що сприяють: посиленню захисних функцій організму; надання стравам більш корисних та оздоровчих властивостей, за рахунок збереження вітамінів та мінералів, отримання оптимальних якісних і смакових результатів продукту, мінімальних втрат ваги продукту за рахунок приготування страв у печах CONVOTHERM.

1.3.10. Рекомендації щодо харчування людей розумової праці

Процес корекції раціону людей розумової праці здійснено за допомогою використання системного підходу (рис.1.10) [8].

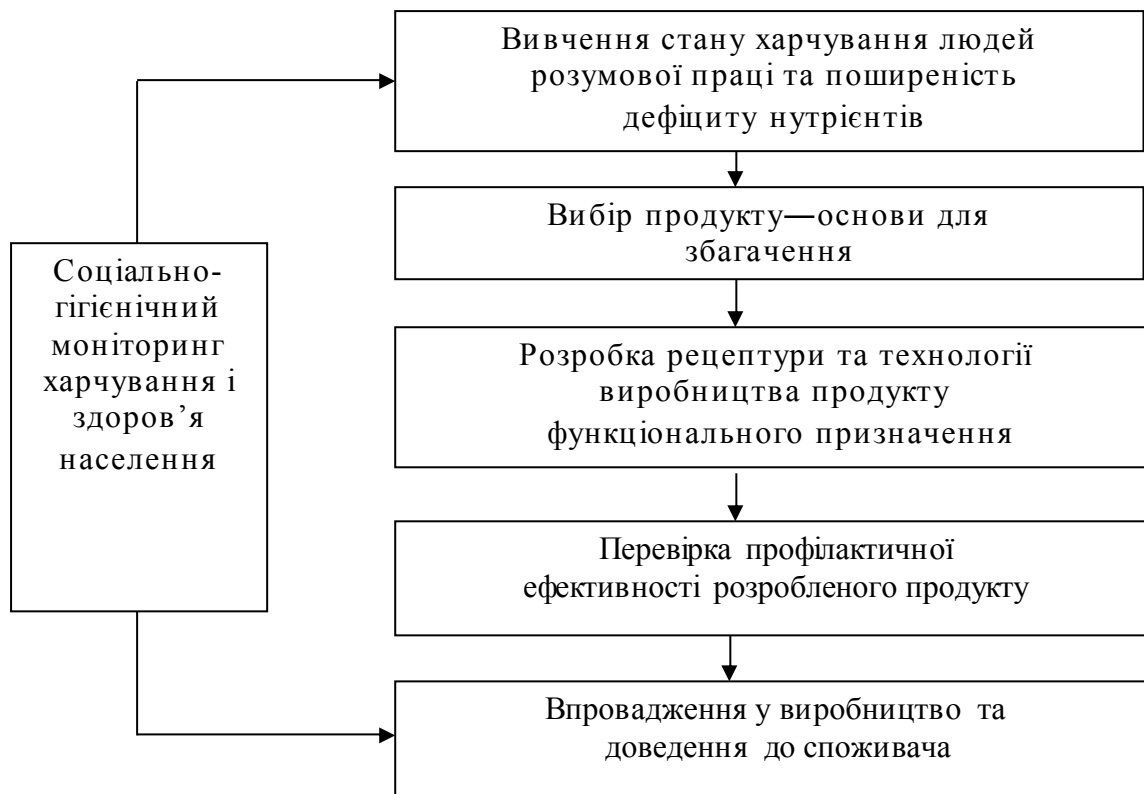


Рисунок 1.10 – Модель корекції раціону людей розумової праці

Раціон сучасної людини, яка зайнята розумовою працею, характеризується дефіцитом вітамінів групи В, антиоксидантів, макроелементів, мікроелементів, недостатнім споживанням широкого спектру вітаміноподібних речовин природного походження.

Розробляючи харчові композиції функціонального призначення необхідно враховувати взаємодію окремих нутрієнтів між собою. Для раціональності застосування багатокomпонентних страв значення мають явища синергізму та антагонізму. Такі взаємодії в більшості випадків мають значення для раціону тих осіб, у яких споживання вітамінів, мінералів і мікроелементів знаходиться на рівні або нижче рівня RDA (рекомендована добова доза мікронутрієнтів). Складна взаємодія виникає між близькими один до одного за хімічними властивостями елементами, які, як передбачається, можуть мати

спільні механізми засвоєння і конкурувати за ліганди, що є сполучною ланкою при всмоктуванні та транспорті в кров. Ця група елементів включає хром, кобальт, мідь, залізо, марганець і цинк, а також токсичні метали кадмій і свинець. Передбачається, що нестача одного або декількох елементів з цієї групи може привести до антагоністичної конкуренції при засвоєнні, викликаючи дефіцит одного або більш важливих мікроелементів, яке, в свою чергу, призводить до схильності до токсичних ефектів при прийомі кадмію та свинцю. Так, зокрема вітамін В₂ (рибофлавін) утворює з'єднання з цинком, збільшуючи тим самим його ефективність. Фолієва кислота (В₉) утворює іншу сполуку з оксидом цинку, яке не розчиняється навіть при наявності більш високого рН в дванадцятипалій кишці, зменшуючи рівень засвоєння В₉. Вітамін С (аскорбінова кислота) здатний розкладати селеніт до атомарного селену, який за відсутності інших нутрієнтів є біологічно інертним. Кальцій інгібує вплив на поглинання заліза при їх спільному вживанні. Крім того, кальцій пригнічує засвоєння цинку. Рибофлавін (вітамін В₂) необхідний для засвоєння заліза; дефіцит рибофлавіну в раціоні харчування ускладнює цей процес. Вітамін D регулює поглинання кальцію, що, можливо, є результатом впливу вітаміну на транспорт ування кальцію з просвіту кишечника. Вітамін Е при одночасному вживанні з вітаміном А у великих кількостях (500 мг Е і 60 мг А) може підвищувати засвоєння А. Вітамін В₁₂ є необхідним компонентом ферментної системи, яка бере участь у перетворенні фолатів в їх метаболічно активні форми. При дефіциті вітаміну В₁₂ пригнічується істотний етап послідовності біохімічних процесів [216].

Існують дані, що вітаміни А, В₁₂, фолати та мікроелементи цинк, селен, залізо і мідь є синергістами йоду, тобто необхідні для здійснення біологічних ефектів йоду. Метаболізм йоду може залежати від достатніх кількостей кальцію, магнію, а також вітаміну В₂ і вітаміну РР (нікотинамід) [35].

Вищевикладені дані узагальнено та систематизовано у табл. 1.10 [216].

Взаємодія вітамінів та мінеральних речовин

	H	B ₁	B ₂	B ₅	B ₆	B ₉	B ₁₂	C	A	D	E	K	Ca	Cr	Cu	Fe	I	Mg	Mo	P	Se	Zn	
H				?																			
B ₁				X																			
B ₂				X												X							X
B ₅	?	X	X				X	X															
B ₆						X	X																O
B ₉					X	X																	
B ₁₂				X	X	X		O								O							
C				X			O				?					X						O	
A										?	X	O				X							
D									?			X	X				X			X			
E								?	X			O											
K									O	X	O		X				X						
Ca										X		X				O							O
Cr																O							
Cu				O				O								O			O				O
Fe			X				O	X	X				O	O									O
I																						X	
Mg										X		X								O			
Mo																							
P										X								O					
Se								O									X						
Zn			X			O							O			O							

X – позитивна та потенційно корисна взаємодія

O – негативна та потенційно шкідлива взаємодія

? – суперечливі дані з невідомими наслідками при споживанні нутрієнтів

Враховуючи фізіологічні потреби та особливості режиму життя і харчування людей розумової праці розроблено схему взаємодії нутрієнтів, які необхідні для їх нормальної життєдіяльності та покращення фізіологічного стану. На підставі сучасних досягнень нутріціології, біохімії, гігієни здійснено спробу сформулювати формулу продукції функціонального призначення для людей розумової праці, яка містить зміни формули білкового, ліпідного, вуглеводного, вітамінного, мінерального складу врівноважені за вмістом незамінних амінокислот з перевагою сірковмісних, як носіїв SH-груп, ненасичених жирних кислот, збільшення вмісту мінеральних речовин, особливо йоду та селену, вітамінів антиоксидантної групи та групи B, харчових волокон [55].

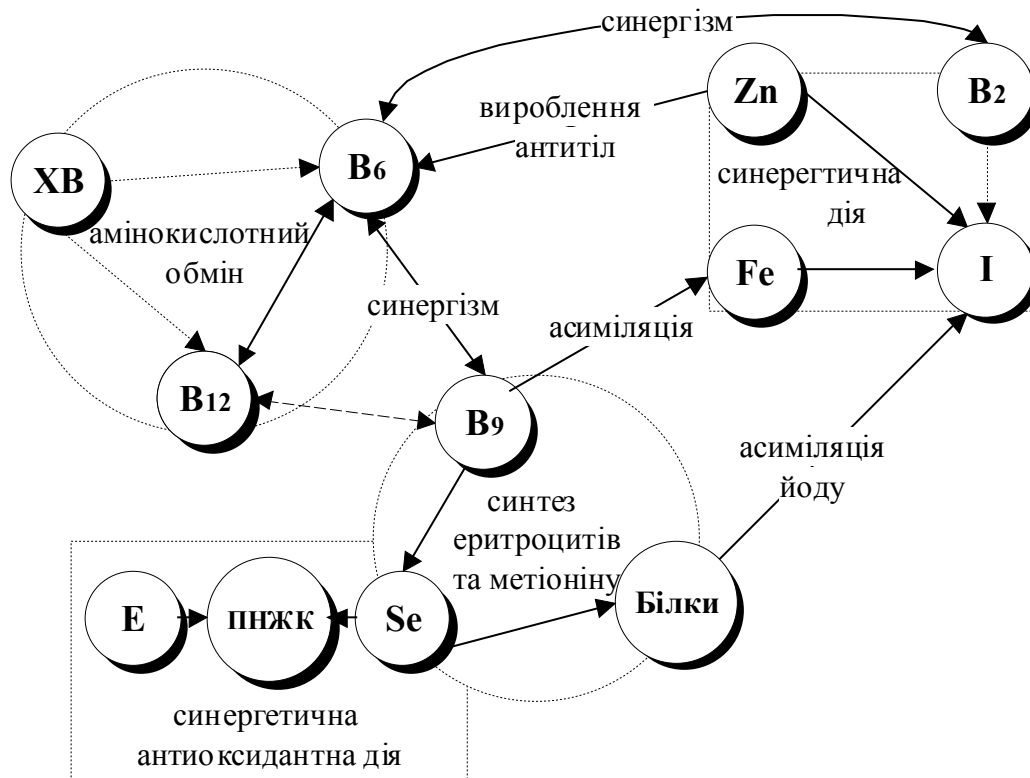


Рисунок 1.11 – Забезпечення функціонального призначення продукції для людей розумової праці взаємодією нутрієнтів

1.3.11. Рекомендації щодо харчування для підтримання репродуктивного здоров'я людини

У зв'язку зі збільшенням в останнє десятиріччя кількості патологій репродуктивної системи і встановленням їх причинного зв'язку з порушенням структури харчування змінилося відношення до продуктів харчування. Продукти харчування нового покоління – це ефективний засіб, який здатний знизити розвиток захворювань, зберегти і покращити репродуктивне здоров'я завдяки наявності харчових функціональних інгредієнтів, які володіють здатністю здійснювати сприятливі ефекти на одну або декілька фізіологічних функцій і метаболічних реакцій організму людини.

При доборі функціональних інгредієнтів та створенні харчових раціонів слід враховувати, що репродуктивна система формується у дитинстві та

підтримується протягом життя, обумовлюючи стан здоров'я у похилому віці; має відмінність залежно від статі та наявності захворювань.

Добова потреба в есенційних речовинах визначається залежно від вікових та статевих особливостей, виду діяльності, статури. Найбільш сприятливий фізичний вік жінок для народження дітей – від 18 до 30 років. Правильно побудоване раціональне харчування у період вагітності та лактації є особливим, тому що цей фактор є однією з основних умов сприятливого перебігу і кінця вагітності та пологів, нормального розвитку плоду і немовляти.

За статистичними даними серед основних захворювань, що викликають патології репродуктивної системи населення України виділяють: серцево-судинні та онкологічні захворювання; захворювання, пов'язані з вагітністю, пологами, здатністю відтворення; злаякісні та доброякісні новоутворення репродуктивних органів (молочної залози, шийки і тіла матки, простати); анемія; недостатність функції щитовидної залози; психічні захворювання (депресія), епідемія ВІЛ/СНІДу, цукровий діабет [167]. Більшість цих захворювань обумовлена дефіцитом у раціоні харчування таких есенційних речовин: незамінних амінокислот, особливо сірковмісних; поліненасичених жирних кислот; вітамінів групи В, особливо фолієвої кислоти; токоферолу, каротиноїдів, аскорбінової кислоти, мінеральних речовин – йоду, селену, заліза, міді, цинку, кальцію, магнію; дефіциту складних некрохмальних вуглеводів (рис. 1.12).

На підставі сучасних досягнень нутриціології, біології, біохімії, гігієни здійснена спроба сформулювати формулу репродуктивного харчування, яка містить зміни формули білкового, ліпідного, вуглеводного, вітамінного, мінерального складу, яку покладено в основу технологій функціональних продуктів харчування репродуктивного призначення (рис. 1.13).



Рисунок 1.12 – Попередження патологій репродуктивного здоров'я харчовими нутрієнтами

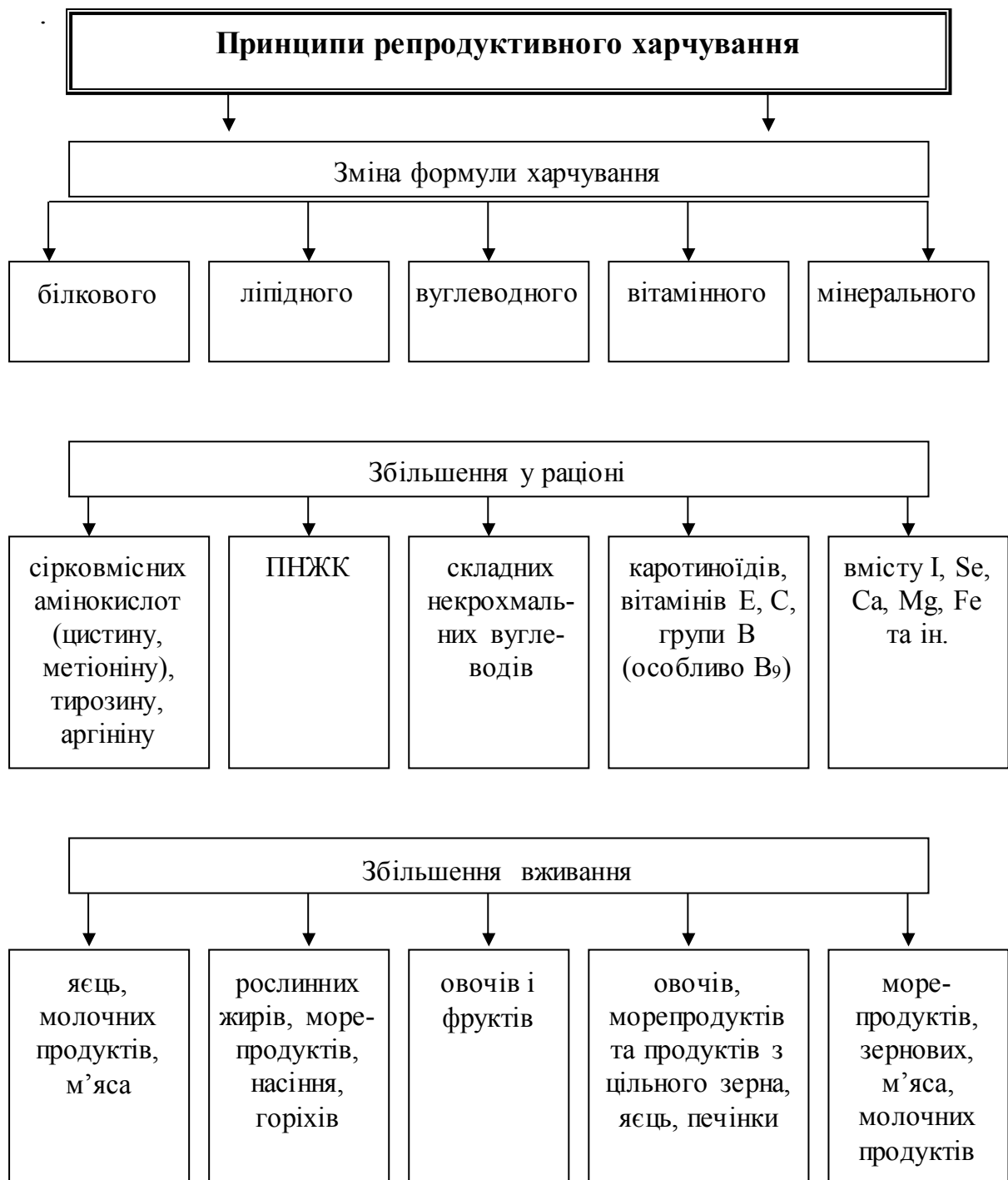


Рисунок 1.13 – Принципи репродуктивного харчування

Дослідження вчених дають підстави до з'ясування різноманітних взаємозв'язків між конкретними харчовими субстанціями та молекулярно-генетичними метаболічними детермінантами з метою створення функціональних продуктів харчування репродуктивного спрямування (рис. 1.14).

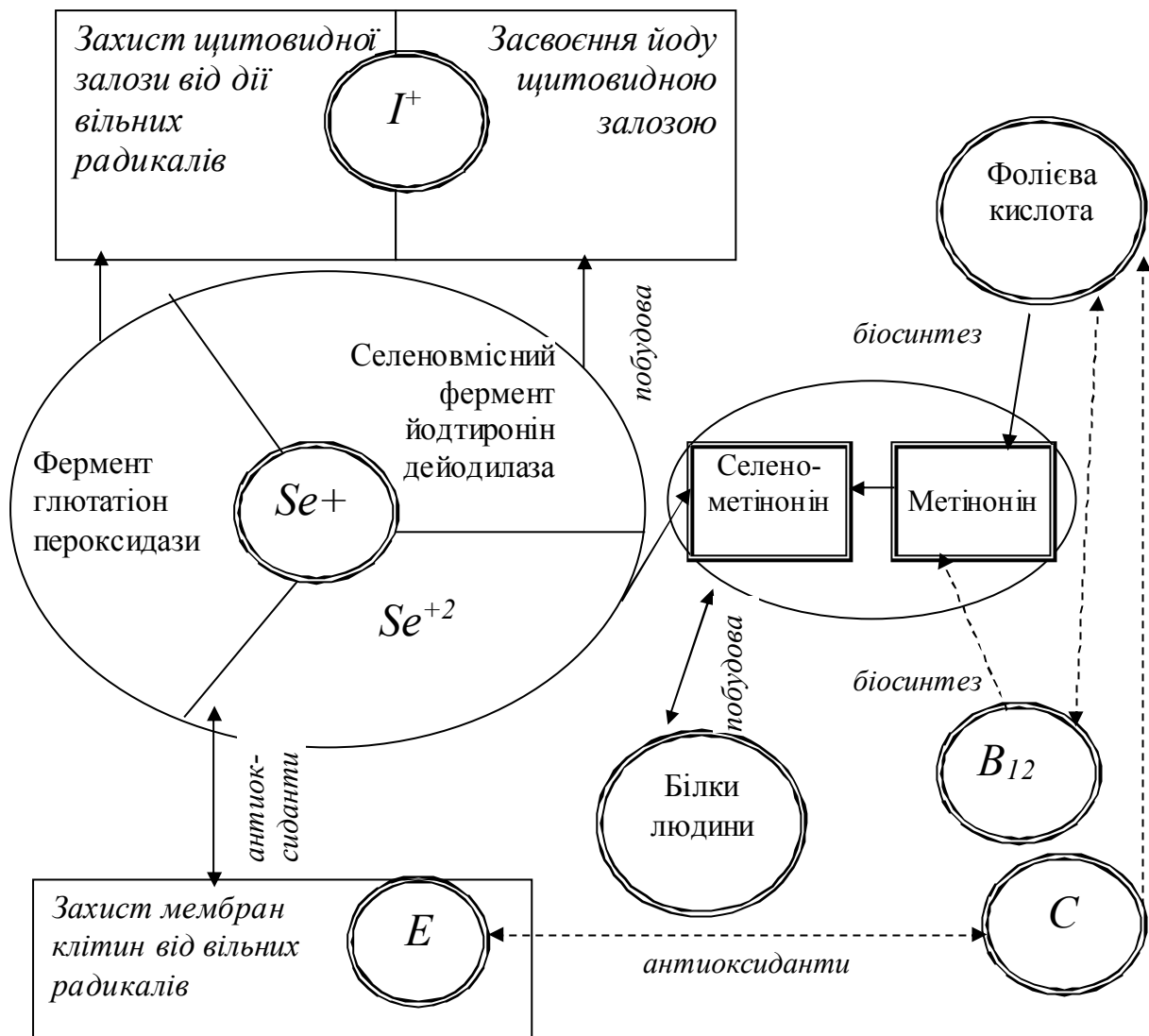


Рисунок 1.14 – Взаємодія деяких мікроелементів і вітамінів в організмі людини

На сьогодні встановлена стимулююча дія токоферолів на стан і функцію залоз внутрішньої секреції (статевих залоз, гіпофізу, щитовидної залози), констатовано позитивний вплив токоферолів на дітородну функцію. Доведено, що дефіцит вітаміну Е пригнічує синтез аскорбінової кислоти та погіршує здатність організму використовувати селен, тому що він бере участь у біосинтезі та обміні сірковмісних білків, які у свою чергу беруть участь у функціонуванні глутатіону – потенційного антиоксиданта. Добова потреба для людини дітородного віку (від 18 до 30 років) у токоферолі складає 12–15 мг.

Значна кількість токоферолів міститься у рослинних оліях, причому у соняшниковій олії всі токофероли представлені у найбільш активній формі α – токофероли. Слід враховувати, що олії містять важливі для репродуктивного здоров'я поліненасичені жирні кислоти: олеїнову, лінолеву, ліноленову і арахідонову. Синергістом вітаміна Е за певних умов може бути аскорбінова кислота, яка стимулює діяльність залоз внутрішньої секреції, кровотворення, сприяє нормальному розвитку організму, підвищує його адаптаційні здібності, опірність до несприятливих дій зовнішнього середовища (інфекції, інтоксикації, кисневе голодання та ін.); сприяє процесам регенерації. При хронічній нестачі вітаміну С може розвинутися мегалобластичне кровотворення, яке властиве дефіциту фолієвої кислоти, тому що аскорбінова кислота бере участь у перетворенні фолієвої кислоти на її активну форму. Дефіцит у харчуванні білка сприяє розвитку вітамінної недостатності, пов'язаної з послабленням затримання аскорбінової кислоти у тканинах. Добова потреба людини дитячого віку в аскорбіновій кислоті становить 50–70 мг. У зв'язку з цим необхідно вживати продукти, багаті на повноцінні білки (м'ясо, рибу, яйця) разом із зеленими овочами, капустою, солодким перцем, кабачками, спаржею, морквою, цибулею.

Встановлено, що в цибулі містяться речовини, які за хімічним складом і дією подібні до статевих гормонів людини. Вони стимулюють діяльність усіх органів і систем, забезпечуючи тривалу статеву активність.

Серед фруктів і ягід слід надавати перевагу чорній смородині, яблукам, цитрусовим, ожині, полуниці. Серед дикорослих рослин – обліписі та шипшині.

З А-вітамінною нестачею пов'язують порушення функції яєчників у жінок та спермогенезу у чоловіків, особливо виразні патологічні прояви у немовлят. А-авітаміноз спостерігається серед економічно незабезпечених верств населення, у їжі яких недостатньо вітаміну А та інших вітамінів і білків. Вітамін А (ретинол) уповільнює всмоктування холестерину і здійснює вплив на засвоєння білка продуктів харчування і його обмін в організмі. Оптимальне накопичення вітаміну

А спостерігається при вмісті білка в раціоні у межах 18–20%, а збільшення кількості білка до 30–40% підвищує використання вітаміну А.

Джерелами вітаміну А є печінка тріски, свиняча та яловича печінка, вершки, сметана, тверді сири, курячі яйця. Значна кількість каротиноїдів (провітамін А) міститься у червоній моркві та горобині (9 мг %), шпинаті (4,5 мг %), шипшині (2,6 мг %), абрикосах (1,6 мг %).

Вітаміни групи В необхідні для збереження статевого потягу і потенції. Спеціалісти з медичної політики у сфері харчування багатьох країн світу з усіх вітамінів групи В виділяють фолієву кислоту, що пов'язано з її здатністю попереджати виникнення патологій у немовлят, анемії та викидів – у жінок. За даними епідеміологічних досліджень в Україні дефіцит фолатів спостерігається у 8–10% населення, серед вагітних жінок – 10%. Фолієва кислота разом з вітаміном B_{12} бере участь у біосинтезі метіоніну і таким чином покращує засвоєння селену. Серед продуктів, що містять значну кількість фолатів, виділяють шпинат (105 мг %), арахіс (280 мг %), соєві боби (190 мг %), дріжджі пекарські пресовані (700 мг %). Шпинат містить фолієву кислоту у "вільній" формі. Добова потреба у фолієвій кислоті здорової людини репродуктивного віку – 200 мкг.

Для спермогенезу та лікування анемії важливо вживати продукти харчування, які містять цинк – зародки пшениці, соняшникове та гарбузове насіння (130–202 мг/кг), яловичу печінку, деякі види риб, вівсяне та ячмінне борошно, кальмари, морські водорості, бобові, яйця. Для підтримання і покращання складу крові до раціону слід включати продукти, багаті на залізо і мідь. Основні джерела заліза – печінка яловича та свиняча, зелені овочі, морква, яечний жовток, томати, капуста, полуниця, вишня, сухофрукти; міді – горіхи, печінка, яечний жовток, кисломолочні продукти. Добова потреба у цинку становить 10–20 мг, заліза – 10–18 мг, міді – 2–3 мг.

Незамінні ПНЖК необхідні для нормального росту і функціонування людського організму. З них синтезуються ейкозаноїди (простогландини,

простацикліни, тромбосани лейкотриєни) – місцеві тканинні гормони, що регулюють численні клітинні та тканинні функції, зокрема концентрування тромбоцитів, запальні реакції і функціонування лейкоцитів, звуження і розширення судин. Простогландини першої і другої серії синтезуються з омега-6 кислот (линолева кислота $18:2_{n-6}$, ЛК), а третьої групи з омега-3 кислот (альфа-линоленова кислота $18:3_{n-3}$, АЛК). В організмі людини АЛК перетворюється на докозагексаєнову кислоту ДГК, а ЛК – на арахідонову кислоту АК, які належать до довголанцюгових ПНЖК (ДЛПНЖК) і є важливими структурними компонентами фосфоліпідних мембран тканин тіла, особливо мозку і нервової системи. Це є важливим моментом, який слід враховувати під час вагітності для запобігання захворювань, пов'язаних із функціонуванням очей і дозріванням мозку немовлят. Кількість ДГК у сперматозоїдах складає до 36,4% всіх жирних кислот. Тільки два види рослинної олії (соєва та оливкова) мають співвідношення омега-3 до омега-6, близькі до рекомендованих. Загальна кількість жирів у раціоні людини репродуктивного віку повинна становити 30% від його енергетичної цінності, з них 10% мають складати ПНЖК, мононенасичені ЖК – 10%, насичені ЖК – 10%. Щоденна потреба у ПНЖК становить 5–10 г. Мінімальна потреба в лінолевій кислоті становить 4–6 г на день. Така кількість її міститься в 10–15 г соняшникової олії. У жирах риб і морських тварин у значній кількості містяться омега-3-жирні кислоти, тому при сексуальних розладах, лікуванні серцево-судинних та ракових захворювань слід вживати такі види риби: сайра, сардини, скумбрія, палтус, осетр, оселедець та ін.

Разом із жирами організм отримує жиророзчинні вітаміни А, Е, К, D, фосфоліпідні (лецитин), стерини. Лецитин бере участь у процесах кровотворення та функціонуванні нервової системи. Лецитин у значній кількості міститься у червоному м'ясі, жовтках, ікрі, мозку, печінці, бобах сої, насінні соняшнику, горіхах, зародках пшениці, молочних жирах, нерафінованих оліях. Найважливішою функцією холестеролу в організмі є перетворення його

на гормон прогестерон, внаслідок чого починається синтез статевих гормонів. Багато холестеролу в яєчних жовтках, мозку, інших субпродуктах, тваринних жирах, м'ясі, молочних продуктах. У харчовому раціоні здорової людини репродуктивного віку міститься в середньому 0,5 г холестеролу. Однак, важливо не зловживати надмірним споживанням, як насичених, так і ненасичених жирів.

Для функціонування статевих залоз необхідні білки. Відомо, що амінокислоти беруть участь у синтезі багатьох гормонів стероїдної будови та гормонів щитовидної залози. Особливо слід відмітити амінокислоти – аргінін, тирозин, метіонін.

Аргінін відіграє значну роль у білковому обміні. Значна кількість його міститься в ембріональній тканині. Джерела аргініну: курячі яйця, молоко кисле, овес, арахіс, зародки пшениці, пивні дріжджі.

Метіонін – основний донор метильних груп при синтезі вуглеводів, клітинних оболонок рослин, а також адреналіну, креатину, стеринів і джерел сірки при утворенні вітаміну В₁. Встановлений взаємозв'язок метіоніну з обміном вітаміну В₁₂ та фолієвої кислоти, які стимулюють відокремлення метильних груп від метіоніну, забезпечують синтез холіну. Засвоєння селену також пов'язують з наявністю достатньої кількості метіоніну в організмі людини. Джерелом метіоніну є насамперед молочний білок (у 100 г казеїну міститься близько 3 г метіоніну), м'ясо, риба, дичина, сир.

Тирозин у поєднанні з йодом входить до складу гормону щитовидної залози тироксину і міститься, головним чином, у м'ясі, рибі, птиці та сирі. Тироксин вразливий відносно вільних радикалів, однак наявність у раціоні продуктів харчування, багатих на вітамін С і Е, усуває їх дію.

Вуглеводи. Вуглеводи повинні забезпечувати понад 60% енергетичної цінності харчового раціону. Цукор займає лише третину в загальному обсязі вуглеводів, що споживаються людиною, але є причиною так званого "третього стану", перехідного між здоров'ям і хворобою, що стає підґрунтям для багатьох

захворювань, у тому числі захворювань репродуктивної системи – відсутність сексуального потягу, імпотенція, скорочення тривалості репродуктивного віку.

Збільшення споживання харчових волокон та пектинових речовин – дієві фактори профілактики захворювань, що можуть викликати патології репродуктивного здоров'я – ожиріння, цукрового діабету, раку товстої кишки та ін. Виходячи з цього, в щоденному раціоні повинно бути не менш як 25 г харчових волокон та 3–4 г пектинових речовин, на які багаті фрукти й овочі.

Для збереження та підтримання нормального функціонування репродуктивної системи людини необхідно дотримуватися рекомендацій раціонального харчування щодо раціону та режиму харчування з урахуванням профілактики дефіциту есенційних речовин, що здатні викликати патології; вести здоровий спосіб життя.

1.3.12. Рекомендації щодо харчування геродістичного призначення

Безпрецедентні демографічні зміни трансформують сучасний світ. Процес старіння населення сьогодні не має аналогів в історії людства. Збільшення пропорції літніх людей (60 років і старше) супроводжується зниженням пропорції молодих людей (у віці до 15 років). До 2050 року число літніх людей в світі вперше в історії людства перевищить число молодих людей. Подібний історичний переворот в пропорційному співвідношенні між молодими і старими людьми вже стався у 1998 року в розвиненіших регіонах [222, 223]. Процес глобального постаріння населення потребує державного регулювання. Однак, на даний час у країнах Східної Європи та в Україні відсутня реально діюча структурно-функціональна модель скоординованої системи геріатричної допомоги населенню. Соціальна геронтологія об'єднуючи уявлення про образ життя літньої людини рекомендує у цілях продовження економічної активності координувати працю у предпенсійному та пенсійному віці з раціональним харчуванням, відпочинком та рухливою активністю. Біологічна роль кількості та якості їжі у процесі передчасного старіння вже доказана медиками, фізіологами

та нутріціологами [3, 4,17, 83, 109]. Тому розвиток галузі геронтологічного харчування, тобто спеціального харчування для людей похилого та старечого віку є соціально та економічно значущим [219].

За шкалою Е. Росета населення вважається «молодим», якщо $W_{60} < 8\%$, «старим» – $W_{65} > 12\%$. За шкалою, якою користуються демографи ООН, населення вважається «молодим», якщо $W_{65} < 4\%$, на порозі старості, якщо $4\% \leq W_{65} \leq 7\%$, «старим» – $W_{65} > 7\%$. Таким чином, виходячи з даних Державного комітета статистики України (табл.1.11.), населення України є старим. Сільське населення, серед осіб пенсійного віку, більш ніж на 5% перевищує міське.

Таблиця 1.11

Розподіл пенсіонерів в Україні за віковими групами*

Групи населення, вік	Кількість населення, осіб			Відсотків до всього населення		
	всього	міське	сільське	всього	міське	сільське
60-64	1961594	1263204	698390	4,2	4,0	4,6
65-69	2947617	1882401	1065216	6,3	5,9	7,0
70 і старше	4619531	2671849	1947682	9,9	8,4	12,9
Всього населення	46749170	31622120	15127050	100,0	100,0	100,0
у т.ч. старше за працездатне	11119762	6969315	4150447	23,8	22,0	27,4

Примітка. *Статистичний щорічник України за 2007 рік (Державний комітет статистики України). – К.: Консультант, 2008. — 572 с.

Частка населення старше 60 років становить 20,3% з прогнозованою тенденцією до її подальшого підвищення. За даними демографічних прогнозів, вже до середини цього сторіччя очікується збільшення значень цього показника в Україні до 38,1%, зокрема частка людей 80 років і старших збільшиться в 3,5 рази. Середня тривалість життя в Україні нижче, ніж у країнах Східної Європи, на 4–5 років, а країнах Західної Європи — майже на 11–16 років [219].

Вікові зміни організму надзвичайно різноманітні. При чому, особливості організму при старінні, знижені з віком його адаптаційні можливості потребують адекватного надходження різних нутрієнтів, в першу чергу

основних харчових речовин. Для кожної вікової групи характерні певні витрати харчових речовин і енергії. Для людей літнього (60–74 роки) і старечого (75–89 років) віку це зумовлено функціональними і морфологічними змінами органів і систем, уповільненим самообновленням тканин, різними порушеннями обміну речовин, тощо [5, 27, 73]. Тому енергетична цінність харчового раціону повинна суворо відповідати величині витраченої організмом енергії, яка значною мірою визначається рівнем основного обміну (енергія, що використовується в організмі на метаболічні процеси, кровообіг, дихання в стані спокою), рівнем фізичної активності та тратами енергії на харчовий термогенез, зумовлений енерговитратами на засвоєння їжі. Вважається, що 73% енерговитрат організму за добу приходиться на частку основного обміну, 5–10% – на термогенез, решта – на фізичну активність. Для визначення інтенсивності енерготрат необхідно враховувати коефіцієнт фізичної активності (КФА), який для людей старше 60 років і з низьким рівнем фізичної активності не перевищує 1,4. Тобто потреба в енергії є добутком рівня основного обміну і КФА.

Рівень основного обміну знижується з віком на 16–20% і становить в залежності від маси тіла і віку 1180 – 1720 ккал для чоловіків і 1100 – 1580 ккал для жінок. І оскільки в старості закономірно зменшується як рівень основного обміну, так і витрата енергії на фізичну активність, то й енергоємність раціонів необхідно знижувати. Знижувати споживання енергії необхідно поступово в міру старіння організму в цілому на 1/3 у період від 30 до 70 років [4, 32]. Якщо калорійність добового раціону, що рекомендується, у віці від 20 до 30 років прийняти за 100%, то в 31– 40 років її необхідно знизити до 97%, у 41– 50 років – до 94%, у 51– 60 років – до 86%, у 61–70 років – до 79%, після 70 років – до 69%. Проте у всіх цих випадках необхідно враховувати, що за 100% приймається рекомендована енергетична цінність їжі. Фактична ж величина часто перевищує або не досягає рекомендованого рівня [153]. Дані про добову енергетичну потребу людей старших вікових груп наведені у табл. 1.12.

**Норми фізіологічних потреб в енергії людей старших вікових груп,
ккал/добу**

Група	Енергоємність добового раціону		
	<i>Норми СРСР (1991)</i>	<i>Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії. Наказ МОЗ України від 18.11.99 р., № 272</i>	<i>Кас'янов Г.І., Запорізький А.А., Юдіна С.Б. (2001)</i>
<i>Чоловіки</i>			
60–74 роки	2300	2000	2300
75 років і старше	1950	1800	1900
<i>Жінки</i>			
60–74 роки	1950	1800	2300
75 років і старше	1700	1600	1900

Не слід допускати, щоб калорійність їжі перевищувала енергетичну потребу. Невиконання цього принципу геродієтики підвищує ризик розвитку і прогресування ожиріння, атеросклерозу, сахарного діабету, гіпертонічної хвороби. Причиною надлишкової калорійності частіше всього є продукти з високим вмістом жиру, кондитерські вироби і борошняні з вищих гатунків борошна, цукор, солодоці, тощо. Вживання цих продуктів слід обмежувати [16, 24, 33, 39, 83, 203]. Білок прийнято вважати есенціальним нутрієнтом, що зумовлено його біохімічними і фізіологічними функціями, які він виконує при надходженні до організму. Крім пластичної та енергетичної функцій харчові білки виконують важливу захисну роль – підвищують стійкість організму до впливу різних інфекційних, токсичних агентів, а також нервово-психічного напруження, стресових ситуацій. При достатньому рівні його в раціоні найбільш повно виявляються і біологічні якості інших нутрієнтів (жирів, вітамінів, мінеральних елементів). Слід підкреслити, що потреба в білку людей похилого віку чітко не визначена. Рекомендації щодо його оптимального вмісту

коливаються в досить широких межах – від 0,5 до 1,4 г/кг маси тіла [110, 196, 207]. Як свідчать експериментально-клінічні матеріали Інституту геронтології, його частка, прийнята для більш молодого віку, у старших вікових групах має бути знижена, так як використання високобілкового харчування у людей похилого віку супроводжується не покращенням, а погіршенням загального самопочуття, екскреторної функції нирок, функціонального стану серцево-судинної системи. Рекомендовані величини білка для людей старших вікових груп наведені в табл. 1.13 і мають бути на рівні 0,8 г на 1 кг маси тіла.

Таблиця 1.13

Норми фізіологічних потреб в основних харчових речовинах людей старших вікових груп, г/добу

Вікова група	Білки			Жири			Вуглеводи		
	Норми СРСР (1991)	Григоров Ю.Г. та ін. (2006)	Юдина С.Б. (2009)	Норми СРСР (1991)	Григоров Ю.Г. та ін. (2006)	Юдина С.Б. (2009)	Норми СРСР (1991)	Григоров Ю.Г. та ін. (2006)	Юдина С.Б. (2009)
	<i>Чоловіки</i>								
60–74 роки	68	65	85	77	60	77	335	300	333
75 і старше	61	58	75	65	54	67	280	270	330
	<i>Жінки</i>								
60–74 роки	61	58	78	66	54	70	284	270	305
75 і старше	55	52	68	57	48	63	242	240	275

Прийнято, що в раціональному харчуванні збалансованість за амінокислотним складом досягається за рахунок 55% білка тваринного походження і 45% рослинного [29, 109]. Але при старінні слід декілька збільшити вживання білка рослинного походження (як додаткового джерела вітамінів і клітковини). А потребу в тваринних білках краще задовольняти за рахунок молочних і кисломолочних продуктів [45, 47, 48].

Слід зазначити, що потреба в білках людей похилого і старечого віку чітко не встановлена. Слідуючи логіці, в порівнянні з ранніми віковими періодами в старості потреба в білках понижена хоч би вже тому, що

скорочується витрата білка на синтетичні процеси, що пов'язані із зростанням і розвитком. Встановлено, що в старості зменшується інтенсивність не лише синтезу білка, але і його катаболізму, тому азотистий баланс встановлюється на новому, нижчому, ніж у молодому віці, рівні. Виходячи з цього, більшість рекомендацій відносно оптимального рівня білка в їжі при старінні стосуються нижчих значень в порівнянні з молодшими віковими групами.

Оптимальні величини вступу білка, що в той же час рекомендуються, варіюють в широких межах — від 0,5 до 1,4 г/кг. Це пов'язано з тим, що отримані докази переваг як підвищеного, так і низького вжитку білка в старості. Доказом необхідності обмеження білка при старінні є дані по експериментальній пролонгації життя.

Жировий компонент їжі має для організму досить різностороннє значення. По-перше, це джерело енергії для організму, по-друге, він є носієм важливих біологічно активних речовин (ПНЖК, жиророзчинних вітамінів, фосфоліпідів, стеринів), що впливають на смак їжі, сприяють засвоєнню ряду нутрієнтів (жиророзчинних вітамінів). В той же час, відомо, що високий вміст в їжі жирів тваринного походження, до складу яких входять довголанцюгові НЖК, сприяє порушенню ліпідного обміну і розвитку атеросклерозу [45, 39]. Крім того, експериментальними і клінічними дослідженнями в Інституті геронтології було показано, що жири тваринного походження і маргарин призводять до розвитку гіперліпідемії, зсуву кислотно-лужної рівноваги у бік ацидозу, підвищення зсілості крові, що в цілому сприяє розвитку передтромботичних станів у людей старших вікових груп [30]. В старості підвищується потреба в ПНЖК взагалі і особливо в лінолевій кислоті, яка знижує рівень холестерину в крові, та ліноленовій кислоті, яка перешкоджує утворенню тромбів [105, 203]. Але надмірна кількість ПНЖК також небажана, тому що викликає утворення ланцюгових реакцій та процесів перекисного окислення ліпідів в клітинах організму людини. Ідеальною в цьому плані являється мононенасичена олеїнова кислота (C18:1), велика кількість якої (80%) міститься в оливковій олії.

Доведено, що С18:1 впливає на склад клітинних мембран, активність ферменту цитохромоксидази та вміст коензиму Q в мітохондріях, зменшує пероксидацію, а також не викликає утворення ланцюгових реакцій, оскільки вони потребують присутності ЖК із двома або більшою кількістю ненасичених (подвійних) зв'язків.

Зважаючи на все це, геродіететика рекомендує зменшення частки як загального жиру, так і тваринного походження. Загальна кількість його в раціонах харчування людей старшого віку не повинна перевищувати 0,8–1,0 г на кг маси тіла. Частка жиру в загальній калорійності має бути зменшена до 25–30%, вміст рослинних жирів — не менше 1/3 загальної кількості (2/3 з них мають надходити в нерафінованому вигляді). Співвідношення ПНЖК і НЖК має бути в межах 0,6; вміст найбільш активної лінолевої кислоти — 7% енергетичної цінності раціону [105, 140].

Велике значення для профілактики серцево-судинних захворювань має рівень споживання харчових речовин, що нормалізують ліпідний обмін так званих ліпотропних факторів. До них належать холін, метіонін, фосфоліпіди, стерини, лецитини та ін. Ці речовини містяться в рослинних оліях, твердих сирах, яловичині, гречаній крупі та ін [134, 187].

Треба відмітити, що з кулінарних і технологічних операцій найбільший вплив на жири надає теплова обробка. Короткочасне нагрівання підвищує засвоюваність тугоплавких жирів, практично не впливає на жири з середньою температурою плавлення і знижує біологічну цінність рослинних олій.

Жорсткі режими теплової дії, вживані при стерилізації, руйнують біологічно активні речовини, знижують харчову цінність жирів. Тривала теплова обробка при температурі понад 200°C наводить до утворення токсичних продуктів окиснення — попередників канцерогенів.

З метою профілактики атеросклерозу і його ускладнень в багатьох економічно розвинених країнах прийнятий за норму загальний вміст жиру, що не перевищує 30 % енергоємності середньодобового набору продуктів. Згідно

рекомендаціям ФАО/ВООЗ середньодобове введення найбільш важливих біологічно активних ПНЖК сімейства ω -6 повинно складати 2%, а ω -3-0,5% загальній калорійності.

Зниження інтенсивності обмінних процесів і обмеження використання жирів як енергетичного матеріалу при старінні вимагає зменшення долі їх в харчовому раціоні до 25% загальній калорійності. В основному фахівці єдині в думці, що величина добового вжитку жиру у літньої людини має бути на рівні 0,8–1 г на 1 кг маси тіла. У загальній калорійності їх частка не повинна перевищувати 25–30%, причому вміст рослинної олії – складати не менше 1/3 загальної кількості жирів (з них 2/3 – поступати в нерафінованому вигляді). При вивченні фактичного вмісту жирів в харчовому раціоні літніх виявлено, що вони споживають в середньому 82,4 г жиру в день (у перерахунку на 1 кг маси тіла – 1,26 г). У літніх і старих жінок – відповідно 1,38 і 1,36г, у чоловіків – 1,08 і 1,11г. Добова калорійність, що задовольняється за рахунок жирів, наближається до 34,6%, у тому числі за рахунок рослинних – 21,4%.

Враховуючи важливість підтримки співвідношення ПНЖК сімейств ω -6 і ω -3 в стані серцево-судинної системи, процесах згортання крові, а також профілактиці патології старості (зокрема, ішемічній хворобі серця і гіпертонічної хвороби), слід вважати доцільним розробку і вживання раціону живлення із співвідношенням ПНЖК ω -6 : ω -3 не менше 6,3. Клінічна апробація такого раціону показала можливість зниження вмісту холестерину в сироватці крові на 19%, тригліцеридів – на 34%. Доцільність вказаного співвідношення цих ПНЖК підкреслюється ще і тією обставиною, що у літніх людей відбувається вікове зниження синтезу простацикліну на тлі нормального або підвищеного синтезу тромбоксану.

Потреба організму літньої людини в жирах може задовольнятися на рівні приблизний 65 г/добу (0,8-1 г на 1 кг маси тіла), а доля жирового компонента в енергоємності раціону не повинна перевищувати 25–30% (2/3 жиру у вигляді нерафінованих рослинних олій). У старості підвищується потреба в ПНЖК

взагалі і особливо в лінолевій кислоті. Реальний стан харчування населення старшого віку в даний час не задовольняє цим вимогам і служить чинником ризику прогресування вікозалежної патології [134].

Частка вуглеводів у загальній калорійності харчування має складати 55–60%, причому мають переважати складні вуглеводи, а вміст легкозасвоюваних простих вуглеводів (головним чином цукру) має бути знижений до 30–35 г/добу. Велика увага має приділятися надходженню з їжею харчових волокон (ХВ) (слабко- і неперетравлювана клітковина, пектинові речовини), які забезпечують нормальну моторику кишечника, слугують в якості субстрату для підтримки і росту кишкової мікрофлори, сприяють виведенню холестерину з організму. Їх кількість в раціоні має становити не менше 25 г/добу [12, 16, 46, 73, 78, 82, 194, 208].

Найбільш багаті ХВ зернові, ріпа, буряк, бруква. У фруктах і ягодах ХВ представлені в основному пектинами. Вміст пектинових речовин в рослинних об'єктах коливається в широких межах і залежить від вигляду і сорту рослин, розміру, міри зрілості, умов зберігання. Пектинові речовини у фруктах і овочах представлені пектином і його з'єднанням з целюлозою (протопектином). У недозрілих плодах переважає протопектин, який при дозріванні плодів переходить в пектин (плоди стають м'якшими). Протопектин розкладається при тепловій обробці. Кисле середовище, присутність поваренної солі і висока жорсткість води затримують перехід протопектину в пектин.

Таким чином в харчуванні людей похилого віку повинні переважати продукти і страви з вуглеводами, що обумовлюють найменше навантаження на інсулярний апарат, що містять достатню кількість ХВ.

Необхідність зниження рівня вуглеводів в їжі людей старше 60 років диктується перш за все зменшенням енерговитрат на фізичне навантаження і основний обмін. Враховуючи міру вікових змін в різних видах обміну речовин і функціях, наявність вікозалежної патології, потребу у вуглеводах рекомендується задовільняти переважно (не менше 85%) за рахунок

полісахаридів, що всмоктуються повільно, у тому числі збільшити вжиток ХВ до 20–30 г/добу [16].

В числі основних мінеральних речовин, якими необхідно поповнювати раціон, Ca, K, Mg, Na, Fe, Zn, Co, Cu, Mn, Se (табл. 1.14.). Особливо необхідним є введення до раціону страв, багатих на кальцій, який бере участь у формуванні кісткової тканини (99% кальцію в організмі приходить на кісткову тканину і зуби), процесах зсідання крові, зменшення проникності судин. Засвоєння кальцію залежить від його співвідношення в продуктах та стравах з іншими нутрієнтами і, насамперед, фосфором, надлишок якого в їжі сприяє утворенню нерозчинних солей кальцію, які зменшують його засвоєння. Найбільш сприятливим співвідношенням Ca:P є 1,0:1,5. Співвідношення Ca:Mg повинно складати 1,0:0,5. Магній бере участь у ферментативних процесах, має судинно-розширюючу і сечогінну дію. При його дефіциті відзначається сонливість, тремор, ністагм, м'язова слабкість, відкладення солей Ca в стінках артеріальних судин і серцевих м'язах [24, 27, 83, 215].

Важливе значення для нормальної життєдіяльності організму людини має фосфор. Фосфорні сполучення грають важливу роль в діяльності головного мозку, скелетних і серцевих м'язів, статевих залоз.

Не менш важливе значення має забезпеченість раціонів калієм, який необхідний для нормального функціонування нервової і м'язової тканин і для підтримки балансу між внутрішньо- і позаклітинними рідинами.

Таблиця 1.14

Норми фізіологічних потреб споживання вітамінів і мінералів для людей старших вікових груп, мг/добу

Вітаміни і мінеральні елементи	Норми СРСР (1991)				Григоров Ю.Г. та ін. (2006)				Юдина С.Б. (2009)			
	Чоловіки		Жінки		Чоловіки		Жінки		Чоловіки		Жінки	
	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше
Тіамін (В ₁), мг	1,4	1,2	1,3	1,1	1,7	1,5	1,5	1,5	1,4	1,6	1,4	1,6
Рибофлавін (В ₂), мг	1,6	1,4	1,5	1,3	1,7	1,5	1,5	1,5	1,6	1,4	1,6	1,4
Пантотенова	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	2,2	2,2	2,2
Холін (В ₄), мг	-	-	-	-	-	-	-	-	800	800	800	800
Ніацин (В ₅), мг	18,0	15,0	16,0	13,0	15,0	13,0	13,0	13,0	18,0	15,0	18,0	15,0
Пиридоксин (В ₆), мг	2,2	2,2	2,0	2,0	3,3	3,0	3,0	3,0	2,2	2,2	2,2	2,2
Фолієва кислота	200,0	200,0	200,0	200,0	250,0	230,0	230,0	230,0	200,0	200,0	200,0	200,0
Цинкобаламін (В ₁₂),	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Аскорбінова к-та	80,0	80,0	80,0	80,0	100,0	90,0	100,0	90,0	80,0	93,0	80,0	93,0
Ретінол (А), мкг	1000,0	1000,0	800,0	800,0	1000,0	800,0	1000,0	800,0	1000,0	1200,0	1000,0	1200,0
Токоферол (Е), МЕ	15,0	15,0	12,0	12,0	15,0	12,0	12,0	12,0	15,0	17,0	15,0	17,0
Кальциферол (D),	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0
Філохінон (К), мкг	-	-	-	-	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
Кальцій, мг	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	800,0	800,0	1000,0	1000,0	1000,0	1200,0	1000,0	1000,0
Фосфор, мг	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1700,0	1700,0	1700,0	1700,0
Магній, мг	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	450,0	450,0	450,0	450,0
Залізо, мг	10,0	10,0	10,0	10,0	15,0	15,0	15,0	15,0	10,0	13,0	10,0	13,0
Цинк, мг	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Іод, мг	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Калій, мг	-	-	-	-	-	-	-	-	2500,0	2650,0	2500,0	2650,0

Продовження табл. 1.14

Вітаміни і мінеральні елементи	<i>Норми СРСР (1991)</i>				<i>Григоров Ю.Г. та ін. (2006)</i>				<i>Юдина С.Б. (2009)</i>			
	Чоловіки		Жінки		Чоловіки		Жінки		Чоловіки		Жінки	
	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше	60-74 роки	75 років і старше
Кобальт, мг	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2
Марганець, мг	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	7,0	7,0	7,0
Селен, мг	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,5	0,6
Мідь, мг	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
Фтор, мг	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,7	0,7	0,7
Хром, мг	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25

Рекомендована величина його знаходиться на рівні 2000...3500 мг/добу. Дефіцит його супроводжується прогресуванням артеріальної гіпертензії, аритмій, зниженням толерантності до глюкози, що вказує на значимість його при коронарній патології. Для збагачення їжі солями калію рекомендується споживання багатих ними овочів, фруктів, ягід (капуста, баклажани, картопля, чорнослив, абрикоси, кавуни, шипшина та ін.). Натрій є важливим компонентом позаклітинної рідини; він є активним регулятором водного балансу в організмі і, за даними іноземних експертів, споживання його вже на рівні 3,2 г/добу є достатнім. Встановлений зв'язок між величиною споживання натрію і підвищенням кров'яного тиску з віком вказує на необхідність зменшення його в раціоні (не більше 6 г/добу).

Магній служить компонентом структури багатьох ферментів, що каталізують обмін вуглеводів і жирів, а також забезпечують енергосистему організму, бере участь в синтезі нуклеїнових кислот, білків. Магній також має антиспастичну і судинорозширючу дію, стимулює перистальтику кишечника, жовчовиділення. У літніх людей, схильних до гіпертонії, з підвищеним рівнем холестерину в крові, при депресії і схильності до судорожних станів потреба в магнії збільшується. Для нормального обміну речовин співвідношення кальцію і магнію в їжі має бути 1:0,5.

Недолік марганцю в харчуванні літніх людей може наводити до розвитку остеопорозу. Рівень цинку, що рекомендується, для літніх людей досягається лише при достатньому вжитку продуктів тваринного походження. Не дивлячись на широке поширення міді в харчових продуктах, вміст її в раціонах літніх людей також часто буває нижче рекомендованого, у тому числі за рахунок втрат при кулінарній обробці продуктів.

У літніх людей часто фіксується дефіцит заліза, рівень вжитку якого впливає на резистентність організму до інфекцій, а недолік призводить до виникнення анемії. За даними FAO/WHO, 80% всіх аліментарних анемії складають залізодефіцитні. У літніх людей при недостатній кількості

шлункового соку або зменшенні його кислотності всмоктування заліза значно сповільнюється, що і є причиною залізодефіцитної анемії [83, 88].

Слід зазначити надзвичайно важливу роль в організмі і інших мікроелементів. І хоча їх вміст в раціонах літніх людей не нормується (оскільки роль їх в метаболізмі лише починають вивчати), відносно деяких вже склалася певна думка нутриціологів. Так, потреба в хромі складає 50–200 мкг/добу (мінімальна – 25–30 мкг/ добу). Але в разі низького вмісту хрому в раціоні, що часто спостерігається в «західних» дієтах, розвиваються ознаки порушення вуглеводного обміну, зниження толерантності до вуглеводів, істотно зростає концентрація інсуліну в сироватці крові (діабет літніх). Причому ці ознаки повністю зникають, якщо кількість хрому в раціоні довести до 200 мкг/ добу. Оскільки порушення вуглеводного обміну і підвищення рівня інсуліну в плазмі наводять до серцево-судинної патології, дефіцит хрому може бути істотним чинником ризику цих захворювань у літніх людей.

Іншим важливим мікроелементом для людей похилого віку є кремній. Його дефіцит наводить до деформації кісток, суглобів, порушенню функції сполучної тканини, з віком вміст кремнію в тканинах (зокрема, аорті) знижується.

Велике значення в літньому і старечому віці набуває адекватного забезпечення організму низкою так званих мікроелементів-слідів. До них відносяться: ванадій (участь в ліпідному обміні); нікель (участь в метаболізмі і структурі мембран, здатність стабілізувати РНК і ДНК); молібден (метаболізм м'язової тканини і інтим артеріальної стінки); кобальт (дефіцит супроводжується анемією); фтор (участь в обміні кальцію); селен (участь в синтезі антиоксидантних ферментів). Внаслідок функціональних вікових змін знижуються їх всмоктуваність в травному каналі і потрапляння до організму.

Таким чином, роль мінеральних речовин в харчуванні літньому і старечому віці досить істотна. Одним зі шляхів заповнення мінеральних речовин в організмі є вживання молочних продуктів [88, 147, 146].

Потреба у вітамінах в літньому віці зберігається на досить високому рівні (табл. 1.14). Це пов'язано по-перше, з розвитком в літньому віці ендогенної вітамінної недостатності; по-друге, — з наявністю множинної патології, що призводить підвищеної потреби в них, з одного боку, а також з необхідністю тривалого і регулярного прийому ліків – з іншого [101, 102]; по-третє, — з дефіцитом вітамінів у фактичному харчуванні.

Особливий інтерес викликає аналіз потреб у вітамінах, які є антиоксидантами. На фоні необхідності зниження калорійності харчування їх слід задовольняти за рахунок овочів, фруктів, продуктів моря, кисло-молочних продуктів з високим вмістом біологічно активних речовин [174, 179, 44].

Не менше важливий в літньому і старечому віці підвищений вжиток і інших вітамінів їжі для нормалізації вікових змін різних видів обміну речовин і функцій, потреба в яких посилюється наявністю багаточисельної патології. Так, зважаючи на прогрес остеопорозу, надзвичайно важливо зберігати високий вжиток вітаміну D, який сприяє засвоєнню кальцію [21, 48, 139, 208, 213].

У літніх майже повсюдно зустрічаються клінічні ознаки недоліку фолієвої кислоти. Цей вітамін регулює обмін білків, нуклеїнових кислот, ліпідів в печінці, стимулює процеси кровотворення, інтенсивність яких тісно пов'язана з адекватним вжитком кобаламіну (вітамін B₁₂) і холіну.

Геропротекторная роль аскорбінової кислоти і вітамінів групи В є доказаною. Але слід врахувати, що, достатній вжиток аскорбінової кислоти, який сприяє засвоєнню організмом білків, заліза, низки вітамінів, також регулює обмін холестерину, сприятливо впливає на нормальне функціонування нервової системи, печінки, залоз внутрішньої секреції, підтримує структуру кровоносних судин, підвищує стійкість організму до зовнішніх дій і інфекцій. В умовах вікових зрушень в механізмах більшості перерахованих функцій стає очевидною необхідність підтримувати високий рівень аскорбінової кислоти в організмі літньої і старої людини [16,17, 31].

Серед всіляких функцій, в здійсненні яких бере участь тіамін (вітамін В₁), враховуючи вікові зміни в організмі, слід звернути увагу на його роль в синтезі ацетілхоліну (нейромедіатор). Достатній вміст тіаміну в їжі грає істотну роль в нормальному функціонуванні нервової, серцево-судинної, травної, ендокринної і інших систем.

Підвищений вживання рибофлавіну (вітамін В₂) набуває особливого значення при старінні у зв'язку з погіршенням зору, змінами у функціональному стані нервової, серцево-судинної і травної систем.

Порушення ліпідного обміну з віком вимагають адекватно високого вживання піридоксину (вітаміну В₆) з їжею у літніх людей. Піридоксин має ліпотропну дію, стимулює синтез гемоглобіну.

Пантотенова кислота (вітамін В₃) відрізняється широкою біохімічною і фізіологічною дією. Але в старості особлива роль відводиться її здатності впливати на нервово-трофічні процеси, порушення яких ініціює розвиток дерматиту.

Вітамін А набуває істотного значення в старості у зв'язку з погіршенням зору, зниженням стійкості організму до інфекцій. При розгляді вітамінного статусу організму людини необхідно враховувати забезпеченість і введення з їжею так званих вітаміноподібних сполучень. До групи таких сполучень відносяться: холін і інозит (ліпотропний ефект; окрім того, інозит має седативні властивості, нормалізує стан нервової системи і нервово-трофічну діяльність); ліпоєва кислота (участь в процесах біоокислення білків, жирів, вуглеводів); оротова кислота (стимуляція білкового обміну, прискорення процесів регенерації в печінці); карнітін (необхідний при окисленні жирних кислот, для нормалізації функції м'язової системи); біофлавоноїд (стимуляція тканинного дихання і зміцнення судинної стінки), S-метилметионін-сульфоній, або вітамін U (сприяє загоєнню виразки шлунку і дванадцятипалої кишки, має антиатеросклерозну дію); пангамовая кислота, або вітамін В₁₅ (має ліпотропні

властивості, оскільки є донатором металевих груп); параамінобензойна кислота (антиреотоксичний ефект, участь в синтезі фолату) [32].

Навіть коротка характеристика вітамінів і вітаміноподібних речовин і їх основних функцій показує, що в старості потреба в них підвищується. Не всі вітаміни є нормованими для літніх людей. Але враховуючи роль в забезпеченні нормального перебігу обмінних процесів і функцій організму, стає очевидним, що при старінні потреба в більшості вітамінів зберігається і навіть підвищується. Аналіз фактичного харчування, зокрема в довгожителівських популяціях, дає підставу стверджувати, що висока потреба в більшості вітамінів і їх збалансованість задовольняються головним чином за рахунок молочно-рослинної спрямованості раціонів [28, 34, 43, 47, 146].

Дотримання положення недосолювання їжі — один із основних принципів харчування людей із захворюваннями системи кровообігу. Велику роль в процесах кровотворення має забезпечення раціонів залізом, що бере участь у формуванні гемоглобіну, і недостатнє споживання його може призвести до розвитку залізодефіцитної анемії. Неодмінною умовою ефективності біологічної дії раціонів є збагачення їх йодвміщуючими продуктами та харчовими продуктами з такими слідовими мікроелементами, як фтор, кобальт, нікель, молібден, оскільки у зв'язку з функціональними віковими змінами всмоктуваності шлунково-кишкового тракту надходження їх в організм знижується [16].

Виконання вимог даного принципу є запорукою профілактичного напрямку раціонів стосовно розвитку в старості вікзалежної патології (атеросклероз, ІХС, сахарний діабет, остеопороз, тощо).

До особливостей харчування, які нормалізують мікрофлору кишечника, відносять обов'язкове вживання кисло-молочних продуктів, діючою основою яких є високий вміст молочної кислоти, що створює сприятливі умови для росту молочнокислих бактерій, а також сама мікрофлора цих продуктів, яка "витискає" при досить тривалому вживанні гнилісну. Надмірне ж споживання продуктів,

багатих білком, особливо м'яса, призводить до розвитку гнилісної мікрофлори [211, 213].

Збагачення їжі аліментарними геропротекторами. Геропротекторами називають хімічні речовини, здатні збільшувати тривалість життя в експериментальних дослідженнях, а в клінічних умовах – гальмувати розвиток вікзалежної патології, стримувати процеси передчасного старіння. Найбільш зарекомендували себе в цьому плані аліментарні антиоксиданти, тобто ті, що надходять в організм з харчовими продуктами (амінокислоти – метіонін, цистеїн, глутамінова кислота; мінеральні елементи – магній, марганець, мідь, цинк, селен; вітаміни – групи В, вітамін К, А, Е, аскорбінова кислота; деякі речовини рослинного походження – флавоноїди, поліфеноли пряно-ароматичних трав, таніни, молочна кислота, фарбуюча речовина буряка – бетанідин та ін) [9, 17, 21, 43, 76].

Оптимальний ефект антиоксидантів досить легко створюється в основному за рахунок раціонально організованого харчування, головним чином молочно-рослинної спрямованості [85, 89, 91, 92, 117].

Використання харчових продуктів і страв, що досить легко піддаються впливу травних ферментів. Цей принцип базується в основному на врахуванні вікових змін ШКТ. Це — і втрата жувальної ефективності, і зниження активності травних ферментів, а також секреторної і моторної діяльності кишечника. Тому ці моменти мають бути врахованими при кулінарній обробці їжі [34, 45, 78].

1.3.13. Особливості харчування за різновидами вікової патології

Найбільш розповсюдженими "хворобами цивілізації" для людей похилого віку є атеросклероз, серцево-судинні хвороби, цукровий діабет, ожиріння, захворювання органів травлення, онкологічні захворювання, захворювання центральної нервової системи, йододефіцитні та залізодефіцитні стани.

До продуктів, які мають лікувальні і профілактичні властивості щодо атеросклерозу, відносять олії: соняшникова (високий вміст лінолевої кислоти),

оливкова (високий вміст мононенасиченої олеїнової кислоти), конопляна, льняна (високий вміст γ -ліноленової кислоти). Постійне вживання цих продуктів в достатній кількості сприяє регресії атеросклерозного процесу і зниженню в 2 рази смертності від серцево-судинної патології [76, 33, 83, 214].

Вживання рибних продуктів по 75–100 г/добу сприяє зниженню смертності від серцево-судинної патології: жир риб і морських ссавців (високий вміст ПНЖК сімейства ω -3); морські водорості (високий вміст β -каротина, вітамінів групи В, С, фолієвої кислоти, йоду); морські безхребетні – гребінці, краби, устриці, криль; продукти з борошна грубого помелу (високий вміст селену); продукти з високим вмістом харчових волокон – яблучні порошок і вичавки, червоний буряк, кукурудзяні палички, рисові, вівсяні висівки, вівсяна крупа, хліб з підвищеним вмістом харчових волокон, ячмінь, жито, соя, боби (містять специфічні компоненти, нормалізуючі ліпідний обмін), фрукти, овочі, які одночасно знижують згортання крові, – червона ріпа, цибуля, часник, яблука, чорна смородина; молоко і кисломолочні продукти; паростки спаржі, чорнослив, гриби; прянощі – імбир, аніс, кориця, кардамон, гвоздика, гірчиця, цикорій; алкогольні напої з невисоким вмістом алкоголю (червоні вина); продукти з високим вмістом вітаміну С (цитрусові, капуста, чорна смородина). Вченими переконливо показано [15, 32, 201, 202], наскільки значима роль порушень в харчуванні для людини і як раціональним харчуванням можливо попереджати розвиток атеросклерозних процесів в старості.

У першу чергу для профілактики і лікування інсулінозалежного діабету в старості необхідно знизити масу тіла до так званої "ідеальної" величини. Вже один цей захід дає нормалізуючий клінічний ефект – скорочується вміст як глюкози в крові, так і інсуліну. Якщо при інсулінозалежному діабеті необхідно радикально обмежувати всі види вуглеводів (оскільки глюкоза, що поступає в кров, не утилізувалася тканинами у відсутність інсуліну), то при інсулінозалежній патології на фоні різко пониженого вжитку цукрів, що легко всмоктуються, позитивний вплив надає достатній рівень вжитку полісахаридів з продуктами, багатими харчовими волокнами.

Обмеження енергоємності краще всього здійснювати за рахунок зниження вживання, а деколи і повного виключення висококалорійних продуктів. Перш за все слід обмежувати жири тваринного походження, вуглеводи, переважно цукор, кондитерські і хлібобулочні вироби. Доцільно вживати хліб з борошна грубого помелу, овочі і фрукти, що містять багато клітковини. Клітковина сприяє швидшому розвитку відчуття насиченості, виведенню води з організму. Зниження енергоємності неминуче супроводжується зменшенням потрапляння в організм біологічно активних нутрієнтів. Часті (6 разів і більш), але невеликі за обсягом і калорійності прийоми їжі дозволяють не лише скоротити загальну енергоємність харчування, але й нормалізувати різні види обміну речовин, понизити масу тіла.

Підтримці ідеальної маси тіла сприяють також обмеження прийому рідини до 1–1,5 л/добу, куховарській солі – до 5–6 г/добу, відмова від алкоголю. Досить висока фізична активність нарівні з обмежувальними дієтами запобігає ожирінню і сприяє його лікуванню. Проте позбавитися від енергії, що депонується, придбаної з надлишковим харчуванням, досить складно. Для нормалізації маси тіла поважно поєднувати дієту з високим руховим режимом.

На тлі загального обмеження жиру в харчуванні надзвичайно важливо забезпечити достатню кількість лінолевої кислоти як попередника арахідонової. Тим самим підтримується високий рівень синтезу судинорозширюючого простагліну.

В умовах обмеження прийому солей натрію у вигляді куховарської солі, особливо людьми старше 50 років, необхідно поповнювати харчовий раціон солями калія, магнію, кальцію. Рекомендується споживати багаті на солі калія овочі, фрукти, ягоди (капуста, баклажани, картопля, курага, чорнослив, персики, абрикоси, шипшина і т. д.). Солі магнію, у свою чергу, підсилюють тормозні процеси у корі головного мозку, зменшуючи спазм гладкої мускулатури судин, тим самим діючи на основні патогенетичні ланки

гіпертонічної хвороби. Основними джерелами магнію є також рослинні продукти.

До особливостей харчування, що призводять до розвитку злоякісних пухлин в старшому віці, відносять більшість тих помилок в харчуванні, які були приведені вище. У епідеміологічних дослідженнях виявлено збільшення частоти онкологічних вражень при висококалорійному раціоні, значному вмісті в їжі жирів взагалі, як насичених, так і рослинних жирів, збільшеній кількості холестерину, при високобілковому харчуванні, в основному за рахунок м'ясних продуктів, надмірному вжитку кави і алкогольних напоїв. Понижена частота раку корелюється з високим споживанням овочів, фруктів, злакових, бобів.

Результати експериментальних робіт дозволяють в визначеній мірі розкрити можливий механізм впливу чинників харчування щодо попередження онкологічних хвороб. Так, висловлено, що надмірна калорійність харчування пов'язана з канцерогенезом за рахунок або збільшення маси тіла, або надлишкового вжитку жирів.

У вегетаріанців частота захворювань раком нижче, ніж у інших. Було виявлено також, що інгібітори протеаз, які гальмують розпад і засвоєння білка в травному тракті, мають антиканцерогенний і радіопротекторний ефект. Найбільш високий вміст інгібіторів протеаз в зернових і бобових продуктах. І хоча теплова обробка інактивує інгібітори, ймовірно, цієї кількості вистачає для попередження раку. Не виключається також профілактична роль харчової клітковини. Разом з тим характер взаємозв'язку високого вжитку м'яса і м'ясних продуктів з канцерогенезом, зокрема з розвитком раку грудних залоз, остаточно не встановлений.

Профілактична спрямованість харчування відносно пухлин, пов'язана з високим вмістом в їжі овочів, фруктів, зернових і бобах, обумовлена цілим комплексом впливів. Окрім інгібіторів протеаз велика роль відводиться достатньому вжитку клітковини, вітамінів з антиоксидантними властивостями,

зокрема вітаміну С і каротиноїдів. Клітковина знижує концентрацію канцерогенів, що потрапляють в організм, і сприяє їх швидшому виведенню.

У зелених кавових зернах і деяких овочах, зокрема білоголівковій і кольоровій капусті, міститься бензилізоціонат – речовина, пригноблююча неопластичні процеси [71].

Враховуючи все це запропонований ряд аліментарних рекомендацій по зниженню чинників ризику розвитку злоякісних опухолей [212]:

- обмеження сумарної кількості жиру (як насиченого, так і ненасиченого) – до 30% добовій калорійності, НЖК – до 10%, ПНЖК – до 10% загальної калорійності, холестерину – до 250–300 мг/доб;
- обмеження вжитку простих вуглеводів і збільшення полісахаридів до 50% і більш від добової енергоємності;
- підвищення вмісту харчових волокон до 40–65 г/доб;
- обмеження прийому куховарської солі до 3–8 г/доб;
- обов'язкове включення в щоденне меню фруктів і овочів, особливо цитрусових або з помаранчевим забарвленням (морква) з великим вмістом каротину, зернових, бобів;
- мінімальний вжиток маринованих продуктів, а також тих, що піддавалися тривалій тепловій обробці і копченню;
- обмеження прийому алкоголю.

Нам залишається лише відзначити збіг цих рекомендацій з вищевикладеними відносно більшості вікозалежних захворювань. Все це ще раз підкреслює роль всілякого асортименту продуктів в розвитку багатьох хвороб, характерних для старості, і доводить, що раціональним харчуванням можна в істотній мірі загальмувати, запобігти розвитку хвороб старості, а тим самим передчасному старінню, подовжити активне довголіття людини. В даний час переконливо доведений регрес атеросклерозного процесу і інших хвороб неінфекційної природи під впливом не лише фармакотерапії, але і зміни,

раціоналізації харчування. Єдиною умовою в останньому випадку є тривалість і постійність збалансованого хімічного складу харчування.

1.3.14. Рекомендації щодо харчування за умов порушеного обміну речовин

Формула збалансованого харчування не може бути однаково адекватною для всіх процесів життєдіяльності навіть здорових людей. Це положення набуває особливого значення під час вирішення питань аліментарної профілактики різних захворювань: склад нутрієнтів, корисний для попередження розвитку однієї патології, може бути некорисним для іншої і навіть несприятливим для третьої.

Не викликає сумніву роль харчування у комплексі заходів із первинної і вторинної профілактики масових неінфекційних захворювань.

З аліментарних чинників, що сприяють розвитку і прогресуванню артеріальної гіпертензії у генетично схильних до неї людей, найбільше значення мають надмірне за енергетичною цінністю харчування, яке спричиняє ожиріння, підвищене споживання хлориду натрію (кухонної солі), а також зловживання алкоголем. Певну роль може відігравати недостатнє споживання калію, магнію, кальцію, ПНЖК, особливо класу омега-3, ряду вітамінів.

У цілому аліментарна профілактика артеріальної гіпертензії повинна бути спрямована, насамперед, на енергетичну адекватність харчування, яка виключає виникнення ожиріння, а також розумне, у межах фізіологічних потреб, споживання кухонної солі, але не виключення її з харчування.

Складним є питання про роль харчування у виникненні цукрового діабету, який виникає внаслідок впливу багатьох ендогенних, у тому числі генетичних і екзогенних чинників. Він об'єднує різну за етіологією групу хвороб із загальним синдромом – станом хронічної гіперглікемії. За поширеністю і медико-соціальною значущістю виділяють 3 клінічних класи (форми) цукрового діабету: інсулін-залежний цукровий діабет (ІЗЦД), інсуліннезалежний цукровий діабет (ІНЦД) і цукровий діабет, пов'язаний з недостатнім харчуванням (ІДДНХ). У промислово

розвинених країнах, включаючи Україну, поширені ІЗЦД і ІНЦД, у багатьох країнах, що розвиваються, – ЦДНХ.

Дієтичне харчування є обов'язковим і постійним методом лікування і вторинної профілактики усіх хворих на цукровий діабет. Однак принципи дієтотерапії різні при різних формах цукрового діабету. Це стосується і ролі аліментарних чинників у первинній профілактиці цукрового діабету.

Експерти ВООЗ не підтверджують поширену думку про те, що розвиток цукрового діабету специфічно пов'язаний із надходженням в організм великої кількості однієї з основних харчових речовин, у тому числі сахарози. Цукровий діабет часто асоціюється з енергетично надмірним харчуванням, наслідком якого є аліментарне ожиріння. Останнє є важливим чинником ризику прояву і прогресування ІНЦД, який розвивається у разі спадкової схильності в осіб середнього і літнього віку. Таким чином, у профілактиці цукрового діабету харчування може мати першорядне значення (у разі ЦДНХ), бути чинником ризику у разі ІНЦД) або не мати суттєвого значення (у разі ІЗЦД).

Аліментарна профілактика масових неінфекційних захворювань включає 2 підходи – популяційний, спрямований на все населення у цілому, і груп високого ризику, спрямований на людей, у яких виявлені цілком певні чинники ризику розвитку захворювань. Основою популяційного підходу є раціональне харчування, основою підходу до груп високого ризику – ті або інші обґрунтовані зміни харчування з метою згладити вплив аліментарних чинників ризику розвитку патології.

1.3.15. Особливості харчування за умов ожиріння та цукрового діабету

Результати досліджень багатьох наукових центрів світу підтверджують, що використання в їжі цукру як хімічно чистої біологічної речовини негативно впливає на здоров'я людини, а в деяких випадках призводить до появи або

загострення багатьох захворювань. Особливо небажаним є використання надлишку цукру в дитячому харчуванні, а також в дієтичному харчуванні осіб, які страждають на цукровий діабет та ожиріння.

Надмірна маса тіла зумовлена різким зменшенням інтенсивності обмінних процесів. Причиною цього можуть бути порушення діяльності залоз внутрішньої секреції, зокрема гіпофізу, щитовидної та статевих залоз. Проте найчастіше (у 80% випадків) хвороба розвивається тому, що надходження енергії в організм з продуктами харчування перевищує його енергозатрати. Саме цим пояснюється той факт, що майже кожна третя доросла людина має надмірну масу тіла або страждає від ожиріння [13]. Люди, які вживають висококалорійні продукти і схильні до переїдання при зниженні фізичного навантаження повніють, а з часом при тривалому переїданні захворюють на ожиріння. Перша ступінь ожиріння – маса тіла перевищує ідеальну на 15–29%; друга – на 30–49%, третя – на 50–99% і четверта – на 100% і більше [95, 158].

Коректувальнодієтичне харчування є не тільки одним із засобів комплексного лікування хворих на ожиріння, але і засобом його профілактики. Воно спрямоване на обмеження відкладання жиру в організмі, передбачає зниження енергетичної цінності раціону, гальмує функцію харчового центру та секреторну діяльність шлунку, обмежує переварювання та всмоктування у кишках, гальмує ліпогенез та підвищує ліполіз у жирових депо, стимулює окисні процеси в організмі. Найбільш розповсюдженою формою ожиріння є первинне аліментарно-конституційне, або аліментарно-обмінне ожиріння. Воно становить близько 75% всіх випадків надмірної маси тіла [95].

Важливим фактором ризику в розвитку такого ожиріння є зміна структури харчування та зниження фізичної активності людини.

Продукти, які входять в раціон харчування, мають бути низькокалорійними. Для людей з ожирінням першого, другого, третього та четвертого ступеня калорійність продуктів необхідно знизити відповідно на 20, 30 та 40% і більше. При цьому слід зазначити, що головною причиною аліментарно-обумовленої

форми ожиріння є надмірне вживання легкозасвоюваних вуглеводів, які в організмі перетворюються на жир. У зв'язку з цим необхідно обмежити вживання цукру, а також продуктів з високим вмістом цукру (кондитерські вироби, напої), замінивши їх спеціальними виробами з цукрозамінниками (кондитерські вироби, напої для хворих на цукровий діабет). У продуктах для людей з ожирінням враховані вимоги їх збалансованості в основних компонентах. Зокрема, враховано значення в харчуванні білка, поліненасичених жирних кислот і різних біологічно активних речовин. Механізм оздоровчої дії таких продуктів – в активізації ферментних систем ліполізу (розпаду жиру) та пригніченні систем ліпогенезу (утворення жиру), що стимулюється рослинними оліями. Вони також є джерелом поліненасичених жирних кислот, яким належить важливе місце в обміні холестерину. Тому за рахунок тваринних жирів у склад дієти при ожирінні слід вводити різні рослинні олії та продукти з їх використанням. Особливо корисні оливкова, кукурудзяна олії (із зародків зерна кукурудзи), які поряд із поліненасиченими жирними кислотами вміщують значну кількість токоферолу (вітамін Е), який є природним антиоксидантом і виявляє багатогранний додатковий вплив на організм, у тому числі регулює функціональний стан серця і судин.

Важливим критерієм харчування людини є маса тіла. Розуміння "ідеальної маси" зазнало великих змін. Медицина, зокрема наука про харчування, близькою до ідеальної визначають ту масу тіла, яка становилась у здорової людини у 20–25 років і зберігається все життя. Як свідчить лікарська практика, доцільно говорити не про ідеальну масу тіла, а про нормальну – залежну від статі, віку, особливості будови тіла, тренуваності м'язів.

Існує багато способів, за допомогою яких можна розрахувати "ідеальну" масу тіла. За Бонгардом вона (в кг) дорівнює росту (в см), помноженому на окружність грудей (в см) та поділеному на 240. Численність методів, способів визначення "ідеальної" маси тіла у тієї чи іншої конкретної людини дає можливість думати про їх певну недосконалість. Тому у практичних цілях

частіше користуються методом Брока: "ідеальну" масу (в кг) знаходять шляхом віднімання 100 від числового значення зросту (в см). Розрахунок "ідеальної" маси тіла, розроблений американськими компаніями зі страхування життя [95].

Встановлено, що енергетична цінність харчування осіб, зайнятих розумовою працею або легкою фізичною працею, повинна відповідати 35 ккал на 1 кг "ідеальної" маси тіла.

При ожирінні I-II ступеня рекомендується калорійність раціону – 200 ккал.

Кисломолочно-сирна дієта: 500 г кисломолочного сиру (по 100 г 5 разів на день), 2 склянки кефіру (або інших кисломолочних напоїв), чай (2 склянки), шипшина (у вигляді відвару – 1 склянка).

Вівсяна дієта: 200 г вівсяної крупи "Геркулес" (краще "Екстраполівігамікс") залити 40 г кип'ятку і витримати 3–5 хв, вживати 5 разів на день.

Молочна дієта: по 200 г кефіру (чи інших кисломолочних продуктів) або "Цикорлакт" – 6 разів на день.

Салатна дієта: салати із овочів (свіжих чи квашених) з олією (чи сметаною), свіжі фрукти (найкраще яблука) по 250–300 г без солі 5 разів на день.

Якщо ожиріння ускладнено гіпертонічною хворобою і серцево-судинною недостатністю, яка супроводжується набряками, перевагу слід віддати кисломолочним сирним і овоче-фруктовим дієтам. Дієтотерапія ефективна тільки тоді, коли вона поєднується з водними процедурами, активним способом життя, дозованим фізичним навантаженням і супроводжується втратою маси у молодих людей 3–5, у літніх людей – 2–3 кг/місяць [126].

Показниками доцільного застосування комплексного лікування ожиріння повинно бути зниження маси тіла у середньому на 200–300 г/добу, а також поліпшення загального самопочуття: зникнення задишки, підвищення витривалості фізичних навантажень, нормалізація сну, зниження апетиту та спраги, підвищення працездатності.

Ожиріння часто поєднується з атеросклерозом, гіпертонічною хворобою, цукровим діабетом, захворюваннями печінки і жовчовивідних шляхів, подагрою. У всіх цих випадках головним засобом профілактики, лікування та реабілітації є оздоровче харчування із застосуванням спеціальних продуктів. Ускладнені форми ожиріння вимагають деяких особливих підходів до проектування оздоровчих продуктів. При цьому можна виходити із загальних принципів проектування функціональних продуктів при захворюваннях, в основі яких порушення обмінних процесів.

У раціонах харчування таких людей можна рекомендувати такі продукти зниженої калорійності: сичугові, перероблені та кисломолочні сири зі зниженим вмістом жиру, кисломолочні напої, коктейлі молочно-фруктові, особливо на основі сколотин та полісолодових екстрактів; вівсяні та гречані круп'яні концентрати, збагачені природним полівітамінним концентратом – пластівцями із зародків пшениці (особливо корисний круп'яний концентрат "Екстраполівітамікс"); кавовий напій "Цикорлакт" на знежиреному молоці (без цукру або з природними цукрозамінниками).

Використання в раціонах харчування продуктів зниженої енергетичної цінності має бути адекватним ступеню ожиріння. Так, при I ступені ожиріння калорійність раціону необхідно знизити на 20%, при II ступені – на 30%, а при III і IV – на 40% і більше. Слід використовувати у харчуванні хворих на ожиріння жирові продукти зниженої енергетичної цінності – бутербродне чи легке масло, маргарини і майонези зниженої енергетичної цінності. Енергетичну цінність раціону необхідно обмежувати дуже обережно, щоб не викликати явища гіпоглікемії (нудота, слабкість, запаморочення, блювання, які супроводяться болями в серці). Тому для людей з ожирінням доцільне використання таких продуктів, у рецептурах яких легкозасвоювані цукри частково замінені білковими та рослинними компонентами. Останні вміщують харчові волокна (клітковину, пектинові речовини), які практично не є джерелами енергії, але відіграють важливу роль у стимулюванні перистальтики

кишечнику і регулюють його моторну функцію, попереджують застій жовчі в жовчовивідних шляхах, сприяють виведенню із організму холестерину, тобто виявляють протисклеротичну дію, а також зв'язують і виводять із організму різні токсичні речовини.

Окремо необхідно розглянути питання про продукти харчування для хворих на ожиріння, ускладнене подагрою ("подагра" в перекладі з грецької – "капкан для ніг"). Подагра – хронічне захворювання, зумовлене порушенням білкового обміну, зокрема обміну нуклеопротейдів (пуринів). Воно супроводжується підвищенням вмісту сечової кислоти у крові та відкладанням її солей (уратів) у суглобах та інших органах. При цьому суглоби деформуються, порушується їх рухомість, під шкірою утворюються вузлики. Хвороба виявляється гострими нападами артрити (запалення суглобів). Схильність до цієї хвороби успадковується, але головна причина розвитку захворювання – вживання продуктів, багатих пуринами. Це різні субпродукти (печінка, нирки, язик, мозок), м'ясо молодих тварин (телятина, курчата), а також жирні м'ясо, риба, м'ясні та рибні навари (у процесі варіння 50% пуринів переходить у навар), бобові (горох, квасоля, боби), а також щавель, шпинат, кава, чай, какао. Рекомендуються сирні, кефірні, молочні та фруктові розвантажувальні дні з обов'язковим об'ємом рідини 1,5–2 л на добу, але голодування заборонено, тому що призводить до збільшення вмісту сечової кислоти в крові [22, 126].

В окремих випадках ожиріння лікують голодуванням, яке полягає у добровільній відмові від їжі при необмеженому вживанні рідини та проведенні ряду дезінтоксикаційних гігієнічних заходів. Курс лікування складається з двох періодів: голодування і відновлюючого харчування. Його тривалість встановлюється особисто з урахуванням динаміки втрати ваги, самопочуття хворого, показників лабораторних досліджень.

Лікувальне голодування є ефективним методом лікування деяких форм ожиріння. Воно дає результат – зниження маси тіла на 11–13 кг за курс

лікування (200–500 г на добу). Поряд із ефективністю цього методу лікування ускладнених ступенів ожиріння, він має ряд серйозних негативних факторів, обмежуючих його застосування [158].

Існує два основних типи цукрового діабету. Це – інсулінзалежний (I тип) та інсуліннезалежний (II тип) цукровий діабет. Як і в інших країнах світу, в країнах СНД переважає II тип, який виявляється у 80–90% усіх хворих на цукровий діабет. I тип цукрового діабету спостерігається переважно у молодому віці та у дітей, II тип – в осіб старшого та літнього віку. Як при I, так і при II типі цукрового діабету дієтотерапія має одне із вирішальних значень у комплексному лікуванні хворих. Вона повинна бути адекватною до фізіологічних потреб організму з урахуванням віку, статі, маси тіла, інсулінотерапії або цукрознижуючих препаратів, супровідних захворювань, енерговитрат та ін. Лікування, у тому числі фармакотерапія, буде успішним лише при правильно вибраному харчуванні з урахуванням індивідуальних особливостей.

Так, хворим на інсулінзалежний цукровий діабет при інсулінотерапії загальна кількість вуглеводів у раціоні повинна відповідати фізіологічній нормі. При цьому лише зменшується кількість моно- та дисахаридів з відповідним збільшенням кількості полісахаридів. Також необхідно пам'ятати, що режим харчування таких хворих, особливо в амбулаторних умовах, повинен будуватися з урахуванням інсулінотерапії. Тобто після ін'єкції інсуліну повинні бути умови для своєчасного вживання їжі. Квота білків у добовому раціоні для хворих молодого віку збільшується, а жирів та кухонної солі – повинна відповідати фізіологічній нормі.

При інсуліннезалежному цукровому діабеті спостерігається зниження синтезу білка в організмі, а внаслідок цього порушується функція щитовидної та надниркової залози. Це потребує збільшення добової потреби у повноцінному за амінокислотним складом білка до 120 г. За наявності

лейкопенії, виникаючої інколи після вживання сульфаніла препаратів, рекомендується збільшення кількості білка у добовому раціоні до 150 г [158].

З метою профілактики та усунення жирової інфільтрації печінки необхідно надавати перевагу продуктам, в яких міститься достатня кількість білків, багатих на ліпотропні фактори (холін, метіонін та ін), що запобігає розвитку жирової дистрофії печінки. Такими продуктами є м'який сир, кефір, прісна яловичина, нежирна риба, гречана крупа. Обмежується вміст білка у раціоні при важких станах (передкоматозний, коматозний); ушкодження нирок (діабетичний гломерулосклероз), супроводжуваних затримку азотистих шлаків в організмі.

Нормальний вміст жирів у раціоні (60–80 г) забезпечує збереження інсулярного апарату. При ускладнених формах цукрового діабету наявністю кетоацидозу кількість жирів необхідно зменшувати. Це пов'язано з тим, що джерелом кетонів є жири. Останні також необхідно обмежувати і за наявності жирової інфільтрації печінки.

Надмірне вживання жиру призводить до порушення метаболічних процесів в організмі, ускладнюючих перебіг цукрового діабету. При цьому можливий розвиток ожиріння, зниження апетиту, виявляється розвиток дисфункції печінки та підшлункової залози, пригнічується діяльність щитовидної залози, кровотворення, підвищується зсідання крові.

Відомо, що при цукровому діабеті часто супутнім захворюванням є атеросклероз. У зв'язку з цим хворим необхідно обмежувати вживання продуктів, які містять велику кількість холестерину (печінка, нирки, ячний жовток, мозок та ін.). Важливо надавати перевагу олії (соняшниковій, кукурудзяній, оливковій, бавовняній). Завдяки наявності у ній достатньої кількості ненасичених жирних кислот та фосфатидів вона справляє протисклеротичний вплив. Ненасичені жирні кислоти підсилюють ліпотропну дію холіну та сприяють його синтезу.

Кількість вуглеводів у раціоні повинна обмежуватись при легкій формі цукрового діабету, підвищенні чутливості до інсуліну, інсулінорезистентних формах захворювання та при деяких супровідних станах (ожиріння, бродильна дисперсія). У цих випадках необхідно віддавати перевагу вуглеводам, які погано засвоюються (хліб із борошна грубого помелу, овочі, фрукти, ягоди та ін.). При вживанні хворими цукрознижуючих препаратів кількість вуглеводів у раціоні може бути доведена до нормального рівня (400–500 г). Це практикується при середній важкості та тяжкому перебігу захворювання. При цьому важливо обмежувати вживання легко засвоюваних продуктів (цукор, варення, мед, кондитерські вироби без цукрозамінників), які швидко всмоктуються і таким чином призводять до швидкого підвищення вмісту глюкози у крові.

Хворим, які вживають цукрознижуючі препарати, дозволяється включати до добового раціону 20–25 г цукру за рахунок загальної кількості вуглеводів [95]. За наявності значного виснаження, цукрового діабету, вагітності, інфекції та інтоксикації, супровідних захворювань та ускладнень і особливо – розвитку кетоацидозу необхідно збільшувати вживання вуглеводів лише за умови забезпечення відповідного їх засвоєння. Останнє досягається введенням необхідної кількості інсуліну. Таким хворим рекомендується збільшити в раціоні, включаючи цукрові продукти, кількість вуглеводів за рахунок пшеничного хліба, макаронних виробів, картоплі та інших до 350–400 г. Їх утилізація за допомогою інсуліну призводить до достатнього утворення щавлевооцтової кислоти, реагуючи з якою кетоніві тіла швидко згоряють. Інсулін активізує ресинтез ацетооцтової кислоти у вищі жирні кислоти. До того ж відбувається поповнення запасів глікогену у печінці, що затримує надходження жирних кислот із жирової тканини та окиснення їх у печінці. Все це призводить до зменшення вмісту в організмі недоокиснених продуктів жирового обміну (ацетон, ацетооцтова та оксимасляна кислота).

Однак необхідно пам'ятати, що потреба в солодкому як здорової, так і хворої на цукровий діабет людини є природженою, вона виражає природну

потребу в життєнеобхідних, легкозасвоюваних вуглеводах. Тому, відмовляючи, з медичних міркувань, хворим на цукровий діабет або ожиріння "в солодкому", необхідно задовольнити їх потребу за допомогою використання цукрозамінників та підсолоджувачів.

В останні роки в нашій країні широко проводяться дослідження щодо розробки, впровадження у виробництво і використання цукрозамінників і підсолоджувачів при створенні харчових продуктів. Особливо популярними є фруктоза, сахарин, ксиліт, сорбіт, продукти переробки стевії, солодкового кореня, аспартам, ацесульфам К та ін. Однак, не зважаючи на темпи розвитку цієї сфери та різноманіття видів таких добавок, і дотепер виробництво ідеальних цукрозамінників пов'язано із необхідністю забезпечення їх відповідності значній кількості вимог: вони повинні бути безпечними для життя та здоров'я людини й інертними відносно до природних компонентів їжі та харчових добавок, з якими вони будуть застосовуватися; стійкими до процесів, які супроводжують виробництво харчових продуктів; зберігати свої властивості при зміні реакції середовища, температури та інших специфічних факторів; розчинятися у воді; володіти солодким смаком, аналогічними цукру; без сторонніх присмаків.

Нами вивчалися властивості та можливість застосування у виробництві харчових продуктів сухого листя стевії та продуктів його переробки (рідкого та сухого екстрактів зі стевії). Розроблені технології солодких страв, борошняних і кондитерських виробів, напоїв з екстрактами стевії. В результаті медико-біологічних випробувань встановлено ефективність розроблених продуктів.

Нами було розроблено зразкові семиденні меню на два сезони року для харчування хворих на ожиріння та цукровий діабет. Вони складаються із трьох раціонів, які мають різну енергетичну цінність, що дає можливість вибору залежно від характеру захворювань. Для більшої редукції раціонів доцільним є виключення окремих продуктів із меню залежно від умов, у яких знаходиться хворий, та динаміки зниження маси його тіла. Енергетична цінність кожної страви, зазначеної у меню, дає змогу вести правильний облік змін у раціоні.

1.4. Класифікація і характеристика харчових продуктів функціонального призначення

Поняття "функціональні харчові продукти" з'явилося приблизно 20 років тому в Японії, де у 1991 р. законодавчо прийняті вимоги до виробництва харчових продуктів зі специфічною лікувальною дією FOSHU (Food of Specific Health Use) [179]. Ця програма стала прообразом для подібних програм у Німеччині, Франції, Фінляндії, Швеції, США, Канаді, Китаї, Кореї та багатьох інших країнах.

Японські дослідники виділили три умови, що визначають функціональну спрямованість харчових продуктів:

- 1) продукти харчування, які приготовані з натуральних природних інгредієнтів;
- 2) продукти, які вживаються постійно у складі щоденного раціону;
- 3) при споживанні ці продукти мають певну дію, регулюючи окремі процеси в організмі, наприклад посилення механізму біологічного захисту, попередження певного захворювання, контроль фізичного та душевного стану, уповільнення процесу старіння.

У 1999 р. у зв'язку з посиленням в Європі інтересу до концепції "Наука про функціональні харчові продукти" та "Вимоги здоров'я" була створена Європейська комісія для дій у рамках науки про функціональні харчові продукти (FUFUSE). Завдання цієї комісії полягало у розробленні та затвердженні науково обґрунтованого підходу до розвитку виробництва харчових продуктів, які можуть позитивно впливати на певні фізіологічні функції, а також покращувати здоров'я та самопочуття й (або) знижувати ризик виникнення захворювань [1].

У законі ЄС про харчові продукти наведено таке визначення функціональних харчових продуктів – будь-який модифікований харчовий продукт або харчовий інгредієнт, який може сприятливо впливати на здоров'я людини, крім впливу традиційних харчових речовин, які він містить.

Слід зазначити, що законодавство у сфері функціональних продуктів лише розробляється, а статус функціональних продуктів – одне з найбільш обговорюваних правових питань. Одностайної думки серед вчених щодо визначення самого терміна функціональності харчових продуктів взагалі немає [11].

Російськими вченими Г.П. Бурмістровим, П.П. Макаровим, Н.А. Муліною функціональні продукти харчування визначаються як продукти або харчові інгредієнти, які позитивно впливають на здоров'я людини у доповнення до їх поживної цінності.

Академік В.А. Тутельян визначив продукти функціонального харчування продуктами із заданими властивостями, збагаченими есенційними харчовими речовинами та мікронутрієнтами [26].

Науковцями Н.А. Тихомировою та О.Н. Бакуліною продукти функціонального харчування визначаються як продукти з сировини рослинного і тваринного походження, систематичне вживання яких має регулюючий вплив на обмін речовин. Вони містять не тільки основні компоненти їжі (білки, жири, вуглеводи), що забезпечують організм енергетичним і пластичним матеріалом, а й біологічно активні речовини, які спрямовано регулюють і підтримують нормальну життєдіяльність органів людини [41].

Розгорнуте формулювання дано одним із провідних спеціалістів з функціонального харчування Б.А. Шендеровим: "Продукти функціонального харчування – це такі продукти природного або штучного походження, які призначені для систематичного щоденного споживання і мають регулюючу дію на фізіологічні функції, біохімічні реакції та психосоціальну поведінку людини за рахунок нормалізації його мікроекологічного статусу" [51].

На думку вчених А.А. Кочеткової та В.І. Тужилкіна функціональними є харчові продукти, призначені для систематичного вживання у складі харчових раціонів усіма групами здорового населення, які зберігають і покращують здоров'я та знижують ризик розвитку хвороб, пов'язаних із харчуванням,

завдяки наявності у їх складі харчових функціональних інгредієнтів, що володіють властивістю здійснювати сприятливі ефекти на одну або декілька фізіологічних функцій та метаболічних реакцій організму людини [52].

Науковці Л. В. Капрельянц та К. Г. Іоргачова вважають функціональними ті харчові продукти, що є частиною звичайного раціону і, крім поживних властивостей, володіють здатністю позитивно впливати на ті чи інші функції організму, завдяки чому при їхньому регулярному вживанні знижується ризик виникнення хронічних захворювань [70].

А. Є. Подрушняк, О. Н. Голинько, Н. Є. Чумак пропонують таке визначення функціонального харчового продукту: продукт, призначений для систематичного вживання у складі харчових раціонів усіма групами здорового населення, який зберігає і покращує здоров'я, а також знижує ризик розвитку пов'язаних із харчуванням хвороб за рахунок наявності у його складі фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів [142].

У праці Г.А. Сімахіної функціональними називаються харчові продукти, які не тільки забезпечують потреби людини в енергії, пластичних матеріалах, поживних речовинах, але також мають імуномодельючий, біорегуляторний, реабілітаційний та інші позитивні фізіологічні впливи на всі органи, системи та функції організму [156].

Отже, спираючись на вищенаведені визначення, можна виділити такі основні характеристики функціональних харчових продуктів: позитивний вплив на певні фізіологічні функції, покращання здоров'я, зниження ризику появи захворювань.

З цих позицій до функціональних харчових продуктів можна віднести 3 групи продуктів:

- 1 група – збагачені продукти (в які внесені вітаміни, мікроелементи, харчові волокна тощо);
- 2 група – продукти, з яких вилучені певні речовини, не рекомендовані за медичними показниками (амінокислоти, лактоза, сахароза та ін.);

3 група – продукти, в яких вилучені речовини, замінені на інші компоненти.

У зв'язку з цим розроблення функціональних продуктів харчування – це спосіб, який за допомогою сучасних досягнень науки про харчування може змінити склад продукту таким чином, щоб вплинути на стан здоров'я людини, зміцнюючи його шляхом регулювання певних фізіологічних реакцій організму.

Терміном "функціональні харчові продукти" можна визначити широке коло харчових продуктів: носії природних і органічних речовин, низькокалорійні та безкалорійні, продукти для контролю за масою тіла, продукти, збагачені вітамінами і мікроелементами, напої енергетичного характеру, пробіотичні продукти, молочні продукти зі спеціальними властивостями тощо.

Робертфрід М.Б. визначив основні категорії функціональних харчових продуктів таким чином:

- натуральні продукти, які природно містять необхідну кількість функціонального інгредієнта або групи інгредієнтів;
- натуральні продукти, додатково збагачені будь-яким функціональним інгредієнтом або групою інгредієнтів;
- натуральні продукти, з яких вилучений певний компонент, що перешкоджає виявленню фізіологічної активності наявних в них функціональних інгредієнтів;
- натуральні продукти, в яких вихідні потенціальні функціональні інгредієнти модифіковані таким чином, що вони починають виявляти свою біологічну або фізіологічну активність або ця активність посилюється;
- натуральні харчові продукти, в яких збільшується біозасвоюваність функціональних інгредієнтів, що входять до їхнього складу, в результаті тих чи інших модифікацій;

– натуральні та штучні продукти, які в результаті застосування комбінації вищезазначених технологічних прийомів набувають здатності зберігати і покращувати здоров'я людини і/або знижувати ризик виникнення захворювань.

Функціональні харчові продукти доцільно поділяти на групи залежно від спрямованості фізіологічної дії, наприклад антиоксиданти, продукти зі зменшеною енергетичною цінністю, пре- та пробіотичні продукти тощо.

Із внесенням змін до Закону України "Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини" у вересні 2005 р. законодавчо закріплено визначення функціонального харчового продукту як такого, що містить як компонент лікарські засоби та (або) пропонується для профілактики або пом'якшення перебігу хвороби людини. Вживання терміна в такому значенні, на думку спеціалістів у галузі харчування, суперечить сучасним уявленням про функціональні харчові продукти. Таким чином, проблема визначення функціональних харчових продуктів в Україні залишається не вирішеною.

Таким чином, функціональні харчові продукти – це продукти, які, насамперед, компенсують дефіцит біологічно активних компонентів в організмі, а також підтримують нормальну функціональну активність органів і систем, знижують ризик різноманітних захворювань (створюють дієтичний фон) і можуть споживатися регулярно у складі нормального раціону харчування. Вони містять інгредієнти, які приносять користь здоров'ю людини, підвищують опірність захворюванням, здатні покращити значну кількість фізіологічних процесів в організмі людини, дозволяють тривалий час зберігати активний спосіб життя, попереджувати хвороби і гальмувати старіння організму в екологічному середовищі, що склалося на сьогодні.

Усі продукти функціонального призначення містять інгредієнти, які надають їм функціональних властивостей. Фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт – речовина або комплекс речовин тваринного, рослинного, мікробіологічного або мінерального походження у складі функціонального харчового продукту, яка має властивість сприятливо впливати на одну або

декілька фізіологічних функцій, метаболічних та/або поведінкових реакцій організму людини при систематичному вживанні в кількості, які не перевищують 50% від добової фізіологічної потреби [183].

Спочатку основними категоріями фізіологічно функціональних інгредієнтів, які застосовували для функціональних харчових продуктів, були молочнокислі та біфідобактерії, олігоцукриди, харчові волокна та ω -3 жирні кислоти.

На сучасному етапі розвитку ринку ефективно використовується сім основних видів функціональних інгредієнтів [10, 182]:

- харчові волокна (розчинні та нерозчинні);
- вітаміни (А, групи В, D тощо);
- мінеральні речовини (кальцій, залізо, йод, селен та ін.);
- поліненасичені жирні кислоти (ω -3 та ω -6 жирні кислоти);
- антиоксиданти (β -каротин, аскорбінова кислота, α -токоферол тощо);
- пребіотики (фруктоолігоцукриди, інулін, лактоза, молочна кислота та ін.);
- пробіотики (біфідо- та лактобактерії, дріжджі, вищі гриби).

Функціональні властивості харчових волокон пов'язані в основному з роботою шлунково-кишкового тракту. Продукти, багаті на харчові волокна, позитивно впливають на процеси травлення і, як наслідок, зменшують ризик виникнення захворювань, пов'язаних з цими процесами, наприклад, раку кишечника.

Технічний комітет Американської асоціації хіміків-зерновиків (American Association of Cereal Chemists – AACCC) у 2000 р. прийняв таке визначення харчових волокон: "Харчове волокно – це їстівні частини рослин або аналогічні вуглеводи, стійкі до перетравлювання і адсорбції в тонкому кишечнику. Харчові волокна включають поліцукриди, олігоцукриди, лігнін і асоційовані рослинні речовини (рис. 1.15). Харчові волокна виявляють позитивні

фізіологічні ефекти (послаблюючий ефект, та/або зменшення рівня холестерину та/або глюкози в крові)" [66].

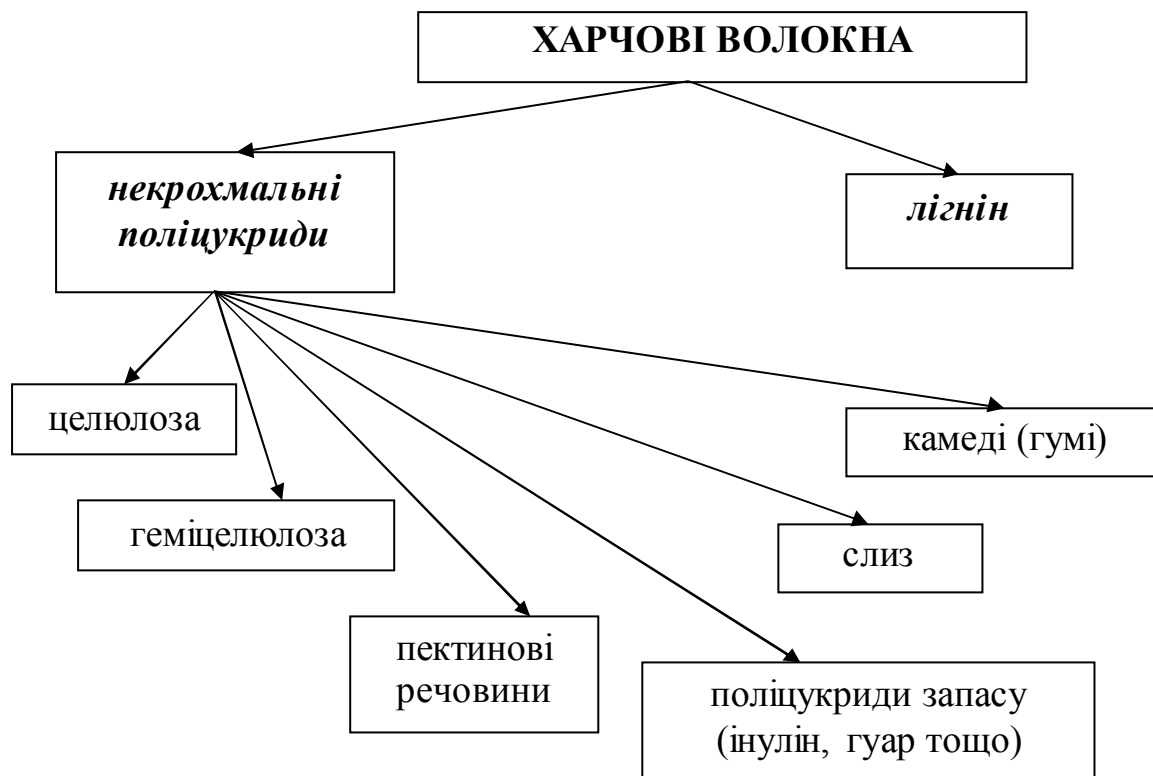


Рисунок 1.15 – Групи харчових волокон

Однією з основних властивостей харчових волокон, які визначають їхню поведінку у шлунково-кишковому тракті людини, є ступінь розчинності у воді. Відносно цього універсального розчинника харчові волокна можна класифікувати на водорозчинні, малорозчинні та нерозчинні у воді (рис. 1.16).

Головним представником нерозчинних харчових волокон є целюлоза. До розчинних належать поліцукриди, які виявляють властивості гідроколоїдів. Їх протягом багатьох років використовують у харчовій промисловості як загусники, стабілізатори та гелеутворювачі.

Нижче наведена коротка характеристика найбільш поширених харчових волокон.

Целюлоза являє собою лінійний полімер, побудований із сполук β -1,4-глікозидними зв'язками з ланок D-глюкози, молекула якої містить зони кристалічності

(орієнтовані, висококристалічні ділянки) й окремі аморфні (неорієнтовані) ділянки. Така будова целюлози обумовлює велику механічну міцність волокон та їх інертність відносно багатьох розчинників і реагентів. Препарати целюлози як джерело нерозчинних харчових волокон випускають у двох модифікаціях: мікрокристалічній (частково гідролізованій) і порошкоподібній. Об'єднаним комітетом ФАО/ВОЗ по харчових добавках встановлені допустимі добові потреби похідних целюлози (метилцелюлоза, карбоксиметилцелюлоза) для людини в кількості до 30 мг на 1 кг маси тіла.



Рисунок 1.16 – Класифікація харчових волокон за розчинністю

Лігнін – рослинний нерегулярний полімер, який складається із залишків фенолспиртів. Лігніни характеризуються антиоксидантними властивостями і здатністю сорбувати жовчні кислоти; містяться у таких видах харчової сировини: слива (20% до сухої речовини), жито (18%), апельсини (15%), грейпфрути (13%), капуста зимових сортів (13%), висівки (7–9%), вівсяна крупа (6%).

Пектини – група високомолекулярних гетерополісахаридів, основу яких складають рамногалактуронани. Головний ланцюг полімерної молекули утворюють похідні полігалактуронової (пектової) кислоти, в якій залишки D-галактуронової кислоти зв'язані 1,4- α -глікозидним зв'язком. Пектини умовно поділяють на дві підгрупи: високоетерифіковані – ступінь етерифікації більше 50%; низькоетерифіковані – ступінь етерифікації менше 50%. Пектини, виділені

з різної сировини рослинної сировини, – яблучний, цитрусовий, буряковий, пектин з корзинок соняшника, комбіновані пектини зі змішаної сировини – відрізняють за складом і властивостями.

Геміцелюлози складають значну частину харчових волокон. Геміцелюлозами називають групу поліцукридів: арабінанів, криланів, маннанів, галактанів, які відрізняються доброю розчинністю у розбавлених водних розчинах гідроксидів лужних металів і здатністю вступати в реакції гідролізу при порівняно низьких температурах за наявності іонів водню.

Альгінова кислота і її солі є поліцукридами бурих морських водоростей родів *Laminaria* і *Macrocystis*, які побудовані із залишків β -D-мануронової кислоти та α -L-гулууронової кислот, зв'язаних у лінійні ланцюги 1,4-глікозидними зв'язками.

Галактоманани – належать до гетерополіцукридів, комерційні препарати яких отримали назву камедей. Найбільш поширені галактоманани двох видів рослин: гуара і рожкового дерева (камедь гуара і камедь рожкового дерева). Ці камеді мають схожу хімічну будову і являють собою нейтральні поліцукриди, які складаються з 1,4- β -глікозиднозв'язаних залишків манози, до яких 1,6-зв'язками через рівні інтервали приєднані бічні ланцюги, що складаються з одиничних залишків D-галактози.

Гуміарабік являє собою висушений на повітрі ексудат, отриманий при надрізанні стовбурів або гілок *Acacia Senegal L. Wildenaw* або *Acacia seyal*, а також інших видів акації. Гуміарабік належить до класу глікопротеїнів, молекула яких включає фрагменти поліцукридної і білкової природи. Поліцукридна фракція складається, головним чином, з високорозгалуженого арабіногалактану, глюкуронової кислоти (та/або її метилового ефіру), рамнозних одиниць. Білкові фрагменти, розміщені на периферії молекули, відрізняються підвищеним вмістом гідроксипроліну, серину і проліну. Незважаючи на високу молекулярну масу (більше 400 000), гуміарабік навіть при великих концентраціях утворює розчини низької в'язкості.

Карагенани об'єднують родину поліцукридів, які містяться у червоних морських водоростях. За хімічною природою карагенани являють собою нерозгалужені сульфатовані гетерополіцукриди, молекули яких побудовані з дицукридних ланок, що повторюються, що включають залишки β -D-галактопіранози, та 3,6-ангідро- α -D-галактопіранози.

Фруктоолігоцукриди – полімери фруктози, які закінчуються глюкозою. У молекулах фруктоолігоцукридів, які мають, як правило, лінійну будову, залишки фруктози зв'язані β -1,2-глікозидними зв'язками. Кількість мономерів і молекулярна маса відрізняються залежно від походження і способу отримання препаратів, які можуть бути виділені ферментативним шляхом з рослин (цикорію, артишоку, часнику, томатів тощо) або синтезовані.

Особливості хімічного складу визначають здатність пектинів, альгінатів, гуарової камеді, гуміарабіка і фруктоолігоцукридів розчинятися у холодній воді. З карагенанів цією властивістю характеризуються лямбда-карагенани. Інші типи карагенанів, як і камедь рожкового дерева розчинні тільки при нагріванні.

Гідроколоїди застосовуються як харчові добавки, що змінюють структуру і фізико-хімічні властивості харчових продуктів, і виконують функції загусників, драглеутворювачів, емульгаторів і стабілізаторів харчових систем. Приклади технологічного використання харчових волокон у виробництві борошняних і кондитерських виробів, молочних і жирових продуктів, напоїв наведені у табл. 1.15.

За даними Департаменту з харчування при Академії наук США (The Food Nutrition Board of National Academy – FNB) встановлена фізіологічна добова потреба організму дорослої людини у харчових волокнах, яка складає від 25 до 38 г. Розчинні та нерозчинні харчові волокна впливають на функції травного тракту різними шляхами.

Харчові волокна у виробництві харчових продуктів

Продукт	Харчові волокна	Технологічна дія
Молочні десерти	Пектини	Підвищення в'язкості, стабілізація, утворення гелів
Йогурти	Камедь рожкового дерева	Утворення еластичних гелів, стабілізація
Морозиво	Карагенани, гуарова камедь, альгінати	Підвищення в'язкості при низьких температурах
Шоколадне молоко	Карагенани	Підвищення в'язкості, стабілізація
Майонез	Карагенани, альгінати	Підвищення в'язкості при низьких температурах і нагріванні
Соуси для салатів	Карагенани, альгінати	Підвищення в'язкості, гелеутворення і стабілізація
Хлібобулочні вироби	Мікрокристалічна целюлоза	Збільшення виходу продукту за рахунок високої водозв'язувальної здатності, уповільнення процесу черствіння, продовження строку зберігання готових виробів
Заморожені напівфабрикати	Мікрокристалічна целюлоза	Покращання стабільності тіста у процесі заморожування, відтавання і випікання, збільшення виходу готової продукції, запобігання утворення великих кристалів, висихання поверхні при зберіганні тістових заготовок у холодильній камері
Вафлі	Мікрокристалічна целюлоза	Зменшення ламкості та гігроскопічності вафельних листів, готові вафлі більш ніжні та хрусткі, подовження збереженості, зниження витрат емульгатора та кількості зворотних відходів
Пряники, печиво, бісквіти, кекси, еклери	Пектини, фрукто-олігоцукриди, гуміарабік	Запобігання продуктів від висихання, продовження строку зберігання за рахунок високої водопоглинальної здатності

Продовження табл. 1.15

Продукт	Харчові волокна	Технологічна дія
Фруктові начинки	Пектини, карагенани	Підвищення стабільності начинки при випіканні, запобігання витіканню фруктових начинок з тіста, розривів на поверхні; зниження міграції вологи з начинки у готовий виріб, гелеутворення, підвищення в'язкості
Екструдовані продукти	Мікрокристалічна целюлоза	Отримання рівномірної пористої структури поверхні виробу за рахунок зміцнення волокнами, більш тривале збереження хрустких властивостей при змішуванні з рідиною, зниження витрат глазури за рахунок менш пористої поверхні продукту, утворення у продуктах з начинкою тонкого ізолюючого шару між начинкою і продуктом, що знижує міграцію вологи з начинки і дозволяє досягти вдалого поєднання м'якої і соковитої начинки з хрусткою оболонкою виробу
Десерти	Карагенани	Підвищення в'язкості і стабілізації структури, гелеутворення
Макаронні вироби	Мікрокристалічна целюлоза	Покращання текстури виробу, збільшення виходу
Фруктові напої	Альгірати	Стабілізація суспензій
Безалкогольні напої	Пектини, гуміарабік	Стабілізація багатокомпонентних дисперсних систем, суспензій, емульсій, збереження консистенцій і смакових властивостей

Оскільки у шлунково-кишковому тракті відсутні ферменти, які розщеплюють волокна, останні досягають товстого кишечника в незмінному вигляді. Бактерії, що містяться у товстому кишечнику, мають ферменти, здатні метаболізувати деякі волокна і, насамперед розчинні. За рахунок ферментації бактерії отримують енергію для розмноження і побудови нових клітин.

Нерозчинні компоненти волокон, які не піддаються дії ферментів бактерій, утримують воду в кишечнику. Розчинні та нерозчинні волокна збільшують почуття насичення, оскільки продукти, багаті на волокна, потребують більш тривалого часу для пережовування і перетравлювання, викликаючи більше виділення слини і шлункового соку. Втамування почуття голоду запобігає надлишковому споживанню їжі, ожирінню.

Встановлено, що розчинні волокна, особливо пектин, позитивно впливають на обмін холестерину в організмі. Одним із можливих пояснень ефекту зниження рівня холестерину є те, що розчинні волокна сприяють екстрагуванню жовчних кислот і збільшують їх виділення з організму.

Найважливіші фізіологічні функції розчинних харчових волокон обумовлені їхніми пребіотичними властивостями, які пов'язані з участю у формуванні поживного середовища для розвитку нормальної кишкової мікрофлори, насамперед біфідобактерій (рис. 1.17).

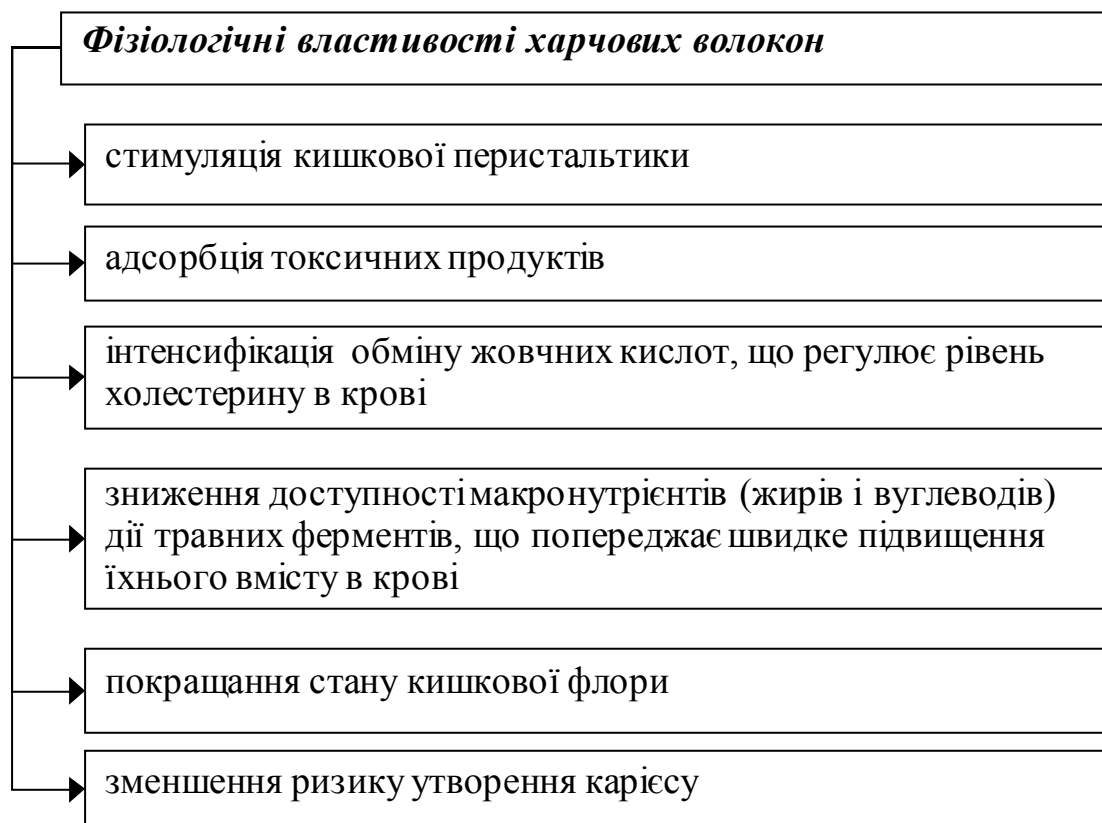


Рисунок 1.17 – Фізіологічні властивості харчових волокон

Харчові волокна мають велике практичне значення для профілактики цукрового діабету. Споживання харчових продуктів, що містять харчові волокна, позитивно впливає і на стан зубів і порожнину рота. Більш тривалий процес пережовування такої їжі сприяє видаленню бактеріального нальоту, що відкладається на зубах. Високоволокниста їжа містить меншу кількість цукрів, ніж продукти, багаті на вуглеводи і жири, що також сприяє зменшенню ризику утворення карієсу.

Вітаміни А, С, Е, групи В, β -каротин є функціональними інгредієнтами, антиоксидантами, що відіграють важливу роль у раціональному харчуванні. Вони беруть участь у метаболізмі речовин, зміцнюють імунну систему організму, допомагають попередити захворювання.

Антиоксиданти (β -каротин, вітаміни С і Е) уповільнюють процеси окиснення ненасичених жирних кислот, які входять до складу ліпідів, шляхом взаємодії з киснем, а також руйнують пероксиди, що вже утворилися. Таким чином, вони захищають організм людини від вільних радикалів, виявляючи антиканцерогенну дію, блокують активні пероксидні радикали, уповільнюючи процеси старіння.

Мінеральні речовини як функціональні інгредієнти мають такі властивості:

- натрій стабілізує осмотичний тиск міжклітинної рідини, покращує роботу м'язів;
- калій відіграє важливу роль у метаболізмі клітини, сприяє нервово-м'язовій діяльності, регулює внутрішньоклітинний осмотичний тиск, покращує роботу м'язів;
- магній активізує діяльність ферментів і нервово-м'язову діяльність, знижує ризик атеросклерозу;
- кальцій сприяє роботі клітинних мембран, ферментативній активності, беруть участь у побудові кісткової тканини;

- фосфор бере участь у побудові кісткової тканини, сприяє функціонуванню нервових клітин, роботі ферментів і метаболізму клітини;
- цинк сприяє росту організму, бере участь у роботі металоферментів;
- селен активізує імунну систему, є детоксикантом, бере участь у контролі вільних радикалів;
- йод регулює кількість гормонів щитовидної залози (протизобний засіб);
- залізо бере участь у кровотворенні, переносить кисень.

У харчуванні велике значення має вміст поліненасичених жирних кислот з певним положенням подвійних зв'язків і цис-конфігурацією (лінолевої, α - і γ -ліноленової, арахідонової, поліненасичених жирних кислот родини ω -3). Вони беруть участь у побудові клітинних мембран, синтезі простагландинів, регулюванні обміну речовин у клітинах, розщепленні ліпопротеїнів низької густини, холестерину. Ненасичені жирні кислоти запобігають агрегації кров'яних тіл і утворенню тромбів, запалювальним процесам тощо.

Лінолева і ліноленова кислоти не синтезуються в організмі людини, арахідонова – синтезується з ліноленової кислоти за участю вітаміну В₆. Тому отримали назву "незамінних" або "есенційних" кислот. Ліноленова кислота утворює інші поліненасичені жирні кислоти.

Встановлено, що найбільш ефективними функціональними інгредієнтами цієї групи є ненасичені жирні кислоти з розміщення першого подвійного зв'язку, відлічуючи від СН₃-групи, між третім і четвертим вуглеводними атомами – ω -3-жирні кислоти. До таких кислот належать α -ліноленова, ейкозапентаєнова і докозагексаєнова кислоти. Лінолева, γ -ліноленова, арахідонові кислоти входять до родини ω -6. Біологічна активність зазначених кислот неоднакова. Найбільшою активністю характеризується арахідонова кислота, високою-ліноленова, активність ліноленової кислоти значно (у 8–10 разів) нижча за ліноленову [137].

Дефіцит у клітинах організму есенційних жирних кислот порушує активність усіх клітинних мембран, а також білків, які вбудовані у ці мембрани.

[169]. Це призводить до багатьох порушень, зокрема до того, клітини починають поглинати глюкозу, внаслідок чого розвивається цукровий діабет другого типу. При цьому синтез клітинами біологічно активних регуляторних молекул проходить не з есенційних жирних кислот, як у нормі, а з сурогатних жирних кислот, синтезованих самими клітинами. Це спричиняє підвищення артеріального тиску, агрегацію тромбоцитів, підвищення згортання крові тощо.

У той самий час ліпопротеїни низької густини, які містять багато есенційних жирних кислот і які не можуть поглинути клітини, призначені для них, у таких умовах поглинають інші клітини, а саме макрофаги (клітини-сміттярі). Ці клітини не можуть використати есенційні жирні кислоти "за призначенням" і відкладають їх на стінках артерій, у тому числі й коронарних. Такі відкладення є причиною звуження судин і артерій, створюючи реальні умови для виникнення інфаркту міокарда.

Серед продуктів харчування найбільш багаті поліненасиченими жирними кислотами олії, особливо кукурудзяна, соняшникова, соєва. Вміст у них ліноленової кислоти досягає 50–60%. Арахідонова кислота у продуктах харчування міститься у незначних кількостях, в оліях її практично немає.

Нині вважають, що добова потреба в ліноленовій кислоті повинна складати 6–10 г, мінімальна – 2–6 г, а її сумарний вміст у жирах харчового раціону – не менше 4% від загальної калорійності.

Пробіотик – функціональний харчовий інгредієнт у вигляді живих непатогенних і нетоксичних мікроорганізмів, які забезпечують при систематичному вживанні самостійно або у складі харчових продуктів оптимізацію мікроекологічного статусу організму людини за рахунок вибіркової стимуляції росту, нормалізації складу і біологічної активності нормальної мікрофлори травного тракту.

До пробіотиків належать препарати і дієтичні добавки до їжі, які містять живі мікроорганізми, їхні структурні компоненти і метаболіти, а також комплекси живих організмів, препарати і дієтичні добавки на основі генетично

модифікованих штамів мікроорганізмів та їх структурних компонентів із заданими характеристиками та ін. [183].

Пробіотики (біфідо- та лактобактерії, дріжджі, вищі гриби) – функціональні інгредієнти комплексного впливу. Система "організм людини – кишечна мікрофлора" здатна до саморегуляції. Проте на сьогодні відома велика кількість факторів, які перевищують компенсаторні можливості мікроекологічної системи. До них належать фармакологічні препарати, промислові отрути, пестициди, радіація, стресові стани тощо.

Дисбаланс мікробної екології людини призводить до важких захворювань як шлунково-кишкового тракту, так і організму в цілому. Пробіотики допомагають відновити і підтримати оптимальну мікрофлору організму, виявляють багатофакторну регулюючу і стимулюючу дію. Вони є для організму джерелом незамінних амінокислот, у тому числі триптофану, знижують рівень холестерину у крові. До найважливіших властивостей біфідобактерій відносять їхню антиканцерогенну й антимуутагенну активність.

Пребіотик – функціональний харчовий інгредієнт у вигляді речовини або комплексу речовин, який забезпечує при систематичному вживанні у складі харчових продуктів оптимізацію мікроекологічного статусу організму за рахунок вибіркової стимуляції росту та/або біологічної активності нормальної мікрофлори травного тракту.

Основними видами пребіотиків є ди- та трицукриди; оліго- і поліцукриди; багатоатомні спирти; амінокислоти і пептиди; ферменти; органічні низькомолекулярні та ненасичені вищі жирні кислоти; антиоксиданти; рослинні та мікробні екстракти.

В окрему групу функціональних харчових інгредієнтів виділяють синбіотики. Синбіотик являє собою комбінацію пробіотиків і пребіотиків, які виявляють синергічний ефект на фізіологічні функції і метаболічні реакції організму людини.

З класу фізіологічних інгредієнтів виділяють особливу групу, мінорні біологічно активні речовини, які виявляють виражену фармакологічну дію.

На основі принципів доказової медицини отримані нові дані відносно біологічної ролі для людини мінорних біологічно активних речовин. Це насамперед стосується таких біологічно активних сполук, як різноманітні групи флавоноїдів, індоли, екзогенні пептиди та окремі амінокислоти харчового походження та їхні суміші, органічні кислоти, фенольні сполуки.

До альтернативних джерел таких сполук належать й інші біологічно активні речовини рослин, тварин, одноклітинних мікроорганізмів: бетаситостерини, ізофлавоноїди, ізотіюціонати, глюкоманати, поліфруктани, інουλін, хлорофіл, кофеїн, гіперіцин, глюкоза міни, хондріотинсульфат, хітозан та ін.

Серед біологічно активних компонентів рослин найбільше вивчаються флавоноїди, які входять до групи фенольних сполук або поліфенолів. Флавоноїди належать до сполук $C_6-C_3-C_6$ ряду, тобто в їхніх молекулах міститься 2 бензольних ядра – А і В, з'єднаних один з одним тривуглецевим фрагментом. Науковцями описано понад 5000 представників флавоноїдів.

У багатьох досліджах *in vivo* та *in vitro* показано, що флавоноїди мають антиоксидантні властивості. Вони перешкоджають окисненню ліпопротеїдів низької щільності плазми крові та розвитку атеросклеротичних пошкоджень стінок кровоносних судин (артерій), пригнічуючи процеси внутріклітинного пероксидного окиснення ліпідів. Флавоноїди перешкоджають агрегації тромбоцитів, що також є позитивним фактором у профілактиці серцево-судинних захворювань. Вони перешкоджають окиснювальному пошкодженню нуклеїнових кислот і запобігають розвитку процесів канцерогенезу. Припускають, що флавоноїди виявляють також протиалергічну, протизапальну, противірусну та антиполіферативну дію. Джерелами надходження флавоноїдів з харчовими продуктами є овочі, фрукти, напої та інші продукти рослинного походження (табл. 1.16).

Внаслідок великої різноманітності глікозидних форм флавоноїдів кількісне їх визначення ускладнене. Вміст флавоноїдів визначають в основному за кількістю їх окремих представників (агліконів), яка визначається методом високоефективної рідинної хроматографії. Найбільш широко представлений флавонол кверцетин, який знаходиться в багатьох овочах і фруктах. Велика кількість кверцетину знаходиться в ріпчастій цибулі (226,0–347,0 мкг/г) та яблуках (5,3–72,0 мкг/г). У чаї вміст кверцетину складає від 10 до 25 мг/л.

Таблиця 1.16

Харчові джерела флавоноїдів

Клас флавоноїдів	Джерела
Флаваноли	Абрикоси, арахіс, боби, виноград чорний, вино біле (червоне), буяхи, груші, полуниця, сік журавлини, кукурудза, мигдаль, нектарин, персики, пиво, чай чорний (зелений), шоколад (какао), яблука, ячмінь
Антоціани	Боби червоні, бузина, виноград чорний, вино червоне, вишні, буяхи, груші червоні, ожина, какао, журавлина, полуниця, капуста червонокочанна, цибуля червона, малина, морква, нектарин, персики, смородина чорна, черемшина, черешні, яблука
Флаванони	Апельсини, грейпфрути, лимони, мед, помідори
Флаволи	Апельсини, грейпфрути, лимони, морква, перець солодкий червоний (зелений), петрушка, селера
Флавоноли	Абрикоси, апельсини, боби, брусниці, бузина, броколі, виноград чорний, вино червоне, вишня, грейпфрути, груші, ожина, капуста білокачанна, капуста брусельська, капуста червонокочанна, капуста листовата, капуста цвітна, полуниця, лимон, цибуля, цибуля-різанець, цибуля-порей, малина, перець, персики, помідори, ріпа, зелений салат, салат ендівій, сливи, смородина біла, смородина червона, смородина чорна, хміль, хрін, чай чорний (зелений), чорниці, яблука

Флаволи є в окремих овочах і, як правило, у невисокій концентрації: наприклад, у червоному солодкому перці їх кількість не перевищує 11 мкг/г, а зеленому солодкому перці – 14,7 мкг/г.

Катехіни у великій кількості наявні у чаї. Вміст їх у готовому до вживання чорному чаї залежно від сорту (виробника) і тривалості заварювання

складає від 18,7 до 204,0 мг/л. Вміст катехинів зростає зі збільшенням часу заварювання. У настої зеленого чаю рівень катехинів складає 1 г/л.

Флаванони – клас флавоноїдів, характерний для цитрусових. Аглікони флаванонів нарингеніну та гесперитину являють собою речовини майже без смаку або злегка солодкі, а неогесперидозид нарингеніну (нарингін) – дуже гіркі. Гесперитин – основний флаванон апельсину, лимону і лайму. При цьому вміст в апельсині гесперитину досягає 390 мкг/г, а у свіжому апельсиновому соку – 139 мкг/мл. Нарингін є основним флавоноїдом грейпфрута.

Антоціани широко представлені у червоних ягодах і фруктах – таких, як вишні, полуниці, малина, чорна смородина, чорниці. Саме цей клас флавоноїдів надає плодам, ягодам, листям і квіткам забарвлення найрізноманітніших відтінків – від рожевого до чорно-фіолетового. Наприклад, у чорній смородині вміст антоціанів складає 2350 мкг/г, у червоній смородині – 119–186 мкг/г, у білій смородині антоціани не знайдені.

Проантоціанідини містяться у широко вживаних продуктах і напоях: яблуках, шоколаді, червоному вині. У яблуках залежно від сорту їх міститься від 490 до 1040 мкг/г, а в шоколаді кількість проантоціанідів може досягати 4463 мкг/г.

Незважаючи на невелику кількість даних щодо сумарного споживання флавоноїдів, рівень їхнього споживання у різних регіонах планети суттєво відрізняється і значною мірою залежить від харчових звичок і доступності певних харчових продуктів. Найнижчий середній рівень споживання флавоноїдів виявився у Фінляндії (2,6–9,6 мг/добу), а найвищий – в Японії (68,2 мг/добу). Чай – основне джерело надходження флавоноїдів в організм людини з харчовими продуктами в Японії, Голландії та Великобританії. У Фінляндії, Греції, США основними джерелами флавоноїдів є овочі та фрукти, зокрема цибуля і яблука. У Росії, за орієнтовною оцінкою, споживання флавоноїдів з найбільш характерними для раціону росіян овочами і фруктами складає 11,7 мг/добу.

У Росії затверджено рекомендовані величини адекватного споживання окремих мінорних біологічно активних речовин: простих фенонів – 5 мг на добу,

фенольних кислот – 10, флавоноідів у перерахунку на рутин 85, органічних кислот – 500, індольних сполук – 50, ізофлавоноів – 50 мг.

Для розуміння біологічної ролі флавоноідів важливо знати не тільки їхній кількісний вміст у харчових продуктів і сумарне споживання з раціоном харчування, але і біодоступність, яка характеризується процесами всмоктування, розподілення в органах і тканинах, метаболізму і екскреції. Більша частина флавоноідів, що споживається з їжею (75–99%), або не всмоктується у шлунково-кишковий тракт, або виділяється з жовчю, або підлягає метаболізму ферментами мікрофлори товстої кишки або тканин людини. Встановлено, що всмоктування у кишечнику може залежати від молекулярної маси флавоноідів. Всмоктування проантоціанідів з великим ступенем полімеризації (7 і більше) значно ускладнено. Концентрація флавоноідів у плазмі, за винятком рутину, стає максимальною через 1–2 год після споживання продуктів, що їх містять. Щодо рутину, то максимальна концентрація його похідного – кверцетину в плазмі крові досягає лише через 9 год після прийому препарату рутину. Концентрація в крові більшості флавоноідів, які всмокталися у тонкому кишечнику, досягнувши максимального рівня, достатньо швидко знижується: період напіввиведення складає 1–2 год. Період напіввиведення кверцетину з крові значно довший (24 год), можливо, за рахунок його високої спорідненості до альбуміну плазми крові. Як показали спостереження за пацієнтами, які споживали чай через кожні 2 год, для підтримання високого рівня концентрації флавоноідів у плазмі необхідне їх повторне вживання через певні проміжки часу.

Вищевикладене свідчить про безсумнівний вплив флавоноідів на внутрішній стан організму. Цей вплив обумовлюється безпосереднім шляхом або через утворення метаболітів. Проте, слід відзначити, що хімічне різноманіття флавоноідів не дозволяє сформулювати будь-які певні закономірності, характерні для процесів їх всмоктування, метаболізму та екскреції.

Перелік функціональних інгредієнтів постійно розширюється і нині налічує майже сотню найменувань. Фізіологічно функціональні інгредієнти широко

застосовуються для збагачення традиційних продуктів (молочні, хлібобулочні вироби, напої, сухі сніданки, олії тощо) з метою надання їм функціональних властивостей. Наприклад, кальцій, вітаміни D і K, ізофлавіони – для підтримання оптимального стану кісткової тканини; вітаміни B₆, B₁₂, A, C, E, фолієва кислота, каротиноїди, ліолева, ліноленова кислоти, фітостероли, хітозан, пектини – для зниження ризику виникнення серцево-судинних хвороб; вітаміни A, C, E, цинк, залізо, магній, амінокислоти, L-карнітин, креатин – для підтримання фізичної форми; різноманітні пробіотики і пребіотики – для підтримання загальної резистентності організму та збереження нормальної функції травлення [175].

Інгредієнти, що надають продуктам функціональних властивостей, повинні бути натуральними або ідентичними до натуральних, корисними для збереження і покращання здоров'я. Щоденні дози мають визначатися спеціалістами у сфері гігієни харчування, не повинні порушувати збалансованість раціонів та зменшувати поживну цінність харчових продуктів. Кожен функціональний інгредієнт повинен бути фізіологічно активним, безпечним, мати точні фізико-хімічні характеристики та методи їх дослідження.

1.4.1. Новітні технології кулінарної продукції радіозахисної дії

У даний час розроблений ряд продуктів лікувально-профілактичного призначення з радіопротекторними добавками. У їх рецептуру входять ферроцин, альгінат натрію, незамінні амінокислоти, комплекс вітамінів та ін. Асортимент продуктів досить широкий: різні види хліба, печиво, цукерки, ковбасні вироби, консерви, плавлені сири. Важливо підкреслити, що збагачена вітамінами, мінеральними речовинами та іншими сполуками продукція вітчизняної харчової промисловості вигідно відрізняється від зарубіжних аналогів більш низькою ціною і не тільки не поступається їм за складом і якістю, але, будучи розробленою на основі глибоких і всебічних досліджень українських вчених, більш повно враховує особливості раціону, харчових дефіцитів і потреб різних груп дитячого і дорослого населення України.

Дейниченком Г.В. розроблено фарші "Пікантний", "Чорноморський", "Ласуня" з використанням водорості цистозіри, яка є джерелом йоду [157; 158].

Василенком З.В. розроблена композиція радіозахисного призначення, що представляє собою суміш висушеної і подрібненої моркви, буряка, горобини червоноплідної і шипшини, характеризується підвищеним вмістом основних біологічних антиоксидантів в оптимальному співвідношенні: вміст вітаміну С в ній становить 158 мг/100 г (78% добової потреби), β -каротину – 8,5 мг/100 г (65% добової потреби), біофлавоноїдів – 276 мг/100 г (100% добової потреби) [159–161].

Федоровою Д.В. розроблена технологія приготування крему "Молочний" без цукру передбачає використання сухого екстракту стевії у кількості 0,06% до загальної маси крему. Розроблений крем має радіозахисні властивості [162; 163].

Бромом Т.М. розроблено настоянки на рослинній сировині, які мають радіозахисні властивості. Ним розроблено „Чорнобильський чай” до складу якого входять: полин, подорожник великий, первоцвіт весняний, пирій повзучий, корінь кульбаби, м’ята перцева, цмин піщаний, кропива дводомна, спориш звичайний, гречка посівна [164].

Чай з артишоку вживається як вітамінний чай для втамування спраги і має сечогінну та жовчогінну дію. Він також знімає запалення печінки і знижує вміст холестерину в крові. Чай готують із стебел, коренів і квітів артишоку.

Клінічні випробування показали, що застосування чаю з артишоку в 2 рази прискорює виведення радіонуклідів з організму. Крім того, чай з артишоку прискорює виведення свинцю з організму в осіб, що працюють в умовах підвищеного рівня радіоактивності [165].

Група американських вчених з Медичного коледжу Джефферсона (Jefferson Medical College) доказала, що мікроскопічні наночастинки можуть підвищити опірність тканин організму до негативного впливу радіації: вуглецеві нанокуглі, або фулерени, мають властивість зв’язувати вільні радикали. Фулерен здатний нейтралізувати безліч вільних радикалів, захоплюючи у них неспарені електрони

на незайняті орбіталі своєї зовнішньої електронної хмари. Фулерен можливо використовувати у технології напоїв та страв, як загущувач [166].

Дієтична добавка "Екстракт міцелію гливи "ОВО-Д" (ТУ 9317-008-45071256-02) " розроблена на основі нового штаму гриба *Pleurotus ostreatus* 1137, виділеного в середній смузі Росії, виробляється ЗАТ "Пульмомед". Дієтична добавка є гелем або водно-спиртовим розчином гелю, який отримують з випареного екстракту міцелію гливи (*Pleurotus ostreatus*, штам 1137), що культивується у регульованих асептичних умовах на рідкому поживному середовищі при інтенсивній аерації.

Вплив екстракту міцелію гливи на пострадіаційні порушення в організмі мишей, опромінених в дозі 5,5 гр. оцінювали за показниками клінічної картини інтоксикації, зміни маси тіла, поведінки тварин, даних аутопсії, а також за показниками гематологічної токсичності – зміни кількості лейкоцитів і тромбоцитів у периферичній крові мишей протягом 25 діб спостереження. Показано, що застосування препарату сприяє зменшенню відхилення норми показників крові та організму в цілому, знімає симптоми гострого променевого ураження та підвищує рівень захисних ресурсів організму. При гострій дії гамма-опромінення в сублетальних дозах, також відбувається підвищення радіостійкості організму мишей. В експериментах на щурах розроблені методики введення екстракту, що дозволяє адсорбувати з шлунково-кишкового тракту разом з продуктами харчування цезій 137 після його введення [168].

Пересічним М.І. та О.В. Кандалей розроблені технології м'ясних виробів з використанням фукусів та мікронізованої сої. До складу котлет з фукусами входить порошок фукусів у кількості 1,5% до маси готового виробу, котлет з фукусами та соєю – додатково 5% сої. Дослідження даних авторів, проведені на лабораторних тваринах, показали, що внесення фукусів та сої до складу м'ясних котлет сприяє виведенню цезію-137 з організму, знижує дозу внутрішнього опромінення [169-170].

Вітапект-2 (напій сухий яблучний вітамінізований). Складається з натурального продукту рослинного походження, збагаченого вітамінами групи В, С, Е, фолієвою кислотою та мінеральними речовинами (калій, цинк, селен). Знижує вміст радіонуклідів на 40–90% протягом 24–30 днів [171].

Як видно, проблемі розроблення кулінарної продукції, що підвищує стійкість організму до негативного впливу радіації, присвячена достатня кількість праць, розроблені численні технології страв (котлети, муси, соуси, тістечка тощо), проте відсутні технології смузі радіозахисної дії.

Смузі – це холодний десерт у вигляді подрібнених і змішаних у блендері ягід або фруктів (зазвичай одного виду) з додаванням шматочків льоду, соку або молока. Повне використання продуктів (твердої частини та соку) у технології смузі забезпечує максимальне збереження вітамінів, мікроелементів та інших нутрієнтів, порівняно з традиційним їх використанням.

У США з 1969 року виробництвом та реалізацією даної продукції на споживчому ринку займається компанія "Cream Smoothie". Фірма "Guangdong Fuwei Fruits & Nuts Manufacturing Co., Ltd." виробляє смузі яблуко–банан, яблуко–полуниця, яблуко–змішані ягоди, яблуко-манго під торговою маркою "FRUITS". Азійська компанія "Eugene General Food Co., Ltd" виробляє більше 28 видів смузі під торговою маркою "Fresh Fruit Smoothies". В Перу смузі виробляються компанією "ACAI". Латвійська компанія "Honey juices" виробляє медові смузі з різними ягодами (аронії, полуниця, смородина, малини, чорниця, брусниця, айви, обліпихи). У липні 2011 року компанія Del Monte випустила лінію фруктових смузі Ready-to-Blend, які представляють собою шматочки фруктів та пюре (споживачу необхідно тільки змішати компоненти). В Україні смузі вийшли на ринок у липні 2011 року під торговою маркою "Простофрукти". Асортимент "Просто Фруктів" складається з 5 різноманітних смаків: полуниця, лісові ягоди, персик, чорна смородина та груша. [77; 178].

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 1

1. Амброзевич Е. Г. Особенности европейского и азиатского подходов к ингредиентам для продуктов здорового питания / Е. Г. Амброзевич // Пищевая промышленность. – 2005. – № 4. – С. 12–13.
2. Аметов А. С. Элементный дисбаланс при патологии щитовидной железы / А. С. Аметов, С. А. Рустамбекова, А. М. Плиашинова // Рос. мед. журн. – 2008. – № 16. – С. 341–349.
3. Амосов Н. М. Энциклопедия Амосова, Алгоритм здоровья. Человек и общество / Н. М. Амосов. – Д. : Сталкер, 2002. — 464 с.
4. Анисимов В. Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения / В. Н. Анисимов. – М. : Наука, 2003. – 468 с.
5. Анисимов В. Н. Эволюция концепций в геронтологии / В. Н. Анисимов, М. В. Соловьев. – СПб. : Эскулап, 1999. – 130 с.
6. Барабой В. А. Корекція променевих уражень, спричинених низькоінтенсивним опроміненням за допомогою антиоксидантів / В. А. Барабой, Н. О. Горчакова, С. П. Олійник // Укр. біохім. журнал. – 1994. – Т. 66. – № 6. – С. 3–32.
7. Береза В. Я. Состояние питания и обеспеченность антиоксидантами различных контингентов населения Украины, подвергшихся облучению при аварии на ЧАЭС / В. Я. Береза, Г. С. Яцула // Вопр. питания. – 1994. – № 3. – С. 29–32.
8. Бобренева И. В. Научное обоснование и разработка технологий функциональных продуктов питания с применением добавок биологического происхождения: дис ... д-р тех. наук : 05.18.04 / И. В. Бобренева. – Москва, 2005.
9. Бровкина Е. Детская еда и "взрослые" проблемы / Е. Бровкина // Продукты питания. – К., 2003. – № 9–10. – С. 13–18.
10. Буданцева Е. П. Правовая охрана функциональных продуктов и БАД / Е. П. Буданцева, И. В. Павлюченко // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 8–9.
11. Булдаков Л. А. Радиоактивные вещества и человек / Л. А. Булдаков. – М.: Энергоатомиздат. – 1990. – С. 160.

12. Ван Моурик С. В. Мировой рынок пищевых добавок – состояние и перспективы / С. В. Ван Моурик // Продукты & ингредиенты. – 2004. – № 2. – С. 6–8.
13. Ванханен В. В. Учения о питании / В. В. Ванханен, В. Д. Ванханен. – Донецк : Донеччина, 2000. – 352 с.
14. Возіанов О. Ф. Медична генетика, геноміка, генетична медицина – прогноз на найближче майбутнє / О. Ф. Возіанов // Мистецтво лікування. – 2003. – № 6. – С. 6–9.
15. Возіанов О. Ф. Харчування та здоров'я населення України (концептуальні основи раціонального харчування) / О.Ф. Возіанов // Журн. АМН України. — 2002. — Т.8, № 4. – С. 647–657.
16. Воронина Л. Вопросы рационального питания у пожилых людей / Л. Воронина // Медицинские новости. — 2007. — № 6. — С. 13—15.
17. Выродов И. П. Геронтологические основы рационального питания и оздоровления организма / И. П. Выродов // Известия вузов. Пищевая технология. — 2001. — № 2-3. – С. 77– 81.
18. Гаппаров М. Т. Актуальные проблемы нутригеномики и протеомики / М. Т. Гаппаров // Материалы VII Всерос. конгресса "Здоровое питание населения России". –2003. – С. 117–118.
19. Гаубер-Швенк Г., Харчування:dtv-Atlas: [пер. з нім.]/ Г. Гаубер-Швенк, М. Швенк; / Наук. ред. пер.: В. Г. Передерій, Ю. Г. Григоров. – К. : Знання-Прес, 2004. – 183 с.
20. Германюк Я. Л. Дієтичне харчування при ожирінні та цукровому діабеті / Я. Л. Германюк, П. О. Карпенко, М. І. Пересічний. – К. : КДТЕУ, 1997.
21. Гичев Ю. П. Общие представления о биологической и фармакологической роли микронутриентов / Ю. П. Гичев // Введение в общую микронутриологию. — Новосибирск, 1998. – С. 29–91.
22. Гігієна харчування з основами нутриціології / За ред. В. І. Ципріяна. – К. : Здоров'я. – 1999. – 568 с.
23. Голубева Л. В., Десертные продукты питания функционального назначения / Л. В. Голубева, Е. И. Мельникова, Е. Б. Терешкова // Хранение и пере-

работка сельхозсырья. – 2006. – № 10. – С. 71 – 73.

24. Горбась І. М. Фактори ризику серцево-судинних захворювань: поширеність і контроль / І. М. Горбась // Здоров'я України. – 2007. – № 21. – С. 62 – 63.

25. Гореликова Г. А. Модель коррекции дефицита микронутриентов // Пиво и напитки / Г. А. Гореликова. – М. 2004. – № 1. – С. 10–13.

26. Гореликова Г. А. Нутрицевтик селен: недостаточность в питании, меры профилактики (обзор) / Г. А. Гореликова, Л. А. Маюрникова, В. М. Позняковский // Вопросы питания. – 1997. – № 5. – С. 18–21.

27. Григоров Ю. Г. Состояние питания людей старшего возраста на Украине / Ю. Г. Григоров // Вопр. питания. – 2003 – № 5. – С. 3 – 7.

28. Григоров Ю. Г. Экологические аспекты питания людей старших возрастов в долгожительских популяциях / Ю. Г. Григоров // Пробл. старения и долголетия. – 1991. – Т.1, № 1. – С. 69 – 76.

29. Особенности фактического питания популяции долгожителей в Азербайджане / Ю. Г. Григоров, С. Г. Козловская, Т. М. Семесько, Ш. А. Асадов // Вопр. питания. – 1991. – № 2. – С. 36 – 40.

30. Современное состояние проблем геродиететики в Украине / [Ю. Г. Григоров, С. Г. Козловская, Т. М. Семесько, Л. Л. Синеок] // Проб. харчування. – 2003. – № 1. – С. 15 – 25.

31. Григоров Ю. Г. Состояние питания людей старших возрастов / Ю. Г. Григоров // Журн. АМН України. – 2002. – Т.8, № 4. – С. 703–716.

32. Григоров Ю. Г. Питание после шестидесяти / Ю. Г. Григоров, С. Г. Козловская. – Киев, 1985. – 48 с.

33. Григоров Ю. Г. Питание и гипертоническая болезнь (обзор литературы) / Ю. Г. Григоров, С. Г. Козловская, Т. М. Семесько // Пробл. старения и долголетия. – 2002. – 11, № 3. – С. 273 – 290.

34. Функциональные продукты для людей старших возрастов / [Ю. Г. Григоров, А. Е. Подрушняк, А. О. Лымарь, С. В. Воронов] // Проблеми харчування. – 2005. – 2 (7). – С. 26–30.

35. Громова О. А., Молекулярные синергисты йода: новые подходы к

эффективной профилактике и терапии йод-дефицитных заболеваний у беременных / О. А. Громова, И. Ю. Торшин, Н. Г. Кошелева // Независимое издание для практикующих врачей : Электронный ресурс. – Режим доступа : <http://www.rmj.ru/articles_7489.htm>.

36. Губский Ю. И. Геном, метаболизм, болезни, лекарства / Ю. И. Губский, Е. Л. Левицкий // Лікування та діагностика. – 2000. – № 4. – С. 23–29.

37. Содержание транс-изомеров жирных кислот в жирах / С. С. Гуляев-Зайцев, Л. Н. Тищенко // Харчування як фактор формування здоров'я населення : тези доп. наук.-практ. конф. – К., 2003. – С. 39–40.

38. Гур М. Основы здорового образа жизни: питание и физическая активность: монография / М. Гур. – International Life Sciences Institute, Brussels: 1998. – 59 с.

39. Давиденко Н. В. Проблема ожирения в Україні / Н. В. Давиденко, І. П. Смирнова, І. М. Горбась // Журн. практичного лікаря. – 2002. – № 1. – С. 81 – 83.

40. Дадали В. А. Фитостерины – биологическая активность и перспективы практического применения // В. А. Дадали, В. А. Тутельян // Успехи соврем. биол. – 2007. – № 5. – С. 458 – 470.

41. Данік Л. М. Функціональні продукти як складова сучасного раціону харчування / Л. М. Данік, А. Є. Подрушняк // Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів. Питна вода – харчовий продукт № 1. Проблеми функціонального харчування: тези доповідей IV Міжнар. наук.-практ. конф. (25-26 жовтня 2006 р.). – К., 2006. – С. 24

42. Державна програма по ліквідації в Україні наслідків аварії на ЧАЕС на 1990–1995 рр. // Невідкладні заходи на 1990–1995 рр. – К., 1996. – 115 с.

43. Дидух Н. А. Антиоксидантний комплекс для обогащения ферментированных молочно-зерновых напитков геродиетического назначения / Н. А. Дидух, С. И. Викуль // Зернові продукти і комбіорма. – Одеса : ОНАХТ, 2008. – № 1. – С. 21 – 26.

44. Дильман В. М. Большие биологические часы: Введение в интегральную медицину / В. М. Дильман. – М., 1982. – 208 с.

45. Дідух Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів

функціонального призначення : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. / Н. А. Дідух. – Одеса, 2008. – 49 с.

46. Дідух Н. А. Використання лактулози у виробництві молочних продуктів геродієтичного призначення / Н. А. Дідух, Г. В. Дідух // Молочное дело. – 2005. – № 10. – С. 14–17.

47. Дідух Н. А. Використання рослинних олій у виробництві молочних геропродуктів / Н. А. Дідух, А. В. Зайцева // Молочнопром-сть. – 2006. – № 9. – С. 23–27.

48. Дідух Н. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення / Н. А. Дідух, О. П. Чагаровський, Т. А. Лисогор. – Одеса: "Поліграф", 2008. – 236 с.

49. Дробот В. Є така водорость – зостера / В. Дробот, І. Ситник, В. Корзун // Харчова і переробна пром-сть. – 2001. – № 5. – С. 12.

50. Дробот В. И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности: справочник / В. И. Дробот. – К. : Урожай, 2000. – 152 с.

51. Дудкин М. С. Новые продукты питания / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов. – М. : МАИК Наука, 1998. – С. 304.

52. Дудкин М. С. Пищевые волокна побочных продуктов переработки винограда как сорбенты экологически вредных веществ / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов // Пищ. технология. – 1998. – № 2–3. – С. 77–79.

53. Пищевые волокна – радиопротекторы / М. С. Дудкин., Л. Ф. Щелкунов, Н. А. Денисюк [та ін.] // Вопросы питания. – 1997. – № 2. – С. 12–14.

54. Дудкін М. Дефіцит йоду / М. Дудкін, Т. Сагайдак, Л. Щелкунов // Харчова і переробна пром-сть. – 2003. – № 12. – С. 22–24.

55. Еделев Д. А. Нутригеномика как важный фактор при проектировании рациона питания человека / Д. А. Еделев, М. Ю. Сидоренко, М. А. Перминова / Пищевая промышленность. – 2011. – № 4. – С. 18–23.

56. Каррагинан из красных водорослей для лечебно-профилактических продуктов / И. М. Ермак, Т. Ф. Соловьева, В. П. Дидюхина, Вонг Ван Ким // Пищ. пром-сть. – 1998. – № 4. – С. 20.

57. Жукова Г. Ф. Биологические свойства йода / Г. Ф. Жукова, С. А. Савчик, С. А. Хотимченко // Микроэлементы в медицине. – 2004. – № 5 (1). – С. 7–15.

58. Завадинська О. Ю. Організація ресторанного господарства за кордоном : навч. посіб / О. Ю. Завадинська, Т. Є. Литвиненко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003. – 200 с.

59. Завражнов В. И. Лекарственные растения: лечебное и профилактическое использование / В. И. Завражнов, Р. И. Китосева, К. Ф. Хмелев // Изд-во Воронеж. ун-та. 1993. – С. 101–105.

60. Зайко Г. М. Получение очищенного пектина для использования в лечебных и профилактических целях / Г. М. Зайко, М. Ю. Тамова // Изд. вузов. – Пищ. технология. – 1998. – № 1. – С. 13–19.

61. Про безпечність та якість харчових продуктів: Закон України : від 06.09.05 р. № 2809-IV.

62. Замбриборщ Р. Ф. Перспективы производства лечебно-профилактических продуктов питания на основе биологически активных веществ черноморских водорослей / Р. Ф. Замбриборщ // Научно-техническое и техническое обеспечение увеличения производства конкурентноспособных продуктов для детского питания : мат. науч.-практ. конф., 28–30 ноября 1995 г. – Одесса, 1995. – С. 25–27.

63. Замітки посла України в США п. Юрія Щербака з нагоди 10-ї річниці Чорнобильської катастрофи 26 квітня 1996 р.: Організація об'єднаних націй, 25–26 квітня 1996 р. // Світовий екологічний журн. – 1996. – № 3, 3б. VIII. – С. 2.

64. Заяс Ю. А. Совершенствование технологических процессов в перерабатывающей промышленности / Ю. А. Заяс, А. Н. Прохоров, В. Л. Яровой. – К. : Урожай, 1991. – 192 с.

65. Здоров'я та відтворення народу України : матер. наук. конф. – К. : Здоров'я, 1991. – 160 с.

66. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон / Л. Г. Ипатова, А. А. Кочеткова, О. Г. Шубина [и др.] // Пищевые ингредиенты. Сырьё и добавки. – 2004. – № 1. – С. 14–17.

67. Биотехнология: состояние и перспективы развития: III Международный Московский конгресс // Наука и жизнь. – 2004. – № 2.

68. Каганова Т. И. Задержка роста у детей: фактор риска и клиничко-патогенетическая характеристика различных форм / Т. И. Каганова, Е. Г. Михайлова, О. В. Кучумова // Педиатрия. – 2009. – Том 88, №8 – С. 36–42.

69. Калистратова В. С. Профилактика отдаленных последствий, вызванных инкорпорированными радионуклидами, при помощи витаминов, их синтетических производных и провитаминов / В. С. Калистратова, И. К. Беляев, П. Г. Насимов // Питание и здоровье: биологически активные добавки к пище : тез. докл. 2-го междунационального симпозиума, 25–27 апреля 1996 г. – Москва, 1996. – С. 59–60.

70. Капрельянц Л. В. Функціональні харчові продукти / Л. В. Капрельянц, К. Г. Іоргачова – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.

71. Капрельянц Л. В. Функциональные продукты питания: современное состояние и перспективы развития / Л. В. Капрельянц // Продукты & ингредиенты. – 2004. – № 1. – С. 22–24.

72. Карпенко П. А. Биологически активные добавки и биопродукты / П. А. Карпенко. – К. : Нора-принт, 2000. – 168 с.

73. Карпенко П. О. Пробиотики в медичній практиці / П. О. Карпенко, В. В. Вознюк, Н. О. Мельничук [та ін.] // Пробл. харчування. – 2005. – № 1. – С. 25–29.

74. Основи раціонального і лікувального харчування: навч. посіб / П. О. Карпенко, С. М. Пересічна, І. М. Грищенко, Н. О. Мельничук. – К. : Київ. Нац. торг.-екон. ун-т, 2011. – 400 с.

75. Карпенко П. О. Проблемы алиментарной профилактики заболеваний в 30-километровой зоне ЧАЭС / П. О. Карпенко // Чернобыль и здоровье людей : тезисы докл. науч.-практ. конф. – К. : МЗ Украины, УНЦРМ. – 1993. – С. 139.

76. Касьянов Г. И. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста / Г. И. Касьянов, А. А. Запорожский, С. Б. Юдина. – Ростов-на-Дону : «Март», 2001. – 192 с.

77. Касьянов Г. И. Технология продуктов детского питания / Г. И. Касьянов. – М. : Академия, 2003. – 90 с.

78. Квасников Е. И. Молочнокислые бактерии пищеварительного тракта и

питание долгожителей Абхазии / Е. И. Квасников, Ю. Г. Григоров, Н. К. Коваленко [и др.] // Микробиол. журн. – 1984. – Т.46, вып. 3. – С. 11 – 18.

79. Кириленко Н. П. Вопросы питания студентов мед. Академии / Н. П. Кириленко // "Оптимальное питание – здоровье нации": материалы VIII Всероссийского конгр., 26–28 окт. 2005 г. – М.: НИИП РАМН. – С. 117–118.

80. Климацкая Л. Г. Гигиеническая оценка фактического питания студентов г. Красноярска / Л. Г. Климацкая, И. Ю. Шевченко, Г. Н. Бондарева // "Оптимальное питание – здоровье нации": материалы VIII Всероссийского конгр., 26–28 окт. 2005 г. – М.: НИИП РАМН. – С. 120.

81. Книжников В. А. Радиационная безопасность на территориях, загрязненных в результате Чернобыльской аварии: порочный круг проблем / В. А. Книжников // Медрадиология. – 1992. – № 1. – С. 4–8.

82. Коваленко Н. К. Скрининг штаммов молочнокислых бактерий, обладающих гипохолестеринемической активностью, и их практическое использование / Н. К. Коваленко, С. А. Касумова, Ф. С. Мучник // Микробиол. журн. — 2004. — 66, № 3. — С. 33–42.

83. Козловская С. Г. Влияние некоторых особенностей режима питания и пищевых веществ на сердечно-сосудистую систему пожилых людей: автореф. ... канд. мед. наук / С. Г. Козловская. / – К., 1977. – 21 с.

84. Колесников В. С. Структура питания населения контролируемых регионов Гомельской и Могилевской областей / В. С. Колесников, А. Н. Еншина, И. И. Кедрова // материалы I-й науч.- практ. конф. – Минск, 1990. – С. 142 – 146.

85. Концепція державної політики в області харчування населення України на період до 2005 р. // Практичний лікар. – 2001. – № 1. – С. 50–53.

86. Кордюм В. А. Расшифровка генома человека: финиш чего, старт куда? / В. А. Кордюм // Лікування та діагностика. – 2000. – № 3. – С. 6–11.

87. Корзун В. Н. Гігієнічна проблема профілактики внутрішнього опромінення організму при хронічному аліментарному надходженні радіонуклідів цезію і стронцію: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: / В. Н. Корзун. – К., 1995. – С.40.

88. Проблеми мікроелементів у харчуванні населення України та шляхи її

вирішення / В. Н. Корзун, І. П. Козарин, А. М. Парац [та ін.] // Проблем. харчування. – 2007. – № 1. – С.5–11.

89. Корзун В. Н. Профилактика внутреннего облучения / В. Н. Корзун // Чернобыльская катастрофа; под ред. В. Г. Барьяхтара. – К. : Наук. думка, 1995. – С. 545 –546.

90. Корзун В. Н. Рациональное питание и технология приготовления блюд при радиационном загрязнении окружающей среды / В. Н. Корзун // Здоровье и питание. – 1998. – № 2. – С. 12–13.

91. Корзун В. Н. Нові джерела есенційних мікроелементів у харчуванні / В. Н. Корзун, І. Ю. Антонюк, С. М. Пересічна // Зб. наук. пр. Дон ДУЕТ. – Донецьк, 2005. – С. 63–65.

92. Корзун В. Н. Використання морських водоростей як необхідного компонента харчування населення / В. Н. Корзун, М. Ф. Кравченко, М. А. Реус // Вісн. КНТЕУ. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003. – С. 64–69.

93. Порівняльна оцінка пектинів в обміні цезію та стронцію / В. Н. Корзун, А. М. Парац, В. І. Сагло, Л. О. Стоянова // Укр. радіол. журн. – 1999. – № 7. – С. 162–164.

94. Корзун В. Н. Дезактивация продуктов питания, загрязненных радионуклидами цезия / В. Н. Корзун, В. И. Сагло, Л. С. Гальдбрайх // Информ. бюл. – Киев, 1992. – Вып. 2, т. 1. – С. 271–285.

95. Корпачев В. В. Сахара и сахарозаменители / В. В. Корпачев. – К. : Книга плюс, 2004. – 320 с.

96. Кочеткова А. П. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / А. П. Кочеткова, А. Ю. Колесников // Пищевая промышленность. – 1999. – № 4. – С. 7–10.

97. Сравнительная оценка антиоксидантной активности фикоцианина и селенфикоцианина *in vitro* и *ex vivo* / Л. В. Кравченко, О. А. Гладких, Л. П. Авреньева [и др.] // Вопр. питания. – 2006. – № 6. – С. 18–23.

98. Красненков В. Л. Повышение знаний и мотивации у студентов к здоровому питанию / В. Л. Красненков, Н. П. Кириленко, О. В. Баранова // "Оптимальное питание – здоровье нации": материалы VIII Всероссийского конгр.–

26–28 окт. 2005 г. – М. : НИИП РАМН. – С. 137.

99. Крушева О.А. Технология гелеобразующих полисахаридов из смеси дальневосточных красных водорослей / О. А. Крушева, И. А. Кадникова // Изв. тииокеан. научно-исслед. рыбхоз. центра. – 1997. – С. 229–232.

100. Кульчицька В. П. Гігієнічні аспекти розробки продуктів дитячого харчування / В. П. Кульчицька // Медико-биологические аспекты разработки продуктов питания : тез. науч. конф. – Киев, 1993. – С. 18–19.

101. Купраш Л. П. Лекарства и пища / Л. П. Купраш, В. В. Егоров, В. И. Джемайло. – М., 2002. – 182 с.

102. Взаємодія ліків та їжі / Л.П. Купраш, А.В. Токар, Л. Ф. Матюха, В. І. Джемайло. – К.: Ходак, 2003. – 76 с.

103. Шатнюк Л. Н. Пищевые ингредиенты в создании продуктов здорового питания / Л. Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты. Сыры и добавки. – 2005. – № 2. – С. 18–22.

104. Левинтон Ж. Б. Медико-биологические аспекты разработки продуктов питания радиопротекторного, иммуностимулирующего и антиоксидантного действия / Ж. Б. Левинтон // Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС: тез. докл. Укр. научн.-практ. конф. – Киев. – 1992. – С. 32–34.

105. Левицкий А. П. Идеальная формула жирового питания / А. П. Левицкий. – Одесса, 2002. – 63 с.

106. Левицкий Е. Л. Свободнорадикальные повреждения ядерного генетического аппарата клетки / Ю. И. Губский, Е. Л. Левицкий // Укр. біохімічний журн. – 1994. – Т. 66. – № 4. – С. 18–30.

107. Леонова Л. Продукты для дітей / Л. Леонова // Харчова і переробна промисловість, 2003. – № 8–9. – С. 4–5.

108. Лесник С. А. Украинские пищевые биологически активные добавки / С. А. Лесник, С. В. Фус. – К. : Нора-принт., 1999. – 114 с.

109. Медовар Б. Я. Питание и особенности азотистого обмена при старении : автореф. ... д-р мед. наук / Б. Я. Медовар. — Киев, 1989. — 36 с.

110. Морозов И. А. Пищевые волокна и канцерогинез / И. А. Морозов //

Вопр. питания. – 1993. – № 4. – С. 33–36.

111. Мумрикова Г. Питание детей: XXI век / Г. Мумрикова // Питание и общество. – 2000. – № 5. – С. 12.

112. Николаев Н. В. Изучение адаптационных механизмов и коррекция их нарушений у детей и подростков с сахарным диабетом 1-го типа / Н. В. Николаев, Н. В. Болотова, В. Ф. Киричук // Педиатрия. – 2009. – Т. 88, № 6. – С. 21–22.

113. Норми фізіологічних потреб в основних нурієнтах та енергії для населення України : Наказ МОЗ України № 272 від 18.11.99 р.

114. Нечаев А. П. Пищевые добавки / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. – М. : Колос, 2001. – 256 с.

115. Новые продукты диетического и лечебного питания для беременных женщин и детей / Под ред. Е.М. Лукьяновой. – К.: Наук. думка, 1991. – 144 с.

116. Онищенко Г. Т. О дополнительных мерах по профилактике йододефицитных состояний / Г. Т. Онищенко, Л. И. Петухов, И. В. Сваховская // Вопросы питания. – 1998. – № 2. – С. 9–11.

117. Организация детского питания в дошкольных учреждениях : метод. материалы / Под ред. И. Я. Коня. – М., 2000.

118. Паршков Е. М. Патогенез радиационно-индуцированного рака щитовидной железы у детей, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС / Е. М. Паршков // Int. J. Rad. Med. – 1999. – № 3–4. – Р. 67–75.

119. Питание, здоровье и политика или нужна ли среднестатистическому жителю Украины национальная программа по питанию? / В. Г. Передерий [и др.] // Пробл. питания и здоровья. – 1996. – № 3. – С. 16–20.

120. Пересічний М. І. Чорноморська водорість зостера та продукт її переробки "Біостар" і пектин-зостерин – перспективні компоненти харчових продуктів / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, М. А. Реус // Товарознавство – наука, практика та перспективи розвитку в умовах ринку: матер. наук.-практ. конф., 24–25 листоп. 1999 р. – К. : КДТЕУ. – 1999.

121. Мінеральний склад борошняних виробів із використанням чорноморської водорості зостери / М. І. Пересічний, В. Н. Корзун, М. Ф. Кравченко, М.

А. Реус // Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка: тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. – ДонДУЕТ, 2001.

122. Пересічний М. І. Технологія продукції громадського харчування з використанням біологічно активних добавок / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, П. О. Карпенко. – К. : КНТЕУ, 2003. – 321 с.

123. Пересічний М. І. Розробка і впровадження науково обґрунтованих раціонів лікувально-профілактичного харчування для працівників АЕС / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко // Проблеми якості у громадському харчуванні, готельному господарстві і туризмі. – 2000. – С. 143–153.

124. Пересічний М. І. Наука про харчування: сучасні тенденції формування і розвитку / М. І. Пересічний, Д. В. Федорова // Туризм і ресторанний бізнес: сучасні тенденції та перспективи розвитку: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. , 7–9 лютого 2007 р. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2007. – С. 227–229.

125. Зб. рецептур страв і кулінарних виробів (технологічних карт) з використанням біологічно активних добавок / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, В. Н. Корзун [та ін.]; під кер. М. І. Пересічного. – К. : Книга, 2004. – 428 с.

126. Підсолоджуючі речовини у харчуванні / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, П. О. Карпенко, В. В. Карпачев. – К. : КНТЕУ, 2004. – 445 с.

127. Харчування людини і сучасне довкілля: теорія і практика / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, В. Н. Корзун, О. М. Григоренко. – К. : КНТЕУ, 2002. – 526 с.

128. Пересічний М. І. Технологія та якість борошняних кондитерських виробів для харчування хворих на цукровий діабет / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова // Обладнання та технології харчових виробництв: тем. зб. наук. праць ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського. – Д. – 2003. – Вип. 9 – С. 228–233.

129. Пересичный М. И. Использование экстракта стевии и цистозирры при производстве здоровых продуктов питания / М. И. Пересичный, М. Ф. Кравченко, Т. А. Рыбак // Сб. мат. рег. науч.-практ. конф. – Пятигорск, 2004. – С. 42.

130. Пересічний М. І. М'ясні кулінарні вироби функціонального призначення / М. І. Пересічний, О. В. Кандалей // Продукты & ингредиенты. –

2004. – № 3 – С. 30.

131. Пересічний М. І. Борошняні кондитерські вироби спеціального призначення/М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова // Продукты & ингредиенты. – 2004. – № 4 (5). – С. 34–35.

132. Пересічний М.І. Раціональне харчування в умовах іонізуючої радіації / М.І. Пересічний, Т.А. Пятницький, Д.М. Якименко – К.: Либідь, 1992. – С. 5–12.

133. Пересічний М. І. Функціональне харчування: теорія та практика / М. І. Пересічний, Д. В. Федорова, О. В. Кандалей // Вісн. Київ. торг.-екон. ун-ту. – К. : КНТЕУ, 2005. – № 2.– С. 96–104.

134. Григоров Ю. Г. Геродиетические продукты функционального питания / А. Н. Петров, С. Г. Козловская, В. И. Ганина. – М. : Колос-Пресс, 2001. – 95 с.

135. Пища и пищевые добавки: роль БАД в профилактике заболеваний / Пер. с англ.; под ред. Дж. Ренсли, Дж. Донелли, Н. Рида. – М. : Мир, 2004. – 312 с.

136. Пища. Экология. Человек: Материалы четвертой междунар. научно-техн. конф. – М. – 2001. – 478 с.

137. Пищевая химия/ Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. [и др.] ; под ред. А. П. Нечаева. – СПб. : ГИОРД, 2001. – 592 с.

138. Пищевая химия/ Нечаев А. П. [и др.]. – Изд. 2-е. – СПб : ГИОРД, 2003.

139. Фактическое питание и метаболизм костной ткани / В. В. Поворознюк, Н. В. Григорьева, Ю. Г. Григоров, Т. М. Семесько // Остеопороз: эпидемиология, клиника, диагностика, профилактика и лечение / Под ред. Н. А. Коржа, В. В. Поворознюка, Н. В. Дедух, И. А. Зупанца. – Харьков : Золотые страницы, 2002. – 648 с.

140. Система антиоксидантной защиты организма и старение / А. А. Подколзин, А. Г. Мегреладзе, В. И. Донцов, С. Д. Арутюнов [и др.] // Профилактика старения. – 2000. – вып. 3. – С. 1–35.

141. Подкорытова А. В. Биологически активные вещества морских водорослей дальневосточных морей / А. В. Подкорытова // Биологически активные вещества гидробионтов – новые лекарственные лечебно-профилактические и технические препараты. Труды Всесоюз. совещ. – М., 1991. – С. 127.

142. Подрушняк А. Е. Функциональные пищевые продукты – современное

состояние вопрос / А. Е. Подрушняк, О. Н. Голынько, Н. Е. Чумак // Продукты & ингредиенты. – 2004. – № 5 (6). – С. 22–25.

143. Позняковский В. М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров / В. М. Позняковский. – Новосибирск : Изд.-во Новосиб. ун.-та, 1999. – 448 с.

144. Пономарьов П. Х. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини : навч. посіб. / П. Х. Пономарьов, І. В. Сирохман. – К. : Лібра, 1999. – 272 с.

145. Про затвердження норм харчування у навчальних та оздоровчих закладах: Постанова КМУ № 1591 від 22 листопада 2004 р.

146. Радаева А. И. Роль молочных геропродуктов в питании пожилых людей / А. И. Радаева, А. Н. Петров, А. Г. Галстян // Молочная пром-сть. – 2001. – № 5. – С. 34 – 36.

147. Ребров В. Г. Витамины и микроэлементы / В. Г. Ребров, О. А. Громова. – М. : Алев-В, 2003. – 648 с.

148. Рогов И. А. Химия пищи / И. А. Рогов, Л. В. Антипова. – М. : Колос. – 2000.

149. Рудавська Г. Б. Проблеми профілактичного харчування / Г. Б. Рудавська // Харчова та переробна пром-сть. – 1991. – № 35. – С. 27–28.

150. Рудавська Г. Б. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення : монографія / Г. Б. Рудавська, Є. В. Тищенко, Н. В. Притульська – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – 371 с.

151. Рязанова О. А. Товароведение продуктов детского питания : учеб. пособие / О. А. Рязанова. – М. : Омега-Л, 2003.

152. Савина Л. В. Роль экологических факторов в формировании заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом / Л. В. Савина, С. Л. Белоножкин, Г. В. Кадыгроб // Проблемы эндокринологии. – 1999. – № 5. – С. 26–29.

153. Самсонов М. А. Питание людей пожилого возраста / М. А. Самсонов, В. А. Мещерякова. – М. : Медицина, 1979. – 80 с.

154. Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок (технологические

рекомендации) / Л. А. Сарафанова. – СПб. : ГИОРД, 2002. – 160 с.

155. Сиваченко Т. П. Состояние щитовидной железы у населения Киевской области после аварии на Чернобыльской АЭС / Т. П. Сиваченко, А. И. Авраменко // Доклады АН Украины. – 1993. – № 1. – С. 171–176.

156. Симахина Г. А. Социальные и экономические предпосылки создания в Украине индустрии здорового питания / Г. А. Симахина // Продукты & ингредиенты. – 2004. – № 3. – С. 26–29.

157. Скальный А. В. Микроэлементы для вашего здоровья / А. В. Скальный. – М. : ОНИКС 21 век, 2003.

158. Скачков А. А. Диабет: здоровое питание – здоровый образ жизни / А. А. Скачков // Молочная промышленность. – 1998. – № 2. – С. 9–10.

159. Скурихин И. М. Все о пище с точки зрения химика: справ. издание / И. М. Скурихин, А. П. Нечаев. – М. : Высш. шк., 1991. – 288 с.

160. Рациональное питание / В. И. Смоляр. – К. : Наук. думка, 1991. – С. 365.

161. Смоляр В. І. Аліментарні ефектори ліпідного обміну / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2003. – № 1. – С. 8–14.

162. Смоляр В. І. Еволюція європейського харчування / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2004. – № 1. – С. 15–21.

163. Смоляр В. І. Токсичні ефекти харчових добавок / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2005. – № 1. – С. 10–15.

164. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування / В. І. Смоляр. – К. : Здоров'я, 2000. – 232 с.

165. Смоляр В. І. Перші норми харчування України / В. І. Смоляр, Ю. Г. Григоров, В. Д. Отт // Тези доповідей II Міжнар. наук. конфер. з гігієни харчування. – К., 1992. – С. 5–7.

166. Смоляр В. І. Сучасний розвиток нутригеноміки / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2004. – № 4. – С. 8–15.

167. Статистичний щорічник України за 2002 рік / Держ. комітет статистики України. – К. : Україн. енцикл., 2004. – С. 624.

168. Спиричев В. Б. Теоретические и практические аспекты современной

- витаминологии. – Электронный ресурс. – Режим доступа: www.medved.kiev.ua.
169. Титов В. Н. Жирные кислоты, холестерин и атеросклероз / В. Н. Титов // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. – № 2. – С. 36–38.
170. Биологическая активность и фармакологические свойства карбюлозы – средства, способствующего выведению радионуклидов / А.Ф. Тищенко, И. С. Чекман, Л.Г. Голота [и др.] // Итоги оценки медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС : тез. докл. респ. науч.-практ. конф. – Киев, 1991. – С. 217–218.
171. Трахтенберг І. Проблема біологічно активних добавок: поняття, термінологія, аспекти дискусії / І. Трахтенберг, М. Гуліч // Вісн. фармакології та фармації. – 2001. – № 9. – С. 18–32.
172. Трахтенберг І. М. Пектинопрофілактика: фізіолого-гігієнічні проблеми при впливі радіонуклідів та важких металів / І. М. Трахтенберг, І. П. Демченко // Медико-біологічні аспекти розробки продуктів харчування : матеріали наук. конфер. – К. 1993. – С. 36.
173. Тутельян В. А. О нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации / В. А. Тутельян // Вопр. питания. – 2009. – № 1. – С. 4 – 15.
174. Тутельян В. А. Стратегия разработки, применения и оценки эффективности биологически активных добавок в пищу / В. А. Тутельян // Вопр. питания. – 1996. – № 6. – С. 3–10.
175. Тутельян В. А. Флавоноиды: содержание в пищевых продуктах, уровень потребления, биодоступность / В. А. Тутельян, А. К. Батулин, Э. А. Мартинчик // Вопросы питания. – № 6. – С. 43–48.
176. Микронутриенты в питании здорового и больного человека: справочник / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. П. Суханов [и др.]. – М. : Колос, 2002. – 424 с.
177. Федорова Д. В. Радіозахисні властивості борошняних кондитерських виробів / Д. В. Федорова // Вісн. КНТЕУ. Спецвипуск. – 2005. – № 3. – С. 186–191.
178. Пептидная регуляция генома и старение / В. Х. Хавинсон, С. В. Анисимов, В. В. Малинин [и др.] – М., 2009. – 48 с.

179. Харитонов В. Д. Лактулоза, функциональное питание и перспективы пищевого рынка России / В. Д. Харитонов, А. Г. Храмцов, И. А. Евдокимов // Пищевая промышленность. – 2002. – №8. – С. 66–67.

180. Харчування людини і сучасне доквілля : теорія і практика : монографія / М. І. Пересічний, В. Н. Корзун, М. Ф. Кравченко, О. М. Григоренко . – К. : Київ. торг.-екон. ун-ту, 2003 – С. 526.

181. Циприян В. И. Научные основы конструирования продуктов питания для массовой профилактики радиационных воздействий / В. И. Циприян, Т. И. Анистратенко // Разработка комбинированных продуктов питания (мед. биол. аспекты, технологии, аппаратура, оформление, оптимизация): тез. докл. науч. Конф. – Кемерово, 1991. – С. 19.

182. Чернуха И. М. Функциональные продукты – методологические, технологические и трофологические аспекты производства // Мясная индустрия. – 2002. – № 2. – С. 2 – 22.

183. Чумак Н. Е. Оптимизация рационов питания с помощью функциональных пищевых продуктов / Н. Е. Чумак, О. Н. Голинько, А. Е. Подрушняк // Проблемы харчування. – 2005. – № 4. – С. 21–25.

184. Шандала Н. К. Алиментарные средства уменьшения лучевых нагрузок организма радионуклидами цезия и стронция / Н. К. Шандала // Гигиена и санитария. – 1993. – №10. – С.51–55.

185. Шарафетдинов Х. Х. Структура фактического питания больных инсулиннезависимым сахарным диабетом / Х. Х. Шарафетдинов // Вопросы питания. – 1997. – № 3. – С. 39

186. Шатнюк Л. Использование йодосодержащих добавок для обогащения хлебобулочных изделий / Л. Шатнюк, Т. Цыганова, М. Костюченко // Хлебное дело. – 2002. – № 1. – С. 30–32.

187. Шендеров Б. А. Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома / Б. А. Шендеров. – М. : ДеЛи принт, 2008. – 319 с.

188. Шенон С. Питание в атомном веке / С. Шенон. – Минск : Белорусь, 1992. – С. 304.

189. Шкуро В. В. Гігієнічні підходи до вирішення проблеми підвищення

вітамінної забезпеченості організму дітей в організованих колективах / В. В. Шкуро, Є. В. Гончарук // Проблеми харчування. – 2008. – № 1-2 (18). – С. 40 – 43.

190. Щелкунов Л. Ф. Пищевые волокна – блокаторы и декорпоранты радионуклидов / Л. Ф. Щелкунов, М. С. Дудкин // Гигиена и санитария. – 1999.– № 3. – С. 31–34.

191. Щелкунов Л. Ф. Пища и экология / Л. Ф. Щелкунов, М. С. Дудкин, В. Н. Корзун // Одесса: "Оптимум", 2000. – 517 с.

192. Янчевский В. К. Продукты для профилактического питания с радиопротекторными добавками / В. К. Янчевский, Н. В. Притульская, З. В. Зеленюх [и др.] // Медико-биологические аспекты разработки продуктов питания : материалы науч. конф. – К. – 1993. – С. 38.

193. Childhood obesity: an emerging public health problem // Ibid. – 2016. – P. 1989–1997.

194. Bernhardt N. E. Nutrition for middle aged and elderly / N. E. Bernhardt, A. M. Kasko. — New York : Nova Biomedical Books, 2008. – 492 p.

195. Brownstein M. J., Functional Genomics / M. J. Brownstein, A. K. Rhodursky // Human Press. Totowa. – 2003. – 272 p.

196. Burckhardt P. Osteoporosis and nutrition / P. Burckhardt // Ther. Umsch. — 1998. — 55, № 11. — P. 712 –716.

197. Diet, physical activity and health: Report by the Secretary. – Geneva: World Health Organisation. – 2000. Doc. A55/16,27

198. Dietary Reference values: a Guide. Department of Health. – London : HMSO. – 1999. – 59 с.

199. Dietary Reference Intakes. App Ucations in Dietary Assessment. – Washington: Institute of Medicine; National Academy Press, 2000. – 285 p.

200. FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Procedural Manual: Twenty-first edition. FAO/WHO. –Rome. –2013

201. Genomics and the World Health. Report of the Advisory Committee on Health Research. WHO (World Health Organization): Geneva: WHO. – 2002.

202. Gerotechnology of new funnctional food products: Abstr. IV th European

Congress of Gerontology (Berlin, Juli 7-11, 1999) [Yu. G. Grigorov, A. O. Lumar, P. S. Voitovich, N. K. Kovalenko] // *Z. Gerontologic und Geriatric.* – 1999. – 11, Suppl. – S. 279.

203. Guiroz Y. Recommended Dietary Allowances (RDA) for elderly / Y. Guiroz // *Facts and Research in gerontology 1995 (Supplement: Nutrition).* – Paris, 1995. – P. 105–215.

204. Harper C. Thiamine (vitamin B1) deficiency and associated brain damage is still common throughout the world and prevention is simple and safe! / C. Harper // *Eur. J. Neurol.* – 2006. – 13, № 10. – P. 1078 – 1082

205. Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodization. – World Health Organization. WHO/Nut. – 6, Geneva, 1994. – 66 p.

206. Korzun V. N. Nutrition problems under Widescale nuclear accident continions and its consequens / V.N. Korzun // *Intern. J. Of Radiation Medicine.* – 1999. – № 2. – P. 75–91.

207. Lillian Langseth Oxidants, antioxidants, and disease prevention. – ILSI Europe. – 1995. – 24 p.

208. Malecka S. A. Prophylactic and therapeutic application of thiamine (vitamin B1) – a new point of view / S. A. Malecka, K. Poprawski, B. Bilski // *Wiad Lek.* – 2006. – 59, № 5. — 6. – P. 383 – 387.

209. Miller G. D. The importance of meeting calcium needs with foods / G. D. Miller, J. K. Jarvis, L. D. McBean // *J. Am. Coll. Nutr.* — 2001. – 20, Suppl. 2. – P. 168–185.

210. Mitchell B. D. Recent developments in the epidemiology of diabetes in the Americas / B. D. Mitchell, M. P. Stern // *World Health Stat Q.* – 1992. – 45(4). – P. 347–349.

211. Mott S. Healthy Food Advances Around the World / S. Mott // *ZfL. Int. Zeitschr. Fur Lebensmitteltechnik., Verpackung und Analytic.* – 1993. – Bd. 44, №4.

212. Noda H. Biotin production by bifidobacteria / H. Noda, N. Akasaka, M. Ohsugi // *J. of Nutritional Science and Vitaminology.* – 1991. – V. 40, No 2. –

P. 181 – 188.

213. Palmer S. Diet, nutrition and cancer: the future of dietary policy / S. Palmer // *Cancer Res.* – 1983. – V. 43, No 5 (Suppl.) – P. 2509 – 2514.

214. Pettifir J. M. The skeletal system / J. M. Pettifir, A. Prentice, P. Cleaton-Jones // *Nutrition and metabolism* / Eds: M. J. Gibney, L. A. Macdonald, H. M. Poche. — Oxford : Blackwell Publishing, 2003. – P. 247 –283.

215. Riccardi G. The cardiovascular system / A. Rivellese, C. Williams // *Nutrition and metabolism* / Eds: M. J. Gibney, L. A. Macdonald, H. M. Poche. – Oxford : Blackwell Publishing, 2003. – P. 224 –246.

216. Roche H. M. Molecular aspects of nutrition / H. M. Roche, R. P. Mensink // *Nutrition and metabolism* / Eds: M. J. Gibney, L. A. Macdonald, H. M. Poche. — Oxford : Blackwell Publishing, 2003. – P. 6 – 29.

217. Shrimpton D. H. Микронутриенты и их взаимодействие Независимое издание для практикующих врачей / D. H. Shrimpton. – Электронный ресурс. – Режим доступа: < http://www.rmj.ru/articles_5884.htm>.

218. CDC. Diabetes surveillance, 1991. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1992.

219. Brazilian Registri of Dialysis and Renal Transplantation : abstract published at the XVII. Brazilian Congress of Nephrology of the Brazilian Association for Nephrology Fortaleza, 18-22 June 1994. – Brazil. –1994.

220. Wilmoth J. R. The future in human longevity: a demographer's perspective / J. R. Wilmoth // *Science.* – 1998. – Vol. 280, N 5362. – P. 395–397.

221. Wooten B. R. , Hammond B. R. Macular pigment: influences on visual acuity and visibility/ B.R . Wooten, B. R. Hammond.– *Prog Retin Eye Res.* – 2002. – №21. – P.225 – 240.

222. Roberfroid M. B. Concepts of functional foods: the case of inulin and oligofructose / M. B. Roberfroid // *J Nutr.* 1999. – 129. – S. 1398–4019.

223. Burckhardt P. Osteoporosis and nutrition / P. Burckhardt // *Ther. Umsch.* – 1998. – 55, № 11. – P. 712 – 716.

224. Gavrilov L. A. Reliability theory of ageing and longevity / L. A. Gavrilov, N. S. Odvrilova // *Handbook of the biology of aging: 6th ed.* / Eds : E. J.

Masoro, S. N. Austad. – San Diego CA: Acad. Press, 2006. – P. 3–42.

225. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forum.chemodan.com.ua/lite/top__o_t__t_32335.htm>.

226. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <<http://avialine.com/country/5/.../0/.../3602.html>>.

РОЗДІЛ 2

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО КОНСТРУЮВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

2.1. Науково-практичні основи конструювання харчових продуктів функціонального призначення

У розробленні технології харчових продуктів функціонального призначення можуть бути виділені два основні етапи. Перший етап передбачає теоретичне обґрунтування і створення функціональних композицій для "цільового продукту", способів впливу на харчову сировину, які формують потрібну структуру із заданим складом, фізико-хімічними і функціонально-технологічними властивостями. Другий етап передбачає реалізацію властивостей функціональних композицій у конкретному технологічному процесі та формування кінцевих споживних властивостей готової продукції [6, 14, 20, 22]. Слід відзначити, що завдання отримання модельних функціональних композицій частково може бути зведене до моделювання деяких властивостей і особливостей макро- і мікроструктури готової "цільової" кулінарної продукції [17]. Базовими при розробці технології функціональних композицій є склад, властивості, спосіб отримання, харчова цінність, безпечність, економічна або інша ефективність використання [1, 11, 14]. Обґрунтування складу функціональних композицій здійснюється з урахуванням специфіки їхніх властивостей, тобто їх функцій у готовому харчовому продукті. При створенні функціональних композицій ключове місце займає комплекс прогнозованих функціонально-технологічних характеристик і властивостей, сумісність і специфіка взаємодії з іншими компонентами рецептурних сумішей і готових продуктів. Саме такий комплекс визначає можливість і доцільність використання функціональних композицій при виробництві кулінарної

продукції [10, 15]. З точки зору складу функціональних композицій функціональні та інші харчові інгредієнти повинні забезпечувати протікання необхідних процесів (емульгування, піноутворення, драглеутворення, стабілізація та ін.), як в рамках окремих етапів, так і в технології у цілому [13, 14, 15, 18].

Функціональні продукти створюються за принципом харчової комбінаторики, шляхом обґрунтованого кількісного підбору основної сировини, інгредієнтів, харчових добавок, сукупність яких забезпечує формування бажаних органолептичних і фізико-хімічних властивостей, а також заданий рівень харчової, біологічної та енергетичної цінності. Із застосуванням математичних методів проектуються індустріальні харчові продукти III-го покоління, у яких визначена масова частка компонентів обумовлює можливість цільового і функціонального харчування певних груп населення.

В основі технологій створення функціональних харчових продуктів лежить модифікація традиційних, що забезпечує підвищення вмісту в них корисних інгредієнтів до рівня, зіставного з фізіологічними нормами їх споживання (за різними джерелами 10-50 % від середньої добової потреби) [21].

Слід зазначити, що зміни традиційного рецептурного складу внаслідок заміни одних інгредієнтів іншими, безумовно, впливають на споживчі властивості новостворених продуктів, саме тому модифікація традиційного продукту у функціональний не зводиться тільки до заміни інгредієнтів, а є складним процесом конструювання продукту, який має відновлені традиційні споживчі та нові, що визначають корисність продукту, функціональні властивості.

Розроблення функціональних харчових продуктів базується на наукових принципах, розроблених Всесвітньою організацією охорони здоров'я [25]. Принципи створення функціональних продуктів повинні охоплювати медико-біологічні та технологічні аспекти і враховувати основні дані сучасної науки

про роль харчування та окремих харчових речовин у підтриманні здоров'я та життєдіяльності людини, потреби організму в окремих харчових речовинах та енергії, реальну структуру харчування і фактичну забезпеченість вітамінами, макро- та мікроелементами населення України, а також урахувати досвід з виробництва, використання та оцінювання ефективності продуктів функціонального харчування в Україні та за кордоном.

Наукові основи створення функціональних харчових продуктів включають [21]:

- медико-біологічні аспекти, які передбачають вибір носія та добавки, яка коригує хімічний склад продукту, рівень та безпечність збагачення;

- технологічні аспекти, що розглядають питання якості продукції, збереження мікронутрієнтів та сумісності мікронутрієнтів із харчовою масою, а також їхню взаємодію з окремими компонентами харчових систем;

- клінічну ефективність, яка повинна підтвердити на основі методів доказової медицини біологічну доступність збагачувального компонента, а також надійність корекції дефіциту і покращання стану здоров'я при використанні функціональних продуктів харчування.

Таким чином, основними етапами створення функціонального продукту є: моніторинг харчування; визначення медико-гігієнічних вимог до функціонального продукту; вибір адекватного продукту та функціонального інгредієнта; модифікація харчового продукту у функціональний; доведення позитивного ефекту.

Важливими питаннями, які вимагають науково обґрунтованого рішення, при розробленні продуктів функціонального харчування є вибір збагачувальних нутрієнтів, їхніх фізико-хімічних форм та поєднань [21].

Відповідно до медико-біологічного аспекту для збагачення продуктів харчування слід використовувати ті есенційні нутрієнти, дефіцит яких реально існує, є достатньо поширеним і становить небезпеку для здоров'я. Через розбалансоване, полідефіцитне харчування значна частина населення України

страждає на полімікронутрієнтну недостатність, або так званий "прихований голод" унаслідок дефіциту в харчовому раціоні ряду мікронутрієнтів.

Дослідження свідчать, що профілактичні заходи, насамперед, повинні бути спрямовані на попередження дефіциту повноцінних білків, вітамінів – фолієвої кислоти, вітамінів А, Е та С, мінеральних речовин – йоду, селену, заліза кальцію, поліненасичених жирних кислот – жирні кислоти родини ω_3 у цис-формі, а також дефіциту харчових волокон [2, 19].

Отже, при збагаченні харчових продуктів нутрієнтами необхідно враховувати їхній взаємозв'язок. Так у метаболізмі йоду важливу роль відіграють білки, залізо, селен; заліза – вітаміни В₉, В₁₂. Вітамін Е та селен виявляють синергічну антиокиснювальну дію, перешкоджають окисненню ПНЖК.

При виборі продуктів, які підлягають збагаченню есенційними нутрієнтами, необхідно враховувати масовість та регулярність споживання, можливість централізованого виробництва продукції, простоту технології збагачення, рівномірне розподілення добавки по масі продукту тощо [21].

Перед тим, як викласти сутність питання, доцільно привести визначення понять і термінів, поширених у науково-технічній літературі.

Конструювання. Стосовно матеріальних об'єктів, до яких належать і харчові продукти, мається на увазі створення заздалегідь заданих властивостей єдиного цілого з окремих елементів, які індивідуально ці властивості не забезпечують.

Проектування харчових продуктів – процес створення оптимальних рецептур і (або) структурних властивостей, що забезпечують заданий рівень адекватності метаболічній специфіці детермінованих груп споживачів.

Індустріальні харчові продукти I покоління на відміну від традиційних продуктів – це наближені до них за органолептичними показниками продукти, в яких частина традиційної сировини, що містить білок, замінена еквівалентними

за кількістю білка або сухих речовин гідратованими масами на основі рафінованих форм біологічно повноцінних білкових препаратів.

Індустріальні харчові продукти II покоління – це продукти, що задовольняють органолептичне сприйняття споживачів, які, як передбачається, є єдиними джерелами есенційних нутрієнтів. Завдяки багатокомпонентності їх складу забезпечується завданий рівень наближення співвідношення поживних речовин статистично обґрунтованому еталону, що враховує специфіку метаболізму в конкретних групах населення, об'єднаних національними, віковими, професійними або іншими ознаками.

Індустріальні харчові продукти III покоління – це адекватні за органолептикою, структурними формами поживних і баластних речовин харчові продукти, масові частки компонентів у яких підібрані таким чином, що забезпечують адекватність раціонів, містять ці продукти в цілому та відносно підтримки матеріального й енергетичного балансу організму споживачів детермінованих груп населення.

Згідно з положеннями теорії раціонального харчування розроблені науково-практичні основи конструювання технологій харчових продуктів функціонального призначення, з оптимізованими поживною і енергетичною цінністю, органолептичними та структурними характеристиками, на основі цілеспрямованого поєднання, шляхом математичного моделювання, функціонально активних інгредієнтів природного походження (дієтичних добавок) вітчизняного виробництва.

Реалізація концепції дозволить оптимізувати склад, надати оздоровчі, лікувально-профілактичні властивості продуктам, виготовленим на основі модельних функціональних композицій з харчових добавок природного походження. В основу моделювання покладено принцип харчової комбінаторики, який полягає в обґрунтованому кількісному підборі основної сировини та харчових добавок, що в сукупності забезпечують формування необхідних органолептичних і фізико-хімічних властивостей, заданий рівень

поживної (харчової, біологічної) і енергетичної цінності. Процес оптимізації складу модельних функціональних композицій заснований на використанні розрахункових критеріїв і понять, запропонованих Й. О. Роговим і Н. Н. Ліпатовим, інтерпретованих у роботах Ю. А. Івашкіна [7].

2.2. Методика проектування багатокomпонентних харчових систем з дієтичними добавками для функціональних продуктів

Моделювання харчових продуктів являє собою процес створення продукту як єдиної цільної системи, що складається з елементів, які окремо не забезпечують заданих властивостей. Концептуальні підходи до моделювання функціональних композицій і продуктів на їх основі полягають в оптимізації вибору і співвідношень інгредієнтів, за яких можливо отримати композицію, що найбільшою мірою відповідає за кількісним вмістом і якісним складом показникам поживної цінності та медико-біологічним вимогам. Застосування математичного апарату, заснованому на формалізації якісних і кількісних показників складу, поживної цінності окремих інгредієнтів і їх сполучень у складі модельних функціональних композицій, дозволяє шляхом імітаційного моделювання визначити загальний вміст окремого компонента. Процес моделювання забезпечується інформаційною базою, що містить експериментально отримані дані про макро- і мікронутрієнтний склад інгредієнтів і складається з таких етапів:

1) напрацювання вихідних даних для моделювання (призначення і вид продукту, основні сировинні компоненти, базова технологія, технічне забезпечення, прогнозований попит і економічна ефективність);

2) формалізації вимог до складу і властивостей вихідних інгредієнтів і якості продукту на основі модельних функціональних композицій (макро- і мікронутрієнтний склад, біологічна цінність, медико-біологічні вимоги); оцінка і визначення прийнятних інгредієнтів; моделювання функціональних

композицій шляхом оптимізації кількісного вмісту нутрієнтів за окремими показниками (білок – незамінні амінокислоти (НАК), ліпіди – ненасичені жири кислоти (НЖК), вуглеводи – харчові волокна (ХВ), мінеральні речовини – макро- і мікроелементи, вітаміни, енергетична цінність);

3) конструювання продуктів із заданими критеріями поживної і енергетичної цінності, сенсорних і структурних характеристик [9].

Етап 1. Напрацювання вихідних даних для моделювання продуктів на основі функціональних композицій.

– Визначення мети: створення технології продуктів для функціонального харчування (розробити конкурентопридатний продукт, знизити собівартість, реалізувати наявні сировинні ресурси);

– ознайомлення з існуючими вітчизняними і зарубіжними аналогами і прототипами (наукові та патентні джерела, Інтернет-видання), оцінка технічних можливостей, вибір базової технології;

– визначення обмежувальних критеріїв до складу модельних функціональних композицій і продуктів на їх основі (за окремими видами сировини та інгредієнтів, вмістом білка, жиру, вуглеводів тощо);

– вибір інгредієнтів за ознаками (хімічний склад, функціональні властивості, вартість), здатних при варіюванні їх вмісту в модельній композиції найбільш суттєво впливати на поживну цінність, структурно-механічні властивості харчової системи, органолептичні показники готового продукту, його ціну;

– формування бази даних про загальний хімічний склад компонентів модельної композиції (у т.ч. вміст незамінних амінокислот у масовій частці загального білка; ліпідного складу – вміст насичених (сума), мононенасичених (сума) і поліненасичених жирних кислот у складі жирів можливих рецептурних інгредієнтів; вуглеводного складу – масова частка моно-, ди- і полісахаридів; мінерального і вітамінного складу, енергетичної цінності);

– формулювання і конкретизація медико-біологічних вимог до кількісно-якісного складу модельованого продукту.

Етап 2. Формалізація вимог до складу і властивостей вихідних інгредієнтів і якості продуктів на основі модельних функціональних композицій.

Алгоритм розв'язання задачі передбачає розрахунок і оцінку збалансованості загального хімічного складу модельних функціональних композицій і оптимізації білкової, жирової і вуглеводної складових, енергетичної цінності розроблюваного продукту. Комп'ютерне моделювання складається зі структурної оптимізації складу, вмісту та співвідношення окремих нутрієнтних складових багатокomпонентних продуктів харчування і дозволяє за вибраними з бази даних компонентами і характеристиками їхнього нутрієнтного складу визначити композицію, що максимально наближена до заданих еталонних вимог. Методика моделювання продуктів харчування на основі модельних композицій передбачає визначення бажаного вмісту:

– білка у продукті та моделювання його амінокислотного складу, з метою наближення до еталону (як еталон визначено "ідеальний" білок, що враховує добову потребу людини в незамінних амінокислотах);

– жиру (еталонне співвідношення між насиченими, моно- і поліненасиченими жирними кислотами);

– вуглеводів (співвідношення простих і складних вуглеводів у т.ч. вмісту харчових волокон);

– макро- і мікроелементів (якісний склад, співвідношення окремих елементів);

– вітамінів (якісний склад);

– енергетичної цінності та зіставлення її з бажаною Q (еталоном).

Математичне моделювання функціональних композицій і продуктів на їх основі зводиться до побудови їх моделі за заданими параметрами адекватності та якості, вибору вихідних компонентів і рецептурної оптимізації за критеріями харчової та біологічної цінності. Для цього складається параметрична модель

продукту, яка враховує хімічний склад (білок, жир, волога, вуглеводи і т.д.), масові частки основних компонентів продукту, структурні співвідношення показників біологічної цінності продукту (аміно- та жирнокислотний склад). При цьому враховується специфіка продуктів для функціонального харчування.

Як цільова функція оптимізації багатокomпонентного продукту встановлене мінімальне відхилення від заданої структури відповідної групи показників харчової і біологічної цінності.

1. Критерій оптимізації за показниками хімічного складу, що визначає харчову цінність модельованої функціональної композиції:

$$P(z) = \sum_{i=1}^n \left(z_i^0 - \sum_{j=1}^m b_{ij} x_j \right)^2 \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де x_j – масова частка j -го компоненту композиції;

b_{ij} – питомий вміст i -го елемента хімічного складу (білка, жиру і т.д.) в j -му компоненті;

z_i^0 – еталонний вміст i -го елемента.

2. Критерій мінімального відхилення від заданої структури показників біологічної цінності:

$$P(A) = \sum_{k=1}^n \left(A_k^0 - \frac{\sum_{j=1}^m a_{kj} b_{ij} x_j}{\sum_{j=1}^m b_{ij} x_j} \right)^2 \rightarrow \min, \quad (2.2)$$

де a_{kj} – питомий вміст k -го інгредієнта в i -му елементі хімічного складу.

3. Критерій мінімального відхилення від заданої структури вітамінного складу, мінеральних речовин:

$$P_i(V) = \sum_{k=1}^n \left(V_k^0 - \frac{\sum_{j=1}^m b_{kj} x_j}{\sum_{j=1}^m x_j} \right)^2 \rightarrow \min \quad i = 1, 2, 3 \quad (2.3)$$

Як обмеження використовуються співвідношення, які виходять із структурно-параметричних моделей раціонального харчування: відношення вмісту білка до вмісту жиру:

$$\sum_{j=1}^m b_j^a x_j / \sum_{j=1}^m b_j^{\omega} x_j = K, \quad (2.4)$$

де b_j^a , b_j^{ω} – масова частка відповідно білка та жиру в j -му рецептурному компоненті композиції;

x_j – масова частка j -го компонента;

4. Масова частка лізину відносно загальної масової частки метіоніну і цистину (наближення до одиниці):

$$\sum_{j=1}^m [a_{\text{ліз}} - (a_{\text{мет}} + a_{\text{цис}})] \cdot b_j^a \cdot x_j \leq eps, \quad (2.5)$$

де $a_{\text{ліз}}$, $a_{\text{мет}}$, $a_{\text{цис}}$ – масові частки лізину, метіоніну і цистину, г/100 г білка;

b_j^a – масова частка білка j -го компоненту;

eps – мала величина.

5. Масова частка l -ої амінокислоти (не повинна перевищувати заданого порогу A_l^{\max} у г/100 г білка):

$$\sum_{j=1}^m a_{lj} b_j^a x_j \leq A_l^{\max}, \quad (2.6)$$

де a_{lj} – масова частка l -ої амінокислоти в j -му компоненті, г/100 г білка.

Рослинні білки характеризуються низьким вмістом лізину, лейцину, треоніну, метіоніну, триптофану та високим – глютамінової кислоти. Біологічну цінність білків визначають методом розрахунку амінокислотного

скорю: (амінокислотний скор = (г АК у 100 г досліджуваного білка / г АК в 100 г "ідеального" білка) · 100%.

Амінокислотний скор менший за 100% свідчить, що амінокислота є лімітуючою. Найменші значення відповідають головній лімітуючій кислоті. Для покращання амінокислотного складу білків рівень головної лімітуючої амінокислоти підвищують відповідно до амінокислотної формули потреб і рівнів вмісту другої лімітуючої амінокислоти. Кількість першої і другої лімітуючої амінокислот співвідноситься з кількістю третьої амінокислоти.

6. Співвідношення масових часток насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот повинно відповідати заданій пропорції $K_1:K_2:K_3$:

$$K_2 \sum_{k=1}^7 \sum_{j=1}^m q_{kj} b_j^* x_j = K_1 \sum_{k=8}^{10} \sum_{j=1}^m q_{kj} b_j^* x_j; \quad (2.7)$$

$$\sum_{k=1}^7 \sum_{j=1}^m q_{kj} b_j^* x_j + \sum_{k=8}^{10} \sum_{j=1}^m q_{kj} b_j^* x_j = K_3 \sum_{k=11}^{13} \sum_{j=1}^m q_{kj} b_j^* x_j, \quad (2.8)$$

де $k=1-7$ – насиченим жирним кислотам;

$k=8-10$ – мононенасиченим жирним кислотам;

$k=11-13$ – поліненасиченим жирним кислотам;

b_j^* – масова частка жиру j -го компонента композиції;

q_{kj} – масова частка k -ої жирної кислоти в j -му компоненті, г/100 г жиру.

Оптимальна потреба людини в незамінних поліненасичених жирних кислотах – лінолевій кислоті – 10 г на добу. Лінолева кислота повинна складати 0,2–0,8% або 1/8–1/10 від потреби в лінолевій кислоті. У середньому кількість ПНЖК повинна забезпечувати приблизно 4% енергетичної цінності раціону.

7. Обмеження за елементним хімічним складом продукту:

$$L_r^{\min} \leq \sum_{j=1}^m f_{rj} x_j \leq L_r^{\max} \quad r = \overline{1, X}, \quad (2.9)$$

де t_{rj} – вміст r -го елемента в j -му компоненті композиції;
 L_r^{\min}, L_r^{\max} – допустимі обмеження вмісту r -го елемента.

8. Обмеження за рецептурними компонентами:

$$\sum_{j=1}^m x_j = 1; \quad x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max}; \quad j = \overline{1, m}, \quad (2.10)$$

де x_j^{\min}, x_j^{\max} – допустимі обмеження вмісту i -ої компоненти в рецептурі продукту.

9. Обмеження за вартісними показниками:

$$\sum_{j=1}^m d_j x_j \leq D_p^{\max}, \quad (2.11)$$

де d_j – вартість одиниці j -го компоненту;
 D_p^{\max} – максимальна вартість продукту.

Задача оптимізації багатоконпонентного продукту в різних постановках і поєднаннях лінійних і нелінійних критеріїв та обмежень вирішується імітаційним моделюванням з "перебором" всіх можливих комбінацій вихідних компонентів рецептури з наступною перевіркою обмежень і кореляцією з критерієм. Пошук оптимального складу модельованого продукту з m компонентів починається з вибору масової частки першого компонента x_1 і перебором значень коефіцієнтів співвідношення K_j ; $j = \overline{2, m-1}$, від деякого початкового значення $n_j = n_0$ до кінцевого 0,9 з кроком h , імітуючи всі комбінаторні варіанти рецептури m -компонентного продукту з визначенням масової частки j -го компоненту x_j за формулою:

$$X_j = \frac{(1-K_{j-1})}{K_{j-1}} \cdot X_{j-1} \cdot K_j, \quad j = \overline{2, m-1}. \quad (2.12)$$

Далі, якщо x_j задовольняє граничним умовам, використовується наступне допустиме співвідношення $n_j = K_j$ і перехід до циклу наступного співвідношення K_j для $j = j + 1$ -го компонента. При $X_j < \min_j$ коефіцієнт співвідношення його частки з наступними компонентами збільшується на величину кроку, а у випадку $X_j > \max_j$ потрібно повернутися до початкового j -го співвідношення $n_j = n_0$ і продовження попереднього циклу по K_j для $j = j - 1$ -го компоненту зі стартовим значенням $n_j = n_j + h$. Після підбору заданих співвідношень усіх компонентів рецептури так, що масові частки в сумі дають одиницю, перевіряють параметричні та балансові обмеження з накопиченням допустимих варіантів, оцінюваних за функціоналом адекватності у виборі найкращого альтернативного рішення. Загальна оцінка рівня якості продукту визначається за сукупністю значень або відхилень визначальних факторів та їх значимістю і зводиться до адитивних, мультиплікативних і змішаних функціоналів. При цьому всі вимірювальні параметри зводяться до безрозмірної шкали відносних величин:

$$z_i = \frac{X_i - X_i^0}{\Delta X_i}, \quad (2.13)$$

де X_i, X_i^0 – фактичне і бажане значення параметрів;

ΔX_i – гранично допустиме відхилення від бажаного.

З урахуванням вагових коефіцієнтів b_i i -го параметру при $\sum_{i=1}^n b_i = 1$ вираз

функціоналу має такий вигляд: $\Phi(z) = 1 - \sqrt{\sum_{i=1}^n b_i z_i^2}$

або з урахуванням групи критичних показників Z_k , відхилення яких за граничні межі однозначно виключає можливість використання продукту,

$$\Phi(z) = \prod_{k=1}^{m_k} (1 - z_k^2) \cdot \left[1 - \sqrt{\sum_{i=1}^n b_i z_i^2} \right]. \quad (2.14)$$

При виході з поля допуску будь якого параметра критичної групи Z_k функціонал перетворюється в 0. При знаходженні критичних показників у нормі значення критерію змінюється від 1, при повному зіставленні

вимірювальних значень X_i з еталонними (краща якість) до 0, при досягненні межі рівня якості (граничне значення). При від'ємних значеннях функціонала продукт не відповідає заданому рівню якості. Для визначення вагових коефіцієнтів та градуйованої шкали узагальненого функціонала доцільно використовувати методику експертних оцінок або повного факторного експерименту. Значення функціонала якості модельованого продукту градується від 1 до 0 за шкалою бажаності відповідно від найвищого до задовільного рівня якості за рівняннями розділяючих поверхонь, які отримують у результаті повного факторного експерименту: 1,0–0,7 – відмінно; 0,7–0,3 – добре; 0,3–0,1 – задовільно; 0,1–0,0 – погано, незадовільній якості продукту відповідають від'ємні значення функціоналу.

Запропонована багатокритеріальна модель може бути використана в різноманітних постановках для будь якого певного критерію, наприклад для аналізу амінокислотного, жирнокислотного, вуглеводного, макро- і мікроелементного, вітамінного складу багатокomпонентних рецептурних систем. Таким чином, оперуючи вихідними даними, що характеризують склад і властивості інгредієнтів, встановивши граничні умови та необхідні рівні окремих показників і використовуючи систему комп'ютерного моделювання, можливо визначити оптимальні модельні функціональні композиції, що відповідають заданим критеріям. Системи комп'ютерного проектування модельних функціональних композицій і продуктів харчування на їх основі функціонують у середовищі Windows 2000, XP, NT. Інтерфейси написані в Delphi, а основні процедури – в Object Pascal.

Етап 3. Конструювання модельних композицій із заданими структурними характеристиками.

Етап комп'ютерного конструювання дозволяє шляхом моделювання отримувати функціональні композиції, які максимально задовольняють формалізовані потреби, рівень вмісту нутрієнтів та сукупну біологічну цінність. Однак визначений на першому етапі склад "оптимальних" композицій не

гарантує їх перетворення у процесі технологічної обробки у виробничих умовах у систему з необхідними органолептичними показниками, структурно-механічними властивостями. Це обумовлено тим, що окремі компоненти рецептур мають визначені індивідуальні та часто такі, що є взаємовиключними, функціонально-технологічні властивості (ФТВ). Для ефективної реалізації другого етапу проектування необхідно мати інформацію не тільки про хімічний склад та біологічну цінність окремих компонентів рецептур але також і про фактичні значення ФТВ основної сировини та допоміжних інгредієнтів у багатокомпонентних харчових системах із аналітичними та імперичними залежностями, що характеризують основні закономірності поведінки гетерогенних дисперсних систем при варіюванні фізико-хімічних факторів.

Розгляд теоретичних основ процесів структуроутворення, зокрема, у тістових системах і можливості їхньої адаптації до методології проектування свідчать про високий рівень складності поставленого завдання, що обумовлено:

- різноманіттям і багатокомпонентністю основної сировини, її морфологічною неоднорідністю, лабільністю у результаті розвитку біохімічних, мікробіологічних процесів;
- високою мінливістю її властивостей при різних способах технологічної обробки і під впливом фізико-хімічних факторів (рН середовища, температура і т.д.).

Передбачити кінцеві властивості комбінованих харчових систем, виходячи тільки із загального хімічного складу і фізико-хімічних властивостей окремих інгредієнтів рецептури практично неможливо. Навіть представляючи, що набуття модельною композицією окремих структурних форм (консистенція, зовнішній вигляд, структура тощо) обумовлено особливостями протікання колоїдно-хімічних процесів, не можна впевнено прогнозувати, що після технологічної обробки інгредієнти композиції перетворяться у стійку дисперсну систему з необхідними властивостями. При моделюванні функціональних композицій необхідно враховувати, що інгредієнти повинні

мати певні функціонально-технологічні властивості, які забезпечують одержання стійких харчових дисперсних систем із необхідними структурно-механічними і органолептичними властивостями.

До основних ФТВ належать набрякання, розчинність, здатність стабілізувати дисперсні системи (драглеутворююча, водопоглинальна, емульсійна здатність), реологічні властивості. Таким чином ступінь виразності певних ФТВ у певних інгредієнтів композицій визначає ступінь їхньої участі у виконанні тих або інших структурних функцій у харчових системах. У свою чергу, рівень прояву конкретних ФТВ у різних видах сировини й інгредієнтів залежить як від їхнього складу (білки, поліцукриди, їхні суміші), так і від фізико-хімічних і мікробіологічних факторів. Відносні значення основних функціонально-технологічних властивостей модельних функціональних композицій інтерпретовані у п'ятибальну шкалу. Вивчення й систематизація ФТВ окремих інгредієнтів композицій і продуктів, характер їхніх змін під впливом фізико-хімічних і технологічних способів обробки, розробка теоретичних основ базових процесів структурування у харчових системах дозволили сформувати інформаційну базу і підійти до процесу моделювання продуктів харчування з урахуванням специфіки можливої взаємодії компонентів рецептури.

Комп'ютерне багаторівневе моделювання дозволяє істотно прискорити процес розробки технологій, створити основи системного підходу до вибору модельних функціональних композицій з урахуванням можливого впливу окремих інгредієнтів на формування органолептичних показників, структурно-механічних властивостей, виходу виробів тощо.

Після завершення етапу комп'ютерного моделювання "оптимальні" композиції піддаються подальшому порівняльному аналізу з позицій можливості одержання, на базі обраної сукупності інгредієнтів, стійкої структурованої дисперсної системи певного типу з необхідним рівнем структурно-механічних властивостей (для модельних функціональних композицій) і органолептичних показників (для готових виробів). Враховуючи

вихідні дані для проектування (тип продукту, базова технологія, технічні засоби), аналізують харчову систему і процеси її одержання, оцінюють ФТВ кожного з інгредієнтів композиції, характер їхніх змін, залежно від фізико-хімічних факторів, визначають ступінь їхньої функціонально-технологічної сумісності, вибирають базові структуроутворювальні параметри, що дозволяють ефективно регулювати ФТВ і процес структурування, що визначає фізичну стійкість і реологічні властивості харчової системи.

На наступному етапі шляхом багаторівневого експериментального моделювання перевіряють рівень стійкості систем, виготовлених на основі "оптимальних" композицій і при необхідності здійснюють спрямоване регулювання ФТВ окремих інгредієнтів і модельних систем, а також органолептичних показників продукції шляхом вибору і застосування певних механічних і фізико-хімічних факторів.

Одночасно враховуються особливості біотехнологічного потенціалу використовуваних інгредієнтів модельних композицій, ймовірність та інтенсивність розвитку мікробіологічних процесів. З урахуванням вищезазгаданих факторів результати моделювання, як правило, забезпечують ефективну оптимізацію складу продукту і параметрів окремих операцій технологічного процесу. Після завершення етапу багаторівневого експериментального моделювання функціональні композиції і технології продуктів перевіряються у лабораторних і виробничих умовах, після чого проводиться остаточне їхнє корегування. На завершальному етапі здійснюються комплексні дослідження основних показників якості готової продукції, розрахунок економічних показників, відпрацьовування технології у виробничих умовах, підготовка, узгодження і затвердження нормативних документів і організація промислового впровадження. Застосування методології проектування модельних функціональних композицій і продуктів харчування дозволяє підвищити ступінь використання сировини і розширити асортименти продукції із заданим складом і властивостями функціонального призначення.

Технологічна система моделювання функціональних композицій і продуктів на їх основі складається з таких етапів – визначення функціонування системи; способів керування і елементів структуризації у підсистемі, головною ознакою яких є цільове призначення і відповідність меті функціонування системи. Для оптимізації технологічних процесів аналіз підсистем проводиться на макро- та мікрорівнях. На макрорівні застосовується метод математичного моделювання, за яким підсистема піддається впливу керованих факторів ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$), які можна змінювати при виборі вихідних параметрів оптимізації технологічного процесу та некерованих факторів ($h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$), які регулювати ними не можливо.

За окремими вихідними факторами ($y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$) (критеріями) проводиться оптимізація процесу.

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n; h_1, h_2, h_3, \dots, h_n) \rightarrow \text{оптимум}$$

Критерієм ефективності функціонування технологічної системи є якість готової продукції, яка оцінюється за комплексним показником, що враховує одиничні органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості та які умовно можна поділити на декілька рівнів (побудування ієрархічного дерева властивостей). На першому рівні представлені показники: органолептичних (P_1), фізико-хімічних (P_2) і мікробіологічних (P_3) характеристик. На другому рівні одиничні органолептичні показники: P_{11} – смак, P_{12} – запах, P_{13} – колір, фізико-хімічні показники: P_{21} – вміст вологи, %, P_{22} – вміст цукру, %, P_{23} – вміст жиру, %, P_{24} – лужність, градуси, P_{25} – вміст золи, %; мікробіологічні показники: P_{31} – кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО/ г, P_{32} – кількість бактерій групи кишкових паличок (коліформи) в 0,1 г, P_{33} – кількість дріжджів, КУО/ г, P_{34} – кількість пліснявих грибів, КУО/ г, P_{35} – патогенні мікроорганізми, у тому числі бактерії роду *Salmonella* в 25 г. Згідно з ієрархічним деревом властивостей розроблена математична модель оцінки якості продуктів на основі модельних функціональних композицій.

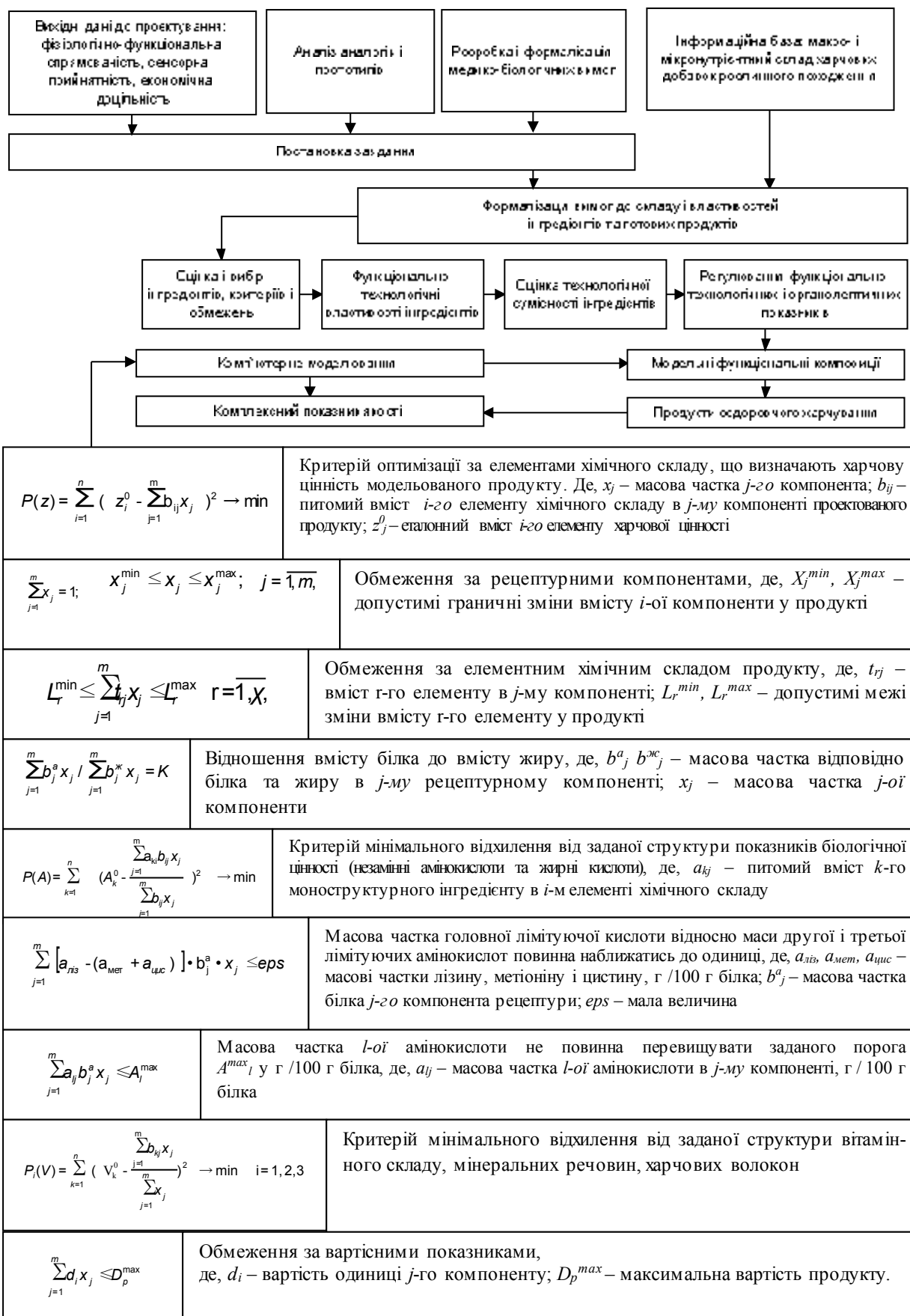


Рисунок 2.1 – Блок-схема моделювання функціональних композицій на основі дієтичних добавок

Для першого рівня:

$$K_0^1 = M_1 \frac{m_1}{m_1^{\bar{6}}} + M_2 \frac{m_2}{m_2^{\bar{6}}} + M_3 \frac{m_3}{m_3^{\bar{6}}} \quad (2.15)$$

Для другого рівня:

$$K_0^2 = M_1 \left(M_{11} \frac{P_{11}}{P_{11}^{\bar{6}}} + M_{12} \frac{P_{12}}{P_{12}^{\bar{6}}} + M_{13} \frac{P_{13}}{P_{13}^{\bar{6}}} + M_{14} \frac{P_{14}}{P_{14}^{\bar{6}}} + M_{15} \frac{P_{15}}{P_{15}^{\bar{6}}} + M_{16} \frac{P_{16}}{P_{16}^{\bar{6}}} \right) +$$

$$+ M_2 \left(M_{21} \frac{P_{21}}{P_{21}^{\bar{6}}} + M_{22} \frac{P_{22}}{P_{22}^{\bar{6}}} + M_{23} \frac{P_{23}}{P_{23}^{\bar{6}}} + M_{24} \frac{P_{24}}{P_{24}^{\bar{6}}} + M_{25} \frac{P_{25}}{P_{25}^{\bar{6}}} \right) +$$

$$+ M_3 \left(M_{31} \frac{P_{31}}{P_{31}^{\bar{6}}} + M_{32} \frac{P_{32}}{P_{32}^{\bar{6}}} + M_{33} \frac{P_{33}}{P_{33}^{\bar{6}}} + M_{34} \frac{P_{34}}{P_{34}^{\bar{6}}} + M_{35} \frac{P_{35}}{P_{35}^{\bar{6}}} \right), \quad (2.16)$$

де K_0^1, K_0^2 – комплексні показники оцінки якості продуктів відповідно до першого та другого рівнів властивостей;

P_{ij} – показники якості досліджуваного об'єкта;

$P_{ij}^{\bar{6}}$ – показники якості базового зразка (еталона);

M_i – коефіцієнти вагомості.

Значення K_0^2 у межах – 1,0–0,9 відповідають оцінці відмінно, 0,9–0,75 – добре, 0,75–0,6 – задовільно, 0,6 та менше – незадовільно. Склад модельних функціональних композицій (підсистема) є важливим щодо визначення якості готової продукції. Для аналізу підсистеми на макрорівні розроблена параметрична схема, де h_1, h_2, \dots, h_n – якість інгредієнтів композицій (некеровані фактори дії) x_1, x_2, \dots, x_n – керовані вхідні фактори, які визначають масову частку сировинних інгредієнтів у композиції; y_1, y_2, \dots – вихідні фактори (органолептичні показники, поживна цінність готової продукції).



Параметрична схема

При розробці модельних функціональних композицій за критерій оптимізації прийнятий комплексний показник, який враховує органолептичні властивості та поживну цінність. Для розрахунку оптимального співвідношення у модельних функціональних композиціях компонентів визначають рівень збалансованості за амінокислотним складом, шляхом вирішення системи рівнянь:

$$\begin{cases} a_1 x_1 + a_2 x_2 = A_0 \\ v_1 x_1 + v_2 x_2 = B_0 \end{cases},$$

де a_1 і a_2 , v_1 і v_2 – масова частка незамінних амінокислот у 100 г білка досліджуваного продукту; X_1 і X_2 – вміст білка в інгредієнті; A_0 і B_0 – вміст незамінних амінокислот у 100 г "ідеального" білка.

Після розв'язання системи рівнянь і визначення X_1 і X_2 здійснюється перерахунок кількості білка на кількість сировини.

Як вже зазначалось, реалізація принципів проектування збалансованих функціональних харчових продуктів пов'язана із формалізацією якісних і кількісних уявлень про раціональність використання незамінних амінокислот у технології адекватної екзотрофії. При цьому необхідно підкреслити, що всі логічні побудови, використовувані для подібної формалізації, виконані з урахуванням того, що білок проєктованих харчових продуктів піддається у шлунково-кишковому тракті повному протеолізу. Розроблена методика дозволяє аналітично розраховувати глибину протеолізу білка багатоконпонентних продуктів на підставі апріорної інформації про індивідуальну перетравлюваність білка інгредієнтів, що входять до їх складу.

Формалізація, що враховує взаємозбалансованість незамінних амінокислот. На підставі відомого принципу Мітчела-Блока запропоновані якісні показники і виведені формули для розрахунку їх кількісних значень.

Коефіцієнт утилітарності j -ї амінокислоти, частки од.

$$a_j = C_{\min} / C_j, \quad (2.17)$$

де C_{\min} – мінімальний скор незамінних амінокислот стосовно фізіологічно необхідної норми (еталона), % або частки од.;

C_j – скор j -ї незамінної амінокислоти стосовно фізіологічно необхідної норми (еталона), % або частки од.

$$C_j = (A_j/A_{ej} \cdot 100), \quad (2.18)$$

де A_j – масова частка j -ї незамінної амінокислоти у продукті, г/100 г білка;

A_{ej} – масова частка j -ї незамінної амінокислоти, що відповідає фізіологічно необхідній нормі (еталона), г/100 г білка.

Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу чисельно характеризує збалансованість незамінних амінокислот стосовно фізіологічно необхідної норми (еталона), частки од. :

$$U = \sum_{j=1}^k (A_j a_j) / \sum_{j=1}^k A_j. \quad (2.19)$$

З урахуванням рівняння (2.17) формула (2.18) може бути перетворена:

$$U = C_{\min} \sum_{j=1}^k A_{ej} / \sum_{j=1}^k A_j. \quad (2.20)$$

Показник порівняної надмірності вмісту незамінних амінокислот, що характеризує сумарну масу незамінних амінокислот, не використуваних на анаболічні цілі, у такій кількості білка оцінюваного продукту, що еквівалентно їхньому потенційно утилізованому вмісту 100 г білка-еталона:

$$\sigma_c = \sum_{j=1}^k (A_j - C_{\min} A_{ej}) / C_{\min} \quad (2.21)$$

Сутність якісної оцінки порівнюваних білків за допомогою формалізованих показників полягає у тому, що чим вище значення U або менше

значення σ (в ідеалі $U=1, \sigma = 0$), тим краще збалансовані незамінні амінокислоти і тим раціональніше вони можуть бути використані організмом.

Формалізація враховує співвідношення між незамінними і замінними амінокислотами. З їх допомогою можна кількісно оцінити частку незамінних амінокислот у білку конкретного продукту, що в силу незбалансованості між собою, недостатності або надлишку відносно замінних амінокислот можуть бути використані як попередники біосинтезу замінних амінокислот або як енергогенний матеріал.

Усього можна виділити шість взаємовиключаючих ситуацій, що відображають співвідношення між незамінними і замінними амінокислотами в оцінюваному білку. У символічному вигляді умови, що відповідають цим ситуаціям, описуються таким чином:

< та \geq

$$U = 1; \Sigma \text{НАК} > \Sigma E; C_j = C_{\min} = \text{const} > 1; \quad (2.22)$$

$$U = 1; \Sigma \text{НАК} \leq \Sigma E; C_j = C_{\min} = \text{const} \leq 1; \quad (2.23)$$

$$U < 1; \Sigma \text{НАК} > \Sigma E; U \Sigma \text{НАК} \geq \Sigma E; C_{\min} \geq 1; \quad (2.24)$$

$$U < 1; \Sigma \text{НАК} \geq \Sigma E; C_{\min} < 1; U \Sigma \text{НАК} < \Sigma E; \quad (2.25)$$

$$1 - \Sigma \text{НАК} \geq (1 - \Sigma E) C_{\min}; \quad (2.25a)$$

$$1 - \Sigma \text{НАК} < (1 - \Sigma E) C_{\min}; \quad (2.25b)$$

$$U < 1; \Sigma \text{НАК} < \Sigma E; C_{\min} < 1, \quad (2.26)$$

де $\Sigma \text{НАК}$ – сумарна масова частка незамінних амінокислот в оцінюваному білку;

$U \Sigma \text{НАК}$ – масова частка взаємозбалансованих незамінних амінокислот;

ΣE – сумарна масова частка незамінних амінокислот білка-еталона.

Для кількісної оцінки розподілу незамінних амінокислот конкретного білка, що виступають у ролі енергогенного матеріалу і (або) які є попередниками біосинтезу незамінних, отримані формули (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Формули для кількісної оцінки розподілу незамінних амінокислот білка

Ситуація, яка відповідає нерівності	Масова частка амінокислот		Коефіцієнт раціональності амінокислотного складу
	попередники біосинтезу замінних амінокислот	які є енергогенним матеріалом	
(2.22)	$\Sigma^{BC} \text{НАК} = \Sigma \text{НАК} - \Sigma E$	-	$R_c = U / C_{\min}$
(2.23)	-	$\Sigma^{EG} \text{ЗАГ} = \Sigma \text{НАК} - \Sigma E$	$R_c = U$
(2.24)	$\Sigma^{BC} \text{НАК} = \Sigma E (C_{\min} - 1)$	-	$R_c = U / C_{\min}$
(2.25)	-	$\Sigma^{EG} \text{НАК} = (1 - U) \Sigma \text{НАК}$	$R_c = U$
(2.25а) і	$\Sigma^{BK} \text{НАК} = (1 - U) \Sigma \text{НАК} - (1 - C_{\min})$	$\Sigma^{EG} \text{НАК} = (1 - C_{\min})$	$R_c = U$
(2.25б)	$1 - \Sigma \text{НАК} < (1 - \Sigma E) C_{\min}$		
(2.26)	-	$\Sigma^{EG} \text{НАК} = (1 - U) \Sigma \text{НАК}$	$R_c = U$

Основний критерій оцінки амінокислотного складу білка харчових продуктів або сировини для їхнього виробництва за цими формулами з позицій раціонального використання незамінних амінокислот полягає у тому, що продукт може вважатися оптимальним, коли за умови рівного забезпечення організму анаболічним матеріалом максимальна порівняно з іншими варіантами частка асимільованих незамінних амінокислот, які містяться у його білку, в силу взаємозбалансованості між собою і з замінними амінокислотами здатна використовуватися на анаболічні цілі без деградації на потреби біосинтезу замінних амінокислот і не витратитися на компенсацію енерговитрат організму.

У символічному вигляді цей критерій записують у такий спосіб:

$$\{ R_c \rightarrow \max; \Sigma^{BC} \text{НАК} \rightarrow \min; \Sigma^{EG} \text{НАК} \rightarrow \min \} \quad (2.27)$$

Другий етап створення теоретичних і практичних основ проектування рецептур харчових продуктів – розробка методів моделювання впливу набору і співвідношення рецептурних інгредієнтів на зміну масових часток макро- і мікропоживних речовин.

Сумарна масова частка конкретної макро- або мікропоживної речовини у рецептурній суміші (матеріальний баланс), %, має вигляд:

$$S_k^\Sigma = \sum_{j=1}^n X_j S_j / \sum X_j, \quad (2.28)$$

де X_j – масова частка j -го компонента рецептурної суміші, частки од. або %;

S_j – масова частка конкретної макро- або мікропоживної речовини в j -му компоненті, %.

Формулу (2.28) можна застосувати також для розрахунку масових часток баластних речовин.

У випадку, коли необхідна інформація, наприклад, про масові частки у рецептурній суміші таких речовин, які входять до складу білка – амінокислоти або ті, що входять до складу жиру – жирні кислоти, може бути запропонована інша форма запису рівняння матеріального балансу:

$$M_j^\Sigma = \sum_{i=1}^n X_i S_i M_{ij} / \sum_{i=1}^n (X_i S_i), \quad (2.29)$$

де M_j – масова частка j -ї складової важкої мікропоживної речовини у багатокомпонентній рецептурі, %;

M_{ij} – масова частка j -ї складової у конкретній мікропоживній речовині j -го компонента рецептури, %.

На підставі цього рівняння при наведених нижче обмеженнях запропонований наступний алгебраїчний вираз, що є основним для

моделювання амінокислотного складу білка багатокomпонентних рецептурних сумішей:

$$\begin{aligned}
 A_j = & \left[\sum_{i=l+1}^m X_i \sum_{i=1}^l X_i p_i a_{ij} + \left(\sum_{i=l+1}^m - Y \right) \sum_{i=l+1}^m X_i p_i a_{ij} + \right. \\
 & \left. + Y \sum_{i=l+1}^m X_i \sum_{i=m+1}^n X_i p_i a_{ij} \right] / \left[\sum_{i=l+1}^m X_i \sum_{i=1}^l X_i p_i + \right. \\
 & \left. + \left(\sum_{i=l+1}^m X_i - Y \right) \sum_{i=l+1}^m X_i p_i + Y \sum_{i=l+1}^m X_i \sum_{i=m+1}^n X_i p_i \right], \quad (2.30)
 \end{aligned}$$

де A_j – масова частка j -ї амінокислоти білка моделюючої рецептури, г/100 г білка;

X_i – масова частка в рецептурі i -го інгредієнта, частка в од. або %;

p_i – масова частка білка у i -му інгредієнті, %;

a_{ij} – масова частка білка i -го інгредієнта i -ї амінокислоти, г/100 г білка;

n – загальна кількість інгредієнтів, які входять до складу рецептури;

l – кількість інгредієнтів, які не варіюють при моделюванні;

$m-l$ – кількість інгредієнтів, які варіюють при моделюванні;

$n-m$ – кількість інгредієнтів, які є замінними при моделюванні:

$$\sum_{i=1}^l X_i = 1; \quad \sum_{i=m+1}^n X_i = 1; \quad Y \leq \sum_{i=l+1}^m X_i, \quad (2.31)$$

де Y – сумарна масова частка в рецептурі інгредієнтів, які варіюють при моделюванні.

У результаті аналізу існуючих рецептур виявлено, що при розробці нових видів продуктів, у тому числі функціонального призначення, навряд чи варто використовувати в їхніх рецептурах більше шести інгредієнтів, що вміщують білок. У зв'язку з цим на підставі загального рівняння (2.31) нескладно одержати залежність, що дозволяє за допомогою РС реалізувати циклічний

алгоритм моделювання амінокислотного складу шестикомпонентної композиції:

$$A_j = [X_1^{(R_1)} (p_1 a_{1j} - p_2 a_{2j}) + p_2 a_{2j} + R_2 \{ R_3 [R_4 p_3 a_{3j} + (1 - R_4) p_4 a_{4j}] + (1 - R_3)[R_5 p_5 a_{5j} - (1 - R_5) p_6 a_{6j}] - p_2 a_{2j} \}] / [X_1^{(R_1)} (p_1 - p_2) + p_2 + R_2 \{ R_3 [R_4 p_3 + (1 - R_4) p_4] + (1 - R_3)[R_5 p_5 - (1 - R_5) p_6] - p_2 \}]. \quad (2.32)$$

Оригінальність цієї моделі в тому, що при її реалізації на РС достатньо задаватись тільки масовою часткою першого компонента – $x_1 (R_1)$. Після того як за результатами модулювання обирають значення $x_1 (R_1)$, R_2 , R_3 , R_4 , і R_5 , які найбільшою мірою задовольняють критерій раціональності (10), x_1 розраховують за такими формулами:

$$X_2 = 1 - X_1^{(R_1)} R_2; X_3 = R_2 R_3 R_4; X_4 = R_2 R_3 (1 - R_4); \\ X_5 = R_2 (1 - R_3) R_5; X_6 = R_2 (1 - R_3) (1 - R_4). \quad (2.33)$$

При цьому повинні бути витримані обмеження:

$$R_2 \leq (1 - X_1); R_3 \in [0;1]; R_4 \in [0;1]; R_5 \in [0;1]. \quad (2.34)$$

При накладенні інших обмежень на R_1 можна одержати модель, що відповідає будь-якій проміжній ситуації, включаючи п'яти-, чотири-, три- і двокомпонентні системи.

Методика проектування багатоконпонентних харчових систем з дієтичними добавками включає в себе три етапи.

На першому етапі за допомогою формул (2.32) і (2.33) моделюють амінокислотний склад білка проєктованого харчового продукту і обирають значення $X_i (P)$ рецептурних інгредієнтів, що містять білок, які найбільшою мірою задовольняють критерію (2.31).

На другому етапі оцінюють жирнокислотний склад проектованого продукту.

$$I_j^{\Sigma} = \sum_{i=1}^n X_i^{L_i} L_i I_{ij} / \sum_{i=1}^n X_i^{L_i} L_i, \quad (2.35)$$

де I_j^{Σ} – масова частка j -х жирних кислот у жирі багатоконпонентних харчових продуктів, % до жиру;

$X_i^{L_i}$ – масова частка i -го жировміщуючого компонента у проектованому харчовому продукті, частка од. або %;

L_i – масова частка жиру в компоненті, %; I_{ij} – масова частка j -х жирних кислот у жирі i -го компонента, %.

Значення індексу j у формулі (2.35) ототожнюються з такими жирними кислотами: 1-мононенасиченими; 2-насиченими; 3-лінолевою; 4-ліноленовою; 5-арахідоною. При цьому враховують, що масові частки X_i (L, P) компонентів, що містять крім жиру ще й білок, постійні, визначені першим етапом проектування. За результатами цієї оцінки обирають такі масові частки X_i (L), що у сукупності з X_i (L, P) забезпечують необхідне наближення до фізіологічно необхідного співвідношення між насиченими, моно- і поліненасиченими жирними кислотами.

На третьому етапі розраховують енергетичну цінність проектованих продуктів харчування, кДж/100 г:

$$Q = 17,2 \sum_{i=1}^n X_i^P p_i \{1 - C_{\min}(X_i^P)\} + 0,388 \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n X_i^{L_i} L_i I_{ij} + 15,7 \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^s X_i^{C_i} C_{ij}, \quad (2.36)$$

де $X_i^{C_i}$, X_i^P , X_i^L – масова частка в рецептурі i -го вуглевод-, білок- або жировміщуючого компонента, частка од. або %;

C_{ij} – масова частка j -х цукрів в i -у вуглеводвміщуючому компоненті, %;

17, 2; 15, 7 кДж x (% г)⁻¹ і 0, 388 кДж (% г)⁻¹ – коефіцієнти, які пропорційні енергетичній цінності білків, вуглеводів і жирів.

Перша сума у другій складовій формули (2.36) враховує, що при правильній збалансованості жирнокислотного складу поліненасичені кислоти не повинні бути використані на компенсацію енерговитрат організму. Сутність індексу $j = 1$ і $j = 2$ такий самий як і у формулі (2.17).

У першій сумі третьої складової цієї формули значення індексу j ототожнюють: 1 – з моносахаридами; 2 – з дисахаридами; 3 – з полісахаридами, які гідролізують.

Розрахункову енергетичну цінність за формулою (2.35) порівнюють з потрібною Q_e . Якщо розрахункова енергетична цінність $Q < Q_e$, то до складу продукту вводять додаткові технологічно припустимі вуглеводвміщуючі компоненти. Якщо розрахункове $Q > Q_e$, то слід замінити X_i із занадто високими значеннями L_i на нові, технологічно припустимі, з меншими значеннями L_i .

Викладена вище методика проектування складу продуктів може бути використана для обґрунтування збалансованих харчових раціонів, що включають перші та другі страви (з урахуванням складу гарнірів, кількості хліба тощо), десертні страви і напої.

Для цього, розглядаючи раціон одноразового споживання в цілому (за винятком м'ясного виробу, який до нього входить) як багатокomпонентний продукт, за допомогою формул (2.29) і (2.30) можна розрахувати масову частку в ньому білка та масові частки в цьому білку незамінних амінокислот. Потім за допомогою нижченаведеної формули неважко розрахувати в одноразовому раціоні недостатню кількість білка, яка повинна міститися у м'ясопродукті, що входить до нього:

$$\Delta P = P_e - M_p P_p, \quad (2.37)$$

де ΔP – кількість білка, яка повинна бути у м'ясопродукті, що входить до складу одноразового раціону, г;

P_e – потрібна кількість білка у раціоні, яка відповідає фізіологічно необхідній нормі, г;

M_p – маса одноразового раціону без м'ясної сировини, г;

P_p – масова частка білка у цьому раціоні, частки од.

Для розрахунку того, щоб увесь білок одноразового раціону, який включає і м'ясну сировину, міг би бути використаний на анаболічні потреби організму, необхідне виконання такого рівняння:

$$A_{ej} = (M_p P_p A_j + \Delta P_{zj}) / P_e, \quad (2.38)$$

де A_{ej} – масова частка j -ї незамінної амінокислоти білка – еталона, г/100 г білка;

A_j – розрахована за формулою (2.30) масова частка j -ї незамінної амінокислоти в одноразовому раціоні, що не містить м'яса, г /100 г білка;

z_j – потрібна для задоволення рівності (2.38) масова частка j -ї незамінної амінокислоти у білку м'ясного продукту, який входить до одноразового раціону, г /100 г білка.

Розв'язуючи рівняння (2.21) відносно z_j , отримаємо:

$$z_j = (A_{ej} P_e - M_p P_p A_j) / \Delta P. \quad (2.39)$$

Такі z_j є новим еталоном амінокислотного складу, до якого повинен наближатися білок проєктованого продукту третього покоління. Одноразовий раціон, який включає багатокомпонентний м'ясопродукт, повинен бути

адекватний і за енергетичною цінністю. Цей показник м'ясного виробу повинен задовольняти такому рівнянню:

$$\Delta Q = Q_e^\Sigma - Q_p M_p, \quad (2.40)$$

де ΔQ – енергетична цінність проектованого продукту, необхідна для адекватності раціону в цілому, кДж;

Q_e^Σ – потрібна енергетична цінність раціону, яка відповідає фізіологічно необхідній нормі, кДж;

Q_p – енергетична цінність безм'ясної частини одноразового раціону, що не містить м'яса, який розрахований за формулою (2.37), кДж/100 г.

Проектування рецептури такого м'ясопродукту передбачає таку послідовність: на першому етапі за допомогою формули (2.13) моделюють амінокислотний склад білка, що входить у раціон м'ясопродукту. На підставі результатів цього моделювання обирають набір і співвідношення масових часток X_j^p компонентів, які вміщують білок, що максимальною мірою задовольняють критерію раціональності незамінних амінокислот.

Далі за допомогою формули (2.41) [за винятком спеціальних випадків у формулі (2.41)] розраховують енергетичну цінність $Q_{пр}^\Sigma$ такої кількості проектованого м'ясопродукту, яка забезпечує адекватність раціону в цілому за білком.

$$Q_{пр}^\Sigma = 17,2 \cdot 10^2 \Delta P \sum_{i=1}^n X_i^1 (1 - C_{\min}) / C_{\min} + \\ + 38,8 \Delta P \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n X_i L_i I_{ij} \sum_{i=1}^n X_i / (C_{\min} \sum_{i=1}^n X_i P_i), \quad (2.41)$$

де $17,2 \cdot 10^2$ і $38,8$ – коефіцієнти пропорційності, одиниці вимірювання для $17,2 \times 10^2$ – кДж/г, для $38,8$ – кДж (%);

L_i – масова частка жиру в білковмісних компонентах проектованого м'ясопродукту, %;

I_{ij} – масова частка j -ї жирної кислоти у жирі i -го білковмісного компонента ($j=1$ ототожнюють з насиченими жирними кислотами, $j=2$ – з мононенасиченими жирними кислотами), %;

P_i – масова частка білка в i -у білковмісному компоненті, %.

Якщо при обраних значеннях $X_i C_{\min} \geq 1$, то перша складова формули (2.40) перетворюється на нуль. Після розрахунку за допомогою цієї формули визначають енергетичну цінність проєктованого продукту $Q_{\text{пр}}$, яка повинна бути забезпечена включенням до його рецептури вуглеводо- і жировмісних компонентів.

$$\Delta Q_i = \Delta Q_p - Q_{\text{пр}} . \quad (2.42)$$

Із поданого матеріалу можна зробити такі висновки: принципи проєктування багатокомпонентних харчових продуктів зі складом, що враховує необхідну збалансованість незамінних і замінних амінокислот, задане співвідношення між насиченими, мононенасиченими, лінолевою, ліноленовою і арахідоною жирними кислотами, а також між негідролізованими і гідролізованими полісахаридами, оліго-, ди- і моносахаридами при необхідній сумарній енергетичній цінності є логічним наслідком формалізації сучасних уявлень науки про харчування; методи реалізації цих принципів стосовно найбільш життєво важливого компонента харчових продуктів – білка – засновані на класифікації збалансованості амінокислотного складу, на розроблених якісних і кількісних критеріях утилізації незамінних амінокислот для анаболічних потреб організму і компенсації його енерговитрат.

Наведені вище математичні формули для моделювання впливу набору і співвідношення інгредієнтів, що входять до рецептури проєктованого продукту, на його амінокислотний, жирнокислотний, вуглеводний склад і енергетичну

цінність легко реалізуються у комп'ютерному проектуванні харчових продуктів з урахуванням їхньої ролі в одноразових і добових раціонах харчування.

Викладену методику доцільно розглянути на прикладі моделювання м'ясних січених виробів функціонального призначення, яку здійснювали згідно з основними принципами нутриціології, ґрунтуючись на таких засадах (рис. 2.2) [1]:

1) функціональні м'ясні вироби повинні містити ті нутрієнти, дефіцит яких достатньо поширений серед населення України і шкідливий для здоров'я (вітаміни групи В, у тому числі фолієва кислота, токоферол, мінеральні речовини – йод, селен, залізо, поліненасичені жирні кислоти);

2) зважаючи на те, що реальний дефіцит мікронутрієнтів у звичайному раціоні сучасної людини становить 30–50% від рекомендованої норми, вміст визначених мінеральних елементів та вітамінів у збагаченому ними м'ясному продукті повинен бути достатнім для задоволення за рахунок цього продукту 15–30% середньої добової потреби при звичайному рівні споживання функціонального продукту;

3) технологія функціональних м'ясних виробів повинна забезпечувати максимальне збереження нутрієнтів з урахуванням можливості їхньої взаємодії з компонентами продукту та взаємного впливу. Так, органічні джерела йоду при тепловій обробці більш стійкі, ніж неорганічні [5]. Вітамін Е та селен разом діють більш ефективно, засвоєння йоду оптимальне при достатньому надходженні селену, білків, заліза, токоферолу [26];

4) технологія функціональних м'ясних виробів повинна забезпечувати високі споживчі властивості: не повинна зменшувати вміст і засвоюваність інших харчових речовин (зокрема білків), суттєво змінювати смак, аромат, свіжість продуктів, скорочувати строк зберігання, погіршувати показники безпечності;

5) для математичного моделювання м'ясних кулінарних виробів функціонального призначення встановлено обмеження за вмістом у готовому

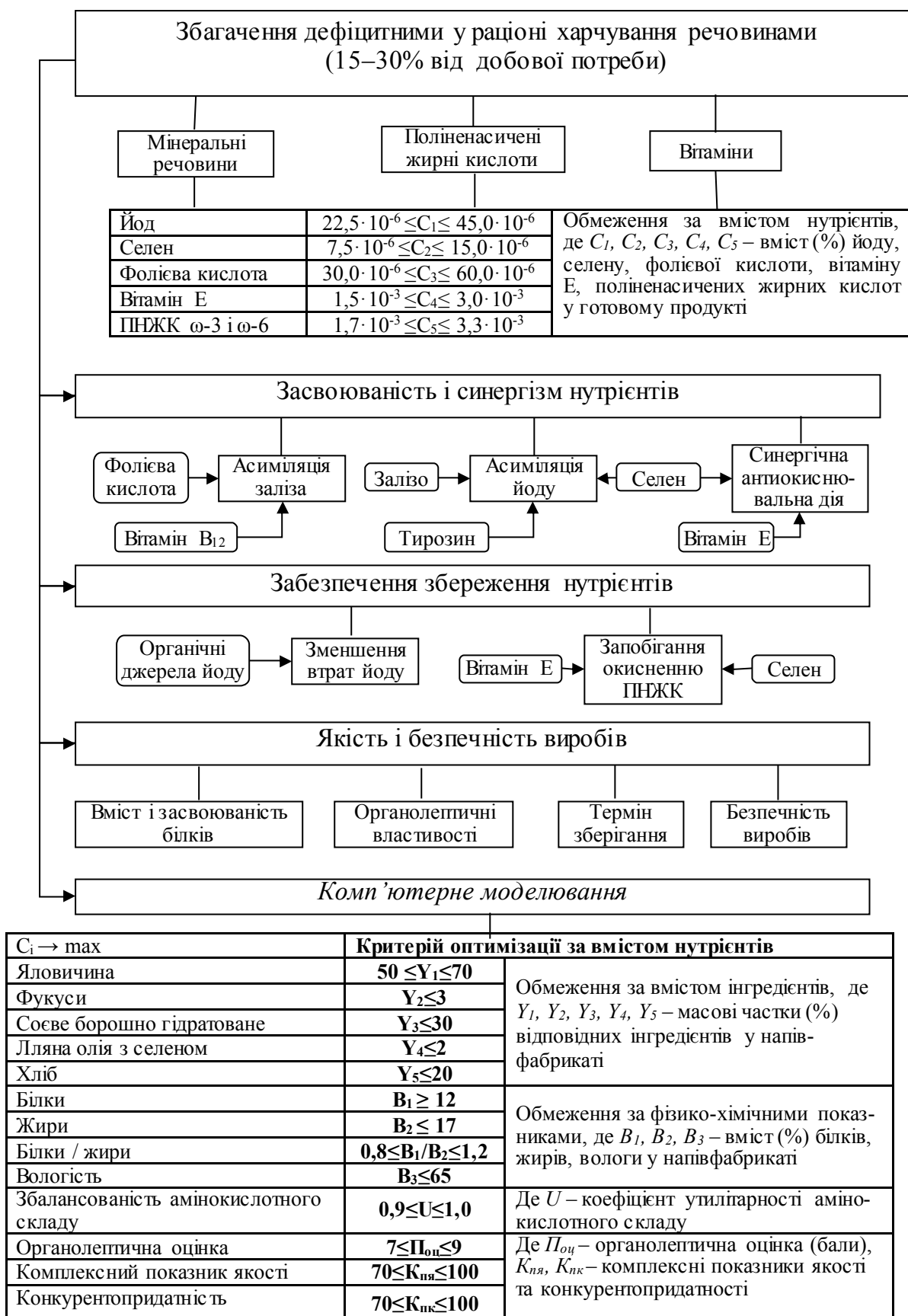


Рисунок 2.2 – Моделювання м'ясних січених виробів функціонального призначення

виробів збагачувальних мікронутрієнтів та інгредієнтів (з урахуванням попередніх технологічних відпрацювань, вимог нормативної документації).

Проектування модельних функціональних композицій м'ясних кулінарних виробів здійснено за принципом харчової комбінаторики: кількісним підбором основної та додаткової сировини, які в сукупності забезпечували формування заданих органолептичних, фізико-хімічних властивостей, а також поживної цінності продуктів [3, 4, 7, 16, 24].

При вирішенні цього завдання сукупність вимог до якості готового продукту формулювалася у вигляді множини обмежень щодо хімічного складу, процентного вмісту окремих інгредієнтів, органолептичних та фізико-хімічних властивостей, конкурентопридатності виробів, а саме:

$$C_{\min} \leq C_i \leq C_{\max}; \quad (2.43)$$

$$Y_{\min} \leq Y_j \leq Y_{\max}; \quad (2.44)$$

$$B_l \leq B_{\min} \text{ або } B_l \leq B_{\max}; \quad (2.45)$$

$$7 \leq P_{oc} \leq 9; \quad (2.46)$$

$$70 \leq K_{ня} \leq 100; \quad (2.47)$$

$$70 \leq K_{нк} \leq 100; \quad (2.48)$$

- де C_i – значення i -го елемента (йод, селен тощо) у готовому продукті;
 Y_j – масова частка j -го інгредієнта у рецептурі (яловичина, фукуси тощо);
 B_l – фізико-хімічні показники м'ясних кулінарних виробів, що регламентуються нормативною документацією (вологість, вміст жирів тощо);
 P_{oc} – органолептична оцінка за дев'ятибальною шкалою, бали;
 $K_{ня}, K_{нк}$ – комплексні показники;
 $C_{\min}, C_{\max}, Y_{\min}, Y_{\max}, B_{\min}, B_{\max}$ – верхнє і нижнє допустимі значення.

Для формування модельних харчових композицій, які максимально наближуються до заданих еталонних вимог, розв'язувалася система рівнянь з n невідомими:

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= \sum_{j=1}^n Y_j X_{1j} \\ C_2 &= \sum_{j=1}^n Y_j X_{2j} \\ C_3 &= \sum_{j=1}^n Y_j X_{3j} \end{aligned} \right\}, \quad (2.49)$$

де X_{ij} – значення i -го елемента в j -му інгредієнті; n – число інгредієнтів у виробі.

Процес комп'ютерного моделювання здійснюють зазвичай за допомогою Microsoft Excel для Windows.

Після знаходження раціонального кількісного і якісного складу композицій перевірялися фізико-хімічні, органолептичні властивості виробів, їхні комплексні показники якості та конкурентопридатності на відповідність формалізованим вимогам.

Достовірність результатів експериментальних досліджень оцінюють методом математичної статистики, зокрема з використанням критерію Стьюдента, рівень довірчої ймовірності – 0,95 [12, 23].

Методики проектування функціональних продуктів спеціального призначення можуть розрізнятися за критеріями, які висуваються залежно від призначення продукту. Так, перебіг захворювання на цукровий діабет більше, ніж при інших порушеннях обміну речовин, залежить від харчування. Хворим на цукровий діабет рекомендується збільшення у раціоні харчування білків, вітамінів, мінеральних речовин і зменшення кількості вуглеводів. При харчуванні здорової людини, співвідношення між білками, жирами та вуглеводами повинно становити 1 : 1,2 : 4,5, для хворих на цукровий діабет – 1:1: 3,0.

Хворим на цукровий діабет протипоказано вживати звичайні кондитерські вироби, оскільки до їхнього складу входить значна кількість сахарози. Для людей, які страждають на цю недугу, необхідні кондитерські вироби, в яких замість цукру використовуються підсолоджувальні речовини, які для засвоєння не потребують інсуліну.

Розроблено багато нових кондитерських виробів з використанням традиційних (ксиліту, сорбіту) і нетрадиційних (фруктоза, сахарол, екстракт листя стевії, сунет, світлі) підсолоджувальних речовин.

При розробці дієтопрофілактичних діабетичних кондитерських виробів функціонального призначення використовують пшеничні висівки, борошно солоду горохута сої, житнє, вівсяне борошно, овочеві (морквяні, гарбузові, кабачкові) порошки, різні види молочної сироватки, еламін, пектин, зародки пшениці, лікувально-пряні трави, льняне насіння, вітамінні премікси тощо.

Розробка раціональних технологій базується на сучасних методах теорії систем, що ґрунтується на принципах нутриціології, кваліметрії. Проведено математичне моделювання процесів і визначені оптимальні технологічні параметри

У нових виробах визначена харчова (за інтегральним скором), біологічна (за амінокислотним скором) та енергетична цінність.

Для математичного моделювання бісквітних і пісочних виробів функціонального призначення встановлено обмеження за вмістом у готовому напівфабрикаті збагачувальних мікронутрієнтів та інгредієнтів (з урахуванням попередніх технологічних відпрацювань, вимог нормативної документації) (табл. 2.2).

Згідно з положеннями теорії раціонального харчування розроблені науково-практичні основи конструювання технологій бісквітних і пісочних виробів функціонального призначення з оптимізованою поживною і енергетичною цінністю, органолептичними та структурно-механічними показниками (табл. 2.3).

В основі технологій створення продуктів функціональних призначення (рис 2.3, 2.4) лежить модифікація традиційних, що забезпечує підвищення

вмісту в них корисних інгредієнтів до рівня, зіставного з фізіологічними нормами їх споживання: кількість визначених мінеральних речовин і вітамінів повинна задовольняти 10–50% середньої добової потреби при звичайному рівні споживання продукту.

Таблиця 2.2

**Комп'ютерне моделювання бісквітних і пісочних виробів
функціонального призначення**

Сі → max	Критерій оптимізації за вмістом нутрієнтів
Борошно	$Y1 \leq 30$
Яйця	$Y2 \leq 30$
Цукор	$Y3 \leq 5$
Екстракт стевії	$Y4 \leq 1$
Какао-порошок	$Y5 \leq 2,4$
Цистозіра	$Y6 \leq 1,6$
Крохмаль Hi-Maize	$Y7 \leq 20$
Фруктоза	$Y8 \leq 10$

Примітка. Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8 (%) – масові частки відповідних інгредієнтів у напівфабрикаті

Таблиця 2.3

Критерії оптимізації технології бісквітних і пісочних виробів

Показник	Критерії оптимізації
Білки	$B1 \geq 12^*$
Жири	$B2 \leq 8,0^*$
Вуглеводи	$B3 \leq 52,9^*$
Вологість	$B3 \leq 30^*$
Збалансованість амінокислотного складу	$0,9 \leq U \leq 1,0^{**}$
Органолептична оцінка	$3 \leq \text{Поц} \leq 5^{***}$
Комплексний показник якості	$70 \leq \text{Кпя} \leq 100$
Конкурентопридатність	$70 \leq \text{Кпк} \leq 100$

Примітка. * Обмеження за фізико-хімічними показниками, де B1, B2, B3, B4 – вміст (%) білків, жирів, вуглеводів, вологи у напівфабрикаті;

**U – коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу;

*** Поц – органолептична оцінка (бали)



Рисунок 2.3 – Блок-схема моделювання борошняних кондитерських виробів функціонального призначення

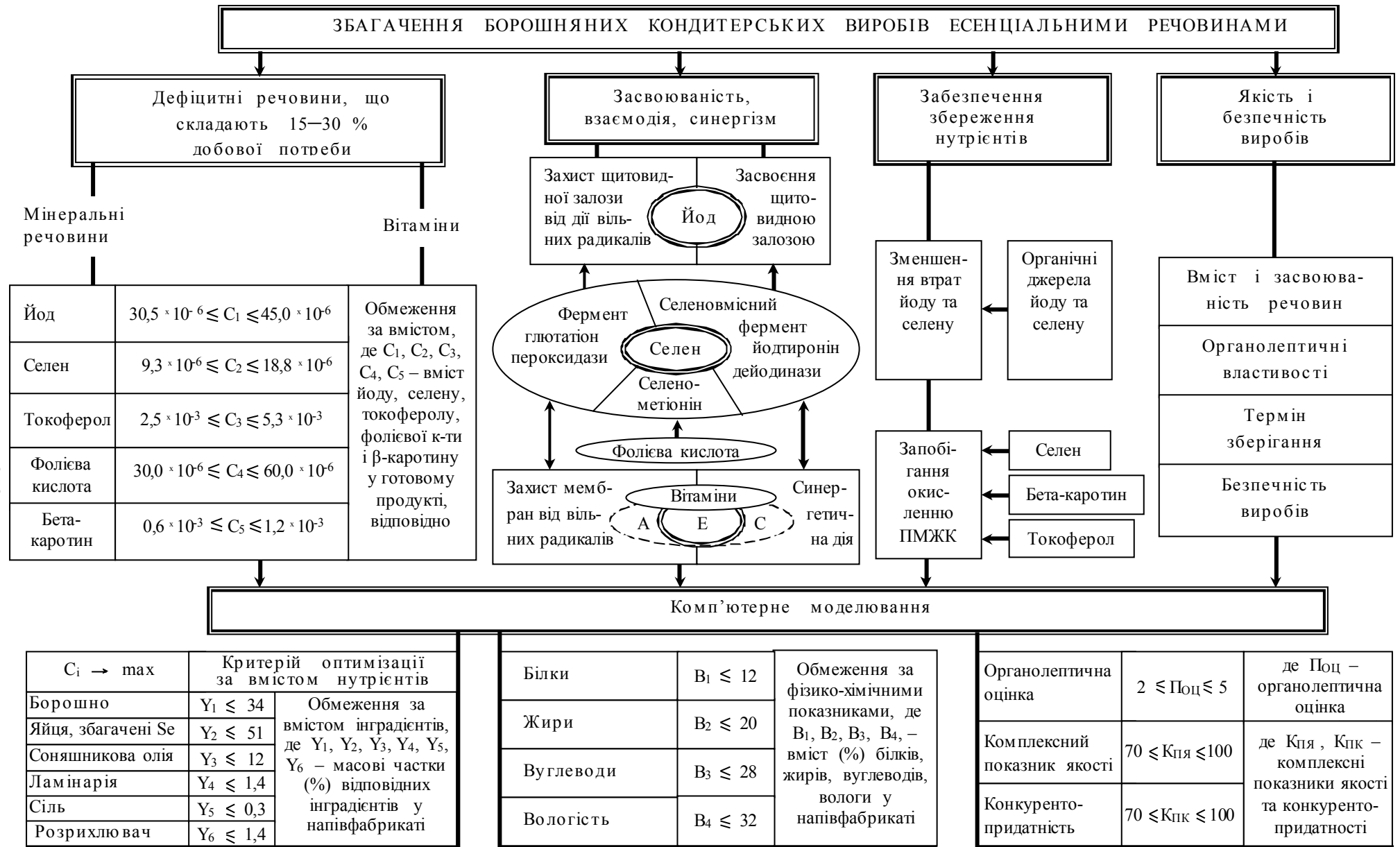


Рисунок 2.4 – Блок-схема моделювання борошняних кондитерських виробів репродуктивного призначення

Розроблено загальні принципи моделювання борошняних кондитерських виробів функціонального призначення з урахуванням медико-біологічних, технологічних та економічних аспектів, науково обґрунтовано доцільність комплексного використання у їх складі екстракту стевії з метою зниження глікемічного індексу виробів та житнього борошна, цистозіри як носіїв есенціальних речовин – йоду, селену, заліза, дефіцит, яких є поширеним в Україні.

Дорохович А.М. розроблена нова методологія для визначення оцінки якості, яка враховує (рис. 2.5): вміст білків (P_1), жирів (P_2), вуглеводів (P_3), вітамінів (P_4), мінеральних речовин (P_5) – перший рівень властивостей; на другому рівні властивостей враховується вміст незамінних амінокислот (P_{11}) та замінних амінокислот (P_{12}); насичених (P_{21}), мононенасичених (P_{22}) та поліненасичених (P_{23}) жирних кислот;

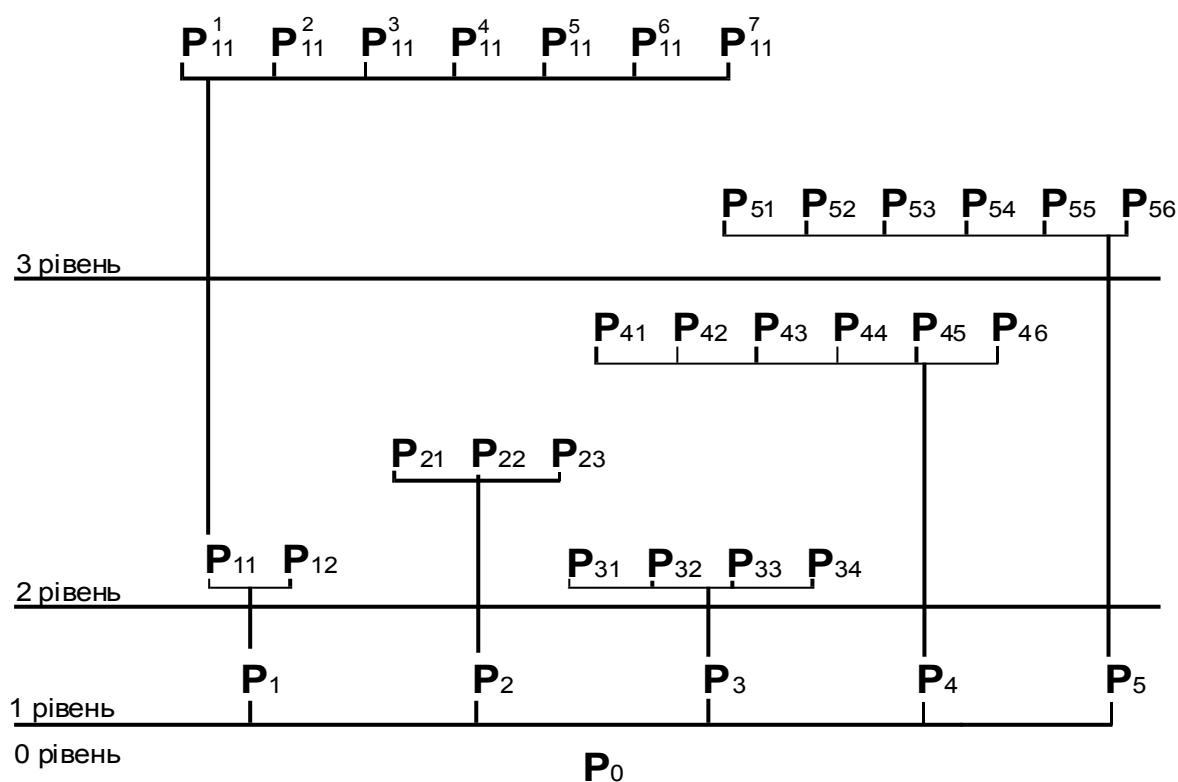


Рисунок 2.5 – Ієрархічне дерево властивостей

- ди- та моносахарів (крім фруктози) (P_{31}), фруктози (P_{32}), полісахарів (P_{33}), клітковини (P_{34}); тіаміну (P_{41}), рибофлавіну (P_{42}), пантотенової кислоти (P_{43}), РР – ніацину (P_{44}); ретинолу (P_{45}); токоферолу (P_{46});
- $P_{51} P_{52} P_{53} P_{54} P_{55} P_{56}$ – відповідно кількість кальцію, фосфору, натрію, калію, магнію, заліза.

На третьому рівні представлені показники $P_{11}^1, P_{11}^2, P_{11}^3, P_{11}^4, P_{11}^5, P_{11}^6, P_{11}^7, P_{11}^8$, що відповідно характеризують кількість валіну, ізoleyцину, лейцину, лізину, метіоніну + цистину, треоніну, триптофану, фенілаланіну + тирозину.

Для кожного рівня властивостей розроблені математичні моделі визначення комплексних показників K_1, K_2, K_3 .

Так, розрахунок значення комплексного показника K_1 здійснюється за такою формулою:

$$K_1 = M_1 \frac{P_1}{P_1^6} + M_2 \frac{P_2}{P_2^6} + M_3 \frac{P_3}{P_3^6} + M_4 \frac{P_4}{P_4^6} + M_5 \frac{P_5}{P_5^6}, \quad (2.49)$$

де M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 – показники вагомості, які визначаються експертним методом за Дельфі;

$P_1^6, P_2^6, P_3^6, P_4^6, P_5^6$ – показники базового зразка (еталона), які визначають добову потребу відповідно у білках, жирах, вуглеводах, вітамінах, мінеральних речовинах хворих на цукровий діабет.

Проектування модельних функціональних композицій здійснено шляхом харчової комбінаторики: кількісним підбором основної сировини і дієтичних добавок, які в сукупності забезпечують формування необхідних органолептичних і фізико-хімічних властивостей, поживної і енергетичної цінності продуктів; масові частки яких підібрані з урахуванням рівня співвідношень поживних речовин у продукті та визначеному еталоні. Кількісні та якісні показники складу і поживної цінності окремих інгредієнтів і їх композицій визначались шляхом імітаційного моделювання.

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 2

1. Галькевич Р. Пищевые добавки. Вредные? Безвредные?/ Р. Галькевич // Питание и общество. – 1997. – № 12. – С. 28.
2. Состояние питания населения Украины: основные нарушения, причины, пути решения проблемы / М. П. Гулич, О. Д. Ольшевская, Е. О. Ятченко [и др.] // Здоровье и окружающая среда: мат. науч.-практ. конф. "Питание и здоровье. Безопасность и качество продуктов питания". – Барановичи, 2004. – Вып. 3. – С. 109–112.
3. Жаринов А. И. Проектирование комбинированных продуктов питания / А. И. Жаринов, Ю.А. Ивашкин // Всё о мясе. – 2004. – № 2. – С. 16–22.
4. Жукова Г. Ф. Йод. Свойства и распространение в окружающей среде / Г. Ф. Жукова, С. А. Савчик, С. А. Хотимченко // Микроэлементы в медицине. – 2004. – 5 (1). – С. 1–6.
5. Заяс Ю. А. Совершенствование технологических процессов в перерабатывающей промышленности / Ю. А. Заяс, А. Н. Прохоров, В. Л. Яровой. – К. : Урожай, 1991. – 192 с.
6. Информационные технологии проектирования и оценки качества пищевых продуктов направленного действия / Ю. А. Ивашкин, С. Б. Юдина, М. А. Никитина [и др.] // Мясная индустрия. – 2001. – № 3. – С. 17–19.
7. Кандалей О. В. Технологія м'ясних кулінарних виробів функціонального призначення з використанням фукусів : Автореф. дис. ... канд. техн. наук / О. В. Кандалей. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2007. – 21 с.
8. Кравченко М. Ф. Технологія продуктів з харчовими добавками рослинного походження для оздоровчого харчування : Автореф. дис. ... д-р. техн. наук / М. Ф. Кравченко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2006. – 34 с.
9. Липатов Н. М. Методология проектирования продуктов питания с необходимым комплексом показателей пищевой ценности/ Н. М. Липатов, И. А. Рогов // Изд. вузов. пищ. техн. – 1987. – № 2. – С. 9–15.

10. Мармузова Л. В. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности / Л. В. Мармузова. – М. : Академия, 2003. – 131 с.
11. Математико-статистическая обработка опытных данных в технологии продуктов общественного питания : метод. указания / Сост.: А. С. Ратушный, В. Г. Топольник. – М. : Изд-во Рос. экон. акад., 1993. – 176 с.
12. Нечаев А. П. Пищевые добавки (понятие, аспекты современного использования в пищевых технологиях, проблемы, тенденции развития) / А. П. Нечаев // Пищевая промышленность. – 1998. – № 6. – С. 12–15.
13. Нечаев А. П. Пищевые добавки / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. – М.: Колос, 2001. – 256 с.
14. Нечаев А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев, М. П. Попов, О. Е. Траубенберг. курс лекций в 2-х ч. Ч. 1.– М. : Изд. комплекс МГУПП. – 1998. – 131 с.
15. Моделирование рецептур мясных рубленых полуфабрикатов / Николаева С. В., Кузнецова Ю. Г., Бобренева И. В. [и др.] // Мясная индустрия. – 2004. – № 10. – С. 51–53.
16. Панфилов В. А. Диалектика пищевых технологий / В. А. Панфилов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2004. – № 6. – С. 17–22.
17. Пересичный М. И. Лечебно-профилактические пищевые композиции радиозащитного действия / М. И. Пересичный, М. Ф. Кравченко // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 38.
18. Пересичний М. І. Технологія продукції громадського харчування з використанням біологічно активних добавок / М. І. Пересичний, М. Ф. Кравченко, П. О. Карпенко. – К. : КНТЕУ, 2003. – 322 с.
19. Скурихин И. М. Все о пище с точки зрения химика : справ. издание / И. М. Скурихин, А. П. Нечаев. – М. : Высш. шк. 1991. – 288 с.

20. Спиричев В. Б. Научные основы и современный российский опыт обогащения пищевых продуктов микронутриентами / В. Б. Спиричев, Л. М. Шатнюк // Проблемы харчування. – 2004. – № 3(4). – С. 14–20.
21. Полисахариды как стабилизаторы майонезных эмульсий / Л. И.Тарасова, Г. П. Михайлова, А. С. Стеценко [и др.] // Пищевая промышленность. – 1994. – № 11. – С. 8.
22. Толбатов Ю. А. Математична статистика та задачі оптимізації в алгоритмах і програмах : навч. посіб./ Ю. А. Толбатов – К. : Вища шк., 1994. – 256 с.
23. Толкунова Н. Н. Математическое моделирование рецептуры сосисок / Н. Н. Толкунова // Мясная индустрия. – 2004. – № 10. – С. 48–50.
24. General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Food. FAO/WHO // Codex Alimentarius. – 2nd ed.– 1994. – Vol. 4.
25. The role of selenium in iodine metabolism in children with goiter / Zagorodski P., Szmigiel H., Ratajczak [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2000. – V. 108. – P. 67–71.

РОЗДІЛ 3

ХАРЧОВА СИРОВИНА ТА ДІЄТИЧНІ ДОБАВКИ ЯК ОСНОВА ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

3.1. Класифікація і характеристика харчової сировини та дієтичних добавок

Нині створення харчових продуктів нового покоління неможливе без застосування функціонально-технологічних, біологічно активних інгредієнтів, які у різних інформаційних джерелах називають також біологічно активними, дієтичними добавками і мікроінгредієнтами, функціональними речовинами, покращувачами, модифікаторами та ін. [17, 32, 41, 42, 43, 46, 70, 72].

Доцільно зупинитися на термінології, що використовується авторами наукових джерел.

Термін "харчові мікроінгредієнти", що широко застосовується у практиці харчової індустрії, немає єдиного тлумачення. Під "харчовими мікроінгредієнтами" розуміють усю сукупність сировинних компонентів, які вносяться у харчові системи для покращання якості, подовження строків зберігання або підвищення поживної цінності, а також для створення продуктів функціонального, оздоровчого або лікувального призначення [11, 18, 45, 72, 73, 80]. В Україні і країнах СНД найбільш розповсюджений термін "харчові добавки" [32, 68]. За визначенням Кодексного комітету експертів ФАО/ВОЗ до харчових добавок відносять нехарчові речовини, що додаються у продукти харчування, як правило, у невеликих кількостях для покращання зовнішнього вигляду, смакових якостей, текстури або для збільшення строків зберігання" [6, 7, 8, 17, 42, 65, 81, 87]. У Російському СанПін 2.3.560-96 наведено таке трактування: "пищевые добавки – природные или синтезируемые вещества, соединения, преднамеренно вводимые в пищевые продукты с целью их сохранения и (или) предания им заданных свойств" [42].

У Законі України "Про безпечність та якість харчових продуктів" № 2869-IV від 08.09.2005 р. вживається термін "харчова добавка" у такому значенні: харчова добавка – будь-яка речовина, яка зазвичай не вважається харчовим продуктом або його складником, але додається до харчового продукту з технологічною метою у процесі виробництва, та яка у результаті стає невід'ємною частиною продукту (термін не включає забруднюючі речовини, пестициди або речовини, додані до харчових продуктів для поліпшення їх поживних властивостей). Така редакція наближена до визначення харчової добавки за Кодексом Еліментаріус.

Харчовим добавкам надається три- або чотиризначний номер, якому передує аббревіатура INS або літера E в Європі. Він підтверджує, що дана сполука перевірена на безпечність і відповідає критеріям чистоти. Для неї встановлені гігієнічні нормативи в харчових продуктах (ГДК – гранично допустима концентрація; ДДД – допустима добова доза; ДДС – допустиме добове споживання тощо).

Згідно з визначенням, наведеним у Законі України "Про безпечність та якість харчових продуктів" № 2869-IV від 08.09.2005 р., дієтична добавка – вітамінні, вітамінно-мінеральні або трав'яні добавки окремо та/або в поєднанні у формі пігулок, таблеток, порошків, що приймаються перорально разом з їжею або додаються до їжі в межах фізіологічних норм, для додаткового порівняння із звичайним харчуванням вживання цих речовин; дієтичні добавки також містять або включають різні речовини або суміші речовин, у тому числі протеїн, вуглеводи, амінокислоти, їстівні масла та екстракти рослинної і тваринної сировини, що вважаються необхідними або корисними для харчування та загального здоров'я людини.

Термін "харчова добавка" на сьогодні не має єдиного тлумачення. Він більшою мірою відображає товарознавчі характеристики сировини, виділяючи її в окрему групу і декларуючи, з одного боку, приналежність до харчових інгредієнтів, а з іншого – її незначний вміст не відображає функціональне і

технологічне призначення харчових добавок. Дане визначення деякою мірою знижує важливість визначеної сировини, використання якої є надзвичайно перспективним і економічно виправданим. Вірогідно назва сировини повинна не тільки відображати її сутність, але й акцентувати увагу на її біологічному і технологічному призначенні [7, 8, 18, 72]. Оскільки, у своїй більшості, харчові добавки за природою є хімічно-чистими (однорідними) речовинами, з конкретними фізико-хімічними показниками, з позицій харчової технології більш точним є визначення "функціонально-технологічні харчові добавки" або "функціонально-технологічні інгредієнти" [32, 68, 82]. Під функціональністю слід розуміти технологічну функцію, технологічні, фізико-хімічні показники речовин, які коректуються при використанні харчових добавок [93]. Таке тлумачення дозволяє підкреслити їх властивості навіть у тих випадках, коли харчові добавки знаходяться у складі рецептурної суміші з іншими інгредієнтами. Найбільш обґрунтованим, що показує роль даних речовин у технологічному потоці, є термін "функціонально-технологічні інгредієнти", визначення якого збігається з визначенням терміна "харчові добавки", а за назвою акцентує увагу на їхньому цільовому функціональному і технологічному призначенні [11, 72].

У науковій літературі термін "функціональний" застосовується стосовно групи "харчових продуктів, що сприятливо впливають на одну або декілька функцій організму людини, покращання здоров'я, самопочуття, зниження ризику захворювань, які визначені як "функціональні продукти харчування" [27, 77]. Проте, з метою конкретизації ефектів, що досягаються при їхньому вживанні, вони отримали назву "фізіологічно-функціональні продукти харчування".

У масштабах світового співтовариства питаннями функціональних інгредієнтів займається спеціалізована міжнародна організація – Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВОЗ з харчових добавок і контамінантів – JECFA (FAO – Food and Agricultural Organization – установа ООН з питань продовольства і

сільського господарства; ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я) [6, 42]. У рамках європейського співтовариства діє аналогічна комісія; в Україні вирішення питання про використання функціональних інгредієнтів є прерогативою центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я, який встановлює порядок їх реєстрації відповідно до Закону України "Про безпечність та якість харчових продуктів" № 2869-IV від 08.09.2005 р. Дозволу на використання функціональних інгредієнтів у складі харчових продуктів передують тривалі токсикологічні та медико-біологічні дослідження, у процесі яких встановлюються критерії чистоти функціональних інгредієнтів; перелік продуктів, у складі яких вони можуть використовуватися; умови їх введення; встановлюється припустиме добове споживання, величина якого, для повної безпеки, зменшується у 100 разів [42, 43].

Їхнє використання дозволяє підвищити ефективність виробництва, надає можливість зменшити кількість сировини у складі продукту; розширити асортимент харчових продуктів, забезпечити високу якість; отримувати продукти з новими споживчими властивостями, у тому числі оздоровчого, лікувально-профілактичного і дієтичного призначення; збільшити строки зберігання продуктів, а також забезпечення мікробіологічної безпеки [41, 42, 43, 68]. Однією з тенденцій розвитку ринку функціональних інгредієнтів є динамічна трансплантація їх у комплексні інтегровані суміші "адресного" використання для конкретних технологічних процесів [50, 67, 77]. Слід відмітити, що складання композицій функціональних сумішей потребує знань властивостей окремих компонентів, які повинні сполучатися між собою і з рецептурними компонентами харчових продуктів [47, 67].

Розуміння того, що технологічний процес відбувається через оптимізацію функціональних властивостей окремих інгредієнтів, зумовило створення продуктів нового покоління. Очевидно, що з урахуванням вищевикладеного, існуючі традиційні технології вимагають істотного переосмислення [33, 77].

На сучасному ринку харчових добавок представлений широкий асортимент функціональних інгредієнтів і їхніх сумішей, [79, 85]. Хімічна природа речовин, що входять до складу сумішей різноманітна: білки рослинного і тваринного походження, похідні крохмалю, камеді, пектини, похідні целюлози та ін. [6, 22, 41, 42, 67, 95]. Важливим результатом наукових досліджень є створення індустрії функціонально-технологічних інгредієнтів, асортимент яких нині складає понад 500 найменувань [11, 33, 38, 42, 43, 46, 48, 79, 84]. Використання функціонально-технологічних інгредієнтів, сумішей і композицій на їх основі вимагає від спеціалістів знань у сфері технології харчових виробництв, органічної хімії, біохімії, гігієни харчування та ін. [14, 38, 41, 47, 63]. З урахуванням багатьох чинників вченими розроблені та рекомендовані основні принципи використання функціонально-технологічних інгредієнтів у складі продуктів харчування, у тому числі наукове обґрунтування виду функціонально-технологічних інгредієнтів, виду продуктів, у складі яких доцільно їх використовувати; регламентація (технологічна, гігієнічна) вмісту функціональних інгредієнтів у складі продуктів харчування; вибір і обґрунтування фізико-хімічних форм інгредієнтів, що додаються, і оцінка реальної ефективності їх використання шляхом отримання сумішей і створення напівфабрикатів функціональних композицій [21, 38, 42, 47, 51].

Основні положення про безпечність функціонально-технологічних інгредієнтів викладені у документі ФАО/ВООЗ "Принципи оцінки безпеки харчових добавок і контамінантів у продуктів харчування", розробленому об'єднаним комітетом експертів з харчових добавок і науковим комітетом з продуктів харчування Європейського Союзу [11, 13, 21, 42, 47].

Розвиток ринку функціонально-технологічних інгредієнтів в Україні потребує створення законодавчої бази, санітарно-гігієнічних вимог і нормативів [11, 42, 46, 47]. У країнах ЄС використання харчових інгредієнтів і добавок у продуктах харчування відбувається у суворій відповідності з директивами ЄС, у яких поряд із регламентованою базою зазначені класифікація і термінологія за

основними класами. В Україні, в умовах соціальної інерції, термінологічний підхід не охоплює повною мірою усього різноманіття термінів, визначень, що діють у сфері обігу харчових інгредієнтів. У науковій і спеціальній літературі, дозвільних документах – гігієнічних висновках на продукцію, сертифікатах тощо один і той самий харчовий компонент може мати різну назву. Така ситуація сприяє можливому порушенню технології виробництва, стримує використання нової харчової сировини, ускладнює моніторинг якості готової продукції, провокує фальсифікації і підробки [13, 21, 37, 94, 96]. Важливим завданням є розробка наукової класифікації, уточнення термінології, гармонізація з документами ЄС, що буде сприяти ефективному впровадженню інгредієнтів і напівфабрикатів у складі продуктів харчування [25, 41, 42, 46, 61]. Відсутність інформаційних бар'єрів сприяє активній участі вітчизняних наукових закладів у розробці нових і гармонізації існуючих стандартів з європейськими, розробці концептуальних підходів до оцінки якості та безпеки харчових продуктів, впровадження стандартів серії ISO 9001, системи НАССР та ін. [71, 80, 89, 90, 97].

Виходячи з аналізу літературних джерел, ми дійшли висновку, що добавки, які передбачається використовувати у технологіях продуктів функціонального призначення, слід віднести до дієтичних, хоча деякі з них (рослинні гідроколоїди – карагінан, альгінат натрію тощо) мають проміжне положення між дієтичними і харчовими добавками, завдяки їхнім технологічним властивостям (здатністю впливати на структуру й органолептичні показники харчових продуктів).

3.2. Апіпродукти

До апіпродуктів належать: мед, пилок квітковий (обніжжя), віск, прополіс, маточне молочко, бджолиний хліб (перга), бджолина отрута, гомогенат трутневих личинок, продукти життєдіяльності воскової молі.

Україна є одним із значних джерел продуктів бджільництва. За рік в Україні заготовлюється: меду – 75 тис. т, пилку квіткового – до 30 т, воску – до 15 т, прополісу – до 5 т, бджолої отрути – до 500 кг, маточного молочка – 100-150 кг [10].

Використання апіпродуктів при виробництві дієтичних добавок та харчових продуктів функціонального призначення дозволяє забезпечити організм необхідними для його життєдіяльності добре збалансованими в кількісному та якісному співвідношенні компонентами: вітамінами, ферментами, білками, ліпідами, макро- та мікроелементами, органічними кислотами тощо.

Встановлено антибіотичну, біостимулюючу, регенеруючу дії апіпродуктів. Вони знижують ступінь інтоксикації при надходженні в організм різних контамінатів, зокрема фторидів, сприятливо впливають на систему кровотворення.

Мед – це продукт переробки медоносними бджолами нектару або паді. Він є цінним харчовим продуктом, оскільки не затримується у шлунку, швидко проникає у кишечник та всмоктується у лімфатичну систему, кров і тканини, сприяє нормальному розвитку організму. У зв'язку з наявністю ефірних масел та смолистих речовин мед злегка збуджує організм, особливо кровотворну та нервову системи. До складу меду входить: вода – 18–20%, рослинний білок – 0,44–0,45%, фруктоза 41–45%, глюкоза – 38–39, сахароза – 1,0–1,5, декстрини – 4,8, мінеральні речовини – 0,18–0,20, органічні кислоти – 0,09–0,1% та інші біологічно активні компоненти. У меді є 300 речовин, у тому числі вуглеводи, органічні кислоти та їх солі, азотисті речовини (амінокислоти, білки, аміді, аміни), вітаміни, гормони, мінеральні речовини, ферменти, вищі спирти, ефірні олії, каротиноїди, терпеноїди, стероли, фосфатиди та ін. [54].

Вміст мінеральних речовин у меді може дуже коливатися, серед них: калій, кальцій, магній, натрій, залізо, кобальт, марганець, мідь, цинк, алюміній, літій, молібден, нікель, свинець, срібло, стронцій, сурма, титан, сірка, фосфор, хлор, фтор, бром, йод та ін. Зольність у середньому складає 0,3%.

У меді містяться переважно водорозчинні вітаміни: тіамін (B₁) до 0,1 мг,

рибофлавін (В₂) – до 1,5 мг, пантотенова кислота (В₃) – до 2 мг, піридоксин (В₆) – до 5 мг, аскорбінова кислота (С) – 30-54 мг, біотин (Н) – 0,0007 мг, фолієва кислота (В₈) – 0,03 мг, ніотинова кислота (РР) – до 1 мг.

Вміст вітамінів у меді залежить від домішок у ньому квіткового пилку. Мед має кислу реакцію середовища і це сприяє повільній руйнації вітамінів під час збереження. У меді виявлені також токоферол, ретинол, каротин і холін.

Сухих речовин у меді міститься 15–21%. Основними компонентами його є вуглеводи: глюкоза і фруктоза, зокрема остання переважає і її вміст складає 38–40%, тоді як глюкози – 32–35%. Кількість їх може змінитися залежно від сорту меду. У нектарі рослин сахарози міститься значно більше. Так, у нектарі кіпрея біля 60% сахарози, конюшини лугової – 52, ожини – 53%. У процесі перетворення нектару в мед під впливом ферментів відбувається розщеплення сахарози на глюкозу та фруктозу. Крім того, у меді виявлені інші ди- і трисахариди.

У квітковому меді білка порівняно мало (0,25–0,64%). До його складу входить більше 20 амінокислот, які знаходяться у вільному стані.

У різних сортах меду знайдено більше 15 ферментів, що каталізують окисно-відновлювальні, гідролітичні та інші процеси. Мед багатий на ферменти – складні речовини білкової природи, які спроможні прискорювати хімічні процеси, що відбуваються в організмі, у мільйони разів. За вмістом ферментів (інвертаза, діастаза, каталаза, пероксидаза, ліпаза) мед займає одне з перших місць серед продуктів харчування. У меді містяться органічні (біля 0,3%) і неорганічні (0,03%) кислоти. Органічні кислоти представлені: мурашиною, оцтовою, молочною, бурштиною, яблучною, винною, цитриною, піровиноградною, глюконою, цукровою і деякими іншими; із неорганічних – фосфорною і соляною. Кислоти знаходяться в меді у вільному і зв'язаному станах і потрапляють до нього з нектару пилкових зерен, виділень бджіл, а також синтезуються у процесі ферментативного розкладання і окиснення цукрів.

За результатами досліджень доведено, що вживання натурального меду підвищує працездатність та зумовлює максимальне споживання кисню. Більш виражений позитивний результат спостерігається при одночасному вживанні меду з пилком або з маточним молочком.

Мед застосовується при виразковій хворобі шлунку та дванадцятипалої кишки, ентеритах, колітах і хронічних запорах. Під впливом меду кишечник очищається від патогенної мікрофлори. Водночас мед стимулює розвиток непатогенної мікрофлори, яка бере участь у перетравлюванні їжі та виробленні специфічних для організму вітамінів, гормонів, інших біологічно активних сполук.

Дані багатьох дослідників свідчать, що мед, особливо у поєднанні з маточним молочком і пилком, корисний при захворюваннях печінки і жовчного міхура (холецистопатіях, інфекційному гепатиті, цирозі печінки та ін.). Він збільшує запаси глікогену в печінці, покращує процеси тканинного обміну і підвищує антитоксичну функцію цього органу. Мед містить багато глюкози й інших простих цукрів, які забезпечують серцевий м'яз достатньою кількістю енергії. Вживання меду і його суміші із соками покращує коронарний кровообіг, позитивно позначається на обмінних процесах у серцевому м'язі, сприяє зниженню підвищеного артеріального тиску. Це особливо важливо для людей похилого віку. Мед також сприятливо впливає на міокард і судини (підтримує нормальну проникність капілярів, покращує стан інших судин, регулює їхній тонус).

Встановлений позитивний ефект меду і на склад крові, особливо він показаний при анемії, при якій відзначається зменшення числа еритроцитів і зниження вмісту гемоглобіну в крові.

Фармакологічний вплив меду полягає в: антибіотичній, антитоксичній, заспокійливій, загальнозміцнюючій, тонізуючій, ранозагоюючій, протирадіаційній, протизапальній, протипухлинній дії; мед покращує пам'ять і зір, регулює обмін речовин, сприятливо впливає на кишкову мікрофлору,

покращує перетравлення і засвоюваність поживних речовин, позитивно впливає на діяльність серця, печінки, нирок, шлунку, кишечника, серцево-судинної, нервової й інших систем і органів організму, підвищує опірність до різноманітних несприятливих чинників зовнішнього середовища.

Рекомендована добова доза меду для дорослої людини – 60–100 г, для дітей – 30–50 г [54].

Квітковий пилок являє собою гранули від жовто-зеленого до світло-коричневого кольору [58]. Він утворюється у пилкових квітах та складається з великої кількості пилкових гранул. Величина, колір та форма пилових зерен залежать від виду рослини, до якої вони належать. Кожне зерно має подвійну оболонку з клітковини та містить живу протоплазму з двома ядрами.

За даними багатьох дослідників, квітковий пилок є природним полівітаміном, який має добре збалансований хімічний склад і складається із целюлозних мікрофібрил та матриксу геміцелюлози, пектинових речовин.

У 100 г квіткового пилку міститься 7–30 г білка, 25–48 г – вуглеводів (фруктоза і глюкоза), вітамінів (В₁ – 0,4–1,5 мг/100 г, В₂ – 0,5–19 мг/100 г; токоферолів – 0,3–170 мг/100 г; бета-каротину – 0,7–21,5 мг/100 г; і біофлавоноїди), мінеральних речовин: а також кальцію (250–300 мг/100 г), фосфору (200–600 мг/100 г), калію (450–700 мг/100 г). Порошок пилку вміщує значну кількість фенольних сполук (близько 1,5–3%), які представлені флавоноїдами глікозидами (0,7–1,7%) і хлорогеновою кислотою. Вміст жиру в пилку – 1–5%, до складу яких входить лінолева, ліноленова, ейкозанова кислоти. На думку ряду науковців, ці сполуки гальмують дію канцерогенів. Крім того, квітковий пилок підсилює виведення радіонуклідів з організму та стимулює захисні реакції до дії іонізуючої радіації.

Пилок стимулює ріст і регенерацію ушкоджених тканин, у тому числі печінкової, що сприяє відновленню її функцій (гепатозахисна дія). Пилок посилює утворення еритроцитів, підвищує рівень гемоглобіну і лейкоцитів.

Пилок нормалізує діяльність нервової та ендокринної систем, стимулює

відновлення кровотворної тканини, активізує процес виділення інсуліну клітинами підшлункової залози. Крім того, пилок викликає зниження швидкості згортання крові, зміцнює капіляри, знижує вміст холестерину в крові, має антисклеротичні властивості завдяки чому його використовують при лікуванні ішемічної хвороби серця. Пилок стимулює імунну систему, підвищує апетит, покращує розумову і фізичну працездатність і сприяє відновленню (доза – 1,5–10 г на день).

Пилок використовується як антисклеротичний засіб; лікувальний ефект спостерігається і при початкових стадіях гіпертонічної хвороби.

Він істотно підвищує антитоксичну функцію організму, посилюючи лікувальний ефект фармакологічних препаратів, одночасно знижує їхню токсичність і зменшує їхні побічні ефекти. Фармакологічний вплив пилку полягає у антисклеротичній, антиоксидантній, загальнозміцнюючій, протизапальній, тонізуючій, протипухлинній, стимулюючій дії.

За день бджоли однієї сім'ї дають до 1 кг обніжжя, а за весь сезон – до 50 кг. Свіжозібраний пилок сушать у затемненому місці при кімнатній температурі та гарній вентиляції. Шар обніжжя повинний бути приблизно 1 см.

Пилок багатий на білки (7–30%), вуглеводи (25–48%), ліпіди (1–5%), нуклеїнові кислоти, макро- і мікроелементи, вітаміни, флавоноїди. У складі білків є майже всі незамінні амінокислоти, які знаходяться також і у вільному вигляді. Найбільш багатий білками пилок сливи, персика, звіробою, конюшини повзучої, лугової, гірчиці чорної, евкаліпту, пальми фінікової, айстри, яснотки, василька синього, різних видів верби.

Ліпіди представлені триацилгліцеридами, фосфоліпідами, фітостеринами, каротиноїдами. У складі триацилгліцеринів знайдені лауретова, міристинова, пальмітинова, гептадекаїнова, лінолева, ліноленова, арахідонова та інші кислоти. Вміст незамінних жирних кислот у обніжжя верби, а також кіпрею складає 63,1–83,7% загальної кількості цих сполук.

Пилок містить фосфоліпіди – лецитини, кефаліни, інозитфосфогліцерини,

фосфатидилсеріни, фітостерини – β -ситостерин, 24-метіленхостерол. Останній знайдено у жирі личинки матки і в маточному молочку. У пилку знаходиться до 38,8% вуглеводів (глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза, крохмаль, клітковина та пектинові речовини).

В усіх видах пилку містяться каротиноїди, багато вітамінів: тіаміну (0,55–1,50 мг/100 г), рибофлавіну (0,50–2,20), ніацину (1,30–21), пантотенової кислоти (0,32–5), піридоксину (0,3–0,4), біотину (0,06–0,60), фолієвої кислоти (0,03–0,68), інозиту (188–228 мг/100 г) та ін. Бджолине обніжжя багате фітогормонами, флавоноїдами тощо.

Встановлена ефективність квіткового пилку при ерозивно-виразкових ураженнях шлунково-кишкового тракту, гепатиті, артрозі, артриті, радіаційних ураженнях, захворюваннях легень, хронічній серцевій недостатності. На клітинному й органному рівнях доведена протизапальна, антиоксидантна, гіпоглікімічна, імуномодельюча дія, вплив на кишечник мікробіоценоз та реологічні властивості крові. Доведена захисна дія квіткового пилку при інтоксикаціях солями важких металів.

Рекомендується споживати від 2,5 до 20 г пилку на добу [54]. Група дослідників з Буковинського державного медичного університету обґрунтували разову терапевтичну дозу квіткового пилку (15–17 мг), тривалість її дії (10–12 год), що стало аргументом для дворазового вживання квіткового пилку за добу. Найбільш раціональним є вживання квіткового пилку за 20–30 хв до прийому їжі у вигляді водної суспензії (квітковий пилок настоюється у теплій кип'яченій воді протягом 20–30 хв), що сприяє його кращому засвоєнню [10].

Бджолине обніжжя можна включати у сухі суміші харчових концентратів швидкого приготування, продукти харчування функціонального призначення з багатоцільовою дією.

Бджолинний хліб (перга). Перга містить 16 амінокислот (9 із яких є есенційними), незамінні жирні кислоти, вітаміни (аскорбінову та нікотинову кислоти, рибофлавін, тіамін, токоферол, філохінони), завдяки чому продукт

позитивно впливає на перебіг обмінних процесів [58]. Експериментально визначено, що перга має антибіотичний, біостимулюючий, регенеруючий вплив; знижує ступінь інтоксикації при надходженні до організму різних контамінатів, зокрема фторидів.

Маточне молочко – це секрет, що виділяється верхньощелепними залозами бджіл. Завдяки наявності в молочці антибіотика гермицидіна в ньому не розвиваються мікроорганізми.

За хімічним складом маточне молочко – один із найбільш багатих продуктів бджільництва, і містить 110 різних речовин, у т.ч. (%): білків – 14–18, жирів – 1,68–1,73, вуглеводів – 9–18, золи – 0,1–1,19.

У 1 г натурального маточного молочка містяться вітаміни (мг): В₁ – 6,6; В₂ – 8,2; В₃ – 2,4; В₆ – 2,4; РР – 59; Н – 1,7; В₁₂ – 0,20; інозит – 100. У ньому виявлено 15 мікроелементів (марганець, залізо, кобальт, цинк і ін.), ферменти (амілаза, каталаза, інвертаза, протеаза, холінестераза, фосфатаза).

Маточне молочко містить статеві гормони, вітамін Е. Один із білків, виявлений у маточному молочці, – гамма-глобулін – складає основну частину протеїнів, що виконують захисні функції в організмі (антитоксичні, антивірусні й антибактеріальні).

Маточне молочко нормалізує обмінні процеси у тканинах, активізує ферментні процеси й обмін речовин, покращує вегето-судинну регуляцію, зір, пам'ять, регулює артеріальний тиск, має антиспазматичну властивість (усуває спазми судин), стимулює кровотворну функцію, знижує рівень цукру в крові, має протирадіаційні властивості, прискорює виведення з організму різноманітних отрут, у тому числі важких металів. Молочко покращує діяльність серцево-судинної системи, підвищує опірність організму до інфекційних захворювань, позитивно позначається на роботі внутрішніх органів, затримує розвиток ряду пухлин. Його застосовують при бруцельозі, туберкульозі, артритях (у поєднанні з апітоксеном), хворобі Паркінсона, порушеннях харчування, неврозах, порушеннях лактації, анорексії у дітей.

Воно стимулює і регулює також функцію ендокринних залоз, імунної системи, знижує вміст холестерину в крові і тканинах організму. Лікувальна дія забезпечується наявністю у маточному молочці речовин, що стимулюють симпатичну та парасимпатичну нервові системи.

Добова доза маточного молочка становить 100–200 мг. Перешкодою для широкого вживання населенням маточного молочка є те, що воно дуже швидко псується. Найбільш прийнятним методом консервації маточного молочка є змішування його з медом [10, 12].

Прополіс – бджолиний клей, він є спільним продуктом бджіл і рослин. Бджоли збирають з бруньок рослин смолисті речовини, обробляють і вносять до їх складу секрет своїх залоз.

Склад прополісу цілком ще не вивчений. У ньому виявлені десятки різноманітних речовин, які за загальними властивостями об'єднуються у чотири групи: смоли, бальзами, ефірні олії і віск. Прополіс у середньому містить 55% смол і бальзамів, близько 10% запашних ефірних масел, до 30% воску і 5% квіткового пилку. У прополісі виявлені кальцій, калій, натрій, фосфор, магній, сірка, хлор, залізо, цинк, марганець, мідь, кремній й інші життєво важливі елементи.

Смоли прополісу, що складаються в основному з органічних кислот (ферулова, кавова, бензойна та ін.), є біологічно активними речовинами, що мають антимікробну та протизапальну дію.

До складу бальзамів входять дубильні речовини. Ефірні олії обумовлюють запах та смак прополісу, а віск – його консистенцію. Більшість речовин, виявлених у прополісі, відносять до класу флавоноїдів (лютеолін, апігенін, кверцетин, кемферол і рабіданол). Ферулова кислота, що міститься у прополісі обумовлює бактерицидний і бактеріостатичний ефект клею.

Прополіс виявляє протимікробну активність відносно більш ніж 100 видів бактерій, грибків і вірусів. Цей ефект обумовлений не тільки пагубною дією прополісу на збудників хвороб, але і позитивним його впливом на імунну систему людини.

Прополіс є сильним натуральним антибіотиком. Він має виражений анестезуючий ефект, за силою дії перевершує такі знеболюючі засоби, як кокаїн, у 3,5 рази, а новокаїн – у 5,2 рази. Завдяки високому вмісту біофлавоноїдів прополіс є ефективним антиоксидантом.

Прополіс сприяє нормальному харчуванню клітин, активізує обмін речовин і регенерацію тканин. У той самий час ріст патологічних клітин гальмується (у тому числі й ракових). Деякою мірою він підвищує спроможність організму протистояти радіаційному опроміненню.

Трутневі личинки є новим апіпродуктом, який існує у вигляді гомогенату трутневих личинок (ГТЛ) та порошку "Білар" [10]. В Україні ці продукти у промисловості не випускаються, їх виготовляють в ННЦ "Інститут бджільництва ім. П.І. Прокоповича" та деякі пасічники. Отримують їх з 7–9-ти денних личинок трутнів шляхом подрібнення, заморожування та висушування в сублімаційній вакуумній установці. В ННЦ "Інституті бджільництва ім. П.І. Прокоповича" розроблена технологія виробництва "Білару". Зазначається, що ця дієтична добавка за своєю дією наближається до маточного молочка. Гомогенат трутневих личинок містить білки (до 48%), вуглеводи (9–9,5%), ліпіди (2,5–3,1%). У ньому є усі незамінні амінокислоти, вітаміни, мінеральні речовини, ферменти та андрогени. Гомогенат трутневих личинок та "Білар" рекомендують застосовувати для посилення імунітету, стимуляції білкового та вуглеводного обміну, окиснювально-відновних реакцій, покращання репродуктивної функції у чоловіків, розумової та фізичної працездатності, при астеничному синдромі, авітамінозах. Добова доза гомогенату трутневих личинок становить 3 столові ложки.

Настій личинок великої воскової молі має широку біологічну дію – уповільнює ріст кишкової палички, золотистого стафілокока, мікобактерій туберкульозу, сальмонел; має антивірусну, кардіопротекторну, адаптогенну та імуностимулюючу дії. Нині здійснюється вивчення ефективності настою личинок великої воскової молі, а також продуктів її життєдіяльності, які мають значно більшу біологічну активність, ніж настій [10].

Бджолиний підмор (бджолиний піг) – це порошок заморених бджіл, настояних на етанолі (50°) протягом 10 діб. До його складу входять залишки воскових залоз, секреторні та отруєні залози, залози маточних та трутневих гормонів, залишки маточного молока і залоз молодих бджіл. У дозі 10 крапель на день цей лікувальний засіб застосовують при аденомі передміхурової залози та астеничному синдромі [10].

Таким чином, кожен із апіпродуктів при наявності загальних з іншими складових компонентів має властивий лише для нього склад і характеризується, відповідно, специфічними властивостями. Слід зазначити, що при сумісній дії декількох продуктів бджільництва у загальній композиції вони виявляють набагато більшу ефективність, ніж кожний окремо та більш активно впливають на обмін речовин.

Крім того, дієтичні добавки з використанням апіпродуктів збагачують фітодобавками – екстрактами женьшеню, ехінацеї, меліси лікарської, квітів липи тощо. На дієтичні добавки з використанням продуктів бджільництва розробляється нормативна документація, проводяться клінічні дослідження для визначення терапевтичного ефекту цих апікомпозицій на дорослих та дітях.

3.3. Пектини

Пектин вперше виділили з фруктового соку: ця сполука міститься у великій кількості в ягодах, фруктах, бульбах та стеблинах рослин. Він локалізований у первинній клітинній стінці всіх вищих рослин. Через бокові ланцюги пектин з'єднаний із волокнами целюлози та іншими гетерополісахаридами, які належать до сполук типу геміцелюлози. Вміст цієї речовини у клітинній стінці максимальний у центральному прошарку, що зв'язує клітини між собою. Молекули цукру рамнози, які з'єднані із молекулою пектину, надають полімерному ланцюжку зигзагоподібного вигляду. Наявність рамнози в молекулі пектину обґрунтовує його іншу, більш правильну назву –

рамногалактуронан. Інші нейтральні цукри – арабан, галактан і ксилоглюкан утворюють бокові ланцюжки, які з'єднуються з молекулами целюлози. Морфологічна і фізіологічна роль пектину в рослинах як структурного елемента клітини полягає в регулюванні водного обміну рослин [55].

Пектинові речовини – це високомолекулярні гетерополісахариди рослинного походження, які складаються головним чином із полімерів D-галактопіранозилуронової кислоти, частина карбоксильних груп яких етерифікована метиловим спиртом, чи заміщена металами. Пектинові речовини гетерогенні за складом та являють собою комплекс біополімерів з різним вмістом залишків галактуронової кислоти. Як компонент наземних рослин пектини завжди були складовою харчування людини. Вони добре сприймаються організмом та, на думку експертів ВООЗ, не мають протипоказань до застосування.

Пектинові речовини визнані ефективним засобом для підвищення опору організму до несприятливих екологічних факторів, виведення з організму токсичних речовин, йонів важких металів та радіонуклідів, а також для лікування хвороб травної системи, при порушенні обміну речовин та для зниження шкідливої побічної дії лікувальних препаратів.

Ферменти, які здатні гідролізувати пектинові речовини, не виробляються організмом людини. Тому пектини не піддаються ензиматичному розщепленню у шлунку та тонкому кишківнику, а повністю розщеплюються тільки у товстому кишківнику за допомогою мікрофлори.

Потрапляючи до травної системи, пектин утворює гелі. Набрякла маса пектину, просуваючись по кишківнику, зв'язує токсичні речовини, виводячи їх з організму. Одночасно утворені гелі обволікають стінки шлунка та кишківника, перешкоджають всмоктуванню в лімфу й кров токсинів, усувають гостру фізичну дію ряду речовин на стінки шлунка та кишківника, а також значно знижують ризик виникнення запалювальних процесів слизової оболонки та виразки шлунка.

Одним з основних ефектів терапевтичного впливу пектинів є їх здатність вибірково зв'язувати йони металів, у тому числі ізотопів, безпосередньо у системах транспорту (кров, лімфа), або у тканинах, завдяки утворенню нерозчинних комплексів. Вчені пояснюють цю здатність особливостями хімічної структури пектинових речовин. Полімерний ланцюг полігалактуронової кислоти, наявність хімічно активних вільних карбоксильних груп та спиртових гідроксидів призводить до утворення хелатних комплексів із полівалентними металами та виведення їх з організму людини. У процесі засвоєння їжі деметоксифікація пектину призводить до перетворення його в полігалактуронову кислоту, яка вступає у взаємодію з важкими металами та радіонуклідами, утворюючи нерозчинні солі, які не всмоктуються через слизову шлунково-кишкового тракту та виводяться з організму. Комплексоутворюючі властивості пектинів залежать від ступеня етерифікації карбоксильних груп. Пектинова кислота зв'язує катіони марганцю, кобальту, свинцю, нікелю, кадмію, цинку, стронцію, цезію, цирконію, рутенію, ітрію. Установлено, що при взаємодії одної частини кобальту зі ста частинами пектину більше 89% металу може бути зв'язано в нерозчинний комплекс. Відомо, що пектин адсорбує оцтовокислий свинець сильніше за активоване вугілля (рис. 3.1).

Пектини можуть зв'язувати та виводити з організму людини ліпіди та продукти їх перекисного окиснення в кількостях, що в чотири рази перевищують їх власну масу. Доведено здатність пектину сорбувати та виводити з організму біогенні токсини, анаболіки, ксенобіотики, продукти метаболізму, а також біологічно шкідливі речовини, здатні накопичуватися в організмі: жовчні кислоти, сечовину, серотонін, гістамін.

Комплекси, що утворюються – пектати та пектинати – не засвоюються, а виводяться з організму. Комплексоутворюючі властивості пектинів залежать від ступеня етерифікації карбоксильних груп, рН середовища. Захисна дія пектинів пояснюється також тим, що вони покращують перистальтику

кишківника, що приводить до більш швидкого виведення токсичних речовин з організму.

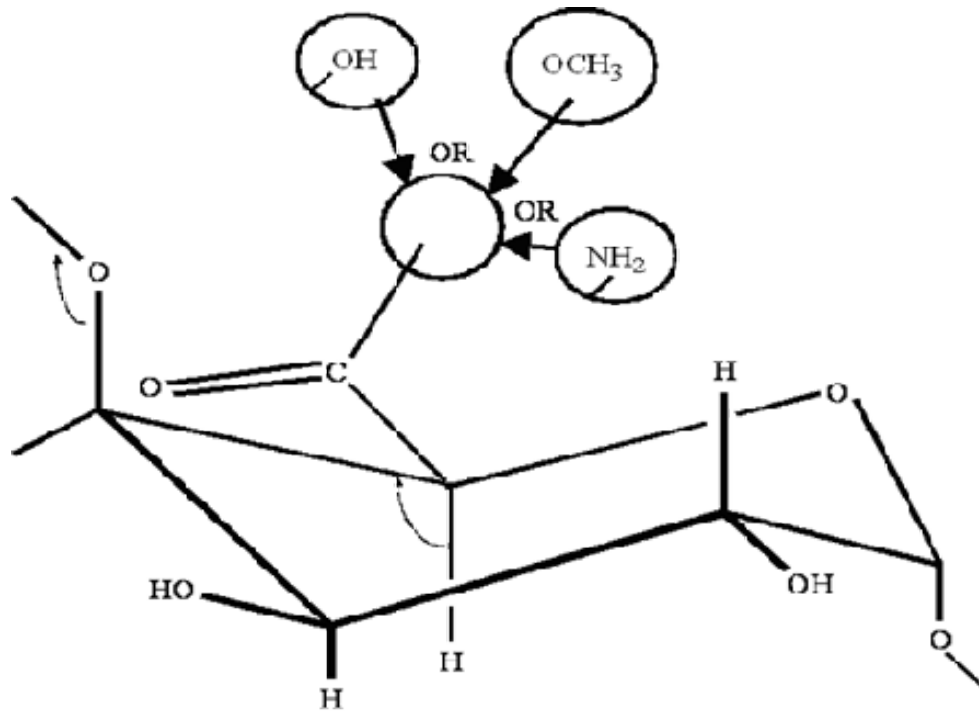


Рисунок 3.1 – Структурні одиниці галактуранової кислоти, її ефіру і аміду в молекулі пектину

Радіоелементний аналіз проб крові та біологічних виділень людей, які приймали пектинові речовини, показав, що збільшувалася кількість радіонуклідів у сечі та калових масах, доведено, що при введенні в травний канал тварин радіоактивного Sr-90 пектин зв'язував його та зменшував всмоктування та відкладення в кістках скелету.

Вченими доведено здатність пектину регулювати вміст холестерину в організмі. Пектинові речовини гальмують всмоктування холестерину та сприяють виведенню його з організму, що має велике значення при лікуванні атеросклерозу. Здатність пектину знижувати рівень холестерину в крові неодноразово підтверджувалася спостереженнями, виконаними як на тваринах,

так і на людях. Досліди, проведені на щурах, показали, що при підвищенні концентрації пектину в кормі для щурів зменшувався рівень холестерину в крові тварин та збільшувалась екскреція холестерину з фекаліями.

Відомо, що пектини знижують вміст цукру в крові хворих на цукровий діабет. Наявність пектинових речовин у раціоні в натуральному вигляді чи у вигляді харчових добавок значно знижує рівень глюкози в крові.

Завдяки вищезазначеним властивостям пектину утворювати комплекси з токсичними речовинами, пектин відноситься до незамінної сировини, що використовується для профілактики в умовах радіаційного та техногенного забруднення та при виробництві продуктів харчування лікувально-профілактичного призначення.

Пектини відрізняються один від одного властивостями, в залежності від способу виробництва та сировини. Функціональні властивості пектину в основному визначаються молекулярною масою, співвідношенням та розподіленням між основними одиницями, які складають молекулярний ланцюг.

В залежності від особливостей складу харчової системи та властивостей пектину, що використовується, пектин може проявляти технологічні функції загусника, стабілізатора емульсій та суспензій, структуроутворювача, вологоутримуючого та желюючого компоненту. Пектин є поверхнево-активною речовиною, має яскраво виражені емульгуючі та піноутворюючі властивості.

При розчиненні пектини набрякають та утворюють гелі. Утворення гелів обумовлено міжмолекулярною асоціацією, цьому процесу сприяє наявність сахарози та органічних кислот, які порушують сольватацію полімерних ланцюгів.

Здатність утворювати гелі є важливою властивістю пектинових речовин. Вона залежить від цілого ряду факторів, а саме: молекулярної маси, ступеню етерифікації, концентрації цукру, кількості баластних речовин, температури та

pH середовища. Найбільш міцні драгли утворюються в присутності лимонної, винної, триоксиглутарової кислот та сахарози, найменш міцні – при додаванні мальтози. Для утворення міцних драглів співвідношення пектину, цукру та кислоти повинно складати приблизно 1:60:1.

За здатністю утворювати гелі пектин відрізняється від традиційної желюючої продукції. Такі властивості пектину, як ущільнення та утворення желе, не є наслідком процесу охолодження, а залежать від вмісту сухих речовин, значення pH, в деяких випадках присутності кальцію в продукті. Желюючі властивості пектину залежать від величини молекули та її хімічного складу (так, присутність ацетильних груп знижує здатність до гелеутворення), але основна причина в різній желюючій здатності пектину полягає у ступені етерифікації молекули, від якої принципово залежить як сама здатність утворення гелю в середовищах із різним утворенням цукру, так і швидкість його утворення.

Залежно від кількості заміненних карбоксильних груп пектин може мати різний ступінь етерифікації. Якщо понад 50% карбоксильних груп містять залишки метилового спирту, то це високоетерифіковані пектини, якщо ступінь етерифікації нижче 50% – низькоетерифіковані. Вони мають різні механізми желювання: перші утворюють гелі за наявності цукру і кислоти, при цьому вміст сухих речовин у середовищі має бути не менше 50%, а pH 2,8...3,4. При однакових умовах і високих температурах високоетерифіковані пектини желюють швидше, ніж низькоетерифіковані. Тривалість і температура желювання – важливі критерії якості високоетерифікованих пектинів.

Залежно від складу для кожного пектину характерна певна температура желювання, вище якої гель не утворюється. Пектини зі ступенем етерифікації вище 72% можуть желювати при 90°C, у той час, як температура желювання пектину зі ступенем етерифікації 50–60% – приблизно 60°C. Абсолютне значення температури желювання залежить від ступеня етерифікації, вмісту цукру, значення pH середовища, вмісту буферних солей, а також швидкості охолодження продукту.

Час желювання визначається як час, необхідний для досягнення моменту желювання. За швидкістю та температурою желювання розрізняють такі групи пектинів:

- що швидко желюють: ступінь етерифікації вище 72% (висока температура желювання);
- з високою швидкістю желювання: ступінь етерифікації 70–72% (середня температура желювання);
- що повільно желюють: ступінь етерифікації 56–64% (низька температура желювання).

Низькоетерифіковані пектини утворюють гелі незалежно від вмісту цукру та кислотного середовища. Для желювання необхідна наявність двовалентних катіонів металів, наприклад, кальцію чи магнію. Двовалентні катіони беруть участь в реакції зв'язування молекул низькоетерифікованого пектину, при цьому виникає просторова гелева структура. Концентрація необхідних для утворення гелю іонів металів залежить від вмісту сухих речовин, цукру, що використовується, значення рН продукту, а також виду та кількості буферних солей у продукті.

Завдяки комплексоутворюючій здатності пектини – перспективні детоксиканти у профілактичному та лікувальному харчуванні, що дає змогу цілеспрямовано використовувати їх як дієтичні добавки, призначені для деметалізації отруєного іонами важких металів організму.

Для виробництва пектинових речовин можна використовувати будь-яку рослинну сировину з високим вмістом пектину. Нині у світі виробляють чотири види класичних пектинів, які суттєво відрізняються за якістю: яблучний, цитрусовий, буряковий та із корзинок соняшнику. Поряд із класичними виробляють комбіновані пектини, які виділяють зі змішаної сировини. Добова потреба в пектині для людини – 2–6 г на добу.

У клітинах рослин пектин знаходиться у вигляді нерозчинної сполуки – протопектину. Для того, щоб видобути пектин, проводять кислотний гідроліз

рослинної сировини при підвищеній температурі.

Згідно з міжнародним постановами (Об'єднаного експертного комітету з харчових добавок ВООЗ, Кодексом харчових речовин та ін.) головними показниками якості комерційних пектинів є вміст основної речовини (галактуронової кислоти) та параметри допущеного рівня забруднювачів хімічної природи (діоксиду сірки, миш'яку, міді, цинку, важких металів).

Основні фізико-хімічні та споживчі властивості пектинів, які мають здатність утворювати драгли у водному середовищі та здійснюють комплексоутворювання з іонами полівалентних металів, які визначаються будовою молекул пектину та залежать, насамперед, від типу вихідної сировини.

Однак, більшість вітчизняних розробок, які стосуються отримання пектину, пропонують до реалізації спрощені технологічні схеми, кінцевим продуктом яких є рідкі та сухі пектиновмісні препарати. Такі продукти, крім пектину, містять низку супутніх компонентів, які не є якісними гелеутворювачами.

Абсолютна більшість технологічних рішень не передбачає, наприклад, методів модифікації пектиновмісних препаратів з метою звільнення від супутніх компонентів, а також стандартизації властивостей відповідно до вимог існуючих стандартів. Продукти, що не задовольняють вимог стандартів, не можуть реалізовуватися під торговою маркою "пектин" і повинні бути спеціально охарактеризовані за складом, властивостями та галузями застосування. Все це вимагає розробки системи ідентифікації та оцінки якості різних пектиновмісних зразків. Така система включає попередній та п'ять основних рівнів аналізу якості, послідовне використання яких дозволяє провести сертифікацію зразка при оптимальних витратах часу та матеріалів.

Нульовий рівень передбачає дослідження простих фізичних властивостей, безпосередньо – розчинності препаратів.

На першому рівні проводиться стандартна оцінка вмісту основної речовини.

На другому рівні ці дані доповнюються результатами аналізу основних якісних показників – ступеня етерифікації, вмісту метоксильних груп та спирторозчинних речовин; проводиться також якісне визначення ступеня амідкування.

Третій рівень передбачає розширений аналіз, що включає оцінку функціональних властивостей – желюючої сили пектину в стандартному гелі за міжнародним стандартом USA-Sag, а також аналіз внутрішньої міцності та властивостей стандартного гелю, чутливості пектинового зразка, що аналізується, до іонів полівалентних металів, наприклад, до іонів кальцію.

Повний аналіз якості на четвертому рівні включає вивчення технологічних властивостей, кількісне визначення молекулярної маси, аналіз вмісту доповнюючих компонентів (стандартизуючих добавок, крохмалю та ін.), кількісне визначення ацетильних груп та ступеня амідкування. Визначення фізико-хімічних та технологічних властивостей пектину здійснюється із застосуванням сучасних методів досліджень – ферментативного аналізу, іонообмінної хроматографії, аналізу реологічних властивостей.

Аналіз, який проводиться в рамках другого та четвертого рівнів, стосується ідентифікації пектинів харчового призначення.

На п'ятому рівні здійснюється ідентифікація пектинів, що призначені для медичних цілей. Вивчення лікувально-профілактичних властивостей на п'ятому рівні включає визначення ступеня зв'язування важких металів та радіонуклідів, вплив пектину на рівень холестерину, ліпідів високої та низької щільності, а також на функцію шлунково-кишкового тракту.

Результати аналізу зразка на кожному із виділених рівнів дозволяють провести відповідну ідентифікацію.

Так, наприклад, якщо вміст пектину, що визначається на першому рівні аналізу, не перевищує 50%, то в результаті ідентифікації робиться висновок про те, що даний зразок не належить до пектинів. При вмісті галактуранової кислоти на рівні 50-60% можна говорити про те, що зразок, який аналізується, – напівфабрикат пектину. Зразки, що відповідають за цим показником вимогам міжнародних стандартів, ідентифікуються як зразки з високим вмістом пектину.

Другий рівень аналізу дозволяє ідентифікувати пектини за ступенем етерифікації, в тому числі виявити амідований пектин.

При поширеному аналізі якості на третьому рівні ідентифікація зразків дозволяє відрізнити нестандартизовані та стандартизовані високоетерифіковані пектини, а також низькоетерифіковані пектини за їх чутливістю до іонів кальцію. Ідентифікація нестандартизованого пектину, який містить 65–74% основної сировини, завершується розширеним аналізом якості, після якого настає оцінка медико-біологічної безпеки, яка проводиться в Інституті харчування відповідно до медико-біологічних вимог та санітарних норм якості продовольчої сировини та харчових продуктів.

Повна ідентифікація зразків завершується на четвертому рівні аналізу, де виявляються потенційні галузі їх застосування. Аналіз лікувально-профілактичних властивостей проводиться для нестандартизованих високо- та низькоетерифікованих пектинів в експериментах на тваринах або спостереженнях за хворими в Інституті біофізики Міністерства охорони здоров'я України за спеціальними методиками. Експертні висновки Інституту біофізики є основою для використання пектину у складі лікувального або дієтичного харчування.

Розроблена система має застосування до ідентифікації та аналізу сухих зразків. Рідкі зразки не належать до пектинів та можуть бути ідентифіковані як екстракти або концентрати із визначеним вмістом пектину.

Аналіз комерційних пектинів, що постачаються на вітчизняний ринок, у рамках розробленої системи дозволяє провести їх достовірну ідентифікацію та сертифікацію, а також визначити основні технологічні властивості та ефективність застосування у виробництві конкретного виробу.

Оптимальна профілактична доза пектину складає 2–4 г на добу (для дітей 1–2 г), для контактуючих із важкими металами та в умовах радіоактивного забруднення 5–6 г.

Серед пектиновмісних дієтичних добавок, що їх пропонує вітчизняний ринок, слід виділити вітапектин (ТУ У 18.211-94) та фітосорбент (ТУ У 18.212-94). Ці добавки крім пектину містять у своєму складі вітаміни-антиоксиданти та мінеральні речовини.

Вітапектин. Дієтична добавка вітапектин створена шляхом моделювання двох антиоксидантів – кверцетину та аскорбінової кислоти – із пектином. Антиоксидант кверцетин та аскорбінова кислота, структуровані на фруктовому пектині, підвищують біологічну активність один одного та захищають від руйнування. Вони представляють "живу композицію" антиоксидантів на носії, подібну до стану цих речовин у свіжих плодах. Порівняно з детоксуючою дією пектину вітапектин більш ефективний відносно фосфорорганічних сполук, радіоактивного цезію завдяки наявності в ньому додаткових механізмів захисту – мембраностабілізуючого, протизапального та антиоксидантного. Вітапектин рекомендований Міністерством охорони здоров'я України для очищення організму від радіонуклідів, токсичних речовин, відновлення порушеного обміну речовин та оздоровлення населення, яке проживає в забруднених районах. Завдяки своєму складу вітапектин сприяє відновленню імунітету, знижує виявлення алергійних захворювань, позитивно впливає на роботу серцево-судинної системи, нормалізує функцію кровотворення, покращує роботу печінки, нирок та шлунково-кишкового тракту, позитивно впливає на організм людини при гострому отруєнні неякісними харчовими продуктами або внаслідок їх несумісності при вживанні. Вітапектин – засіб захисту організму

від передчасного старіння та підтримання неспецифічної резистентності організму [34, 35].

Фітосорбент. Фітосорбент розроблений на основі водної витяжки з листя подорожника та пектину. Результати досліджень фармакотерапевтичних ефектів подорожника свідчать про його здатність виявляти багатосторонню терапевтичну дію: протизапальну, бактеріостатичну, протиалергічну, антистресорну, протисудомну, антиоксичну та антимуtagenні властивості. Виявлені також певні антиметастатичні ефекти при призначенні соку подорожника.

Методом хемілюмінесценції була досліджена активність екстракту подорожника. Дослідження показали наявність декількох груп антиоксидантів, антиокиснювальну дію яких можна зіставити з антирадикальною активністю токоферолів. Доведено, що антиоксиданти мають ефективні константи взаємодії з перекисними радикалами.

Технологія виробництва фітосорбенту дозволила зберегти цілющий потенціал подорожника. Біологічна активність дієтичної добавки пов'язана з багатим комплексом біологічноактивних речовин рослини та вдалим поєднанням складових фітосорбенту. Фітосорбент має детоксикуючі та антиоксидантні властивості, сприяє відновленню діяльності клітин організму, що мають променеві ураження, нормалізації обмінних процесів, покращує кровотворення, відновлює функціональні властивості внутрішніх органів. Такий ефект забезпечують антиоксиданти листя подорожника – флавоноїди, аскорбінова кислота, цинк. Фітосорбент має яскраво виражений антисклеротичний ефект, забезпечений наявністю у фітосорбенті сапонінів, слизистих речовин, пектину та стероїдів, які в комплексі з антиоксидантами обумовлюють детоксикуючу та антисклеротичну дію. Гелева структура фітосорбенту, яку створює пектин, захищає вітаміни від руйнування. Фітосорбент та вітапектин схвалені Міністерством охорони здоров'я України [36, 74].

Найбільш універсальними структуроутворювачами вважаються яблучні пектини, які добре зарекомендували себе і показують надійні результати у виробництві збивних кондитерських виробів, наприклад, зефіру та напівфабрикатів. Високоякісні яблучні пектини, а також їх модифікації з буферними солями характеризуються гарною розчинністю в широкому діапазоні сухих речовин, стабільними та контролюючими желуючими властивостями. Точно встановлені показники часу та температури желювання є передумовами ефективного виробництва як традиційних, так і нових збивних напівфабрикатів та кондитерських виробів високої якості на основі високотехнологічних процесів. Розроблено білковий напівфабрикат на пектині та ряд рецептур тортів, тістечок, а також різноманітних кремів на його основі. Завдяки високій вологоутримуючій здатності яблучних пектинів, мікробіологічній чистоті препаратів для збивання, високій масовій частці сахарози або фруктози у водній фазі (понад 60%) та відсутності продуктів, що швидко псуються, були отримані кондитерські вироби з подовженим строком зберігання [55].

Розроблено технологію білкового напівфабрикату на пектинах із використанням промислових препаратів сухого курячого білка. Наявність загущувача дозволяє зменшити на 25% витрати пектину порівняно із рецептурою, в якій використовується білок сирих яєць. Монофосфат кальцію сприяє швидкому змішуванню сухого продукту із водою без утворення грудочок.

Інша композиція складається із сухого яєчного білка, модифікованого крохмалю, желатину та камеді гуара. Застосування даного стабілізатора гарантує рівномірну та оптимальну якість продукту, що виробляється, а також стабільність та економічність технологічного процесу, яка характеризується більш низькою (45%) витратою пектину порівняно з рецептурою, що включає білок сирих курячих яєць.

Обґрунтування такого результату полягає в кінетиці формування взаємопроникаючих полімерних сітчатих структур (ВПС) у процесі міцелоутворювання. При одночасному або послідовному формуванні ВПС відбувається мікрофазний поділ білків та вуглеводів внаслідок несумісності, що виникає із міжвузлових ланцюгів із наступним орієнтовним витискуванням молекул полісахаридів на поверхню білків. При цьому підвищення концентрації вуглеводів у мікрооб'ємах зумовлює посилення їх самостійної асоціації, утворення водневих зв'язків, об'єднаних ділянок із піранозних структур як пектину, так і камеді гуари та модифікованого крохмалю. Це, в свою чергу, спричиняє більш швидке зростання в'язкості. Даний процес виявляє гальмуючу дію на фазовий розподіл полісахаридів, забезпечує необхідне упорядкування їх надмолекулярних структур і таким чином покращує стабілізацію білкових пін. Додаткова взаємодія між уроновими кислотами камеді гуара та яблучного пектину дозволяє утворювати достатньо міцну тривимірну сітчасту структуру гелю. Слід звернути увагу на той факт, що завдяки білково-вуглеводному комплексоутворюванню не спостерігається різкої межі між співіснуючими біопрощарками. Між ними формується перехідна ділянка із молекули желатину та решти компонентів, що, в свою чергу, також впливає на структурномеханічні та термодинамічні фактори адсорбційних прощарків, а це позитивно впливає на якість збивних кондитерських виробів.

Класичні пектини, що швидко желюють, із ступенем етерифікації близько 60% завдяки широким можливостям використання та технологічним перевагам є полімерним желуючим засобом та загущувачем при виробництві желе. Останній містить велику кількість сухих речовин, тому процес желювання в ньому протікає дуже швидко та у вузькому інтервалі температур. Кожний комерційний пектин повинен мати суворо встановлену температуру желювання, що може бути досягнуто при використанні сучасних технологій класичних пектинів із визначеним ступенем етерифікації та застосуванням буферних солей, так званих ретардаторів, які знижують швидкість та температуру желювання.

Досліджено вплив високоякісного яблучного пектину на якість хліба із пшеничного борошна першого, вищого гатунків. Для дослідів тісто готували безопарним способом. Пектин додавали замість борошна в кількості 0,05–2,0% від маси борошна. Результати свідчать про те, що якість хліба із додаванням яблучного пектину за органолептичними, фізико-хімічними показниками, а також за питомим об'ємом хліба та показниками структурно-механічних властивостей м'якушки вища порівняно з продуктом без додавання пектину. Встановлено вплив ступеня етерифікації пектину на якість хліба із пшеничного борошна першого та вищого гатунків. Додавання високоякісних яблучних пектинів із ступенем етерифікації 76–78% та 38–44% в кількості 0,05–2,0% від маси борошна покращувало якість хліба. Найбільш високі показники при однакових дозуваннях етерифікованого пектину. Питомий об'єм хліба із додаванням низькоетерифікованого яблучного пектину в кількості 0,05–0,1% збільшився на 19,6–25,5%, із додаванням тих самих дозувань високоетерифікованого пектину – на 13,7–19,2% порівняно із хлібом без пектину.

Максимальне покращання якості хліба із додаванням низькоетерифікованого пектину пов'язане з наявністю в його молекулі більшої кількості вільних карбоксильних груп, ніж у високоетерифікованого пектину. Ці групи активно взаємодіють із компонентами тіста, утворюють велику кількість сполук, що впливають на властивості та якість хліба. Таким чином, у хлібопекарному виробництві можна використовувати високоетерифіковані та низькоетерифіковані яблучні пектини, але в кондитерському виробництві доцільно використовувати низькоетерифікований пектин.

Порівняння впливу пектину на якість хліба при різних способах приготування тіста (безопарному способі, на густій та рідкій опарі) дозволяє зазначити, що в усіх випадках пектин при оптимальному дозуванні покращує якість хліба. Найбільший ефект спостерігається при безопарному способі приготування тіста.

Завдяки своїм особливим фізико-хімічним властивостям яблучний пектин впливає на строк зберігання свіжості хліба. Ступінь черствіння хліба оцінювали за зміною структурно-механічних властивостей м'якушки із пшеничного борошна через 4, 18 та 24 год зберігання. Зміни у процесі зберігання показників структурно-механічних властивостей м'якушки хліба із додаванням яблучного пектину в кількості 0,05–1,0% від маси борошна свідчить про те, що хліб із додаванням пектину черствішає в 1,04–1,9 раза повільніше від хліба без пектину.

Дослідили вплив високоякісних яблучних пектинів зі ступенем етерифікації 59–64, 76–78 та 38–44% на якість заварних пряників. Тісто готували за рецептурою заварних пряників "Північні". Пектин у кількості 0,05; 0,07; 0,1 та 0,2% додавали до заварки і в тісто замість борошна.

Додавання високоетерифікованого та низькоетерифікованого яблучних пектинів як в заварку, так і в тісто покращує якість пряників, про що свідчить набрякання та співвідношення Н/Д, а також зниження щільності пряників. Найкращу якість мали пряники із додаванням низькоетерифікованого яблучного пектину в кількості 0,1% від маси борошна. Встановлено, що додавання пектину в заварку покращує якість пряників більшою мірою, ніж додавання його в тісто. Так, наприклад, величина набрякання тіста для пряників із додаванням 0,1% пектину в заварку збільшилася на 40%, а в тісто – на 25% порівняно із набряканням тіста для пряників без пектину. Пояснюється це будовою та властивостями низькоетерифікованого яблучного пектину. При цьому додавання пектину в заварку забезпечує кращі умови для взаємодії борошна із пектином. Швидкість черствіння пряників визначали як за зміною набрякання пряників, так і за зміною вільної та зв'язаної вологи через 1, 2, 3, 5, 10, 15 та 30 діб зберігання.

Встановлено, що додавання в оптимальному дозуванні низькоетерифікованого яблучного пектину в заварку знижує швидкість черствіння в 2,9 раза, у тісто – 1,7 раза.

Розроблена харчова добавка "Гелекон", що являє собою рідкий

пектинопродукт, який можна використовувати у виробництві десертних страв та напоїв.

Більшість напоїв, що випускається в Україні, готується на основі фруктових та овочевих соків і концентратів, звільнених від м'якоті для підвищення їх споживчої якості. М'якоть, крім інших компонентів, містить пектинові речовини. Поживна цінність соків та напоїв з м'якоттю вища, ніж освітлених.

"Гелекон" завдяки своїм колоїдним властивостям може виявляти стабілізуючу дію на вміст аскорбінової кислоти та β -каротину, що дало можливість розробити рецептури вітамінізованих напоїв. Щоб забезпечити визначену фізіологічну дію на організм та високі органолептичні показники напоїв, у їх рецептуру були внесені різні дози вітаміну С (аскорбінової кислоти) та вододиспергованої форми β -каротину – препарату "Циклокар", що дозволений до використання в харчовій промисловості як вітамінна добавка. "Циклокар" містить, окрім β -каротину (6,2%), аскорбінову кислоту (1,8%), ячмінно-солодовий екстракт (22,5%) та β -циклодекстрин (9,5%).

Рекомендоване добове споживання 250 мл "Гелекона" відповідає рекомендованій добовій лікувально-профілактичній дозі пектину (2–6 г).

В'язкість пектинових розчинів залежить від рН та концентрації цукру. В експерименті визначений діапазон рН – 2,6–3,2, а поєднання основних компонентів суміші варіювали. Визначене дозування "Циклокару" відповідало не тільки лікувально-профілактичній дозі β -каротину (при споживанні 250 мл напою), але й інтенсивності забарвлення готового напою. "Гелекон" надавав напоям повноти смаку, легкий яблучний аромат, забезпечував однорідність консистенції та рівномірність забарвлення.

Розроблено технологію виробництва кисломолочного напою на основі кефіру подовженого терміну зберігання завдяки повторній тепловій обробці сквашеної суміші. Як стабілізатор використано пектин. Для контролю використовували кефір, виготовлений за традиційною технологією.

Вітапектин та фітосорбент. Для формування необхідної структури харчових продуктів, а також для забезпечення їх санітарно-гігієнічної безпеки необхідна термічна обробка, яку покладено в основу отримання продукту з заданими властивостями. Але відомо, що термообробка сприяє розвитку вільно-радикальних процесів, активізації реакцій окиснення, що спричиняє значні зміни всього комплексу біологічноактивних речовин продукту, і, відповідно, відображається на його якості. Важливою технологічною властивістю вітапектину та фітосорбенту є ступінь збереження лабільних речовин (біофлавоноїдів, аскорбінової кислоти) залежно від технологічних режимів. Тому необхідно визначити раціональні режими термообробки (температуру, °C та час, хв), при яких досягатиметься оптимальна стабільність біологічноактивних речовин вітапектину та фітосорбенту. Для обґрунтування вибору раціональних температурних режимів обробки харчових продуктів з вітапектином та фітосорбентом проведені дослідження впливу процесу термічної обробки на збереження лабільних речовин. До яблучного соку з цукром додавали у першому випадку – фітосорбент (20%), у другому – вітапектин (5%), нагрівали, помішуючи, до 40, 60, 80, 100°C протягом 5, 10, 15, 20 хв, охолоджували і визначали кількість біофлавоноїдів та аскорбінової кислоти. Як контроль досліджували непрогрітий яблучний сік з вітапектином та фітосорбентом (T=20°C) [78].

Результати досліджень виявили, що у контрольних зразках вміст біофлавоноїдів становить: з вітапектином – 51,06, з фітосорбентом – 39,23 мг%. Теплова обробка протягом 5 хв вірогідно не призводить до зменшення біофлавоноїдів, а більш тривале (10–20 хв) нагрівання спричиняє їх руйнування. Так нагрівання при 100°C протягом 5 хв не впливає на вміст біофлавоноїдів, тоді як більш тривала теплова обробка зменшує їх кількість порівняно з контролем для вітапектину та фітосорбенту відповідно: при 10 хв – на 17 та 21%, при 20 хв – на 33 та 38%.

За результатами досліджень вміст аскорбінової кислоти у контрольних зразках становить: з вітапектином – 51,48, з фітосорбентом – 29,71 мг%. При

термообробці протягом 5 хв вміст аскорбінової кислоти в дослідних зразках не змінюється, тоді як більш тривале нагрівання (10–20 хв) спричиняє процеси руйнування. Особливо ці зміни відчутні при температурі 100°C та тривалості термообробки понад 10 хв: кількість аскорбінової кислоти зменшується порівняно з контролем при 10 хв для вітапектину та фітосорбенту відповідно – на 15 та 22%, при 20 хв – на 36 та 50%.

Аналіз результатів досліджень, виявив, що найбільш раціональні режими теплової обробки для вітапектину та фітосорбенту з метою збереження їх біологічної активності становлять: до 5 хв при температурі не більше 100°C, або до 10 хв при температурі не більше 80°C. Саме такі температурні режими повинні бути покладені в основу розроблення технологій виробництва продуктів харчування з вітапектином та фітосорбентом. Слід відмітити, що доцільним є застосування температури 80°C, як найбільш щадної, тим більш, що вищезазначена температура, крім сприяння збереженню лабільних речовин, забезпечує знищення патогенної вегетативної мікрофлори та дозволяє отримати продукт мікробіологічно безпечний.

Збереженню вітаміну Р великою мірою спідіє аскорбінова кислота, оскільки поліфеноли здатні подавляти дію аскорбатоксидази, блокуючи мідь у її складі, таким чином уповільнюючи окиснення аскорбінової кислоти, яка в свою чергу стабілізує діє на біофлавоноїди. Проведені дослідження доводять можливість використання вітапектину та фітосорбенту при виробництві продуктів харчування з умовою врахування раціональних термінів теплової обробки.

3.4. Гуміарабік

Гуміарабік належить до харчових волокон (виробляється під торговельною маркою "Fibregum") – це смола акації. Він підвищує розвиток біфідобактерій та лактобацил, які відіграють важливу роль у функціонуванні людського організму. При включенні гуміарабіку до раціонів харчування

спостерігається збільшення кількості біфідобактерій та лактобацил з початкового рівня 6,5 до 50% в період вживання пребіотика. Мікроорганізми кишківника відіграють суттєву роль у фізіології харчування. Вони полегшують процес травлення та абсорбцію різних поживних речовин. Більшість білків, жирів та вуглеводів, які не перетравлюються травними ферментами, розщеплюються мікробіологічними ензимами, і тому можуть бути засвоєними. Мікрофлора впливає на анатомію та фізіологію травного тракту, збільшуючи адсорбуючу поверхню кишківника, кількість мікроборсинок, швидкість переміщення клітин епітелію, що в цілому прискорює проходження хімусу. Присутність живих бактерій запобігає розвитку патогенних бактерій в травному тракті. Вважається, що ці бактерії допомагають попередити рак кишківника, з одного боку за рахунок зменшення деяких ферментів бактерій, а з іншого – модифікує метаболізм жовчних кислот (рис. 3.2).

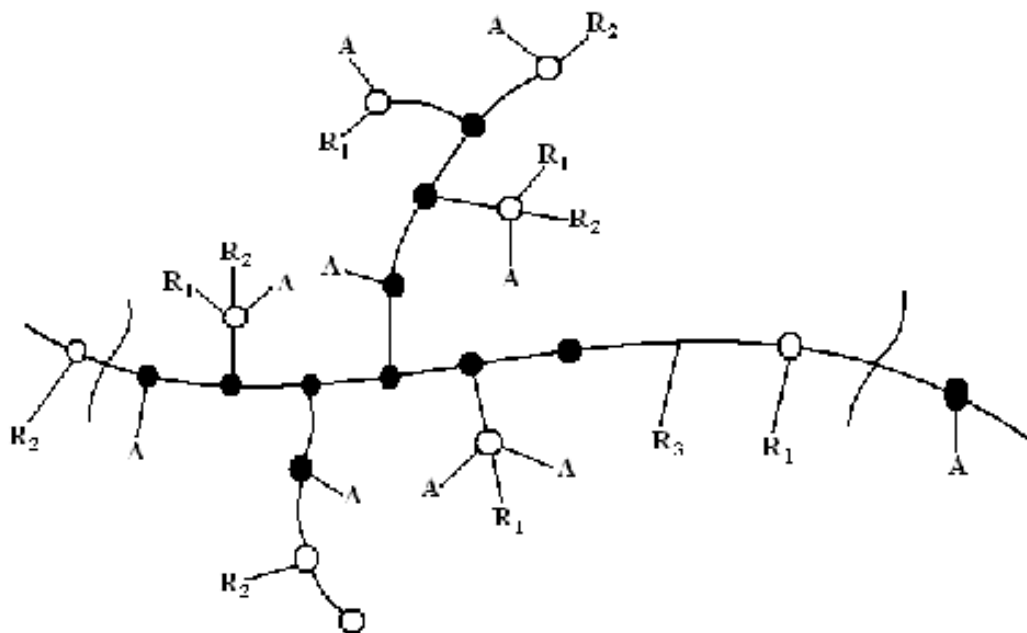


Рисунок 3.2 – Структура вуглеводного ланцюга камеді з *Acacia Senegal* "Fibregum™": А – арабінозил; чорні кружальця – залишок 3-зв'язаної галактози (приєднана галактоза); білі кружальця – залишок 6-зв'язаної галактози (галактоза або глюкуронова кислота, приєднана або та, що є кінцевою групою); R₁ – рамноза-глюкуронова кислота; R₂ – галактоза-3-арабіноза; R₃ – арабіноза-3-арабіноза-3-арабіноза

Виражений пребіотичний ефект гуміарабіка доведений спеціалістами Російського наукового центру хірургії та Московського обласного науково-дослідного інституту під час дослідження білкового метаболічно адаптованого продукту "Гепамін" ЗАО "Академія-Т", який містив 24% гуміарабіку.

При вживанні гуміарабіку до 25 г на добу, спостерігалось суттєве зниження концентрації холестерину в плазмі крові. Порівняно з іншими гіпохолестериновими волокнами смола акації не впливає на в'язкість вмісту кишківника та зміни у виділенні жовчних кислот.

Численні дослідження показали, що харчові волокна стимулюють проліферацію епітеліальних клітин кишківника. Волокна акації в кількості 15%, введені у раціон харчування щурів, стимулювали проліферацію епітеліальних клітин кишківника, що запобігає транслокації бактерій і поліпшує імунітет.

Найважливіша функціональна властивість гуміарабіку – висока розчинність. Незважаючи на високий вміст дієтичного волокна (85%), розчини гуміарабіку можуть досягати високої концентрації – до 50%, що дозволяє використовувати гуміарабік в технологіях харчових продуктів у високих концентраціях.

Добова потреба дорослої людини в харчових волокнах становить за різними даними 25–28 г. Проте середньодобове споживання мешканцями розвинених країн не перевищує 15 г/добу. Більшість масово застосовуваних харчових волокон (карагінан, пектин, агар, ксантан та ін.) внаслідок їхньої обмеженої розчинності й високої в'язкості використовують в обмежених кількостях, як правило в межах 0,3–1,5%.

Гуміарабік – мультифункціональний інгредієнт, який поєднує комплекс функціонально-технологічних властивостей із здатністю впливати на ряд фізіологічних функцій організму. З хімічної точки зору він представляє собою полісахарид з молекулярною масою більше 200000 дальтон, та складається головним чином з арабіногалактана та глюкуронової кислоти.

Розчини гуміарабіку не мають смаку і запаху і не погіршують органолептичні характеристики харчового продукту. Маючи велику молекулярну масу, харчові волокна акації мають низьку в'язкість, це є наслідком розгалуженої структури, що робить молекулу волокна щільною і компактною. Тому розчини гуміарабіку можуть досягати дуже високої концентрації – до 50%.

3.5. Підсолоджувальні речовини

Нині арсенал природних та синтетичних підсолоджувальних речовин містить понад 2000 сполук, проте їх кількість, що може реально використовуватись у харчуванні, є досить незначною. Головний підсолоджувач у харчуванні людини – цукор. Завдяки своїм органолептичним та фізико-хімічним властивостям він широко використовується у технології виготовлення харчових продуктів. Цукроза, яку містить цукор, у багатьох випадках визначає структуру і смак продукції. На жаль, вона має чимало суттєвих недоліків: досить високу калорійність; не може споживатись особами, хворими на цукровий діабет; частково метаболізується бактеріями, які знаходяться у порожнині рота, зумовлюючи появу зубного нальоту, який спричиняє карієс зубів [62].

Сучасні вітчизняні та зарубіжні дослідження свідчать, що надлишкове споживання легкозасвоюваних вуглеводів є одним із факторів ризику розвитку цукрового діабету, ожиріння, атеросклерозу та інших захворювань. Для харчування людей, які страждають на такі хвороби, та для профілактики слід впроваджувати підсолоджувальні речовини.

Існує ряд вимог для дозволу використання підсолоджувальних речовин у харчуванні людини. Вони повинні:

- мати солодкий смак без стороннього присмаку;
- низьку енергетичну цінність;

- бути стійкими при нагріванні та при різних рН середовищах;
- легкокорозчинними;
- не мати шкідливого впливу на організм;
- брати участь в обміні речовин без участі інсуліну (гормону підшлункової залози, що регулює засвоєння глюкози);
- не підвищувати рівня цукру у крові.

Усі підсолоджувачі можна класифікувати по-різному, але до усіх висуваються єдині вимоги: якість солодкості, відсутність кольору та запаху, приємний смак, безпечність, повне виведення з організму, гарна розчинність у воді, хімічна стійкість.

Підсолоджувальні речовини поділяються:

1) за походженням на:

- природні:
 - а) моно- та олігоцукриди;
 - б) цукрові спирти;
 - в) солодкі речовини нецукрового типу.
- синтетичні або штучні.
- змішані (комбіновані).

2) за ступенем солодкості відносно сахарози поділяються на:

- інтенсивні;
- неінтенсивні.

Глюкоза або декстроза, або виноградний цукор належать до групи маноз – моноцукридів. Глюкоза широко розповсюджена у природі: міститься у зелених частинах рослин, виноградному соку, насінні, ягодах та фруктах, меді. Глюкоза входить до складу найважливіших ди- та поліцукридів: цукрози, крохмалю, клітковини та багатьох глікозидів. Отримують глюкозу шляхом гідролізу крохмалю та клітковини. Глюкоза зброджується дріжджами.

На сьогодні не існує достатніх даних з використання гідрогенізованого сиропу глюкози у харчуванні людини через відсутність достатніх адекватних довгострокових досліджень токсичних властивостей та впливу на репродуктивну функцію цієї речовини, тому рівень припустимого добового споживання не встановлений та специфікації не визначені.

Як харчова добавка глюкоза застосовується для підсолоджування безалкогольних та прохолоджувальних напоїв, деяких видів кондитерських виробів, жувальної гумки.

Як підсолоджувальна речовина вона застосовується при виробництві дієтичних продуктів, продуктів дитячого харчування, безалкогольних напоїв, шоколаду, пива. У медицині D-глюкоза використовується при приготуванні розчинів для ін'єкцій, протизапальних мазей, різноманітних лікарських препаратів.

Фруктоза. Із кетоз важливе значення має D-фруктоза, що застосовується при приготуванні діабетичних продуктів. Вважають, що фруктозу можуть вживати хворі на діабет як частину вуглеводів їжі в кількості 0,5–41,0 г на 1 кг маси людини. Фруктоза або фруктовий цукор у вільному стані міститься в зелених частинах рослин, нектарі, меді. Фруктоза входить до складу цукрози, а також утворює високомолекулярний поліцукрид інулін. Як і глюкоза, фруктоза зброджується дріжджами. Отримують фруктозу з цукрози, інуліну трансформацією деяких інших маноз методами біотехнології.

Фруктоза є підсолоджувальною речовиною для напоїв та кондитерських виробів; засвоюється швидко, перетворюючись у печінці в глікоген глюкоза та фруктоза є важливими компонентами харчових продуктів та вихідним матеріалом при бродінні.

Серед цукрів D-фруктоза має найбільшу розчинність. Приготовлені з неї сиропи не кристалізуються. Вона дуже гігроскопічна і є ефективним засобом для підтримки необхідної вологості продуктів. Особливістю розчинів фруктози порівняно з розчинами цукрози, є більш низька в'язкість. Важливою властивістю фруктози є здатність посилювати смак і аромат продуктів.

У промисловому масштабі фруктоза застосовується при виробництві консервованих фруктів, безалкогольних напоїв, овочів, йогуртів, соків, порошоків для приготування освіжаючих напоїв, пудингових сумішей. Французька фірма “Hoffman – LaRoche” планує використовувати чисту кристалічну фруктозу при виробництві спеціального підсолоджувального препарату. Вартість фруктози висока. Чисту кристалічну фруктозу у значних кількостях виробляють у США.

Застосування фруктози дозволяє одержати продукти більш низької калорійності. Властивості фруктози роблять її перспективною для більш широкого застосування у харчовій промисловості. Вона більш розчинна, ніж сахароза, володіє високою реакційною здатністю, не схильна до інверсії, утворює ароматизовані забарвлені сполуки, у два рази підвищує швидке розкладання спирту в організмі, практично не спричиняє карієс зубів. Властивості фруктози роблять її незамінною при виробництві кондитерських виробів. Застосування її при виробництві безалкогольних напоїв знижує їхню калорійність і не підвищує в'язкості [62].

Лактоза входить до складу молока усіх ссавців. Ступінь її солодкості порівняно із сахарозою становить усього 0,16. Одержують лактозу з молочної сироватки безпосередньою кристалізацією або після видалення білків методом ультрафільтрації. У табл. 3.1 наведені дані вмісту лактози в окремих продуктах.

Таблиця 3.1

Склад молочних продуктів

Продукт	Вміст, %				
	Лактоза	Білок	Жир	Зола	Волога
Молоко:					
незбиране	4,8	3,5	3,5	0,7	87,4
знежирене	5,1	3,6	0,1	0,7	90,5
згущене	16,3	10,0	0,3	2,3	28,4
сухе знежирене	52,0	35,9	0,8	8,0	3,0
Сироватка:					
згущена	38,5	7,0	2,4	4,0	48,1
суха солодка	73,5	12,9	0,9	8,0	4,5
суха кисла	66,5	13,0	-	10,2	3,2
Сухі речовини сироватки	56,6	39,0	3,3	24	9,7

Розчинність лактози у воді невисока – приблизно 20% при температурі 20°C, і з розчинів підвищеної концентрації виділяються кристали гідрату α -лактози.

Підвищити ступінь солодкості розчинів лактози можна шляхом обробки ферментами лактозою і глюкоїзомеразою. У такий спосіб можна одержати продукт із концентрацією сухих речовин 10%, що містить 20% фруктози, 25 – глюкози, 45 – галактози і 1% – лактози. Однак недоліком цього продукту є високий вміст у ньому солей.

У харчовій промисловості лактозу можна використовувати як носій синтетичних солодких речовин для поліпшення якості та зовнішнього вигляду продукту (термічна обробка сприяє одержанню коричневого забарвлення), поліпшення смаку молочних напоїв. Однак не усі люди здатні засвоювати лактозу через відсутність ферменту, здатного її розщеплювати.

Гідролізати крохмалю (крохмальні сиропи). Серед гідролітичних процесів оцукрювання поліцукридів важливе місце займає гідроліз крохмалю. Останнім часом в усьому світі все більшого значення набувають продукти, які одержують з крохмалю, зокрема глюкозний і фруктозний сиропи. Спочатку їх одержували тільки з картопляного, а нині і з кукурудзяного крохмалю.

Гідроліз крохмалю являє собою складний хімічний процес, здійснюваний за допомогою кислот, ферментів або і тих і інших. У процесі оцукрювання крохмалю утвориться дисахарид мальтоза, який розщеплюється на дві молекули D-глюкози. Склад гідроліатів крохмалю залежить від ступеня оцукрювання, який оцінюється величиною глюкозного еквіваленту DE, що являє собою відсотковий вміст D-глюкози в масі сухої речовини продукту.

Ізомеризацією крохмального гідроліату одержують ізомеризований глюкозо-фруктозний сироп, що позначається часто просто як фруктозний сироп. Ізомеризація може бути проведена хімічним шляхом з використанням кислот і лугів, ферментативним або за допомогою іонообмінних смол. Найбільш ефективним і широко застосовуваним є ферментативний спосіб.

Відомо близько 50 мікроорганізмів, здатних продуціювати ферменти, що ізомеризують глюкозу до фруктози. Особливістю глюкоізомерази є те, що до складу її білкової молекули входять іони С і Mg. Введення цих іонів у розчин сприяє прискоренню процесу ізомеризації.

Дуже перспективним є застосування імобілізованих ферментів у реакторах безперервної дії. Такий спосіб дозволяє застосовувати ферменти у високій концентрації, що сприяє підвищенню швидкості головної реакції і гальмує побічні [62].

Глюкозний сироп не має побічного смаку і є цінним харчовим підсолоджувальним продуктом (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вміст цукридів у крохмальних сиропах, %

Сахариди	Сироп				
	Низько-оцукрений	Високо-оцукрений	Мальтозний	Дуже високо-оцукрений	Фруктозний
Глюкоза	16,2	40,0	9,6	92,3	50,4
Фруктоза	-	-	-	-	42,6
Мальтоза	10,6	19,6	40,1	3,6	4,1
Зі ступенем полімеризації, %					
3	1,4	7,8	15,5	0,8	0,9
4	6,4	3,7	6,8	0,7	0,2
5	6,9	2,6	1,8	0,8	0,2
Вищі сахариди	48,5	13,0	26,2	1,8	1,6

Глюкозний сироп широко застосовується у кондитерській промисловості при виробництві різноманітних видів карамелі, жувальної гумки тощо. Його використовують при виробництві лікерів, десертних вин, безалкогольних прохолоджувальних напоїв і фруктових консервів.

Глюкозні сиропи мають низку переваг перед цукрозою. Так, у результаті дослідів на тваринах було встановлено, що при застосуванні глюкозних сиропів утворюється менше резервного жиру, ніж при споживанні цукрози.

Фруктозні сиропи. Для виробництва фруктозних сиропів використовується кукурудза, яка порівняно з іншою крохмалевмісною сировиною має ряд переваг. Фруктозні сиропи із вмістом фруктози 42,6% мають такий самий ступінь солодкості, як і цукроза.

Фруктозні сиропи "першого покоління" містили 55% глюкози, 42 – фруктози і 3% суміші інших цукридів. Потім було організоване виробництво сиропів із більш високим вмістом фруктози – близько 55% (сиропи "другого покоління"). Нині випускають сиропи у порошкоподібному вигляді (сиропи "третього покоління") із вмістом фруктози 90–95%.

Солодовий екстракт і солодовий сироп. Солодовий екстракт – водяна витяжка з ячмінного солоду – містить розчинні у воді речовини, що утворюються під дією ферментів. Він являє собою суміш, що складається з різноманітних цукридів, білків, мінеральних речовин і ферментів. Співвідношення окремих компонентів змінюється залежно від умов солодоросту. Звичайно вміст цукрози в ньому становить 4–5% до маси сухих речовин. Крім цукрози, в екстракті міститься фруктоза, глюкоза і мальтоза.

Солодові екстракти сприяють розщепленню крохмалю з одержанням швидкозасвоюваних цукридів. Їх застосовують при виробництві кондитерських виробів як живильне середовище для заквашувальних культур, що використовуються при виробництві борошняних виробів і продуктів дитячого харчування.

Кленовий сироп і кленовий цукор одержують із соку клена *Acer saccharum* у США, Канаді і Японії. Сироп містить приблизно 98% сахаридів, із яких 80-99% припадають на сахарозу [62].

Цукрові спирти (поліоли). Продукти відновлення моноцукридів мають назву цукрових спиртів. Кількість цукрових спиртів порівняно з кількістю альдоз і кетоз значно менша, оскільки при відновленні їх ряду утворюються ті самі спирти: наприклад, при відновленні D-глюкози і D-фруктози утвориться D-сорбіт. Однак при відновленні кетоз з'являється новий асиметричний атом,

що супроводжується утворенням двох цукрових спиртів. Наприклад, при відновленні D-фруктози утворюються D-сорбіт і D-маніт. Відновлення моносахаридів можна здійснювати, використовуючи як каталізatori амальгам натрію, металевий кальцій, рідкісні метали. Гарні результати були отримані при застосуванні алюмонатрієвого бориду. Лактони альдонових кислот можна відновлювати до відповідних спиртів.

D-маніт був виділений із рослин *Peucedanum calcareum*, *Delphinium flexiosuni* й ін.

D-сорбіт, і D-маніт одержують гідрогенізацією глюкози.

При гідрогенізації цукрози, проведеної при високій температурі на рутенієвому каталізаторі за наявності винної кислоти при температурі 80°C, утвориться суміш D-сорбіту (85–87%) і D-маніту (12–15%). D-сорбіт з виходом 66% був одержаний гідрогенізацією D-фруктози за наявності нікелевого каталізатора, оптично активної винної і глютамінової кислот.

Сорбіт – належить до групи солодких багатоатомних спиртів – поліолів. Солодкість сорбіту становить 0,6 від солодкості цукрози. Дослідження показали більш повільне всмоктування сорбіту порівняно з глюкозою та фруктозою. Сорбіт практично повністю засвоюється організмом. 1 г сорбіту дає 3,4 ккал енергії. Не менше 75% прийнятої дози сорбіту піддається обмінним перетворенням до вуглекислого газу та води. В організмі сорбіт спочатку окиснюється до фруктози.

Результати досліджень свідчать, що вживання сорбіту сприяє економії в організмі таких вітамінів групи В, як тіамін, піридоксин та біотин. Також показано, що вживання сорбіту сприяє зростанню кишкової мікрофлори, яка синтезує ці вітаміни. Разом із цим, щоденне вживання сорбіту в кількості до 20–40 г збільшує виведення з організму людини тіаміну, рибофлавіну та N₁-нікотинамідю.

Виявлені нешкідливість сорбіту при тривалому застосуванні у харчуванні хворих на цукровий діабет. Сорбіт використовується у дієтичних плодовоовочевих консервах, кондитерських виробках та безалкогольних напоях.

Об'єднаний комітет з харчових добавок ФАО/ВООЗ не встановив будь-яких обмежень відносно умовно припустимої дози сорбіту як харчової добавки чи харчового продукту.

Ксиліт – солодкий п'ятиатомний спирт, являє собою кристалічну речовину білого кольору. Енергетична цінність ксиліту приблизно дорівнює енергетичній цінності глюкози – 1 г ксиліту дає близько 4 ккал енергії. Він швидко засвоюється і не має впливу на вміст цукру у крові. Проте при вживанні ксиліту можливе короточасне зростання вмісту цукру в крові, яке швидко набуває нормального рівня. В експериментальних дослідженнях з використанням позначеного вуглецю було встановлено, що ксиліт швидко всмоктується та проникає у тканини. Ксиліт не впливає на обмінні процеси і не є токсичним, а також не має будь-яких інших негативних властивостей. При вживанні ксиліту у великих кількостях (до 50 г на добу та більше) може спостерігатися розлад кишечника, тому в цих дозах ксиліт може розглядатися і як послаблюючий засіб.

Ксиліт використовується для заміни цукру при виробництві кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет та ожиріння. Ксиліт показаний також як жовчогінний засіб та, крім того позитивно впливає на стан зубів та збільшує секрецію шлункового соку. Вміст ксиліту в харчових продуктах не нормується, а його додавання у харчові продукти відбувається відповідно до затвердженої рецептури.

Застосовують ксиліт у дієтичних плодовоовочевих консервах, кондитерських, хлібобулочних виробках, безалкогольних газованих напоях.

Ксиліт – значно поширений у рослинному світі. Він може бути і продуктом метаболізму: за добу утворюється в організмі в кількості 5–15 г. Отримують ксиліт гідруванням (за наявності каталізатора) ксилози, що є

складовою частиною високомолекулярних ксиланів деревини. Ксилан також міститься в соломі, оболонках вівса, кукурудзи та ін.

Цукрові спирти – безбарвні сполуки, добре розчинні у воді. Деякі з них, наприклад D-сорбіт, гігроскопічні. Одержати їх можна шляхом кристалізації із спиртів із низькою температурою кипіння. У кислому і лужному середовищах їхня стійкість вище стійкості альдоз і кетоз.

Серед реакцій цукрових спиртів важливе місце займають реакції окиснювання. При селективному окиснюванні D-сорбіту за допомогою *Acetobacter suboxydans* утвориться L-сорбоза. Ця реакція є складовою частиною одержання вітаміну С із глюкози.

Ступінь солодкості ксиліту, сорбіту і маніту порівняно із цукрозою становить відповідно 0,85–1,2, 0,6 і 0,4.

Із розглянутих вище спиртів найбільш поширений сорбіт, який використовується, зокрема, при виробництві кондитерських виробів.

Цукрові спирти застосовуються при приготуванні продуктів для хворих на цукровий діабет, оскільки для їхнього засвоєння не потрібен інсулін. Енергетична цінність сорбіту і ксиліту приблизно однакова і становить 16,99 кДж/г, маніту – 8,49 кДж/г. Вони повільно і практично цілком засвоюються організмом. Медичні дослідження цукрових спиртів продовжуються. У Фінляндії, де організоване виробництво ксиліту з березової кори, на основі тривалих клінічних досліджень встановлено, що ксиліт позитивно впливає на стан зубів. Перевагою ксиліту є і те, що він не асимілюється більшістю видів мікроорганізмів. Тому продукти із ксилітом не піддаються мікробіологічному розкладанню. Досліди на тваринах і клінічні дослідження довели, що сорбіт в організмі перетворюється у фруктозу, збільшує виділення жовчі, сприяє виділенню шлункового соку, покращує перистальтику кишкового тракту. Засвоюється він досить повільно, що може призвести до шлункових розладів.

Лактит – це багатоатомний спирт, який одержали гідратуванням

природного молочного цукру – лактози при високій температурі та високому тиску водню за допомогою нікелевого каталізатора. Моногідрат лактози – це білий кристалічний порошок. За своїми фізико-хімічними властивостями лактит більш подібний, ніж інші неінтенсивні цукрозамінники до цукрози і не потребує змін у технології при використанні замість цукру для виробництва харчових продуктів, які у цьому випадку мають ту ж масу і структуру, що і на основі цукру (цукрози).

Лактит має чистий солодкий смак і не залишає сторонніх присмаків, чим відрізняється від інтенсивних підсолоджувачів. На його основі можна одержувати харчові продукти:

- зі зниженою калорійністю (калорійність лактиту 2 ккал/г, сахарози – 4 ккал/г);
- які не викликають карієсу зубів (лактит не метаболізується бактеріями, які наявні у ротовій порожнині, завдяки чому не з'являється зубний наліг і не виникає кисле середовище);
- придатні для харчування хворих на цукровий діабет (лактит не впливає на рівень глюкози й інсуліну в крові).

У доповнення до цього лактит не гігроскопічний (порівняно із сорбітом і ксилітом), добре розчиняється у воді. Ефективно знижує точку замерзання, його водні розчини мають значну в'язкість. Завдяки цьому лактит з успіхом замінює цукрозу в рецептурах кондитерських виробів, цукерок, морозива та ін.

Лактит добре доповнює інтенсивні цукрозамінники при приготуванні чаю, кави, прохолоджувальних напоїв. Морозиво, у якому цукор повністю замінили на лактит, має незмінні смакові та фізичні характеристики, помітно знижується калорійність. Страви і вироби з цим підсолоджувачем рекомендовані людям, хворим на діабет, ожиріння, карієс зубів й інші захворювання.

У 60-х роках минулого сторіччя зріс інтерес до підсолоджувальних речовин, що являють собою природні білки. Це було обумовлено тим, що

виникла необхідність у підсолоджувальних речовинах високої солодкості, які не мають енергетичної цінності. Вибір такої підсолоджувальної речовини міг бути зроблений на підставі порівняння природних підсолоджувальних речовин білкового типу з новими синтетичними речовинами солодкого смаку.

Міракулін одержують із плоду, лікувальні властивості якого відкрив англійський лікар В.Ф. Даніел. Плід має червоний колір і за формою нагадує оливки. Активна речовина міститься в тонкій оболонці плоду. Назва "чудо-плід" пов'язана з його смаковою гамою: від різко кислого смаку лимонного соку до смаку солодкого напою з цитрусовим присмаком. Тривале смакове відчуття вважається недоліком при вживанні різноманітних страв.

Міракулін являє собою глікопротеїд з молекулярною масою 42000 ± 3000 . У білковій частині він містить 373 амінокислоти і має ізоелектричну точку при рН9. Встановлено, що міракулін термостійкий при значеннях рН 3–12. Міракулін найефективніший із відомих речовин, що спроможні викликати відчуття солодкого смаку. Запропоновано декілька гіпотез, пояснюючих механізм його впливу. Курихара і Байдлер припустили, що в кислому середовищі відбувається зміна форми молекули, що забезпечує можливість сахаридним ділянкам арабінози і ксилози стимулювати центри рецептора, які викликають солодкий смак. Однак встановлено, що зміна білкової частини молекули міракуліну під дією ферменту призводить до зміни його активності. Це свідчить про те, що важливу роль відіграє і білкова частина його молекули. Міракулін блокує кислі центри рецептора, що дозволяє аміногрупі взаємодіяти із центрами рецепторів, які сприймають солодкий смак.

Можливі два способи застосування міракуліну. Відповідно до першого рекомендується застосовувати препарати, які його містять, безпосередньо перед вживанням несолодких харчових продуктів; відповідно до другого рекомендується додавати їх безпосередньо у харчові продукти.

Тауматини і талін. Останнім часом велика увага приділяється дослідженню природного білка солодкого смаку, який міститься у плодах

Thaumatococcus danielli. Солодкий білок знаходиться в мембрані насіння. Білки, солодкі на смак, назвали тауматином I і II (T_1 і T_2). Вихід білків становить 0,9 г тауматину, за ступенем солодкості еквівалентні 1,5 кг цукрози.

Встановлено, що тауматини мають приблизно однакову молекулярну масу (T_1 –21000±600, T_2 –20500±600), дуже близький склад амінокислот практично однаковий ступінь солодкості й ізоелектричну точку при рН12.

Встановлено, що ступінь солодкості тауматинів залежить від їхніх лужних властивостей. Доведено, що ацетилювання залишків лізину в молекулі T_1 призводить до зниження ступеня солодкості, який зникає зовсім при ацетилюванні чотирьох із десятих залишків лізину в молекулі білка. Вплив температури на ступінь солодкості тауматинів неоднозначний і залежить від концентрації речовини, наявності кисню, солей і величини рН. Необоротна денатурація білка відбувається при температурі 75°C і рН=5 або при температурі 55°C і рН3. Втрата солодкого смаку спостерігається й у тому випадку, якщо частина дисульфідних зв'язків при окиснюванні або відновленні руйнується [62].

Гліцерезин. Одержують із коренів солодкого дерева *Glycyrrhiza glabra*, що росте на півдні Європи і в Середній Азії. Корінь містить 6–14% гліцерезину. У ньому, крім гліцерезинової кислоти, міститься також крохмаль, цукри, білки, аміді, флавоної і смоли.

Гліцерезинова кислота – безбарвна кристалічна речовина, що практично нерозчинна у холодній, але розчинна в киплячій воді й етиловому спирті, являє собою глікозид тритерпенгліцеретинової кислоти, яка зв'язана з 0-β-D-глюкуронозил – (1,2)- β- D-глюкуроновою кислотою.

Гліцерезинова кислота, її амонієві та калієві солі після охолодження гарячих розчинів утворюють гелі, з яких потім кристалізуються при додаванні крижаної оцтової кислоти або етилового спирту. При гідролізі калієвої солі гліцерезинової кислоти розведеної сірчаною кислотою, одержують

кристалічний аглікон – нерозчинна у воді та без запаху гліцеретинова кислота, а у розчині – глюкуронова кислота.

Визначено, що глюкуронова кислота зв'язана з гліцеретиною через групу ОН, як у дицукриді [62].

Екстрагуванням із коренів солодкого дерева одержують екстракти, що застосовують у кондитерській промисловості та ін. З економічної точки зору найбільше вигідна амонієва сіль гліцерезинової кислоти. Гліцерезин у 50-100 разів солодше від сахарози, але не має яскраво вираженого солодкого смаку. Йому притаманні специфічні присмак і запах, що обмежує його застосування. За наявності цукрози гліцерезин виявляє синергетичний ефект [62].

Стевіозид. За останні 30-40 років значного поширення набули глікозиди стевії. Стевія – одна з найбільш цінних рослин, речовини якої сприяють зростанню рівня біоенергетичних можливостей організму людини, який дозволяє вести активний образ життя до старості.

З 1986 р. стевію вирощують в Україні. З 1988 по 1992 рр. НДІ гігієни харчування МОЗ України проводив медико-біологічні дослідження впливу на організм продуктів переробки стевії, які включали вивчення загальнотоксичної дії, вплив на імунний статус функцію відтворення, дослідження мутагенності.

Результати проведених досліджень свідчать про те, що продукція переробки стевії при тривалому її вживанні абсолютно нешкідлива, негативні ефекти не виявлені, спостерігалася сприятлива дія на стан вуглеводного і ліпідного обмінів. Міністерство охорони здоров'я України видало дозвіл на використання стевіозиду як підсолоджувача при виготовленні продуктів харчування (кондитерські вироби, плодово-ягідні та овочеві консерви, різні напої, соки, сир, морозиво тощо). Медики стверджують, що стевія корисна при гіпоглікемії та діабеті. У результаті проведених експериментів було відпрацьовано та запатентовано простий, недорогий і ефективний метод зеленого живцювання стевії в необмеженому обсязі, що дозволяє розмножувати

цю культуру насіннями і розсадою. Одержання насіння дозволило вести селекційну роботу зі створенням вихідного матеріалу і гетерозісних гібридів. За даними Інституту фізіології рослин ім. К.А. Тимірязєва підсолоджувальні компоненти стевії нетоксичні, низькокалорійні, не викликають звикання. Вони можуть успішно застосовуватись як підсолоджувач для людей, які страждають на цукровий діабет та порушення вуглеводного обміну.

Листя стевії у 30 разів солодші за цукор, що визначається наявністю у них солодких дитерпенових глікозидів, які являють собою органічні речовини неуглеводної природи. Еквівалент солодкості суми дитерпенових глікозидів, що містяться у листі стевії та отримали загальну назву “стевіозид”, у середньому становить 300 одиниць.

Основні переваги дитерпенових глікозидів – солодкі на смак без стороннього присмаку; практично нульова енергетична цінність; стійкість до нагрівання та довгого зберігання, дії кислот та лугів, незасвоюваність мікроорганізмів, гарна розчинність у воді, невелике дозування, безпечність при довгому вживанні, включення у процес обміну речовин без участі інсуліну, оскільки вони не змінюють, а нормалізують рівень глюкози у крові. Глікозиди у поєднанні з іншими компонентами, що містяться у стевії, попереджують розвиток хвороботворних бактерій і вірусів, а також мають протизапальну дію.

Солодкість дитерпенових глікозидів сприяє нормалізації концентрації глюкози у крові та відновленню порушеного процесу обміну речовин, що полегшує протікання цукрового діабету. Стевіозиду в листі стевії міститься 10–12%, причому в рослинах, вирощених у Середній Азії, він сягає 18%, у Криму, Україні, Молдавії, Грузії – до 5–7%. За хімічною природою харчовий стевіозид являє собою сумарний препарат, що складається з восьми дитерпенових глікозидів солодкого смаку. Дитерпенові глікозиди у харчовому стевіозиді становлять не менше 70%. Інші 30% становлять флавоноїди, водорозчинні хлорофіли та ксантофіли, оксикоричні кислоти, нейтральні водорозчинні олігосахариди, вільні цукри та інші сполуки.

У стевії, крім солодких глікозидів наявні сапоніни – глікозиди, які завдяки гідролізу розкладаються на вуглеводи і неуглеводні компоненти – аглікони, які визначають їхню цілющу дію. Рослинні глікозиди утворюють з водою щільну піну, яка емульгує жир у воді та має гомеопатичну дію. Завдяки легкій подразливій дії на слизову оболонку шлунка відбувається рефлекторне посилення секреції усіх залоз, що сприятливо впливає на бронхи. Вони можуть діяти як протизапальний засіб проти шкіряних і ревматичних захворювань; сприяють всмоктуванню в організм інших речовин, що містяться у стевії.

Екстракт стевії отримано за унікальною технологією, яка запатентована в Україні, без застосування хімічних домішок та консервантів. Він пройшов клінічні випробування, рекомендований Міністерством охорони здоров'я України для застосування в раціональному лікувально-профілактичному харчуванні. Продукт натуральний, не має енергетичної цінності, не має протипоказань, 1 г екстракту замінює 60 г цукру. Солодкий смак та лікувальний ефект визначають дитерпенові глікозиди-стевіозиди, які солодші за цукор у 300–400 разів. Стевіозиди – це фігостероїди.

Стевіозиди є будівним матеріалом для ендокринної системи людини, гормонізують та відновлюють всі види обміну, регулюють роботу нейроендокринної системи, відновлюють імунітет, позитивно впливають на окисно-відновлювальні процеси у клітинах, допомагають організму позбутися шлаків.

Стевіозид являє собою білий кристалічний гігроскопічний порошок з температурою плавлення 196–198°C, легкорозчинний у воді та нестійкий до нагрівання. При ферментативному гідролізі з одного моля стевіозиду утворюється три моля D-глюкози та один моль аглікона, який не має солодкого смаку і отримав назву стевіол. При кислотному гідролізі стевіозиду, крім D-глюкози виділяється також ізомер аглакону – ізостевіол, що має мутагенні властивості. Тому технологія отримання екстрактів і порошоків з листя стевії, а також кристалічних стевіозидів повинна бути м'якою, забезпечувати безпеку

продуктів. Крім того, ці технології повинні бути високоефективними і рентабельними в економічному аспекті, оскільки, як показує практика, врожайність стевії за сухою масою листя не перевищує 2 т/га – при середньому вмісті стевіозиду 6%. Для забезпечення м'яких технологічних режимів при переробці листя стевії використовуються процеси гідроакустичної екстракції стевіозиду активованою водою, мембранні (ультрафільтрація, діалізація, зворотний осмос) та іонообмінні способи його очищення та концентрування, а також низькотемпературна сушка. Особливістю цих процесів є те, що всі вони відбуваються за температурою навколишнього середовища без фазових перетворень і максимально зберігають нативність хімічної структури стевіозиду.

Виробництво природного підсолоджувача із стевії (натуральний порошок з листя, сухий екстракт, кристалічний стевіозид) включає такі основні етапи: обробка листя і стебла стевії в екстракторі, виділення водного екстракту стевіозиду шляхом сепарації, послідовне очищення шляхом ультра- та діалізації, зворотноосмотичне концентрування, остаточне очищення концентрованого екстракту на іонообмінних колонках, сушка концентрату. Отримані продукти переробки стевії (рідкий та сухий екстракти, пасти, рідкий і сухий концентрат стевіозиду) доцільно використовувати як підсолоджувачі та дієтичні добавки при виробництві різноманітних продуктів харчування.

Побічний продукт виробництва порошкового стевіозиду – пігментно-вуглеводна паста (забарвлені харчові волокна), яка містить практично весь початковий комплекс вітамінів, мінеральних і білкових речовин, що обумовлює високу харчову цінність цього продукту. Для контролю якості препаратів стевіозиду використовується метод високоефективної рідинної хроматографії на колонці з C18. Аналіз показує, що продукт складається із 27% стевіозиду і 73% ребаудіозиду. Спричиняє відчуття приємного солодкого смаку і добре розчинний у воді. Отримані за запропонованою схемою продукти переробки стевії (рідкі та сухі екстракти, пасти, рідкий і сухий концентрат стевіозиду)

доцільно використовувати як підсолоджувачі та біологічно активні добавки при виробництві різноманітних продуктів харчування. При ферментативному гідролізі стевіозиду утворюються 3 моля D-глюкози і 1 моль аглікону, що не має смаку і отримав назву "стевіол". При кислотному гідролізі, крім D-глюкози, утворюється також дещо відмінний від розглянутого аглікон ізостевіол.

У структурі аглікону до гідроксильної групи при атомі C₁₃ стевіолу в стевіозиді приєднаний відновлювальний дицукрид софороза (2-0-β-D-глюкопіранозил – β-D-глюкопіраноза). З карбоксильною групою, що знаходиться на C₄, ефірним зв'язком зв'язаний моноцукрид β-D-глюкопіраноза.

Були синтезовані і деякі аналоги стевіозиду, наприклад R¹= (CH₂)₃SO₃Na, R²=β-D-софорозил, які мають солодкий смак. Сполуки, у яких R¹= (CH₂)₃ SO₃Na і R²=H, мають гіркий смак.

З листя *S. rebaudiana*, крім відомих глікозидів стевіозиду і стевіолбіозиду були виділені ще два глікозиди: ребаудіозиди А і В. Ребаудіозид В являє собою 13-0-[β-D-глюкопіранозил-(1-2)-β-D-глюкопіранозил(1-3)]-β-D-глюкопіранозил-стевіолу; ребаудіозид А є його β-D-глюкопіранозиловий ефір.

Структура стевіолу подібна стероїдним гормонам. Він має слабку антиандрогенну активність. Стевіол нетоксичний.

Стевіозид приблизно у 300 разів солодший за сахарозу. Невелика його кількість викликає відчуття приємного солодкого смаку, велика – відчуття спочатку солодкого, потім гіркого смаку [62].

Сахарол. В Україні співробітниками асоціації "Стевія" культивовано стевію у наших кліматичних умовах, а науковцями НДІ хімії і технології лікарських засобів (м. Харків) розроблено технологію виділення комплексу солодких глікозидів із стевії, який названо сахаролом.

При виробництві сахаролу використовуються такі матеріали: питна вода, бутанол, окис кальцію, хлорид натрію, натрій вуглекислий, етилацетат.

Сахарол – це порошок жовто-зеленого кольору, з легким трав'яним

запахом; легкий, з дуже високим ступенем солодкості – у 300 разів більшим за цукор. Головні його складові – дитерпенові глікозиди: стевіозид 60%, ребаудизиди А та В – 30%, флавоноїди, оксипоричні кислоти, хлорофіл – 3–5%, вільні цукри – 1–2%, три- та чотириполісахариди – 1–2%, амінокислоти – 0,3%. Сахарол є стійким при зберіганні та термічній обробці харчових продуктів до впливу кислот.

Осладин. Екстракція сухих коренів *Polypodium vulgare* отримана за дуже низьких концентраціях (0,03%) бісглікозид нового типу стероїдного сапоніну, що отримав назву осладин.

При його кислотному гідролізі були отримані α -L-рамнопіраноза, β -D-глюкопіраноза й осладинаглікон.

Структура молекули осладину подібна до стевіозиду – на одному кінці аглікону знаходиться ди-, на другому – моносахарид.

Осладин приблизно у 3000 разів солодший за цукрозу. Однак у зв'язку з низькою його концентрацією у сировині практичне застосування осладину обмежене.

Тритерпеновий глікозид із плодів китайської рослини ло хан го. Підсолоджувальну речовину одержують екстрагуванням зі шкірки або м'якуша у воді або 50%-му розчині етилового спирту. Екстрагування речовини зі шкірки триває швидше.

Солодка речовина, одержувана з плодів ло хан го, за смаком подібна до стевіозиду і гліцерезину. Вона стійка навіть після п'ятигодинного нагрівання у киплячій воді.

Дослідження складу цієї речовини показало, що вона являє собою тритерпеновий глікозид із 5–6 глікопіранозними одиницями [6]. У чистому вигляді підсолоджувальна речовина має більш приємний смак, ніж неочищений препарат; ступінь солодкості його приблизно у 400 разів вище порівняно з сахарозою.

Гексагідрофлуорендикарбонова кислота. Японські дослідники у 1971 р. повідомили про виділення нового типу підсолоджувальної речовини з відмінною структурою порівняно з відомими сполученнями. З каніфолі, одержуваної із сосни (*Pinus*), були виділені 4 стереоізомери (А, В, С, D) 4-β-10-α-диметил-1, 2, 3, 4, 5, 10-гексагідрофлуорен-4, 6-дикарбонової кислоти, із яких тільки кислота А має солодкий смак. Кислоти В, С і D смаку не мають. Кислота А приблизно в 1300–1800 разів, а її натрієва сіль у 1600–2000 разів солодша за цукрозу, але мають гіркий смак.

Хлорогенова кислота і цинарін. Відомо, що артишоки (*Synara scolymus*) подібно до міракуліну, мають здатність змінювати смак. Тести показали, що розчини різноманітного смаку (сахарози, лимонної кислоти, хінініумхлориду, хлориду натрію) набувають солодкого смаку після попереднього ополіскування порожнини рота екстрактом із артишоків. Артишоки викликають відчуття солодкого смаку лише через 4-5 хв. Головними сполуками, що обумовлюють і змінюють солодкий смак артишоків, є хлорогенова кислота і цинарін.

Хлорогенова кислота і цинарін були отримані із свіжого листа артишоків екстракцією етиловим спиртом. Цинарін, як показали дослідження, також має солодкий смак. Склад цинаріну досліджувався авторами, які зазначають, що це безбарвна кристалічна речовина, погано розчинна в холодній і гарячій воді, краще – в оцтовій кислоті та в етиловому спирті. Під дією лугів вона розділяється на 3,4-дигідроксибензойну кислоту. Гідроліз розбавленими лугами спричиняє утворення 1,3,4,5-тетрагідроксициклогексанкарбонової і двох молекул 3,4-дигідроксикоричної кислот.

Дослідження зміни солодкого смаку артишоків мають важливе значення для покращання смаку харчових продуктів, які отримують із нетрадиційної сировини. У науковій літературі відсутні дослідження щодо застосування артишоків як препарату для покращання смаку харчових продуктів.

Філодुльцин – підсолоджувальна речовина вперше була виділена із чаю сорту амаха і листя рослини *Hydrangea macrophylla*. Для його виділення чай

сорту амаха екстрагували сумішшю етилового спирту з оцтовою кислотою. З екстракту випарюванням видаляли розчинник, а потім кристалізацією з використанням етилового спирту одержували філодульцин.

Перилартин (e)-перилалдоксим. Перилартин належить до групи природних підсолоджувальних речовин. Складова частина рослинної олії, виділеної з рослини *Perilla nankintnsis*, перилальдегід у 12 разів солодший за цукрозу; альдооксим відомий за назвою перилартин, у 200 разів солодший за цукрозу.

Незважаючи на високий ступінь солодкості, перилартин у зв'язку з токсичністю не має широкого застосування. У США, Великобританії, Франції його застосування заборонене.

Застосовується він тільки в Японії для поліпшення смаку тютюну. Встановлення структури перилартину за допомогою методу ЯМР дозволило синтезувати 80 нових його аналогів. Синтез проводили з метою одержання продукту, що має добру розчинність і не гіркий на смак. Ця сполука у 450 разів солодша за цукрозу, стійка при рН 3, має кращий смак, ніж перилартин, виявляє стійкість у більшості продуктів і концентратів.

Синтетичні підсолоджувальні речовини. Сьогодні відомо понад 150 найменувань цукристих речовин. Стандартом є цукроза. Якщо привести усі речовини до SES (одиниця вимірювання солодкості), то 44 має SES менше 1; 40 – в 1–49 разів солодше за цукор; 35 – у 50–500 разів солодше; 31 – більш, ніж у 500 разів .

Отже, у наш час на ринку представлені такі види підсолоджувачів: ацесульфам К, аспартам, цикламат, сахарин, сукралоза, неогесперідін ДС та тауматин. Ацесульфам К та аспартам називають підсолоджувачами нового покоління, що мають більший ступінь солодкості та більш наближені до цукру за солодкістю. При цьому ацесульфам К порівняно з аспартамом більш стійкий при зберіганні.

Сахарин (3-оксо-2,3-дегідробензо [d] ізотинол-1, 1-діоксид) має ступінь солодкості у 300–500 разів більше, ніж у сахарози.

Сахарин являє собою білу кристалічну речовину з температурою плавлення 228–329°C. 1 г сахарину розчиняється у 290 мл холодної чи 25 мл киплячої води, 50 мл гліцерину, 31 мл етилового спирту і 12 мл ацетону. Сахарин розчинний у лугах, практично нерозчинний у хлороформі, добре екстрагується етиловим і петролейним ефірами. Розчинність його збільшується при додаванні лимонної, винної чи оцтової кислоти. Сахарин є сильною кислотою (рН 1,3). Він стійкий при нагріванні протягом 1 год при температурі до 150°C у буферних розчинах із рН 3,3; 7,0; 9,0. У кислому середовищі гідролізується з утворенням солі амонієвої 2-сульфобензойної кислоти. У лужному середовищі при гідролізі утвориться сіль 2-карбоксібензосульфонаміду.

Солі сахарину мають солодкий смак. Найбільш часто уживана натрієва сіль кристалізується з двома молекулами води. Шляхом сушіння солі при температурі 120°C протягом 4 год одержують безводну сіль. Вона добре розчинна: 1 г у 1,5 мл води при 22°C чи в 500 мл етилового спирту. Водні розчини її нейтральні або слаболужні, стійкі при рН 3,3 і 7,0. Натрієва сіль сахарину приблизно у 500 разів солодша за сахарозу.

Нині з усіх підсолоджувальних речовин сахарин одержав найбільш широке застосування, проте подальше його поширення зв'язане з низкою труднощів.

Гіркий присмак сахарину (лімітуючий фактор) є, з погляду харчової технології, серйозною проблемою, для вирішення якої застосовуються різні засоби. Сахарин застосовують у комбінації з носіями, які не володіють смаком (наприклад, желатиною) чи з іншими речовинами, що підсолоджують.

Сахарин часто застосовують як натрієву сіль або в таблетках у вигляді суміші, що складається із сахарину і NaHCO_3 (1:4), який при розчиненні утворює CO_2 .

Нині дискутується питання про вплив сахарину на здоров'я людей. Сахарин відносно швидко проходить через травний тракт і 98% його виводиться із сечею. Встановлено певну залежність між споживанням сахарину і раком сечового міхура у пацюків. Встановлено, що сахарин і цикламати спричиняють рак сечового міхура у пацюків, яких годували нітросечовиною. Великі дози сахарину, використовуваного у раціоні пацюків, мали незначний канцерогенний ефект. У групі, де перед згодовуванням сахарину давали не канцерогенну дозу метилнітросечовини, спостерігалось захворювання на рак сечового міхура у 60% пацюків. Наведені дані свідчать про те, що дослідження канцерогенності тільки одних синтетичних солодких речовин не дозволяє зробити однозначний висновок. Однак можна констатувати, що сахарин небажано застосовувати щодня протягом тривалого часу [62].

Можна відзначити, що питання впливу сахарину на здоров'я людей і можливості його широкого застосування остаточно не вирішені.

Сахарин застосовується у фармакології, насамперед для коректування смаку ліків. Його використання для підсолодження харчових продуктів викликає у людей, схильних до ожиріння, серцеві та судинні захворювання. Перевагами сахарину як підсолоджувальної речовини є простота його синтезу і низькі витрати на виробництво.

Нині сахарин дозволений ФАО для застосування в усіх країнах як синтетична речовина, що підсолоджує, у кількості 5 мг/кг продукту, у спеціальних випадках – 15 мг/кг.

S-лайт. Ширшого використання набуває підсолоджувач s-лайт – продукт, призначений для низькокалорійного і діабетичного харчування. Він складається із 75% фруктози та 25% сахаринової солі. S-лайт має чистий солодкий смак, стійкий у водних розчинах в широкому інтервалі рН середовища та при підвищених температурах. Його цукрозний еквівалент – 108–110, тобто 9,2 г цукрозамінника s-лайт еквівалентно 1000 г цукру [62].

ЦиклаMAT натрію чи калію. Циклогексиламіно-N-сульфонова кислота являє собою білу кристалічну речовину без запаху, солодкого смаку, добре розчинну у воді (1 г /13 мл) і в полярних органічних розчинниках 1 г/25 мл C₂H₅OH, 9мл гліцерину чи 25 мл 1,2-пропандолу, погано розчинна у хлороформі та бензолі, нерозчинна у гексані. Величина рН 10%-го водного розчину цієї кислоти становить 0,8–1,6. У водному розчині кислота стійка при рН 2-10.

Натрієва сіль циклогексиламіно-N-сульфонової кислоти – білий кристалічний порошок інтенсивного солодкого смаку без стороннього присмаку, стійка при нагріванні (руйнується при температурі вище 260°C), добре розчинна у воді (1 г/5 мл води відповідно у 24 мл 1,2-пропандіолу), нерозчинна в етиловому спирті, бензолі, хлороформі, ацетоні й ефірі. Ступінь її солодкості у 30 разів вищий, ніж у цукрози. З підвищенням концентрації розчину ступінь солодкості знижується. Гранична концентрація для розчину цикламату становить 1%, при більш високій концентрації підвищення ступеня солодкості не виявляється.

Кальцієва сіль циклогексиламіно-N-сульфонової кислоти утворює білі кристали інтенсивного солодкого смаку без стороннього присмаку. Кристалізується з двома молекулами води, що видаляється при температурі 80°C. Безводна сіль руйнується при 260°C; 1 г її розчиняється у 4 мл води, у 60 мл етилового спирту й у 1,5 мл 1,2 пропандіолу. Сіль нерозчинна в бензолі, хлороформі й ефірі, її водні розчини нейтральні. Ступінь солодкості кальцієвої і натрієвої солі приблизно однакова. Солодким смаком володіють калієва і магнієва солі цієї кислоти, але вони не мають практичного значення.

Цикламатимі хімічно неактивні сполуки: однією з відомих їхніх реакцій є руйнування зв'язків N-S під дією азотистої кислоти (ця реакція використовується для аналітичного визначення цикламатів).

При дослідженні взаємозв'язку між структурою цикламатів і їхньою солодкістю не були встановлені визначені закономірності. Встановлено, що

частиною молекули, яка обумовлює солодкий смак, є циклогексанове кільце. Якщо ж у функціональній групі $\text{NH}\text{SO}_3\text{Na}$ атом водню заміщений метиловою, етиловою чи циклогексильною групою, солодкість зникає, а бензольний аналог уже не має смаку.

Тривалі дослідження цикламатів не виявили шкідливого впливу ні на печінку, ні на інші внутрішні органи. Метаболіти цикламатів протягом короткого часу практично цілком виводяться з організму із сечею. Однак встановлено, що частина їх (приблизно 0,1–0,9) в організмі перетворюється у токсичний циклогексаламін чи в канцерогенний дицилогексиламін. Крім того, було встановлено, що високі дозування цикламату при годівлі піддослідних тварин спричиняли пухлини сечового міхура.

Встановлено, що кальцієва сіль циклогексиламіно-N-сульфонової кислоти, подібно до сахарину, призводить до виникненню раку сечового міхура у пацюків. Підвищення дозування цикламату, що додається до їжі, мало незначний канцерогенний ефект. Тварини ж, яким перед цим давали не канцерогенну дозу метилнітрозосечовини, у 60% випадків захворювали на рак сечового міхура (карциногенез) [62].

Найбільша кількість цикламатів виробляється і споживається у США і Японії, переважно для готування напоїв, фруктових соків, компотів, кондитерських виробів тощо. Найбільшим попитом користується кальцієва сіль, оскільки вона прийнятна і для людей, яким рекомендована дієта зі зниженим вмістом натрію, однак маленьким дітям і вагітним жінкам уживання цієї солі не рекомендується.

Циклогексиламін-N-сульфонова кислота має приємний смак і при виробництві, наприклад цитринових напоїв, може бути використана у комбінації з цитриновою кислотою.

Оксатіацинондіоксиди являють собою кристалічні речовини, термічно й хімічно стійкі, розчинні в органічних розчинниках і воді. Як кислоти із

лужними металами, вони утворюють солі з температурою плавлення вище 200°C.

На підставі дослідження залежності відносної солодкості сполук цього типу і їхньої структури встановлено, що незаміщена похідна і похідні з невеликими алкільними групами мають інтенсивно солодкий смак. Найменший ступінь солодкості має основна сполука, найбільшу – 5-етил-6-метилпохідні. Заміна катіона не впливає на ступінь солодкості. Серед цього типу особливе місце займає 6-метилпохідна ацесульфаму.

Ацесульфам калію — це речовина, яка має приємний солодкий смак і добре розчинна у воді. Його солі стійкі, їхній смак не змінюється у напоях із кислою реакцією. Нагрівання розчинів ацесульфаму з рН 4 до температури 120°C не призводить до його розкладання. При зберіганні водних розчинів ацесульфаму протягом 1 місяця при 40°C не спостерігалось його гідролізу і зниження солодкості. Розкладається ця сполука у сильнокислому ($p < 2,5$) і сильнолужному середовищі.

Ацесульфам калію розглядався Комітетом експертів з харчових добавок на початку 80-х років минулого століття, коли було зроблено висновок щодо відсутності будь-яких даних, які свідчили б про наявність у цієї сполуки мутагенної або канцерогенної активності. Під час досліджень, що тривали два роки, з введення щурам та собакам ацесульфаму калію з кормом зроблено висновок, що рівень впливу речовини, ефект якої не може бути виявлений, становить 30 мг/кг з кормом, що еквівалентно 1,5 г/кг маси тіла на день для щурів та 900 мг/кг – для собак.

У подальшому були розглянуті додаткові дані, які підтвердили висновки раніше проведених досліджень на щурах і рівень впливу, ефект якого не піддається виявленню. При розгляді порівняльних фармакокінетичних даних, отриманих у дослідах на щурах та собаках, визначено, що рівні ацесульфаму калію, які досягається при введенні визначених доз, були більш високими у собак. У той самий час не було отримано даних про те, що собаки, в яких

відмічалися підвищені концентрації речовини у крові, більш чутливі до ацесульфаму калію, ніж щурі.

Фармакокінетичні дослідження, проведені на людях, показали, що перорально введені дози ацесульфаму калію повністю абсорбовувалися та швидко виводилися у незмінному вигляді із сечею. Період напіврозпаду ацесульфаму калію дорівнював 1,5 години. Це означало, що термін експозиції до з'єднання був достатньо коротким і його акумуляція не відбувалася.

З огляду на те, що ацесульфам калію не піддавався метаболізму у жодного з видів тварин, у тому числі й у людини, а у процесі додаткових досліджень, проведених на щурах, що отримували повторні дози досліджуваної речовини, не було виявлено будь-якої індукції метаболізму або змін у фармакокінетичних особливостях, Комітет експертів дійшов висновку, що щурі є експериментальною моделлю, придатною до вивчення закономірностей, характерних і для людини. У зв'язку з цим Комітет експертів вирішив, що, оскільки дворічний період спостережень на щурах відображає більш значну частину тривалості життя цих тварин, ніж такий самий період для собак, і період включає в себе також експозицію досліджуваної речовини *in utero* (в утробі), розмір припустимого добового споживання слід визначати на основі рівня впливу на щурів, ефект якого не може бути виявлений – тобто 1500 мг/кг маси тіла на день.

Комітет експертів звернув також увагу на нові факти, які свідчать про те, що ацесульфам калію не має несприятливого впливу на щурів, хворих на діабет, та алергенних властивостей, які виявляються у тестах за активною системною анафілаксією, що проводилися на морських свинках.

Були розглянуті також результати широких токсикологічних досліджень, пов'язаних із продуктами розщеплення ацесульфаму калію – ацетоацетамідом та ацетоацетамід-N-сульфоною кислотою, які показали, що ці сполуки мають низьку токсичність і не є мутагенними.

Зроблено висновок, що при використанні ацесульфаму калію як підсолоджувача не відбувається шкідливого впливу на здоров'я людини продуктів його розщеплення – ацетоацетаміду та ацетоацетамід-N-сульфонової кислоти.

Раніше встановлене (0-9 мг/кг) ДДС було змінено на 0–15 мг/кг маси тіла.

Ацесульфам додається до гарячих і холодних напоїв, борошняних виробів і молочних продуктів.

Відповідно до результатів останніх фармакологічних досліджень можна вважати, що ацесульфам є нетоксичним, неканцерогенним; не виявлена також його мутагенна і тератогенна дія. Проте комплексну токсикологічну оцінку на сьогодні не отримано. Ця підсолоджувальна речовина в організмі людини не засвоюється, не накопичується і виводиться із сечею навіть при багаторазовому застосуванні.

Для його визначення застосовується метод тонкошарової хроматографії [62].

Аспартам та його властивості. Метиловий ефір L- α -аспартил-L-феніламіну має солодкий смак аспартаму (так названо цей солодкий препарат, який вперше було налагоджено у промисловому виробництві). Велика увага приділялася дослідженню аналогів аспартаму з погляду визначення їхніх смакових властивостей. Актуальною проблемою є, зокрема, застосування взаємозв'язку між структурою і солодким смаком, вирішення якої дозволило б цілеспрямовано вести пошук нових речовин, що мають інтенсивно солодкий смак.

Пептиди, що мають солодкий смак, можуть застосовуватися разом з іншими низькоенергетичними природними і синтетичними підсолоджувальними речовинами у дієтичному харчуванні, але вони не рекомендовані для людей, хворих на цукровий діабет і схильних до ожиріння.

Солодкі дипептиди типу аспартаму індиферентні до мікроорганізмів і найбільш придатні для фармацевтичних цілей, наприклад для підсолодження

ліків, що необхідно при лікуванні дітей, тим більше, що аспартам нешкідливий як для дорослих, так і для дітей.

З медичної точки зору аспартам має ще одну важливу цінність порівняно із сахарозою – він не спричиняє карієс зубів.

При комбінованому застосуванні аспартаму із сахарозою, глюкозою, цикламатами і сахарином спостерігається синергізм, що призводить до зменшення компонентів суміші. Крім того, було встановлено, що незначна добавка (2–3%) аспартаму або його аналогів до сахарину нівелює його неприємний присмак.

Серед застосовуваних нині синергетичних підсолоджувальних речовин аспартам вигідно відрізняється за своїми позитивними властивостями. Він пройшов ретельну перевірку на токсичність і канцерогенність. Встановлено, що аспартам впливає на рН слини людини і змінює у ній концентрацію молочної кислоти.

Недоліком аспартаму є його схильність до гідролізу в сильнокислому і нейтрально-лужному середовищі.

Запропоновано способи модифікації лабільних ефірів дипептидів, що підвищують їхню стійкість. Один із шляхів, який дозволяє послабити спроможність до гідролізу підсолоджувальних речовин – зв'язування молекул, що обумовлюють солодкий смак з макромолекулами, наприклад декстраном або білками, отриманими при екстрагуванні із сої. Шляхом сушіння суміші розпиленням водяних розчинів обох компонентів або сублімацією одержують агрегати молекул. При цьому дуже важливо одержати агрегати оптимального розміру, оскільки збільшення їхнього розміру може призвести до зменшення необхідного контакту молекул із рецептором, внаслідок чого зменшується інтенсивність солодкого смаку. Іншим напрямом є синтез сполук, близьких за своєю структурою до аспартаму, але більш стійких до гідролізу і менш схильних до утворення похідних дикетопиперазину.

Аспартам є підсолоджувальною речовиною, що не завдає побічної дії на травний тракт, серцево-судинну і центральну нервову систему. Відповідно до фармацевтичних досліджень у травному тракті відбувається гідроліз метилкарбоксихильної групи, а створюваний дипептид розщеплюється на дві амінокислоти подібно тому, як це спостерігається у харчових продуктах. При звичайних дозах застосування аспартаму кількість аспарагінової кислоти, що вводиться додатково, і фенілаланіну не перевищує 1–3% їхньої кількості, що отримує організм.

При кімнатній температурі аспартам дуже стійкий протягом одного року, при зберіганні препарату з вологістю 3–5% при температурі 40°C утвориться менше 1% дикетопиперазину. При збереженні 20–45% розчинів аспартаму протягом одного місяця утворення дикетопиперазину становить 1,5%. Він стійкий при нагріванні до температури 105°C. При цій температурі протягом 70 год утворюється 5% дикетопиперазину. При температурі вищій 150°C стійкість аспартаму значно знижується.

Аспартам придатний для підсолодження харчових продуктів, що не піддаються тепловій обробці. Він може бути також використаний при готуванні морозива і кремів. При випічці виробів препарат витримує протягом 45 хв температуру 150°C без зниження ступеня солодкості.

Харчові продукти з додаванням аспартаму не змінюються при температурі 20°C протягом 24–48 год, при 10°C – протягом 7 діб, при 4°C – протягом 14 діб. При великих термінах різко знижується ступінь солодкості продуктів.

Для продуктів, що піддаються тепловій обробці і потім зберігаються протягом тривалого часу (наприклад, стерилізовані компоти, пиво), застосування аспартаму як підсолоджувальної речовини недоцільно. Аспартам може вживатися і хворими з порушеннями обмінних процесів, що спричинені наявністю у харчових продуктах фенілаланіну.

Неотам – (N-[N-(3,3-диметилбутил)-L-а-аспартил]-L-фенілаланін 1-метил складний ефір) є похідним від дипептиду, який складається з двох амінокислот – аспарагінової кислоти і фенілаланіну. Неотам у 7000–13000 разів солодший за цукор і в 30–60 разів солодший за аспартам [1].

Неотам не містить калорій і має чистий солодкий смак, подібний до смаку цукру, без будь-якого присмаку. Він функціональний у широкому діапазоні харчових продуктів і напоїв, може використовуватися самостійно або в суміші з іншими підсолоджувачами. Неотам стабільний у сухому вигляді і має порівняну з аспартамом стабільність у рідких харчових системах, а також більш стабільний при нейтральному Рн (наприклад, у борошняних виробках, йогурті).

Численні дослідження на лабораторних тваринах та клінічні спостереження на здорових дорослих людях і хворих на діабет 2-го типу свідчать, що неотам, навіть при дозах, які перевищують розраховані рівні споживання, безпечний і добре переноситься людьми. Неотам дозволено використовувати в Австралії і Новій Зеландії, це питання знаходиться на стадії розгляду в США та інших країнах.

Комітет експертів ФАО/ВООЗ по харчових добавках встановив допустиму добову дозу неотама на рівні до 2,0 мг/кг маси тіла.

Отизон. В Україні розроблені й освоєні технології отримання речовин (трет-бутилового ефіру ацетооцтової кислоти, хлор- і фторсульфонілізоціанату) для виробництва ефективного синтетичного підсолоджувача оксатіазинової природи – отизону, який відкриває нові можливості в комплексному регулюванні лікувально-профілактичних властивостей і якості хлібобулочних, кондитерських, молочних виробів, харчових концентратів, безалкогольних напоїв, розширенні їхнього асортименту і сировинної бази.

Отизон – білий кристалічний порошок з температурою плавлення 225–250°C. Він стійкий при кімнатній температурі та не гідролізується водою. При температурі 20°C розчинність отизону становить 270 г на 1 л води, з підвищенням температури розчинність його у воді зростає. При температурі

100°C його розчинність становить 100 г на 100 мл води. Гірше отизон розчиняється у спиртах й інших органічних розчинах.

Склад отизону підтверджений даними елементного аналізу, а його будова – дослідженням спектральних характеристик. Аналіз даних ЯМР ^1H і ^{13}C отизону і спектральні дані УФ- і ІЧ-спектроскопії дозволили одночасно ідентифікувати отизон як представника класу оксатіазинових сполук із структурою 3,4-дегідро-6-метил-1,2,3-оксатіазин-4-ОН-2,2-діоксиду.

Проведено експериментальну роботу щодо моделювання стійкості отизону залежно від температури, рН середовища і часу зберігання, а також впливу режиму пастеризації на модельні суміші отизону. Три серії модельних сумішей з рН від 1,2 до 8,0 зберігали при температурі 5, 20 і 40°C протягом 98 діб. Проби аналізували на вміст основних речовин (підсолоджувача отизону). Вивчено вплив режиму процесу пастеризації модельних сумішей отизону при різних значеннях рН середовища. У процесі пастеризації розчинів отизону при 75–87°C протягом 30 хвилин і рН середовища від 1,0 до 8,0 концентрацій цукрозамінника отизону не змінюється, що вказує на його високу стабільність. Стабільність отизону підтверджує також смаковий профіль проб. У результаті медико-біологічних досліджень встановлено, що отизон не виявляє мутагенну, канцерогенну, ембріотоксичну, тератогенну і каріогенну активність. У досліджах на 4-х видах тварин доведено, що отизон належить до малотоксичних сполук. Допустима добова доза для людини дорівнює 4,6 мг/кг маси тіла (відповідатиме споживанню з раціоном 55 г цукру) [62].

Похідні мочевины. Дульцин має більш приємний солодкий смак, ніж сахарин і солодший за цукрозу в 150–200 разів. Його одержують конденсацією *n*-фенетидину із мочевины при температурі 160°C.

Дульцин кристалізується у вигляді незабарвлених блискучих голок, розчинних у воді й етиловому спирті. При нагріванні у кислотному середовищі він розкладається з утворенням продуктів, що не мають солодкого смаку,

засвоюється організмом повністю, але має більш високу токсичність, ніж сахарин.

Встановлено, що він призводить до цирозу печінки у щурів. При тривалому вживанні у дозах 0,5–1% на 1 кг маси дувльцин спричиняє уповільнення росту, анемію та збільшує смертність.

Другою похідною мочевины, що має солодкий смак, є N-(4-нітрофеніл)-N-карбоксиметил мочевина "Suosan".

Сполука добре розчинна у воді, стійка при нагріванні до температури 250°C, у 350 разів солодша за цукрозу. Зі збільшенням кількості дегустованої проби її смак стає гірким. Найбільш простим способом одержання цієї сполуки є реакція 4-нітрофенілізоціанату з β-аланіном.

У науковій літературі описано ще одну похідну мочевины, що має солодкий смак – 4-етокситирилмочевина; вона розчинна в етиловому спирті. Її одержують з – 4-етоксибензоальдегіду. Даних щодо ступеня солодкості немає.

Похідні триптофану. Триптофан – незамінна амінокислота, яка у 25–50 разів солодша за цукрозу. Встановлено, що і похідні триптофану мають солодкий смак: наприклад, DL-6-трифторметилтриптофан має інтенсивний солодкий смак.

Встановлено, що D-6-хлортриптофан у 1000–1300 разів солодший за сахарозу і не має присмаку; L-форма його не має смаку але має антидепресивну дію.

Крім розглянутих вище похідних, були отримані Br-,F-,CH₃O- (CH₃)₂CH- похідні. Щодо їхньої токсичності та можливостей застосування даних у науковій літературі немає. У праці наведено опис N-формилкінуреніну і N-ацетилкінуреніну як сполук, що мають солодкий смак. Кінуренін є метаболітом триптофану.

Структура синтезованих сполук підтверджена методом ЯРМ і спектрами поглинання, отриманими в ультрафіолетовій області. Синтезовані сполуки викликають відчуття солодкого смаку. N-формил- і N-ацетилпохідні приблизно у

35 разів солодші за сахарозу. Результати застосувань їх як добавок до харчових продуктів, а також їхні токсикологічні дослідження в науковій літературі відсутні.

Похідні бензолу. До таких сполук належать похідні 3-нітроаніліну. Серед цих сполук найбільший ступінь солодкості має 1-п-пропоксипохідна (у спеціальній літературі позначається як P-4000), що у 4000 разів солодша за цукрозу і не має присмаку гіркоти, токсична (викликає, зокрема, болі в шлунку) і через шкідливість для здоров'я практичного застосування не має. Ця сполука була отримана за допомогою реакції Вільямсона шляхом взаємодії відповідного алкоголяту натрію з 2,4-динітрохлорбензолом з наступним відновленням отриманої динітропохідної, наприклад Н-пропоксипохідної.

Дуоксан (1-етокси-2-аміно-4-нітробензол) являє собою жовту кристалічну речовину, розчинну у воді, яка має температуру плавлення 96°C , у 350 разів солодша за сахарозу. Похідні такого типу дуже токсичні, термічно нестійкі та не мають практичного значення.

При вивченні залежності ступеня солодкості сполучень від їхньої структури було встановлено, що похідні бензолу мають солодкий смак тільки тоді, коли X, Y є електроннодонорними групами, а Z – електронноакцепторними, наприклад, X-H₂, OH, алкіл, галоген, алкоксил; Y-NH₂, OH, CH₃ Z-NO₂ CN CF₃.

Встановлено також, що крім розглянутих простих молекул, солодкий смак мають і сполуки з великою гідрофобною групою, наприклад сполуки, що мають двовимірний чи тривимірний залишок.

Інші синтетичні речовини солодкого смаку. 3,4-дигідро-2-(3-індометил)-1-метилпіперидин-4-карбонова кислота являє собою нову підсолоджувальну речовину.

Ця речовина солодша за цукрозу в 500-1000 разів. Її одержують конденсацією індол-3-карбальдегіду з етиловим ефіром 3,4-дигідро-3-гідрокси-

1-метилпіперидинкарбонової кислоти з наступним відновленням отриманої похідної дегідратацією і гідролізом отриманого похідного ефіру.

Запатентовано спосіб одержання 3-гідропохідних. Однак, повідомлень про результати токсикологічних досліджень немає.

Натрієва сіль 2-(4-метоксибензол) бензойної кислоти у 150 разів солодша за цукрозу, добре розчинна у воді, належить до безазотистих синтетичних підсолоджувальних речовин. При нагріванні сіль не розкладається; при підвищених дозах (>0,02%) її солодкий смак переходить у гіркий. Результатів токсикологічних досліджень солі у науковій літературі немає.

Глюцин – натрієва сіль суміші дисульфо- і трисульфо кислот тирозину. Він являє собою кристалічну речовину жовтого кольору, розкладається при температурі вище 250°C, у 300 разів солодший, ніж сахарин.

Похідні тетразолу, наприклад 5-заміщені амінотетразоли чи 5-(*m*-гідроксифеніл) тетразол, вважаються перспективними підсолоджувальними речовинами. Результатів їхніх токсикологічних досліджень у науковій літературі немає. Встановлено, що тригалогензамінені бензаміди (2,4,6-трибром-3-карбоксиалкилбензаміди і 3-карбоксиалкоксибензаміди) мають інтенсивний солодкий смак.

Ці сполуки одержують з відповідних ціаністих похідних кислотним чи лужним гідролізом. Їхня токсичність приблизно така ж, як сахарину і цикламатів. Однак результатів комплексних токсикологічних досліджень немає.

Трихлоргалактоцукроза (ТХГЦ) – раніше встановлений тимчасовий рівень припустимого добового споживання цього підсолоджувача – 0–3,5 мг/кг маси тіла. Це значення ПДС приймалося, виходячи з рівня невиявленого ефекту впливу (750 мг/кг маси тіла на день), який був визначений під час досліджень на собаках, які тривали 1 рік, а також із коефіцієнта безпеки, що дорівнює 200.

У наступний період Комітет експертів дійшов висновку про відсутність на сьогодні будь-яких посилань на те, що процеси абсорбції та метаболізму ТХГЦ можуть змінюватися при тривалому пероральному прийманні

трихлоргалактоцукрози. Цей висновок було зроблено на підставі порівняння даних про метаболізм ТХГЦ у різних видів тварин та людини й з урахуванням того факту, що під час ґрунтовних досліджень, проведених на тваринах, не було отримано ніяких доказів токсичної дії речовини. У той самий час Комітет визнав, що існуючі в його розпорядженні дані не охоплюють усі види можливих впливів, насамперед – потенційних ефектів мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

Комітет експертів зробив попередні висновки (хоча й донині не здійснено будь-яких спеціальних досліджень) про відсутність можливого несприятливого впливу трихлоргалактоцукрози на людей, які страждають на інсулінзалежний діабет. Це було зроблено на підставі розгляду даних, які показують, що ТХГЦ не має впливу на секрецію інсуліну, рівень глюкози у крові та вуглеводний обмін у людей.

Комітет експертів розглянув результати додаткових досліджень щодо можливої токсичної дії потенційного продукту розщеплення трихлоргалактоцукрози-6-хлорфруктози. У процесі короткострокового дослідження, яке тривало 28 днів, мишам-самцям вводили 6-хлорфруктозу у дозах 240 та 480 мг/кг маси тіла на день, у результаті чого у них наставав параліч задніх кінцівок. Крім цього, проведено три спеціальних дослідження з оцінки репродуктивної функції у щурів. Введення 6-хлорфруктози у дозах 18–48 мг на 1 кг маси тіла на день протягом 7–14 днів призводило до втрати фертильності у самців-щурів. Під час цих досліджень рівень впливу речовини, при якому не вдається виявити ефект, дорівнював 3 та 6 мг/кг маси тіла на день. Комітет експертів однак відмітив, що 6-хлорфруктоза – це тільки потенційний продукт розщеплення трихлоргалактоцукрози. Комітет вважає, що гіпотетична максимальна експозиція людини до 6-хлорфруктози (1,15 мкг/кг маси тіла на день) може відбуватися лише у тих випадках, коли ТХГЦ піддається екстремальному впливу (наприклад, впливу 0,1 моль/л HCl при 68°C протягом 72 год); у той самий час при звичайних фізіологічних умовах експозиція до 6-

хлорфруктози практично знаходиться на нульовому рівні. Отже, Комітет експертів дійшов висновку, що, оскільки дворічний період досліджень на щурах (включаючи час експозиції до ТХГЦ *in utero*) являє собою більш значну частину всього строку життя піддослідних тварин, ніж дослідження на собаках, які тривали 1 рік, визначення розміру ПДС повинно проводитись на підставі результатів дослідів, проведених на щурах. Коефіцієнт безпеки, що дорівнює 100, був пов'язаний із виявленим під час тривалих дослідів на щурах рівнем впливу, ефект якого не піддається виявленню – 1500 мг/кг маси тіла на день. Для трихлоргалактоцукрози було встановлено припустиме добове споживання, що дорівнює 0–15 мг/кг маси тіла.

Синонімом назви "трихлоргалактоцукроза" є назва "сукралоза" ("sucralose") [62].

Змішані підсолоджувальні речовини. Замінити цукрозу дуже важко, оскільки її смак вважається природно солодким, а всі інші підсолоджувальні речовини мають солодкість штучну, неприродну.

Для кожного підсолоджувача є межа максимальної солодкості, вище якої солодкість не підвищується. При використанні сумішей підсолоджувачів має місце явище синергізму. Це виявляється в тому, що при використанні сумішей досягається значно більший рівень солодкості. Наприклад, для заміни 100 г цукру в 1 л напою потрібно 160 мг аспартаму + 160 мг ацесульфаму (320 мг), а при використанні одного з підсолоджувачів потрібно додати 500 мг. Отже, синергізм підсолоджувачів дозволяє значно зберегти сировину.

Для регулювання смаку підсолоджувальних речовин застосовують суміші, що відрізняються:

- синергізмом двох або декількох застосовуваних у суміші речовин;
- зміною смаку при додаванні органічних і мінеральних речовин, що мають визначені смакові властивості;
- посиленням смаку за рахунок різноманітних добавок.

"Якісний" синергізм виявляється у поліпшенні смаку при використанні декількох підсолоджувачів замість одного. Наприклад, солодкість ацесульфаму калію відчувається миттєво, проте недовго, а солодкість аспартаму виявляється не відразу, але тримається тривалий час. Змінюючи співвідношення обох речовин у суміші, смак її можна найбільшою мірою наблизити до смаку цукру.

"Кількісний" синергізм – це взаємне посилення солодкості різних підсолоджувачів. Наведені деякі варіанти найбільш вдалого сполучення індивідуальних підсолоджувачів. Змішуючи їх безпосередньо на підприємстві, виробникам харчової продукції не завжди (особливо при використанні сахарину і цикламатів) вдається позбутися неприємного присмаку і досягти оптимального співвідношення між солодкістю, ціною і технологічними характеристиками. Тому виробники продуктів харчування в усьому світі, як правило, надають перевагу готовим сумішам підсолоджувачів.

Велику частину сумішей підсолоджувальних речовин готують із застосуванням сахарину. При цьому його гіркота знижується, а солодкий смак посилюється в окремих випадках внаслідок застосування інших речовин (фруктози, гідролізатів крохмалю, лактози, D-галактози, гліцину, глютамінової кислоти, солей цитринової кислоти, хлориду натрію і кальцію, сульфату магнію, цикламатів тощо).

Як так звані об'ємні наповнювачі застосовують солі органічних кислот або гідролізати крохмалю, одержуючи підсолоджувальні речовини, які за зовнішнім виглядом дуже схожі на сахарозу.

Суміші природних підсолоджувальних речовин. При приготуванні натуральних солодких сумішей використовують властивості цукрози. Для збільшення ступеня солодкості готують суміші цукрози з фруктозою або у комбінації з глюкозо-фруктозним або глюкозним сиропом (1:1). При цьому досягається більш високий ступінь солодкості при менших витратах.

Суміш цукрози із сорбітом або іншими цукровими спиртами застосовується при виготовленні жувальної гумки.

Гідролізати крохмалю поряд із цукрозою комбінують із цукровими спиртами, а для посилення смаку додають яблучну кислоту. У США застосовується підсолоджувальна суміш, що складається з гідролізатів крохмалю з додаванням фосфату натрію і мальтози [62].

Суміші синтетичних підсолоджувальних речовин готують на основі сахарину, цикламатів, аспартаму з додаванням інших підсолоджувальних речовин.

Для зниження калорійності у деякі харчові продукти можна додавати сахарин у суміші з менш солодкими речовинами, наприклад ксилозою або глюкозним сиропом. Ступінь солодкості суміші, що складається із сахарину і цикламатів у співвідношенні 1:10, еквівалентний 75-кратній кількості цукрози і має приємний солодкий смак без присмаку. Використовується у комбінації неогесперидиндигідроалконів із сахарином або цикламатами (25,64 або 11%). У таких сумішах має місце синергетичний ефект і посилення аромату. При приготуванні напоїв гарні результати отримані при використанні цукрози з неогесперидиндигідроалконом у співвідношенні 1: 3.

Розроблено підсолоджувальну суміш, до складу якої входять ацесульфам й інші синтетичні підсолоджувальні речовини.

Гарні властивості мають і суміші, що складаються з солодких дипептидів і цукрози, а також із додаванням сорбози, ксилози або карбоксиметилцелюлози.

На увагу заслуговує підсолоджувач "Світлі". Таку назву одержав перший російський підсолоджувач за рекомендацією Інституту харчування Академії медичних наук Російської Федерації. "Солодкість дієтична" – це комбінована суміш найбільш відомих підсолоджувачів, які відповідають високим вимогам гігієни харчування, наприклад, аспартам, супралозин та ін.

Синтетичні інтенсивні підсолоджувачі застосовуються у виробництві молочних продуктів (йогуртів, морозива, сирних продуктів тощо), хлібобулочних виробів, печива, жувальної гумки, майонезів, кетчупів, соусів, напоїв, при консервуванні фруктів і овочів. Необхідно зазначити, що

застосування багатьох підсолоджувальних речовин потребує також додаткового використання консервантів та інших наповнювачів, харчових добавок.

Нині існують різні, часом протилежні думки про їх корисність, безпеку та можливість використання в харчових продуктах. Проблема використання підсолоджувачів широко досліджується спеціалістами харчової промисловості, медичної та інших сфер діяльності. Підсолоджувачі останніми роками широко використовуються не лише у виробництві продуктів харчування, але й як готові для споживання добавки. Враховуючи відносно невелику ціну на підсолоджувачі, вони вже знайшли своїх численних споживачів. А серед них, що особливо важливо, люди похилого віку, школярі, студенти, а також працездатне населення.

Підсолоджувачі використовують у багатьох галузях харчової промисловості. Насамперед це пов'язано з виключно високим коефіцієнтом солодкості, який у 200–600 разів вище цукру, та, як наслідок, можливість виробництва з їх допомогою недорогих низькокалорійних продуктів харчування з повною або частковою заміною цукру. Завдяки відсутності глюкозного фрагменту вони можуть використовуватись у виробництві продуктів для людей, хворих на цукровий діабет; їх використання дозволить вирішити проблему національної безпеки країни в галузі здорового харчування населення.

На сьогодні підсолоджувачі використовуються у кондитерській, хлібобулочній, пивобезалкогольній, молочній промисловості, а також при виробництві безалкогольних та алкогольних напоїв, молочних продуктів, жувальної гумки, кетчупів та багатьох інших продуктів.

Технологія використання підсолоджувальних речовин у виробництві функціональних продуктів харчування. За розробленою технологією екстракт "Стевіасан" отримували з трави сухої дволисника солодкого – "стевії" (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Листя і стебла рослини подрібнювали в екстракторі роторно-кавітаційного типу до отримання гомогенізованої однорідної маси [28].

Екстракт стевіозиду відділяли шляхом сепарації і проводили послідовне очищення за допомогою ультра-фільтрації через полісульфонамідні мембрани ППМ фірми "Владіпор".

На наступному етапі масу концентрували зворотно-осмотично, з використанням поліамідної композитної мембрани ОФМ-До, із отриманням продукту із вмістом стевіозиду 55–60%. Для останнього очищення концентрату екстракту його пропускали крізь іонообмінні колонки із катіонообмінними матеріалами, для цього використовували амберлітову смолу IRC-450.

Висушування концентрату проводили на агрегаті з фонтануючим прошарком і розпилюючою форсункою при температурі носія 70–75°C до залишкової вологості екстракту 3–4% і вмістом стевіозиду до 96%.

За хімічною природою екстракт "Стевіясан" є сумарним препаратом, що містить дитерпенові глікозиди солодкого смаку і являє собою сироп або білий кристалічний гігроскопічний порошок з температурою плавлення 198°C, розчинністю у воді (800 г/л), енергетичною цінністю – 29 ккал / 100 г.

У екстракті-сиропі 70% (на СР) дитерпенових глікозидів, 15% флавоноїдів, 5% полісахаридів, енергетична цінність – 18,5 ккал / 100 г.

У дослідженнях використаний екстракт "Стевіясан" сухий, у вигляді сиропу – рідкий (табл. 3.3).

Медико-біологічними дослідженнями встановлені нормовані мікробіологічні показники екстракту (табл. 3.4).

Визначені допустимі рівні токсичних елементів у екстракті (табл. 3.5) та його хімічний склад і фізико-хімічні характеристики (табл. 3.6-3.7).

Для оцінки еквівалентної солодкості екстракту використаний цукровий розчин, що відповідав пороговій солодкості – 0,4 г/л. Через інтенсивний солодкий післясмак розчинів екстракту, в концентраціях, що відповідають 40–100 г цукру на 1 л, що було важко компенсувати, вибрана найменш можлива концентрація підсолоджувача. У дослідженнях використаний маточний розчин

екстракту з концентрацією 0,133г/л і 5 розчинів з діапазоном передбачуваної еквівалентної солодкості (табл. 3.8).

Таблиця 3.3

Органолептичні та фізико-хімічні показники екстракту "Стевіасан"

Показник	Екстракт рідкий	Екстракт сухий № 1	Екстракт сухий № 2
Зовнішній вигляд	рідина густа	порошок	порошок
Колір	темно-коричневий	від світло до темно-коричневого	від білого до жовтуватого
Смак та запах	солодкий, з гіркуватим присмаком і трав'яним запахом	солодкий, з гіркуватим присмаком	солодкий, з гіркуватим присмаком
Масова частка вологи, %	50,0	8,0	5,0
Масова частка дитерпенових глікозидів, %	12,0	30,0	90,0
Масова частка золи, яка не розчиняється у 10% соляній кислоті	0,05	0,1	0,1
Масова частка феродомішок, %	0,0002	0,0003	0,0003

Таблиця 3.4

Мікробіологічні показники екстракту "Стевіасан"

Показник	Екстракт рідкий	Екстракт сухий
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г не більше	$1,0 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^4$
Патогенні мікроорганізми, у т.ч. бактерії роду сальмонела, у 25 г	не допускаються	не допускаються
Бактерії групи кишкової палички (коліформи), у 1 г	не допускаються	не допускаються
Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше	$5,0 \cdot 10$	$5,0 \cdot 10$
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше	$5,0 \cdot 10$	$5,0 \cdot 10$

Таблиця 3.5

Вміст токсичних елементів в екстракті "Стевіасан"

Показник	Екстракт рідкий	Екстракт сухий
Свинець ≤	1,00	1,00
Кадмій ≤	0,05	0,05
Миш'як ≤	1,0	1,0
Ртуть ≤	0,02	0,02
Мідь ≤	25,00	25,00
Цинк ≤	50,00	50,00

Таблиця 3.6

Фізико-хімічні характеристики й енергетична цінність сухого екстракту "Стевіасан"

Характеристика	Показник
Розчинність у воді, г/л	800
Елементний склад	C ₄₄ H ₂₂ O ₂₄
Вміст, %:	
важких металів (у перерахунку на Pb)	<0,001
миш'яку	<0,0001
Специфічні видимі обороти, град.	30–39
Температура плавлення, °С	196–198
Енергетична цінність, 100 г (ккал)	28,70

Таблиця 3.7

Хімічний склад і енергетична цінність густого екстракту "Стевіасан"

Речовина	Вміст, % (на СР)
Дитерпенові глікозиди	65–70
Флавоноїди	12–15
Водорозчинні хлорофіли і ксантофіли	12–14
Амінокислоти	1,2–2
Полісахариди	3–5
Вільні цукри	3–5
Мінеральні речовини (солі кальцію, калію, заліза, йоду та ін.)	0,3–0,5
Водорозчинні вітаміни С, В, В ₁ , В ₆ , F	0,1
Енергетична цінність, 100 г (ккал)	18,3

Показники солодкості екстракту "Стевіасан"

Номер розчину	Маточний розчин, мл	Суша речовина, г/л	Солодкість, відповідно SES
1	149,8	0,020	200
2	170,8	0,022	175
3	199,2	0,025	150
4	238,7	0,030	125
5	295,6	0,040	100

Реальне значення еквівалентної солодкості сухого екстракту визначене у межах 280–300 од., рідкого екстракту – 55–65 од.

Для розробки раціональних технологій продуктів оздоровчого харчування, зокрема борошняних кондитерських виробів, виникла необхідність у проведенні комплексних досліджень щодо впливу екстракту "Стевіасан" на реологічні характеристики тістових моделей. Екстракт "Стевіасан", у концентрації від 0,1 до 0,7% знижує пружно-еластичні властивості на 3,5–21,5 (сухий) і на 8,5–19% (рідкий) та динамічну в'язкість на 3,8–27,5% (сухий) і 20,0–34,0% (рідкий), відповідно. Разом з тим, необхідно відмітити збільшення піддатливості зразків з екстрактом сухим на 3,6–26,6% і пластичності на 0,22–0,84% відповідно. Для зразків з екстрактом рідким піддатливість збільшується на 8,8–23,4%, пластичність – на 14,5–21,8% відповідно. Збільшення концентрації екстракту знижує граничну напругу зсуву на 0,46–0,29 Па·10⁻² (моделі №2-4) та на 0,5–0,37 Па·10² (моделі № 5-7) (табл. 3.9). Отримані характеристики свідчать, що екстракт є пластифікатором структури тіста.

Аналіз альвеограм дозволив отримати механічні характеристики, які підтверджують дані, що екстракт "Стевіасан" є пластифікатором структури тістових мас завдяки наявності дитерпенових глікозидів. Він знижує пружність тіста та підвищує пластичність. Пружність тіста (моделі 2-4) знижується на 7,3–19,2% відповідно, що позитивно впливає на заміс тіста. Витрати енергії на деформацію зразків знижуються на 5,5–11%.

Реологічні характеристики тістових моделей

Тістові моделі	Модуль зсуву, G (Па·10 ⁻²)	Динамічна в'язкість (Па·С·10 ⁻⁴)	Піддатливість, (см ² /дин·10 ⁻²)	Період релаксації, за Максвелом (с·10 ²)	Пластичність, Р (%)
1	52,15	2,90	1,95	5,52	18,15
2	50,36	2,80	2,00	5,51	18,18
3	47,22	2,60	2,15	5,48	18,25
4	41,11	2,10	2,45	5,10	19,60
5	47,85	2,35	2,10	4,80	20,80
6	46,05	2,15	2,20	4,65	21,50
7	42,30	1,90	2,35	4,50	22,15

Примітка. Тістова модель № 1 – контроль; тістові моделі № 2-4 із сухим екстрактом; № 5-7 з рідким екстрактом; реологічні характеристики реєструвалися у режимі зсуву під час посту.

Структура борошняних кондитерських виробів залежить від клейковинного комплексу і стану вологи у тісті (табл. 3.10).

При збільшенні концентрації екстракту відносний вміст зв'язаної вологи збільшується на 1,39% (у моделі 2-4) та на 0,9% (моделі 5-7).

Таблиця 3.10

Вміст вологи у тістових моделях

Показник	Тістові моделі						
	1	2	3	4	5	6	7
Загальний вміст вологи, %	40,6	40,5	40,0	39,4	40,2	39,8	39,3
вільна волога, %	13,2	13,1	12,7	12,0	12,8	12,7	12,6
зв'язана волога, %	86,1	86,4	86,9	87,3	87,0	87,1	87,3

Примітка. Тістова модель № 1 – контроль; тістові моделі № 2–4 із сухим екстрактом; № 5–7 з рідким екстрактом.

Технологічні властивості тістових мас залежать і від взаємодії дисперсійного середовища з біополімерами борошна за наявності води, тому вважали за доцільне дослідити вплив екстракту на клейковину борошна.

Борошняне тісто є колоїдною, дисперсною системою, його властивості визначають високо- та низькомолекулярні сполуки, насамперед білки клейковини, які утворюють у структурі тіста просторову пружно-еластичну

сітку і крохмаль, що є наповнювачем і пластифікатором структури. При наявності води білкові речовини борошна здатні інтенсивно набрякати. При цьому нерозчинні у воді білкові фракції – гліадинова та глютенінова утворюють пружну, пластичну структуру. Цукор виявляє дегідратуючу дію і таким чином, знижує набрякання білків і крохмалю борошна. Він сприяє збільшенню тиску в інтерміцелярній рідині, що призводить до її відтоку від полімеру до цукру.

Визначені якісні та кількісні показники клейковини тістових моделей з екстрактом "Стевіасан" (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Якісний і кількісний склад клейковинного гелю тістових моделей з екстрактом "Стевіасан"

Показник	Тістові моделі							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість сирої клейковини, %	28,0	26,7	26,5	26,3	27,8	27,4	27,2	26,5
Розтяжність, %	25,0	20,0	19,20	18,5	24,0	22,0	20,0	19,0
Стискуваність, од. приладу ЦК-1	102,5	102,0	101,5	100,0	101,7	101,5	101,2	99,0
Гідратаційна здатність, %	177,0	171,5	169,0	163,5	175,0	170,0	168,0	153,0
Гранична напруга зсуву, кПа	5,5	4,5	3,4	3,0	5,2	4,3	3,80	2,3

Примітка. Тістова модель № 1 – контроль; тістові моделі № 2– 4 із сухим екстрактом "Стевіасан"; тістові моделі № 5– 7 із рідким екстрактом "Стевіасан"; тістова модель № 8 – з цукром.

Кількість сирої клейковини у моделях з екстрактом "Стевіасан" нижча, ніж у контролі, знижується і її гідратаційна здатність з підвищенням концентрації екстракту завдяки комплексу дитерпенових глікозидів, які зменшують гідратацію протеїнових гелів борошна і сприяють зниженню пружності тіста. Структурно-механічні характеристики тістових моделей з

екстрактом залежать від концентрації підсолоджувача: із його збільшенням зменшуються пружні та підвищуються пластичні властивості тістових мас. Використання екстракту "Стевіасан" гальмує набрякання клейковини і підвищує пластичність тістових мас, тому його доцільно використовувати при виготовленні таких видів тіста, де це є важливою технологічною умовою отримання якісної продукції (пісочні та бісквітні вироби).

Значна частина кондитерських оздоблювальних і борошняних напівфабрикатів та солодких страв являє собою піноподібну структуру, тому технологічний процес їхнього виробництва ґрунтується на утворенні пін.

З метою вивчення можливості використання у їхніх рецептурах екстракту досліджено його вплив на утворення піни з вершків (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Фізико-хімічні показники харчових пін з екстрактом "Стевіасан"

Зразок	Фізико-хімічний показник	
	Піноутворююча здатність, %	Стійкість піни, %
Контроль	132,0±2	128,0±3
Дослід № 1	131,5±4	125,0±2
Дослід № 2	132,0±3	124,0±2

Примітка. Контрольний зразок – вершки з цукром; дослід № 1 – вершки з 50% цукру і екстрактом "Стевіасан"; дослід № 2 – вершки з екстрактом "Стевіасан".

Додавання екстракту "Стевіасан" до концентрації, що необхідна для відчуття солодкості на рівні контрольного зразка, не впливає на піноутворювальну здатність системи. Піноутворювальна здатність контрольного і дослідних зразків подібна, проте, стійкість піни вища у контролі, оскільки цукор сприяє підвищенню стійкості пінної структури.

З метою визначення впливу екстракту на динаміку розвитку мікроорганізмів (МАФМ) проведені мікробіологічні дослідження. Результати отриманих експериментальних даних свідчать, що живильне середовище з вмістом екстракту "Стевіасан" пригнічує зростання *Staphylococcus Aureus* (рис. 3.3), загальна кількість МАФМ у зразках молочних розчинів з екстрактом

достовірно нижча порівняно з молоком (рис. 3.4), екстракт уповільнює процеси метаболізму, розвиток і збільшення кількості мікроорганізмів, що дозволяє прогнозувати його позитивний вплив на мікробіологічну безпеку продуктів з його використанням [28].

- Визначена еквівалентна солодкість екстракту "Стевіасан" відносно цукру, яка становила для сухого екстракту 280–300 од., для рідкого – 55–65 од.

- Екстракт "Стевіасан" знижує пружно-еластичні властивості (на 3,5–21,5%) і динамічну в'язкість на 3,8–34,0% та збільшує піддатливість (на 3,6–26,6%) та пластичність (на 0,22–21,8%) системи при зростанні концентрації екстракту.

- Механічні характеристики свідчать, що екстракт "Стевіасан" є пластифікатором структури тістових мас, він позитивно впливає на заміс тіста. Витрати енергії на деформацію зразків знижуються на 5,5–11%.

- При зростанні концентрації екстракту підвищується вміст зв'язаної води (на 0,9–1,39%) і знижується – вільної (на 0,1–0,6%).

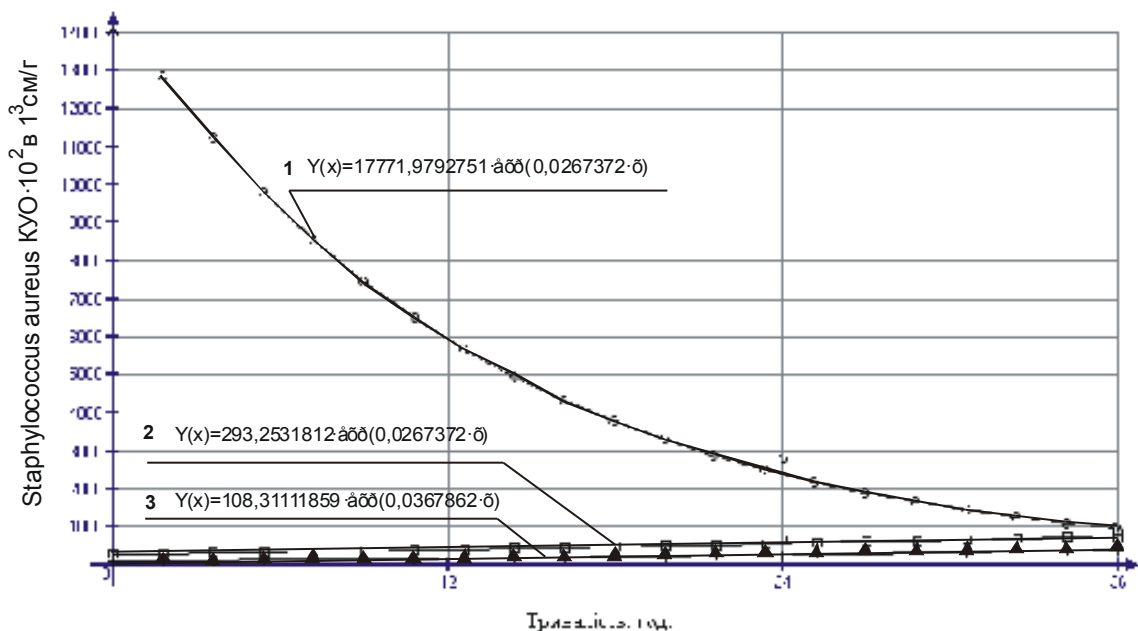


Рисунок 3.3 – Динаміка розвитку *Staphylococcus Aureus* у розчинах молока з екстрактом "Стевіасан" за умов зберігання: 1 – молоко (□ □ □ □ □ □); 2 – молоко + 60% цукру (□ □ □ □ □ □); 3 – молоко + 0,1% екстракту "Стевіасан" (▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲)

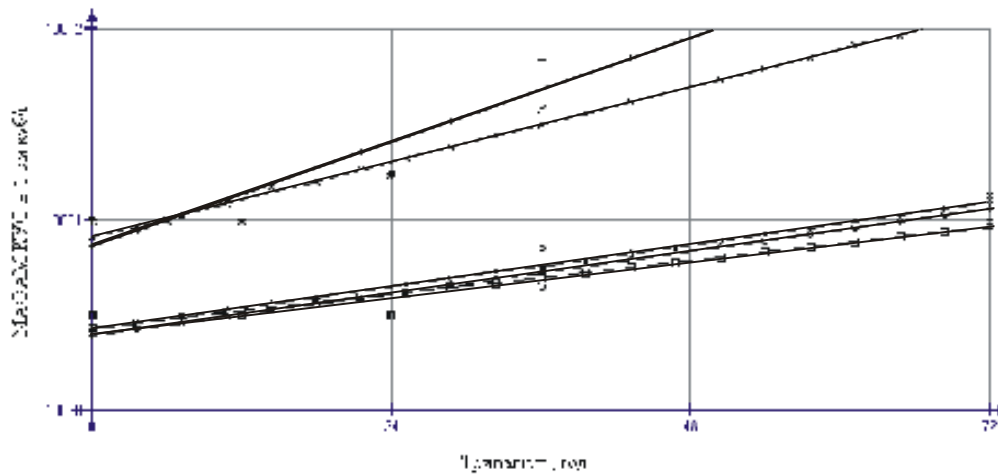


Рисунок 3.4 – Динаміка змін мікробіологічних показників тістечок заварних:

○ ○ ○ ○ Контроль (тістечко заварне з фруктовим намічиком)	$Y(x)=6,0134327 \cdot \exp(0,0425419 \cdot x)$
□ □ □ □ Дослід (тістечко заварне з печивом яблу-ниною)	$Y(x)=7,3262872 \cdot \exp(0,0336881 \cdot x)$
— — — — Контроль (тістечко заварне з кремом 'Наполеон')	$Y(x)=52,1892686 \cdot \exp(0,1051176 \cdot x)$
△ △ △ △ Дослід 1 (тістечко заварне з кремом 'Наполеон')	$Y(x)=64,9951284 \cdot \exp(0,0755283 \cdot x)$
× × × × Дослід 2 (тістечко заварне з кремом 'Наполеон, фруктовий')	$Y(x)=6,9550792 \cdot \exp(0,0430358 \cdot x)$

- Екстракт знижує вміст сирової клейковини і її гідратаційну здатність завдяки комплексу дитерпенових глікозидів, які зменшують гідратацію протеїнових гелів борошна і сприяють зниженню пружності тіста.
- Екстракт гальмує набрякання клейковини і підвищує пластичність тістових мас; його доцільно використовувати при виготовленні тих видів тіста (пісочного, бісквітного), де це є важливим технологічним фактором.
- Екстракт незначно впливає на піноутворювальну здатність вершків (меланжу) у низьких концентраціях, стійкість піни вища у традиційних виробках, оскільки цукор підвищує стійкість пінної структури.
- Екстракт "Стевіасан" знижує пружно-еластичні властивості та динамічну в'язкість, збільшує піддатливість, тобто він є пластифікатором структури. Збільшення концентрації екстракту знижує граничну напругу зсуву і пружність та підвищує пластичність, що позитивно впливає на заміс тіста. Механічні характеристики тістових модулів підтверджують, що екстракт є пластифікатором структури.

– Вміст сирої клейковини і її гідратаційна здатність у модулях з екстрактом нижчі, ніж у контролі; він гальмує набрякання клейковини і підвищує пластичність, його доцільно використовувати при виготовленні пісочного та бісквітного тіста.

– У тістових модулях вилучену масову частку цукру компенсували рецептурними компонентами, які дозволяли оптимізувати хімічний склад: рівними видами борошна, отриманого з зернопродуктів ЕСО.

– Екстракт уповільнює процеси метаболізму, розвиток і збільшення кількості мікроорганізмів, що дозволяє прогнозувати його позитивний вплив на мікробіологічну безпеку продуктів з його використанням.

3.6. Інуліновмісні екстракти й інулін

Інулін – рослинний харчовий продукт, одержаний за допомогою сучасної "холодної" технології, що дозволяє максимально зберегти його структуру та біологічну активність. Це полісахарид рослинного походження, що входить до складу більш ніж 36000 рослин, головним чином родин складноцвітних, цибулинних, злаків і має у рослинах ту ж функцію, що і крохмаль. Інулін належить до класу вуглеводів і є полімером фруктози (фруктан). Він входить до складу багатьох їстівних рослин: часнику, артишоку, спаржі, топінамбура, цибулі, цикорію, лопуха, скорцонера, омани, жоржини, кульбаби, мати-й-мачухи, ехінацеї, пирію та ін.

Насамперед, інулін є харчовим волокном, основними властивостями якого є: зниження рівня цукру, холестерину, тригліцеридів і фосфоліпідів у крові; зниження факторів ризику серцево-судинних уражень; виявлення імуномодельючої дії; гепатопротекторної і антитоксинної дії; антикоагулянтні властивості; протидія виникненню онкологічних захворювань; виведення з організму солей та радіонуклідів; модифікація мікрофлори кишечника, сприяння розвитку бактерій групи Біфідус і пригнічення розвитку патогенної мікрофлори; сприяння нормальному

функціонуванню кишково-шлункового тракту. Важливою є здатність інуліну покращувати засвоєння кальцію (майже на 20%).

Рекомендується вживати продукти харчування з інуліном хворим на цукровий діабет I та II типу, ожиріння, ішемічну хворобу серця, інфаркт міокарда, при інших хворобах, пов'язаних з порушеним обміном речовин, а також з метою профілактики захворювань. Інουλін характеризується достатньо низькою калорійністю – 1 ккал/г.

Поряд із дієтичними властивостями інулін характеризується високими технологічними властивостями, має низьку розчинність у воді (нативний – не більше 10%, з довгим ланцюгом – не більше 1% при кімнатній температурі). Внаслідок цього він здатний утворювати з водою білий непрозорий кремоподібний гель. Гель має нейтральний смак і коротку текстуру, близьку до текстури жиру, і може замінювати жир і різноманітних продуктах з наявністю водної фази без погіршення їх смаку і текстури. Також інулін покращує текстуру і стабільність керованих продуктів і емульсій (мусів, морозива, спредів і паст).

Інулін, вироблений у вигляді порошку білого кольору, не потребує попередньої технологічної обробки перед використанням його у технології солодких страв та кулінарних виробів.

Продукти з використанням інуліну та олігофруктозою широко представлені на ринку функціональних харчових продуктів. Таких продуктів на світовому ринку пропонується вже понад 2500, їх асортимент щорічно зростає. Це молочні, кисломолочні продукти, шоколад, кондитерські та хлібобулочні вироби, макарони, соки і мінеральна вода, фруктові наповнювачі та начинки, продукти дитячого харчування, зернові, м'ясні продукти, сухі суміші та дієтичні добавки.

Перспективними щодо використання у технологіях продуктів функціонального призначення є інуліновмісні екстракти та інулін.

З топінамбура методом екстрагування вилучений інуліновмісний продукт. Для одержання екстракту топінамбур подрібнювали, змішували з гарячою водою при гідромодулі 1:1 і витримували 60 хв при температурі 70°C, для запобігання

розпаду моноцукридів визначали масову частку редукуючих речовин та інуліну в розчині [28].

У процесі екстрагування поряд із цукрами й інуліном у розчин переходять білкові та пектинові речовини. Під впливом ферменту поліфенолоксидази утворюються меланініни, які призводять до потемніння екстракту. Для видалення колоїдних речовин екстракт відфільтровували і знебарвлювали оксидом кальцію, у вигляді вапняного молока, у концентрації 0,1–1,0% та витримували 10 хв при температурі 70°C. Потім екстракт вдруге відфільтровували. Зі збільшенням концентрації гідроксиду кальцію забарвленість розчинів знижувалася. Максимальний ефект знебарвлення (60%) спостерігався при концентрації СаО – 0,8% від маси екстракту, подальше підвищення концентрації на забарвленість розчинів не впливала.

Для більш повного видалення колоїдних речовин рН екстракту доводили до 3,0–5,5 од. шляхом додавання соляної кислоти. Осад колоїдів відфільтровували у вакуумі крізь фільтроперлит. Під впливом кислоти підвищувалась прозорість розчинів. Її оптимальне значення спостерігалось при рН середовищі – 4,0 од., що обумовлено ізоелектричним станом колоїдів. Кислоту нейтралізували вапняним молоком до рН екстракту – 7,0, фільтрували та загущували у вакуумі. Вміст поліфруктозану в екстракті – 25–32% від маси сухих речовин. Екстракт являє собою в'язку масу, із вмістом сухих речовин – 70%, основну частку яких складають вуглеводи – 69%, із них фруктоза – 53%, зола – 0,2%, рН – 5,6. При отриманні екстракту відбувається деполімерізація інуліну.

Екстракт знижує поверхневий натяг води, що свідчить про його високу поверхневу активність, і підвищує піноутворювальну здатність білкових систем. Ймовірно молекули інуліну утворюють комплекси з макромолекулами білків та поліцукридів, що сприяє збільшенню його молекулярної маси і відповідно поверхневої активності.

При дослідженні збивних характеристик водних суспензій інуліну встановлено, що він не утворює реальної піни, об'єм суспензій збільшиться за

рахунок дрібних бульбашок повітря, диспергованих по всій масі. Завдяки желюючому ефекту суспензії досить стабільні, тобто інουλін сприяє стабілізації пін.

Перспективним рецептурним компонентом є інулін. Нами розроблена технологія вилучення інуліну із топінамбура, на яку отриманий патент. Сік топінамбура піддається очищенню від білкових та пектинових речовин, які під впливом ферменту поліфенолоксидази утворюють темнозбарвлені меланіни, що обумовлюють потемніння екстракту. Білкові фракції (інулази) інгібуються гідроокисом кальцію, у концентрації 1,5% від маси сировини при рН – 10. Сік відфільтровують від колоїдних речовин крізь шар щільної тканини. Відсутність білкових фракцій перевіряється біуретовою реакцією. Для знебарвлення і зниження в'язкості соку застосовують гідроперит. Центрифугуванням відділяються домішки білкових, вапняних та інших речовин.

Суттєвими відмінностями розробленої технології від існуючих є отримання інуліну при температурі не вище 15°C в умовах лужного середовища (рН 10) та висушування у вакуум-апараті, у середовищі вуглекислого газу, що запобігає розкладу інуліну на фруктозу та глюкозу. З метою використання інуліну у складі модулів харчових систем досліджені його основні характеристики. Він нерозчинний у холодній воді, при температурі вище 60°C добрерозчиняється, при охолодженні утворює білий осад. Розчини інуліну не утворюють піни, об'єм суспензій зростає за рахунок диспергованого по всій масі повітря. Суспензії досить стабільні, тобто інулін здатний стабілізувати пінні системи завдяки желюючому ефекту.

Інулін впливає на структурно-механічні властивості тіста: знижує піддатливість і підвищує в'язкість, зміцнює структуру тістових модулів.

Розроблена оригінальна технологія отримання інуліну з топінамбура, яка захищена патентом. Для вилучення інуліну сік, отриманий з бульб топінамбура за допомогою електросоковижималки, піддається очищенню та інгібуванню білкових фракцій (інулази) гідроокисом кальцію, який додають у концентрації 1–1,5% від маси сировини. При цьому рН соку доводять до 10 од. Відфільтровують крізь шар

щільної тканини (бельтинг або діагональ). Проводять біуретову реакцію на відсутність білкових фракцій. Знижують в'язкість та знебарвлюють сік гідроперитом, концентрація якого залежить від в'язкості та насиченості кольору. За допомогою електроцентрифуги відділяють домішки білкових, вапняних та інших речовин. Висушування проводять у вакуум-сушарці (ВШЛ-1), заповненій вуглекислим газом. Для очищення інуліну його необхідно декілька разів перекристалізувати, при цьому вихід продукту зменшується.

Суттєвими відмінностями розробленої технології є вилучення інуліну при низьких температурах (не вище 15°C), в умовах лужного середовища (рН 10) та висушування у вакуум-апараті, заповненому вуглекислим газом, що запобігає розкладу інуліну на фруктозу та глюкозу.

Інулін не розчиняється у холодній воді, при підвищенні температури до 60°C він добре розчиняється і при охолодженні випадає з розчину у вигляді білого осаду.

Інулін знижує піддатливість тістової маси. Так, піддатливість тістової моделі за 5 хв експерименту склала 7 од., контролю – 22 од., за 15 хв – 8 од. і 30 од. відповідно. На 25-й хвилині піддатливість I тістової моделі майже у 3 рази стала меншою за піддатливість II моделі, тобто вилежування не справляє істотного впливу на піддатливість тіста. Введення інуліну збільшує пружність тіста більш ніж у 3 рази. Після вилежування пружність обох моделей збільшується, що свідчить про зміцнення структури тіста. Введення інуліну знижує деформацію зсуву тіста. Під час вилежування деформація зсуву в обох зразках знижується. У I тістовій моделі умовно-миттєво-пружна деформація (E_y) склала 40%, у II моделі – 24%, еластична деформація (E_e) у I моделі – 32%, у II моделі – 28%, пластична деформація (E_n) у I моделі – 44%, у II моделі – 32%. Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що I тістова модель має в'язкість більш ніж у 5 разів вищу за в'язкість II тістової моделі, тобто інулін значно зміцнює структуру тіста (рис. 3.5).

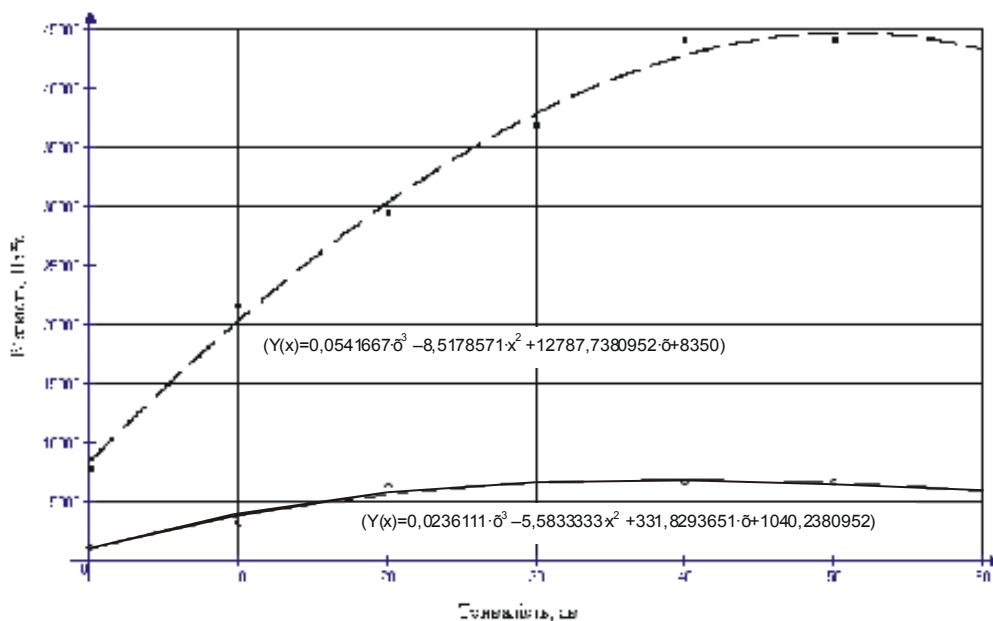


Рисунок 3.5 – Залежність в’язкості тістових моделей з інуліном від тривалості вистоювання:

■ ■ ■ ■ - позелд,берельне,весе; δ - фруктоза,берельне,весе;
 ○ ○ ○ ○ - позелд,берельне,весе;

Інулін є розчинним харчовим волокном, його здатність зв'язувати воду значно нижча порівняно з нерозчинними харчовими волокнами, тому він не підвищує ступінь адсорбції води у тісті. Відомо, що висока концентрація нерозчинних волокон у тісті робить вироби занадто вологими і м'якими. Додавання інуліну не спричиняє небажаних ефектів, текстура виробів поліпшується, вологість знижується.

Таблиця 3.13

Фізико-хімічні показники інуліну

Найменування	Показник
Середній показник ступеня полімеризації	25
Показник солодкості за сахарозою (100%), %	10
Розчинність, г/л, при 25°C	25
Вміст сахарози, фруктози, глюкози, г/100 г продукту	0,5
Вміст інуліну, %	99,5

Інулін має нейтральний смак, він менш солодкий, ніж цукор (близько 10% від солодкості цукру).

При додаванні інуліну у тісто спостерігається підвищення об'єму виробів. Цей ефект виявляється при концентраціях інуліну від 2 до 6%, при її перевищенні спостерігається зменшення об'єму виробів [28].

- Розроблена технологія отримання з топінамбура інуліновмісних екстрактів та інуліну.

- Для запобігання розкладання інулін екстрагують при низьких температурах (до 15°C) у лужному середовищі (рН 10), розчин інуліну висушують у вакуум-апараті у середовищі вуглекислого газу.

- Розчини інуліну при збиванні не утворюють піни, але виявляють стабілізуючий ефект у харчових системах.

- Інулін сприяє змінню структури тіста. У концентрації до 6% від маси борошна він не погіршує структурно-механічні характеристики тістових композицій.

- За результатами досліджень фізико-хімічних і технологічних властивостей інулін можна віднести до перспективних рецептурних компонентів харчових продуктів оздоровчого харчування.

3.7. Кріопорошки

Актуальною є розробка і впровадження ресурсозберігаючих маловідходних та безвідходних технологій комплексної переробки вітаміновмісної рослинної сировини (фруктів, ягід та овочів), отримання з них фітодобавок, зниження втрат вітамінів та інших біологічно активних речовин, використання нетрадиційних джерел біологічно активних речовин – лікувальної і пряноароматичної рослинної сировини, створення вітамінних продуктів спрямованої лікувально-профілактичної дії, збагачених натуральними вітаміноносіями і антиоксидантами [54, 55].

Це можна здійснити на основі нових підходів у переробці рослинної сировини, оскільки істотним недоліком традиційних методів консервування є руйнування та окиснення вітамінів, ароматичних, а також інших біологічно активних речовин. До найбільш прогресивних способів консервування, що використовуються у міжнародній практиці, належать заморожування, сублімаційна сушка та кріогенне подрібнення. Відомо, що холодильна обробка харчової продукції забезпечує найбільш повне зберігання натуральних властивостей, вітамінів та інших біологічно активних речовин. Ці особливості визначають перевагу холодильного консервування харчових продуктів над всіма існуючими способами (теплова сушка, стерилізація, пастеризація, соління, квашення). Вони відкривають великі можливості для постачання повноцінною вітамінною продукцією впродовж усього року.

Практика показала, що консервування рослинної сировини за допомогою кріогенних методів охолодження, зокрема систем, в яких для охолодження і заморожування використовується рідкий азот, порівняно з традиційним має ряд переваг: забезпечення широкого діапазону температур і швидкого охолодження, що допомагає зберігати цілісність клітинної структури тканин сировини; створення в робочому об'ємі інертного середовища, що сприяє зберіганню вітамінів та інших біологічно активних речовин, уповільненню окиснювальних та ферментативних процесів, розвитку мікроорганізмів; мінімальний рівень енергозатрат на охолодження; відсутність забруднення навколишнього середовища.

Нині найбільш актуальною постає проблема створення препаратів та харчових добавок профілактичної дії, що задовольняли б такі вимоги:

1. Блокувати всмоктування радіонуклідів на рівні шлунково-кишкового тракту та селективно захоплювати радіонукліди та токсичні речовини – продукти впливу радіонуклідів.

2. Активізувати процеси загального обміну речовин, у тому числі мінерального, не допускаючи при цьому димінералізації організму.

3. Мати антиоксидатну, радіозахисну дію.

4. Підтримувати високу концентрацію катіонів у крові у період використання ентеросорбентів.

5. Спричиняти загальнозміцнюючу дію на організм.

Відомо, що традиційні теплові методи переробки рослинної сировини призводять до втрат біологічно і фізіологічно важливих компонентів. Зокрема, вітамін С руйнується на 90–95%, вітамін А – 45–55%, відбувається деструкція білків та утворення білково-крохмальних комплексів, які не розщеплюються в організмі, тощо.

Таким чином, при тепловій обробці харчової рослинної сировини весь комплекс біологічно активних речовин більшою чи меншою мірою зазнає істотних змін та перетворень, що призводить до отримання продуктів з низькою біологічною цінністю. На основі вітчизняного та закордонного досвіду розроблені низькотемпературні альтернативні криогенні технології переробки плодоовочевої продукції у продукти та харчові добавки зі збереженням усіх життєво необхідних людині біокомпонентів із застосуванням рідкого азоту. Ці порошкоподібні вітамінні біодобавки функціонального призначення із заданими властивостями. До переваг нових технологій належить також відсутність шкідливого побічного ефекту, повна утилізація організмом компонентів рослинної сировини, наявність нетрадиційного ефекту, що заснований на позитивному антирадіонуклідному впливі біодобавок на організм людини, що особливо важливо в умовах постійного внутрішнього опромінення.

Роботи з криогенних технологій широко ведуться у США, Японії, Англії, Китаї, Росії, Молдові, Україні (Харкові, Києві, Одесі).

Сублімаційна сушка рослинної сировини є невід'ємною складовою частиною нової криогенної технології вітамінних порошоків з фруктів та овочів. Відомо, що традиційні методи консервування (стерилізація, теплова сушка та ін.) призводять до змін сировини, що перероблюється. Продукти, висушені

методом сублімації, істотно відрізняються від продуктів, що консервувалися будь-яким іншим способом: вони зберігають початковий об'єм, легко поглинають вологу при обводненні, причому початкові властивості продукту – колір, аромат, харчові речовини, вміст вітамінів тощо – зберігаються майже повністю.

Ефективність виробництва нових сублімованих продуктів визначається такими факторами:

а) зниженням затрат на зберігання (виключаються затрати на утримання холодильного устаткування);

б) зниженням транспортних витрат при перевезенні (за рахунок значного зменшення маси продуктів після сушки);

в) скороченням витрат з реалізації продуктів.

Як відомо, основним компонентом харчових продуктів, крім білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів та інших біологічно активних речовин, є вода, яка становить 70–95% за масою. Відповідно одним із основних процесів, які відбуваються у продуктах при заморожуванні, є фазове перетворення води у лід, і від швидкості процесу залежить якість заморожених продуктів.

При повільному заморожуванні процес кристалізації починається в міжклітинних просторах, які мають більш високу криоскопічну температуру. Вода клітин дифундує у міжклітинний простір до кристалічних зародків. У цьому випадку відбувається утворення досить великих кристалів льоду, що в результаті призводить до руйнування клітинних стінок. Наприклад, у м'ясі, охолодженому протягом двох годин при температурі – 20°C, розміри кристалів біля поверхні становлять 0,1–0,3 мм, у глибинних шарах – 500–600 мкм.

Перебіг процесу принципово змінюється при більших швидкостях охолодження, наприклад, із застосуванням рідкого азоту як холодоагенту. Підвищення швидкості заморожування скорочує міграцію вологи, збільшує кількість центрів кристалізації і швидкість їх зростання. В результаті,

утворюється велика кількість дрібних кристалів льоду розміром 10–20–40 мкм, які рівномірно розташовані як у клітинах, так і в міжклітинному просторі. При цьому не порушується цілісність клітинної структури. З підвищенням швидкості охолодження, крім зменшення розмірів кристалів, відбувається підвищення однорідності складу тканини, зменшуються у три-п'ять разів втрати тканинного соку при дефростації, знижується швидкість руйнування цінних органічних сполук.

Технологія подрібнення сировини використовується в різноманітних галузях перероблюваної промисловості і, як відомо, являє собою не простий механічний процес подрібнення, а складний фізико-хімічний вплив на сировину. Із зростанням дисперсності подрібненого матеріалу зростає поверхня взаємодії його з оточуючим середовищем, покращується його розчинність у рідинах, відбувається більш повне екстрагування біологічно активних, ароматичних та поживних речовин у розчиннику, підвищується засвоюваність екстрактивних речовин в організмі людини.

На відміну від традиційного помолу використання рідкого азоту у процесі криогенного подрібнення сублімованих фруктів та овочів дозволяє істотно підвищити питому поверхню, отримати порошки більш тонкого помолу, ліквідувати окиснення і розпад біологічно активних речовин, запобігти агрегації. Встановлено, що оптимальний розмір часток сублімованих порошків із цілих фруктів та овочів як основ для сухих напоїв – 5–20 мкм. Схема виробництва кріопорошків наведена на рис. 3.6, 3.7.

Аналіз даних табл. 3.14 дозволяє зробити ряд узагальнень:

1. Кожний з досліджуваних кріопорошків сприяє зв'язуванню та виведенню певної кількості стронцію з організму.

2. Повнота зниження рівноважної концентрації іону стронцію у розчині перебуває у прямій пропорційній залежності від кількості комплексоутворюючих органічних кислот, які містяться в даному порошок.

3. Кріопорошки апельсинів і смородини сприяють максимальному

зв'язуванню і відповідно виведенню стронцію із середовища. Співвідношення рівноважної концентрації іону стронцію до його загального вмісту становить всього 0,75 та 0,79%. Яблука та буряки дають однаковий ефект зв'язування іону металу. Топінамбур, який серед цих порошків містить найменшу кількість органічних кислот, має найнижчий ступінь зв'язування стронцію – всього 7% від комплексоутворючої (за стронцієм) здібності смородини.

4. Таким чином, за ефективністю виведення стронцію з реакційного середовища (у даному випадку організму) досліджувані порошки розташовуються за ступенем зменшення: апельсин \Rightarrow смородина \Rightarrow яблука \Rightarrow буряк \Rightarrow морква \Rightarrow картопля \Rightarrow топінамбур.

5. Вплив на обмін радіонуклідів в організмі заснований на вибіркового їх зв'язуванні у крові, лімфі або у тканинах спеціальними хімічними сполуками з наступною елімінацією з організму.

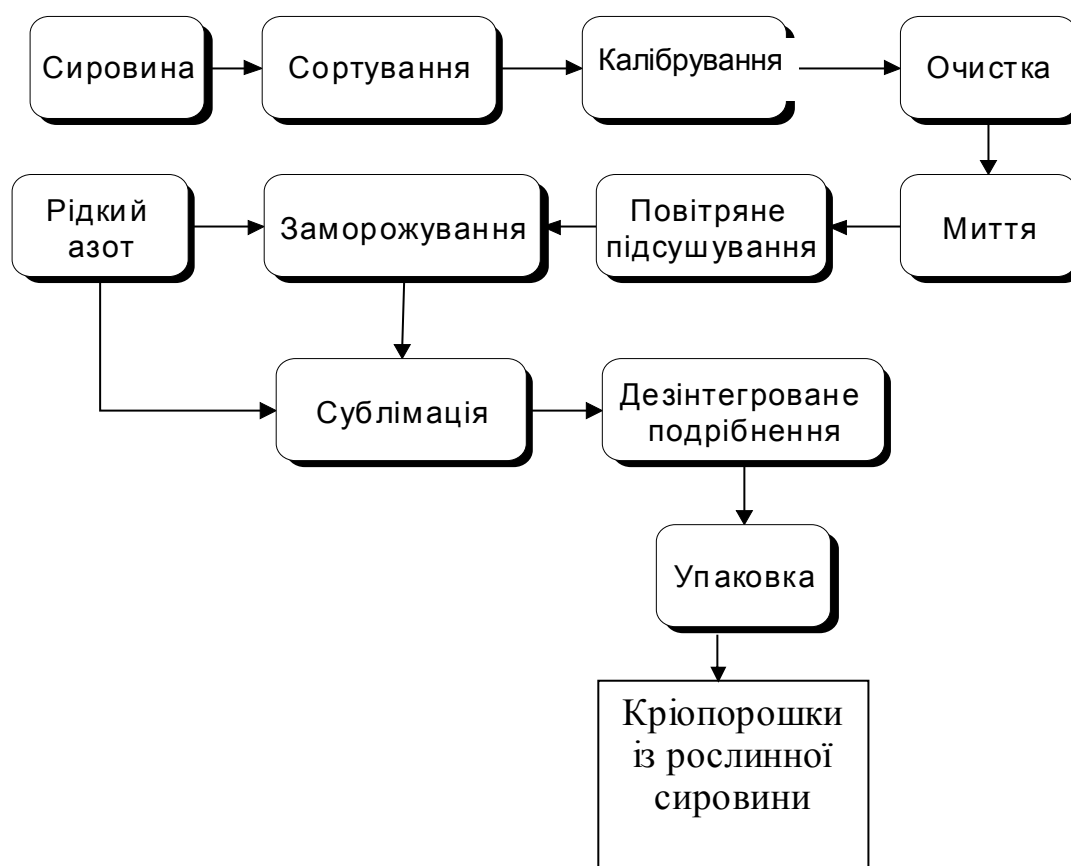


Рисунок 3.6 – Технологічна схема отримання кріопорошків із рослинної сировини

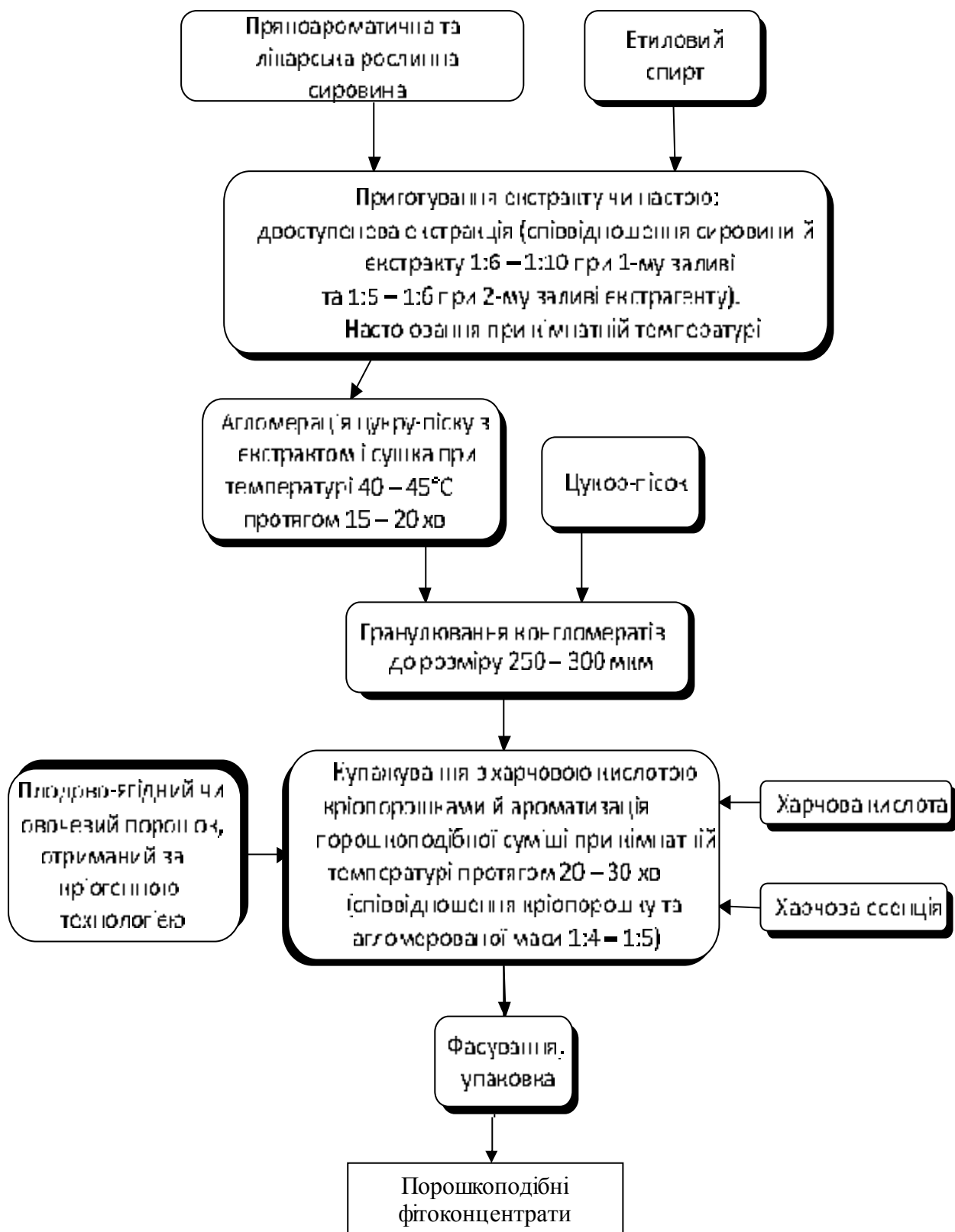


Рисунок 3.7 – Технологічна схема виробництва порошкоподібних фітоконцентратів для напоїв на основі плодово-ягідних і овочевих порошоків, отриманих за криогенною технологією

Радіозахисна ефективність кріопорошків

Кріопорошок	Вміст кислот- комплексо- утворювачів, %	Концентрація стронцію, С, г/іон/л	Рівноважна концентрація стронцію, % до загальної
Морква	0,20	0,0001	6,41
		0,0005	6,56
		0,0010	6,87
Яблука	0,30	0,0001	4,30
		0,0005	4,41
		0,0010	4,62
Апельсин	1,8	0,0001	0,75
		0,0005	0,75
		0,0010	0,75
Буряк	0,30	0,0001	4,30
		0,0005	4,41
		0,0010	4,62
Топінамбур	0,12	0,0001	10,33
		0,0005	10,79
		0,0010	11,28
Картопля	0,15	0,0001	8,44
		0,0005	8,83
		0,0010	9,23
Смородина	0,7	0,0001	0,79
		0,0005	0,79
		0,0010	0,79

Для визначення можливості використання яблучних порошоків у технологіях розроблюваних продуктів вважали за доцільне визначити їхній хімічний склад і фізико-хімічні характеристики. Аналіз хімічного складу яблучного кріопорошку свідчить, що він містить значну кількість вітамінів, мікро- і макроелементів, цукрів, органічних кислот, пектинових речовин, клітковини [28]. Відомо, що фенольні сполуки з Р-вітамінною активністю виступають синергістом, посилюючи дію вітаміну С. Кріопорошок містить добову потребу в аскорбіновій кислоті (65 мг %), що у 43,5 раза більше, ніж у яблучному порошок з вичавків (1,5–1,8 мг %); він має значний вміст мінеральних речовин, насамперед – заліза (15 мг %). Переважна кількість цукрів у кріопорошку представлена фруктозою і глюкозою – 74% від загальної кількості, відмічається високий вміст клітковини і пектинів, їхнє співвідношення наближене 1:1 (табл. 3.15).

В яблучному порошок з вичавків вміст клітковини у 8,5, пектину – у 3,6 раза вище, ніж у кріопорошку. Загальний вміст вуглеводів у кріопорошках подібний, проте відрізняється якістю, кількість моно- і дисахаридів нижча.

Таблиця 3.15

Хімічний склад яблучних порошоків, %

Показник	Яблучний кріопорошок	Яблучний порошок з вичавків
Вода	11,5±1,2	14,0±0,8
Білок	4,0±0,5	3,0±1,0
Вуглеводи (всього)	79,5±4,0	78,5±1,5
у т.ч. моно- та дисахариди:	70,0±3,5	20,5±1,6
глюкоза + фруктоза	52,0±4,5	13,7
цукроза	18,0±1,5	6,8
Клітковина	5,0±0,5	42,0±2,0
Пектин	4,5±0,2	16,0±1,5
Органічні кислоти (у перерахунку на яблучну)	5,0±1,5	4,5±1,5

Слід відмітити, що за органолептичними характеристиками яблучний кріопорошок має значні переваги – природний яскраво-зелений колір властивий яблукам, кисло-солодкий смак і аромат, властивий свіжим яблукам. У яблучному порошку з вичавків сенсорні показники нижчі – світло-коричневий колір, смак і запах властивий сушеним яблукам.

Вміст дослідних мінеральних речовин в яблучному порошку з вичавків вищий (крім калію), що пояснюється особливостями технології отримання. Кріопорошки отримують шляхом висушування вичавків, що залишилися після відокремлення соку та дрібнодисперсного подрібнення (табл. 3.16).

Віджимання соку та теплова обробка під час сушіння призводить до суттєвих втрат вітамінів. Так, у кріопорошку вітаміну С – 62 мг% проти 1,4 мг% у порошку з вичавків, вітаміну РР – 1250 мг% проти 0,8 мг%.

Таблиця 3.16

Мінеральний склад яблучних порошоків, мг %

Найменування	Яблучний кріопорошок	Яблучний порошок з вичавків
Калій	390,0±11,0	260,8±14,0
Кальцій	98,0±8,0	105,0±9,0
Магній	44,0±4,0	85,0±3,5
Натрій	100,0±5,5	140,0±9,5
Фосфор	18,0±1,5	52,0±1,5
Залізо	15,0±1,2	17,2±0,8

До важливих технологічних показників слід віднести гідратаційну здатність порошоків. Її визначали шляхом гідратування порошоків водою у співвідношеннях 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6 протягом $1,8 \cdot 10^3$ с. Для якісної оцінки структури відновлених яблучних порошоків визначали її реологічні показники (в'язкість, плинність, динамічну межу плинності).

При співвідношенні води і порошоків 1:1 динамічна в'язкість становила 17,8 Па·с, що на 26,5% більше за контроль, коефіцієнт набрякання – 1,45%. Збільшення гідромодуля до 3 наближає динамічну в'язкість відновлених порошоків до показників яблучного пюре із свіжих яблук (різниця складає 5,5%).

Подальше збільшення гідромодуля зменшує показник динамічної в'язкості на 37,5% (1:5) та 62,3% (1:6) відповідно. Аналогічні зміни відбуваються з іншими реологічними показниками.

Гідратаційна здатність зростає при підвищенні температури до 60°C, при подальшому її підвищенні процес стабілізується.

Коефіцієнт набрякання порошоків з підвищенням температури від 20 до 60°C протягом $1,8 \cdot 10^3$ с та збільшенням співвідношення з водою має тенденцію до зростання. Із підвищенням температури до 80°C вологоутримуюча здатність яблучного порошку знижується.

Аналогічні зміни відбуваються і з іншими реологічними показниками (табл. 3.17). Протягом $0,6 \cdot 10^3$ с плинність системи зростає на 5,6%, за 20 і 30 хв. – на 7,8% та 9,2% відповідно.

Таблиця 3.17

Структурно-реологічні характеристики відновлених яблучних порошоків

Найменування	Тривалість гідратації, хв	В'язкість	Плинність	Динамічна межа плинності
Дослід № 1	5	1,95±0,7	5,85±0,7	4,85±0,7
	10	2,55±0,9	6,25±0,9	4,55±0,4
	20	2,60±0,4	7,00±0,4	4,20±0,4
	30	2,70±0,4	7,90±0,9	4,10±0,4
Дослід № 2	5	2,10±0,7	7,60±0,7	5,10±0,8
	10	2,8±0,9	8,03±0,6	4,70±0,8
	20	2,82±0,9	8,20±0,4	4,72±0,7
	30	3,0±0,7	8,30±0,4	4,30±0,7

Примітка. Дослід № 1 – відновлений яблучний кріопорошок; дослід № 2 – відновлений яблучний порошок із вичавків.

На підставі експериментальних досліджень встановлено, що раціональною є гідратація яблучних порошоків у співвідношенні з водою 1:3 протягом $0,6 \cdot 10^3$ с [28].

Хімічний склад яблучного кріопорошку, отриманого з цільних яблук, свідчить про високий вміст вітамінів (РР, С) макро- і мікроелементів та складних вуглеводів (клітковини, пектину) і використання його як рецептурного компоненту дозволить підвищити відповідні показники розроблювальних продуктів. За показниками хімічного складу яблучний порошок отриманий з яблучних вичавків поступається кріопорошку за вмістом вітамінів, моно- та дисахаридів, разом із тим, він містить більше клітковини та пектину.

За результатами реологічних досліджень визначено, що раціональними параметрами гідратації яблучного порошку є: співвідношення з водою – 1:3; тривалість $6 \cdot 10^2$ с, температура – 60°C .

Яблучний порошок доцільно використовувати у негідратованому стані у борошняних сумішах та гідратованому стані у складі фруктових начинок.

3.8. Каротиновмісна сировина

З моркви за традиційною технологією отримують сік із м'якоттю шляхом розведення морквяного пюре цукровим сиропом. Але такий сік надто густий, його важко пити; внаслідок застосування жорсткого режиму стерилізації має місце потемніння верхнього шару, а вміст каротину за рахунок розведення сиропом зменшується вдвічі [55].

За іншою технологією передбачено отримання соку пресовим способом. Вміст каротину в такому соку більший, ніж у соку з морквяного пюре, але сік має непривабливий зовнішній вигляд, тому що відбувається розшарування продукту; збільшується кількість невикористаних відходів у вигляді вичавків близько 50%, що призводить до підвищення собівартості продукції.

Для усунення зазначених недоліків розроблена технологія комплексної переробки моркви, яка передбачає фракціонування морквяної маси на сік із заданими характеристиками і вичавків. Для такого фракціонування розробляється спеціальне обладнання.

Розроблено параметри фракційного розподілу сировини. Визначено ступінь подрібнення моркви. Вихід соку із подрібненої сировини та його консистенцію регулюють залежно від якості сировини, пори року та рецептури соку.

Для збагачення морквяного соку макро- і мікронутрієнтами до нього додають такі компоненти, як айвовоє, аличеве, яблучне пюре, сік з оранжевоплідних томатів, які, у свою чергу, характеризуються різноманітним мінеральним складом. Розроблені рецептури соків на основі морквяного: морквяно-айвовий, морквяно-аличевий, морквяно-яблучний, морквяно-абрикосовий, морквяно-яблучно-томатний.

Результати досліджень свідчать, що найбільший вміст β -каротину в морквяному соку ($10,7 \cdot 10^{-3} \%$) і в морквяно-абрикосовому ($7,5 \cdot 10^{-3} \%$). Проведені дослідження щодо вивчення мінерального складу соків.

Найбільший вміст калію і магнію у морквяно-томатному соку, кальцію – у морквяно-айвовому.

Після відкремлення морквяного соку у вичавках залишається значна кількість біологічно активних речовин – моносахарів (глюкози та фруктози), сахарози, мінеральних речовин.

Вміст β -каротину у вичавках коливається від $12,4 \cdot 10^{-3}$ до $17,1 \cdot 10^{-3} \%$, що становить від 60 до 73 % від загальної кількості β -каротину, що міститься у моркві до переробки.

Таким чином, вичавки є повноцінною вихідною сировиною для отримання високоякісних каротиновмісних продуктів харчування.

До того ж використання вичавків, які утворюються після відділення морквяного соку, дозволить створити безвідходну (відносно харчової частини) технологію переробки каротиновмісної сировини-моркви.

Розроблена технологія виготовлення на основі цих вичавків нового виду консервованої продукції – морквяно-гірчичних приправ, які використовуються при споживанні м'ясних, рибних, борошняних страв, мають гарні смакові

властивості, сприяють підвищенню апетиту, розширюють раціон харчування, збагачують організм людини β -каротином.

Морквяно-гірчичні приправи являють собою однорідну протерту масу жовтогарячого кольору. Вони мають смак, властивий моркві після теплової обробки, із характерним присмаком і ароматом прянощів. Морквяно-гірчичні приправи містять β -каротину від $5,4 \cdot 10^{-3}$ до $5,9 \cdot 10^{-3} \%$.

Отже, використання морквяних вичавків, по-перше, дає змогу отримувати продукти, багаті на β -каротин, а по-друге, майже безвідходно переробляти.

У відділенні біохімії коферментів Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України розроблена сучасна технологія безвідходної переробки моркви. Кінцевими продуктами екологічно чистої технології є морквяний сік і масляний концентрат β -каротину – "Карателька". До складу препарату "Карателька" входять: β -каротин, вітаміни Е і К, а також коензім Q₁₀. Важливо відзначити, що морквяний сік, який зміцнює нервову систему і відновлює сили, використовується у шкільному харчуванні.

Досліджувався вплив препарату "Карателька" на вміст вітамінів у крові людини. З цією метою були визначені 11 пацієнтів віком 30–40 років, які протягом 14 днів вживали по 25 г препарату "Карателька" 1 раз на день (з розрахунку 5 мг β -каротину на добу). До і після проведення експерименту у крові визначався вміст вітамінів А і Е, а також каротиноїдів.

Вміст вітамінів А і Е, а також каротиноїдів у крові пацієнтів перебував у нижніх межах норм. Прийом препарату "Карателька" протягом двох тижнів зумовив підвищення вмісту каротиноїдів на 70%, а вітаміну Е – майже у 2 рази. Значне підвищення рівня вітаміну Е та каротиноїдів свідчить про те, що препарат "Карателька" є ефективним додатковим джерелом зазначених біологічно активних речовин, у той час як вживання препарату не впливало на вміст вітаміну А в крові. Це збігається з даними літератури, які свідчать, що при адекватній вихідній забезпеченості людини вітаміном А додаткове

вживання β -каротину підвищує рівень останнього у сироватці крові, але не спричиняє подальше зростання концентрації вітаміну А. Це підтверджує наявність в організмі людини регулюючих механізмів, які обмежують перетворення каротину в ретинол. Тому навіть тривале вживання підвищених доз каротиноїдів не здатне призвести до утворення надлишку вітаміну А і гіпервітамінозу.

Оскільки до складу препарату входить вітамін К – природний коагулянт, який має антибактеріальні та протизапальні властивості, визначалися деякі показники системи згортання крові. Показано, що рівень фібрину після прийому препарату не змінювався, протромбіновий індекс у межах норми. Таким чином прийом препарату не впливав на термін згортання крові. В онкологічному центрі м. Києва жінкам, хворим на рак молочної залози, призначили променеве лікування. При проведенні променевої терапії поряд із медикаментозним лікуванням хворі вживали по 50 г на добу препарату "Карателька". Підставою для застосування препарату як радіопротектора є властивість вітамінів А, Е і каротину вступати у взаємодію із вільнорадикальними формами кисню і біологічно активними продуктами радіолізу та інактивувати їх.

Дані свідчать про те, що вміст вітаміну А у крові онкологічних хворих значно нижчий за норму. Ці дані збігаються з попередніми дослідженнями вмісту жиророзчинних вітамінів у крові онкологічних хворих. Після вживання препарату у крові цієї групи хворих вміст вітаміну А збільшився на 42%, однак, він залишався нижчим за норму. У такому випадку збільшення концентрації даного вітаміну може відбуватися за рахунок перетворення каротину у вітамін А.

Вміст вітаміну Е після вживання препарату не змінювався, що пояснюється збільшенням його витрат на стабілізацію мембран клітин, підвищенням енергетичних ресурсів і гальмуванням процесів перекисного окиснення ліпідів. Збільшення вмісту каротиноїдів у крові після вживання

препарату свідчить, що він є ефективним додатковим джерелом каротину, який добре утилізується. У хворих, які отримували препарат, відзначається поліпшення загального стану організму, курс променевої терапії не викликав ускладнень, поліпшилися показники клітинного імунітету.

Отримані результати показали, що харчова добавка "Карателька" є додатковим джерелом вітамінів і може застосовуватися у профілактичних та лікувальних цілях для ефективного проведення комплексних курсів лікування різних патологій.

Як вже зазначалося, до біологічно активних речовин, здатних мобілізувати захисні сили організму, належать каротиноїди. У зв'язку з наявністю в їхніх молекулах ланцюгового аліфатичного угруповання із значною кількістю ненасичених подвійних зв'язків вони здатні зв'язувати активні форми кисню, утворювати нерозчинні комплекси з іонами важких металів, виступати як модулятори протипухлинного імунітету.

Онкологами було встановлено, що для зменшення впливу підвищеного радіаційного фону та ризику онкологічних захворювань, добова потреба у β -каротині – найбільш поширеному каротиноїді, зростає у кілька разів.

Одним із шляхів покращання забезпечення населення β -каротином є збагачення ним харчових продуктів. З цією метою може бути використаний природний β -каротин (у поєднанні з іншими каротиноїдами) у вигляді пастоподібних концентратів моркви, гарбуза, обліпихи, отриманих за допомогою технологій, які дають змогу зберегти якість вихідної сировини. До таких можна віднести технології, засновані на явищі механоактивації – отриманні подрібнених матеріалів з новими, поліпшеними, порівняно з вихідною сировиною, споживчими властивостями. Гомогенізоване пюре із моркви з високим вмістом β -каротину та екстракти з нетрадиційної лікарської та пряноароматичної рослинної сировини з високим вмістом фенольних сполук з Р-вітамінною активністю були використані як основа нових каротиноїдних пастоподібних фітодобавок профілактичної (імуностимулюючої та

радіозахисної) дії. Гомогенізацію традиційно використовують як засіб зміни структури продукту, отримання однорідної консистенції з метою уникнення розшарування пюре та виключення утворення осаду.

Встановлено, що при отриманні з бланшированої моркви пюре при гомогенізації вилучається додаткова кількість низькомолекулярних біологічно активних та харчових речовин: β -каротину, аскорбінової кислоти, розчинного пектину, фруктози+глюкози, цукрози, органічних кислот, амінного азоту і відбувається зменшення масової частки клітковини, що призводить до збільшення харчової цінності пюре з моркви. Показано, що за вмістом низькомолекулярних біологічно активних та харчових речовин якість пюре з моркви, отриманого після бланшування, при гомогенізації наближається до якості пюре, отриманого при кріогенному подрібненні.

При бланшуванні моркви, гомогенізації та термообробці пюре із моркви має місце збільшення концентрації вільного β -каротину та частковий перехід його молекул із транс-форми у більш активну цис-конфігурацію.

Досліджено вплив термообробки (бланшування моркви та витримання пюре з моркви при різних температурах 20, 60, 100, 120°C протягом 180 хв) на вміст β -каротину та вітаміну С. При бланшуванні моркви гострою парою впродовж 10-15 хв знижується вміст вітаміну С на 30% та збільшується вихід β -каротину на 15%. При витримці пюре з моркви при різних температурах повільно знижується вміст вітаміну С залежно від температури та тривалості термообробки. Для β -каротину характерне різке збільшення виходу в перші 30 хв при більш високих температурах – 100 та 120°C на 120 та 170% відповідно та повільне збільшення при 20 та 60°C протягом 60 хв на 45 та 70% відповідно. Далі процес стабілізується і після 120 хв починається зниження вмісту β -каротину [55].

Збільшення вмісту β -каротину при термообробці відбувається за рахунок переходу частини його молекул із зв'язаного з біополімерами стану у вільний, який кількісно фіксується хімічними методами досліджень. Відомо, що β -

каротин у коренеплодах моркви знаходиться як у вільному кристалічному, так і у зв'язаному з біополімерами (зокрема з крохмалем) стані. При бланшуванні моркви та тепловій обробці пюре відбувається гідрогенізація крохмалю, його набрякання, клейстеризація та відщеплення низькомолекулярних сполук, таких як β -каротин. У результаті кількість β -каротину, який знаходиться у вільному стані, збільшується.

Вивчено вплив механічної дії (гомогенізації та кріогенного подрібнення) при отриманні з бланшованої моркви тонкодисперсного пюре на β -каротин, вітамін С та біополімери. При цьому гомогенізацію розглядали порівняно з відомим засобом механоактивації рослинної сировини – кріогенним подрібненням. Встановлено, що при отриманні з бланшованої моркви пюре при гомогенізації та кріогенному подрібненні (при температурі – 15⁰С, при якій на подрібнення 1 кг пюре витрачається 1 кг азоту) зменшується масова частка клітковини, екстрагується додаткова кількість вітамінів та харчових речовин, внаслідок чого отримується більш біодоступний, біозбагачений низькомолекулярними речовинами (β -каротином, аскорбіновою кислотою, фруктозою, глюкозою, цукрозою, органічними кислотами, амінім азотом, розчинним пектином) порівняно з вихідною сировиною, продукт. Збільшення корисних речовин при гомогенізації становить від 10 до 25%, при кріогенному подрібненні – від 20 до 350%, порівняно з вихідною сировиною.

Збільшення відбувається за рахунок суттєвого руйнування при гомогенізації та кріогенному подрібненні пом'якшених бланшуванням клітин моркви, що вірогідно призводить до деградації найбільш лабільних зв'язків між біополімерами (клітковиною, пектиновими речовинами, білками) та низькомолекулярними сполуками з відщепленням останніх. Більш повне, порівняно з гомогенізацією, вилучення біологічно активних та харчових речовин при кріогенному подрібненні пов'язано з отриманням більш дисперсного продукту.

Використання гомогенізації дає змогу підвищити якість каротиноїдних

пастоподібних фітодобавок з моркви за рахунок процесів механоактивації, які призводять до додаткового переходу низькомолекулярних біологічно активних та харчових речовин із зв'язаного з біополімерами стану у вільний.

Розроблені фітодобавки рекомендовані для використання як джерело біологічно активних речовин та барвників – наповнювачів жовтогарячого кольору при виробництві продуктів масового харчування (безалкогольних напоїв, соків-нектарів, молочних та кисломолочних продуктів, кондитерських, хлібобулочних виробів та ін.).

3.9. Водорості та продукти їх переробки

Макрофіти (водорості та морські трави) і дієтичні добавки з них набувають широкого використання у технологіях харчових продуктів. Їхнє застосування обумовлено цінним хімічним складом [19, 20, 26, 39, 56].

Термін "харчові водорості" існує близько 20 років. У Європі водорості споживають з 40-х років ХХ ст., з 1974 р. питанням використання водоростей у їжу найбільше інтенсивно займався CEVA (центр з вивчення й оцінки якості водоростей у Франції). За даними ФАО/ВООЗ, щорічне споживання харчових водоростей у Європі (не враховуючи країни СНД) складає 70 т (за сухою масою) у Північній Америці – 240 т, у країнах Південно-Східної Азії – 70–90 тис. т. Продукти з водоростей використовуються як наповнювачі, загусники, стабілізатора, желуючі добавки [20, 26, 29, 30, 31, 39, 52, 58, 59].

Основні водорості, що мають промислове значення, – це бурі та червоні. У приморських районах ці водорості використовують як добриво і на корм худобі. Традиційно з них добувають такі важливі речовини як йод, альгінати, агар-агар, караген. Із золи добувають калійні солі, а також ацетон, оцтову кислоту, спирт.

Останніми роками зростає інтерес до водоростей як перспективних дієтичних добавок. Це обумовлено їх специфічним складом і здатністю

синтезувати унікальні полісахариди, нехарактерні для наземної рослинності та різноманітні біологічно активні речовини, які корелюють імунологічні, адаптогенні та біостимулюючі функції організму людини. Однак, використання водоростей у харчуванні ускладнюється їх значною здатністю сорбувати розчинені у водному середовищі ксенобіотики, що призводить до накопичення у таломі водоростей контамінантів агропогенного походження.

У зв'язку з цим перспективним є використання як компонентів дієтичних добавок водоростей, вирощених в умовах штучного розведення, що дозволяє отримати сировину гарантованої якості.

Бурі морські водорості та продукти їх переробки. Ламінарія японська (морська капуста) – *Laminaria japonica* Aresch. Родина ламінарієвих – *Laminariaceae*. Ламінарія японська росте на півдні Японського та Охотського морів, а також у Тихому океані.

У складі білкової фракції ламінарії японської виявлено 17 амінокислот, у тому числі глютамінова (1,5%), аспарагінова (1,1%), пролін і лейцин (0,6–0,7%), інші амінокислоти містяться у межах 0,2–0,4%.

Ламінарія японська містить різноманітні мікроелементи. Особливо багато в ній бромю та йоду, велика частина останнього знаходиться у вигляді йодидів та йодорганічних сполук (дийодтиразин та ін.). Крім цього, в ламінарії міститься високомолекулярний полісахарид ламінарін (до 21%), маніт (до 91%), L-фукоза (до 4%), альгінова кислота (до 25%), вітаміни – B₁, B₂ та B₁₂.

Лікувальні властивості морської капусти пов'язані з наявністю в ній поліукридів, вітамінів, органічних сполук йоду; останні стимулюють функцію щитовидної залози, сприяють асиміляції білка та кращому засвоєнню фосфору, кальцію та заліза, активують ряд ферментів. Під впливом йоду знижується тонус судин та артеріальний тиск. Морська капуста зменшує вміст холестерину в крові; є відомості, що ламінарія має властивості зменшувати кількість мітозів у клітинах експериментальної пухлини. Порошок морської капусти використовують для лікування атеросклерозу, профілактики та лікування

ендемичного зобу та ін. Морська капуста є джерелом мікроелементів її слід використовувати як профілактичний протикарієсний засіб.

Бурі водорості родини ламінарієвих як харчова сировина, мають фармакологічні властивості завдяки наявності фукостеринів, які входять до складу ліпідів, вільних амінокислот, низькомолекулярних фракцій альгінової кислоти (ламінаріну, який має широкий спектр лікувальної дії). У медицині використовують пластівці (слоєвище) ламінарій: японської, сахаристої, пальчаторозсіченої та ін.

Ламінарію японську традиційно використовують у харчовій промисловості для виготовлення кулінарної продукції та консервів, але у процесі попередньої технологічної обробки втрачається значна частина органічних та мінеральних речовин.

Запропонована технологія виробництва нового виду продукції "Соломка пікантна", яка дозволяє максимально зберегти біологічно активні речовини ламінарій. Нова технологія відрізняється мінімальною кількістю операцій, виключає термічну обробку і сублімаційне сушіння. "Соломка пікантна" із водоростей містить 9–10% маніту, 10–12% білка, 0,1% йоду, 40–45% альгінової кислоти. Підрахунок амінокислотного скору показав достатньо високу біологічну цінність продукції із водних екстрактів ламінарій. Виготовлена швидкорозчинна смакова приправа, що містить велику кількість біогенних мікроелементів (Zn, Fe, Co, Ca, Mg, J), вільних амінокислот, низькомолекулярних вуглеводів. "Соломка пікантна" і швидкорозчинна смакова приправа мають гарний смак, високий вміст біологічно активних речовин і рекомендуються для застосування як лікувально-профілактичний засіб [55].

Розроблена технологія одержання продукту із ламінарій за типом кондитерських підварок, що виготовляються з ягід та яблук. Технологія дозволяє одержувати продукт тривалого зберігання, що являє собою подрібнену ламінарію, уварену із цукром до концентрації 70% сухих речовин, із

додаванням цитринової кислоти. У 100 г продукту міститься: білків – 0,7%, жирів – 0,2%, вуглеводів – 65,3%, йоду – 0,2%; калорійність – 248 ккал.

Проведені дослідження щодо визначення можливості використання солодкого продукту із ламінарії як начинки для карамелі. Водоростевий продукт змішувався із фруктово-ягідним пюре у співвідношенні 1:1. Досліджувалася можливість застосування продукту із ламінарії при виробництві кондитерсько-булочних виробів. Водоростевий продукт додавався у рецептури кексів у кількості 6%.

"Еламін". З морської капусти виготовляють дієтичну добавку *"Еламін"*, добре відому як засіб для профілактики і лікування зубу.

У сухому залишку *"Еламіну"* містяться біологічно активні вуглеводи (альгінати, ламінарін, фукоїдан, маніт та ін.), які складають 42–47% , макро- та мікроелементи – 35–40%, білки – 6–9%, клітковина – 5–8%, ліпіди – 1,2–2,5%, вітаміни групи В, К, біотин, ніотинова та фолієва кислоти – 0,01–0,02%.

"Еламін" містить збалансований комплекс мікро- та макроелементів в органічно зв'язаному вигляді: йод – 200–300 мг/100 г сухої речовини, калій – 5,25–6,85 г, кальцій – 1,09–2,20 г, залізо – 80–120 мг. За вмістом вказаних елементів, особливо йоду, *"Еламін"* у декілька разів перевищує інші продукти харчування.

При застосуванні в їжу морської капусти засвоюється лише 5–15% її поживних речовин, у той час, як при використанні *"Еламіну"* вони засвоюються на 90-95%, завдяки особливій технології отримання *"Еламіну"*.

"Еламін" рекомендовано для поповнення потреби організму в мікро- та макроелементах; для виведення радіонуклідів і важких металів і блокування їх накопичення в організмі, при захворюваннях щитовидної залози, спричинених нестачею йоду, та для профілактики ендемічного зубу, при анеміях, пов'язаних із нестачею заліза, для попередження розвитку атеросклерозу; для нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту, при хронічних запорах, ентероколітах і проктитах, при нервових перенапруженнях, для нормалізації обміну речовин в

організмі. "Еламіну" характерні властивості адаптогену з регулюючою дією щитовидної залози. Виявлене при цьому зниження вироблення трийодтироніну при одночасному збільшенні тироксину зумовлює активацію тиреоїдної системи, що сприяє підсиленню метаболічних процесів, нормалізації імунного балансу та посиленню елімінації патогенних комплексів екзо- та ендogenous походження [55].

Отже, дієтична добавка "Еламін" може ефективно застосовуватися для профілактики та лікування йодозалежних станів.

Дієтичну добавку "Еламін" доцільно використовувати в ендемічній за йодом місцевості з метою компенсації дефіциту йоду у хворих на ендемічний зоб; Використовувати в раціоні дітей, хворих на зоб, з метою усунення латентного гіпотиреозу, зменшення аутоімунних реакцій, покращання функціонального стану та структури щитовидної залози. "Еламін" може застосовуватися для профілактики і лікування йоддефіцитних станів у дітей. Добова норма споживання концентрату "Еламін": для дітей – 0,5 г; для дорослих – 1,0 г.

Фукуси. Останніми роками зростає інтерес до бурих водоростей фукусів як до джерела біологічно активних речовин [64]. З основних промислових видів фукоїдів отримані активні елементи, які вже знайшли широке застосування при виробництві сиропів, гелів, напоїв і салатів. Промисловими видами фукоїдів є 3 види фукусів: фукус пухирчастий *Fucus vesiculosus* L., фукус двосторонній *Fucus distichus* L., фукус зубчатий *Fucus serratus* L.

Фукусові водорості містять велику кількість поліцукридів (альгінова кислота та її солі, фукоїдан), маніт, ліпіди, йод, мікроелементи кобальт, нікель, молібден, марганець, кальцій та ін.

Відомо, що вуглеводна частина фукусових водоростей багатокомпонентна і представлена поліцукридами, які залежно від властивостей умовно поділяють на три групи. До першої групи належать пектиноподібні (основним компонентом яких є альгінова кислота), до другої крохмалеподібні

(ламінаран) до третьої групи – слизоподібні (фукоїдан) [75]. У тканинах морських водоростей поліцукриди локалізовані у міжклітинному просторі та клітинних стінках, є основними їхніми структурними компонентами [91].

Результати дослідження хімічного складу фукусів наведені у табл. 3.18, 3.19 [23]. Аналіз хімічного складу фукусових водоростей Білого моря показав що у складі їхніх вуглеводних компонентів переважає альгінова кислота – структурний поліцукрид, який на сьогодні має основне значення при переробці макрофітів. Вміст альгінової кислоти протягом усього літнього періоду змінюється в межах від 28 до 33% до сухої речовини [66].

Таблиця 3.18

Хімічний склад фукусів

Показник	Вміст
Масова частка сухих речовин, %, у т.ч.:	89,10±0,16
Загальний білок, %	6,71±0,11
Масова частка жиру, %	1,56±0,06
Маніт, %	7,30±0,71
Альгінова кислота, %	25,68±1,61
Мінеральні речовини, %	18,59±1,07
Макроелементи, г на 100 г:	
Магній	0,445±0,008
Фосфор	0,134±0,003
Калій	0,668±0,019
Кальцій	0,383±0,012
Мікроелементи, мг на 100 г:	
Залізо	8,862±0,339
Йод	16,041±0,413
Марганець	1,985±0,191
Мідь	0,199±0,050
Цинк	0,780±0,084
Селен	0,105±0,027
Вітаміни і вітаміноподібні речовини, мг на 100 г:	
аскорбінова кислота (С)	71,2±2,6
тіамін (В ₁)	0,047±0,008
рибофлавін (В ₂)	0,89±0,03
піридоксин (В ₆)	0,021±0,004
фолацин (В ₉)	0,0073±0,0003
каротиноїди	5,17±0,05
ніацин (РР)	4,49±0,04

Амінокислотний склад фукусів

Амінокислота	Еталон ФАО/ВОЗ, г на 100 г білка	Вміст амінокислот		Скор, %
		мг на 100 г фукусів	г на 100 г білка	
Ізолейцин	4,0	266	3,97	99,3
Лейцин	7,0	512	7,64	109,2
Лізин	5,5	338	5,04	91,7
Метіонін+цистин	3,5	57	0,85	24,3
Фенілаланін+тирозин	6,0	521	7,78	129,6
Треонін	4,0	372	5,55	138,8
Триптофан	1,0	61	0,91	91,0
Валін	5,0	358	5,34	106,9
Усього НАК	36,0	2485	37,09	
Гістидин		99	1,48	
Аргінін		294	4,39	
Аспарагінова кислота		737	11,00	
Серин		375	5,60	
Глутамінова кислота		1367	20,40	
Пролін		331	4,94	
Гліцин		374	5,58	
Аланін		547	8,16	
Усього амінокислот		6548	97,73	

До крохмалеподібних поліцукридів належать порівняно низькомолекулярні β -1,3-1,6-глюкани – ламінари, які накопичуються у рослинах у процесі їхніх росту і розвитку. Ламінари у фукоїдах у водоростях виявлені у невеликих кількостях – від 2 до 5%.

Фукусові водорості у великих обсягах традиційно використовували для виробництва альгінатів, а на сьогодні інтенсивно використовують при виготовленні дієтичних добавок у зв'язку з тим, що вони синтезують сульфатовані поліцукриди, які мають назву фукоїданів [92]. Кількість фукоїдану у водоростях складає від 13,4 до 16,5% до сухої речовини. Ці біополімери представляють великий практичний інтерес, оскільки виявляють різноманітні види біологічної активності: антикоагулянтну, антивірусну, антитромбінову, протизапальну, протипухлинну, антипроліферативну,

антиоксидантну та ін. Усі ці біологічні властивості фукоїданів пов'язують, головним чином, із високим вмістом сульфатних груп та їхньою здатністю вибірково реагувати з деякими білками і специфічно модифікувати клітинну поверхню [2]. Сульфатовані поліцукриди водоростей у певних умовах експерименту пригнічують віруси. Важливо відзначити слабку специфічність фукоїдану до іонів кальцію, оскільки останні відіграють суттєву роль у життєдіяльності організму [83].

Бурі водорості синтезують значну кількість низькомолекулярних вуглеводів. Основний з них – це багатоатомний спирт маніт, який виконує функцію запасної речовини у синтезі структурних елементів клітинних стінок водоростей. Вміст маніту у *F. vesiculosus* коливається у межах від 5,7 до 9,9% до сухої речовини, у *A. nodosum* – від 5,1 до 7,1% [66].

У складі азотистих сполук (3,6–8,3%) виявлено 18 амінокислот, із них 7 – незамінних. Шляхом зіставлення результатів із рекомендаціями ФАО/ВООЗ визначено, що у білків фукусів наявний дефіцит сірковмісних амінокислот: амінокислотний скор метіоніну та цистину становить 24,3%. Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу фукусів, який чисельно характеризує збалансованість незамінних амінокислот відносно еталона, досить низький (0,24). Про погану збалансованість незамінних амінокислот свідчить також високий показник "надлишковості вмісту" (28,34 г/100 г білка), що характеризує сумарну масу неутілізованих незамінних амінокислот у білках фукусів. Досліджено функціонально-технологічні властивості фукусів. Визначено, що фукуси мають рН водного розчину – 5,27, тобто нижче, ніж охолодженого м'яса (5,69), що може вплинути на гідрофільність білків м'яса і, як наслідок, викликати зміни функціонально-технологічних властивостей комбінованої системи. Фукуси мають більш кислу реакцію водного розчину порівняно з ламінарією, яка за існуючими даними становить рН 6,07-6,26 [48].

Встановлено здатність фукусів зв'язувати воду при температурі 20°C залежно від часу (рис. 3.8, а). Максимальне значення вологозв'язуючої

здатності (3,81 г води на 1 г фукусу) досягається після 1800 с гідратації. Висока водозв'язуюча здатність фукусів пояснюється значним вмістом поліцукридів, насамперед альгінової кислоти, яка здатна поглинати велику кількість води.

Вміст йоду у водоростях – показник, який визначає цінність сировини як природного джерела цього елемента, – 0,017–0,045%.

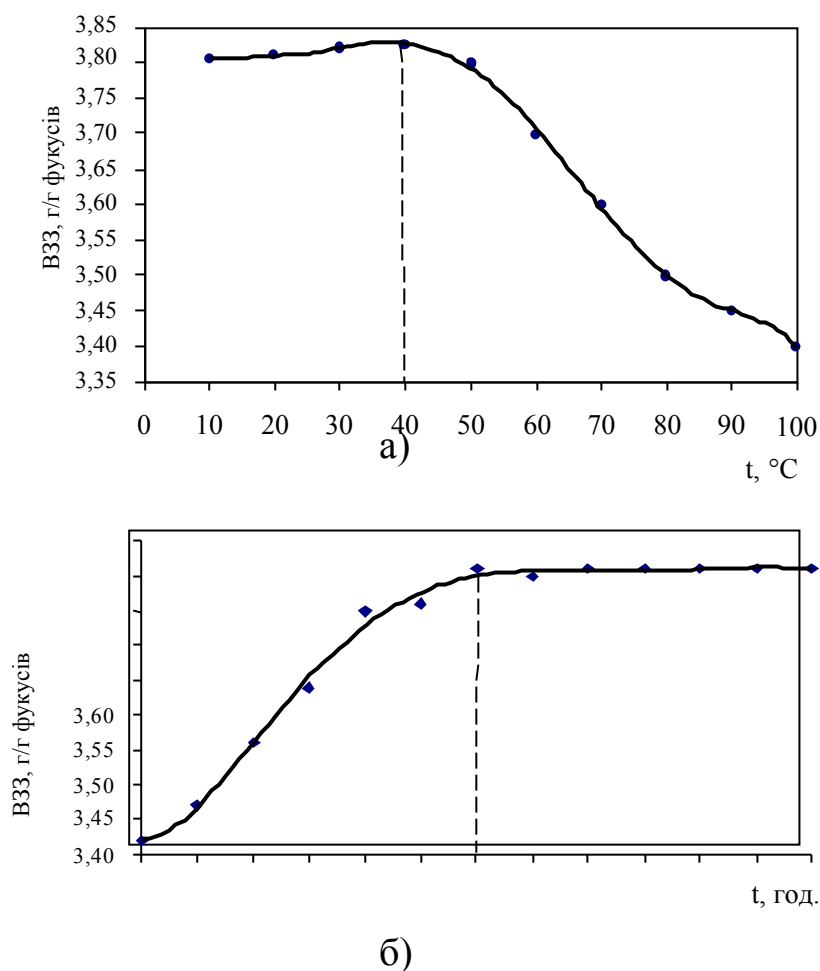


Рисунок 3.8 – Водозв'язуюча здатність (B33) фукусів залежно від:
а) тривалості гідратації (τ) і б) температури (t)

Вміст хлорофілу у фукоїдах – близько 0,45–0,52%, каротиноїдів – 0,0034–0,0083, аскорбінової кислоти – 0,079–0,103, рибофлавіну 0,00064–0,00089%.

Здатність фукусів зв'язувати воду незначно посилюється з підвищенням температури до 40°C і становить 3,83 г води на 1 г фукусів після 1800 с набухання (рис. 3.8, б). Подальше підвищення температури призводить до зниження вологозв'язуючої здатності фукусів, пояснюється переходом водорозчинних компонентів у воду. Так, водорозчинні поліцукриди (маніт, редуруючі речовини) найбільш повно вилучаються за температури 70±5 °С.

Жиропоглинаюча здатність фукусів становить 0,56±0,02 г жиру на 1 г фукусів. Їхня низька здатність поглинати жир пояснюється тим, що хімічні речовини фукусів містять невелику кількість гідрофобних функціональних груп, які утримують і зв'язують молекули ліпідів.

Фукуси рекомендовано для внутрішнього застосування з метою нормалізації обміну речовин, функцій травної системи, підвищення імунітету, відновлення після хвороб і лікування антибіотиками, при захворюваннях кровотворної, нервової та серцево-судинної систем (при атеросклерозі, ішемічній хворобі серця, гіпертонії, ревматизмі), надлишковій вазі, а також для очищення організму від шлаків, токсинів, радіонуклідів та солей важких металів. Рекомендована добова доза становить 3–5 г, приймати у вигляді порошку до їжі, запиваючи водою або додавати у харчові продукти. Фукуси не рекомендуються особам з підвищеною чутливістю до йоду та гіперфункцією щитовидної залози.

Таким чином наявність цінних інгредієнтів дозволяє віднести фукоїди до рослинних гідробіонтів, які мають харчове значення, і вказує на можливість їхнього використання для збагачення продуктів харчування біологічно-активними речовинами.

Цистозіра. У Чорному морі, в межах шельфової зони України визначено 310 видів макрофітів, з яких 74 належать до бурих водоростей. Серед останніх найбільші промислові накопичення мають два види цистозіри – бородата

(*Cystosira barbata*) та космата (*Cystosira crinita* Bory); їхня біомаса у ряді районів досягає 6 кг/м². Цистозіра має надзвичайно цінний хімічний склад, вміст золи у ній біля 20–30%, міститься 28 макро- та мікроелементів, у тому числі йод – 36 мг/100 г, селен – 32 мг/100 г, залізо – 8,6 мг /100 г. Загальний вміст вуглеводів у цистозірі близько 75% від сухої маси, з них – маніт складає 25%, альгінова кислота – 40–43%, загальна кількість полісахаридів – близько 55% від сухої речовини [29, 40, 53, 57].

Проведені дослідження щодо обґрунтування доцільності використання чорноморських водоростей *Cystoseira barbata*, вирощених в умовах марікультури, у лікувально-профілактичному харчуванні та розробці технологій отримання дієтичних добавок з їх використанням.

При вивченні біохімічного складу цистозіри, що вирощувались в умовах марікультури, найбільшу увагу приділили показникам, які характеризують цю сировину як джерело харчових волокон.

Основну масу сухої речовини водоростей складають полісахариди – 65,6%. Полісахариди цистозіри містять ламінаран, альгінову кислоту, целюлозу. Крім того, у водоростях є інші полісахариди, які належать до категорії геміцелюлоз. Білок складає 9,2%, за даними ферментативного гідролізу білки водоростей стійкі до дії протеолітичних ферментів – пепсину, трипсину та хімотрипсину і тому можуть розглядатися як компоненти харчових волокон. У негідролозованому залишку цистозіри знайдено лігнін.

Отже, у досліджених водоростях переважають біополімери, які не руйнуються під дією ферментів шлунково-кишкового тракту, тому ця сировина за біополімерним складом належить до нативних харчових волокон.

Цистозіра має функціональні властивості, характерні для харчових волокон. Наявність альгінової кислоти обумовлює високу сорбційну активність цих водоростей відносно до іонів свинцю та стронцію (табл. 3.20). Ці дані дозволяють розглядати доцільність використання водоростей як радіопротекторів та антидотів, що виводять іони важких металів з організму

людини. Встановлено, що сорбція є найбільш значною, коли розмір часток водоростей знаходиться у діапазоні 0,5–1,0 мм.

Таблиця 3.20

Хімічний склад водоростей (на 100 г продукту)

Речовина	Ламінарія	Цистозіра	Спіруліна	Зостера
Білок, г	8	7,9	30–70	14
Жир, г	0,9	0,8	5	2,2
Полісахариди, г:				
манін	10,6	6,8	–	4,9
альгінова кислота	28,5	23,3	–	–
зостерин	–	–	–	21,7
Зольність	27–35	22,9	7	13,2
Вітаміни, мг:				
каротиноїди	211	217	170	245
фолацин	0,06	0,08	0,05	0,07
тіамін	5,7	6,1	5,5	5,9
токоферол	11,3	10,7	19,0	12,7
ніацин	11,5	10,9	11,8	11,3
ціанокобаламін	0,14	0,14	0,16	0,12
Мінеральні речовини, мг:				
кальцій	1200	1170	118	4240
фосфор	98	96	828	106
натрій	2400	1070	34	254
магній	400	505	166	829
калій	620	720	143552,8	696
залізо	40–56	31	–	307
марганець	8,9	8,6	–	25
кобальт	2,5	1,1	0,05	0,37
йод	108–230	75–114	3,3	102
цинк	39	27	–	7,6
мідь	4,1	2,2		1,56

Прогнозування лікувально-профілактичної дії харчових волокон має здійснюватися з урахуванням модифікуючої дії на їх склад і функціональні властивості травних ферментів та явища десорбції, що має місце у шлунково-кишковому тракті. Результати аналізів свідчать про відсутність принципової різниці у сорбційній активності нативних і оброблених ферментами водоростей.

Дослідження характеру десорбції фолієвих кислот, іонів свинцю, фенолу свідчать, що водоростеві харчові волокна утворюють з цими речовинами досить стійкі структури, що дозволяє розглядати їх як перспективні ентеросорбенти природного походження.

З метою зниження ефективної дози прийому водоростей як компонентів їх використання у лікувально-профілактичних раціонах харчування розроблено методи активації водоростевої сировини. Для цього дослідили технологічні процеси, які використовуються у промисловості при вилученні альгінової кислоти. Для активації цистозіри запропонована демінералізація водорості розчином хлорводородної кислоти з наступним її нагріванням у водному середовищі при температурі 50°C впродовж 120 хв при гідромодулі 20. Це сприяє значному підвищенню її сорбційних характеристик. Встановлено, що такі види обробки водорості змінюють їх функціональні властивості, а саме: призводять до їх активування: вологоутримуюча здатність оброблених водоростей зростає у 1,3 раза порівняно з нативною сировиною, сорбція іонів свинцю в 1,5 раза. Отримані дані свідчать про доцільність проведення водної обробки цистозіри, що дозволяє зменшити майже удвічі ефективну дозу водоростевих компонентів.

Вивчені властивості комбінованих добавок на основі активованих водоростей та концентрату харчових волокон. Введення останнього обґрунтовано доцільністю формування волокнистих дієтичних добавок, повноцінних за біополімерним складом, тобто таких, які поряд із біополімерами вуглеводного та білкового походження містять поліфенольну складову – лігнін. Харчові волокна зернових є практично єдиним джерелом лігніну в харчуванні, який виконує важливі фізіологічні функції, тому що значною мірою відповідає за сорбцію холієвих кислот і є онкопротектором у товстій кишці.

Завдяки кислотно-лужним властивостям нативні водорості цистозіра та дієтичні добавки на їх основі можуть виконувати в біологічних системах не тільки роль акцептора іонів важких металів, але й функціонувати як м'які регулятори величин рН різних внутрішніх середовищ.

Цистозіра містить значну кількість антиоксидантів середньої сили дії і може бути використана як потенційний засіб збільшення неспецифічної стійкості організму людини та нейтралізації дії вільних радикалів.

Альгінати. Альгінова кислота – продукт переробки морських бурих водоростей; належить до групи речовин так званого рослинного слизу. У клітинних стінках цих рослин міститься не сама кислота, а її кальцієві, магнієві та залізисті солі. Вважають, що вона є структурним полісахаридом.

Важливе значення для здатності альгінатів утворювати драгли має порядок чергування залишків уронових кислот у макромолекулі полісахариду.

Відомо, що уронові кислоти можуть розташовуватися в молекулі у вигляді блокполімерів, що складаються тільки із залишків мануронової кислоти або тільки гулурунової, або з залишків обох кислот, які чергуються. Велику спорідненість із кальцієм мають блокполімери, які складаються тільки із залишків гулурунової кислоти, меншу – блокполімери із залишків мануронової кислоти і слабку спорідненість мають блокполімери, що складаються з кислот, які чергуються.

Альгінат натрію з різних водоростей має неоднакове співвідношення блокполімерів які складаються із гулурунової кислоти. Альгінат натрію з фукусів містить блокполімерів із мануронової кислоти у два рази більше, ніж блокполімерів, що складаються із гулурунової кислоти. Альгінат натрію з ламінарії сахарини містить приблизно рівні кількості блокполімерів із мануронової і гулурунової кислот. В альгінаті натрію, отриманому з цистозіри, превалюють білокполімери з гулурунової кислоти. Альгінат натрію з цистозіри і ламінарії з підвищеним вмістом гулурунової кислоти має велику спорідненість з кальцієм у процесі желювання.

Увага до іонообмінних властивостей альгінової кислоти викликана здатністю зменшувати поглинання радіоактивного стронцію організмом. Альгінат із більш високим вмістом гулурунової кислоти набагато ефективніше зменшує поглинання стронцію і при цьому мало впливає на вміст кальцію в організмі.

У допустимих для людини дозах (5–10 г/добу) альгінат натрію у 2–3 рази,

а альгінат кальцію – у 5–7 разів зменшують всмоктування стронцію. Альгінати не впливають на обмін біоелементів – кальцію, магнію, фосфору, міді, кобальту та цинку; не порушують обміну вітамінів, технологічно легко вводяться до складу продуктів. Крім радізахисної дії, солі альгінової кислоти нормалізують функціональну активність природних кілерів периферичної крові.

Вивчено радізахисну ефективність альгінату натрію порівняно з пектинами. На думку дослідників, альгінат зв'язує стронцій карбоксильними групами сусідніх ланцюгів. Такий самий механізм дії і у пектинів, але у альгінатів є більша кількість карбоксильних груп, і вони більш стійкі до впливу ферментів порівняно з пектинами [55].

Для захисту організму від внутрішнього опромінювання стронцієм-90 при його хронічному надходженні до організму із харчовими продуктами використовують також модифікований альгінат кальцію – кальцієву сіль низькомолекулярної альгінової кислоти, збагаченої залишками гулуранової кислоти, що забезпечує більш високу селективність відносно Sr-90 порівняно з високомолекулярними зразками альгінатів. Модифікований альгінат кальцію спричиняє високу захисну дію, гальмує всмоктування із шлунково-кишкового тракту і знижує накопичення Sr-90 у кістковій тканині при хронічному надходженні радіонукліду (на 70–90%). Захисний ефект відносно радіоактивного стронцію протягом 1-3 місяців залишається стабільним. Застосування альгінату кальцію протягом трьох місяців не спричинило негативного впливу на стан тварин.

Широке застосування альгінату засноване на його унікальній здатності загущувати воду. Наприклад, 5 г високомолекулярного альгінату натрію перетворює 0,47 л води в драглеподібну масу. Альгінат натрію використовують при виробництві кондитерських виробів та продуктів емульсійного типу. У концентрації 0,1–0,2% альгінат натрію додають у соуси, майонези, креми тощо. У світі виробляється майже 300 найменувань продуктів на основі альгінової кислоти та її солей. На потреби харчової промисловості використовується біля

10% вироблюваних альгінатів [20, 39, 40].

Червоні морські водорості та продукти їх переробки. Червоні водорості традиційно використовують для одержання агару та агароїдів. Вони відрізняються складним набором пігментів. Поряд із хлорофілами, каротинами і ксантофілами хлоропласти червоних водоростей містять специфічні для даної групи водоростей додаткові водорозчинні пігменти: червоний і синій. Різноманітне кількісне співвідношення визначає колір водоростей. З метою обґрунтування комплексної переробки морських водоростей вивчено якісний склад і загальний вміст пігментів у водоростях *Gracilaria lichenoidea* і *Ahnfeltia tobuicbianaie*. Показано, що максимальний вміст пігментів відповідає фазі активного росту водоростей. Проведені дослідження дозволяють запропонувати червоні водорості для одержання фікоеритрину, який застосовується як натуральний харчовий барвник [55].

Грацилярія. Червоні водорості грацилярія – джерело унікальних драглеутворюючих поліцукридів. Досліджено біохімічний склад чорноморських водоростей *Gracilaria verrucosa*, вирощених в умовах штучного розведення.

Основна маса сухої речовини їх таломів складається із полісахаридів – 69,7%, переважну частину яких складають легкогідролізовані полісахариди. Моносахаридний склад представлений галактозою, арабінозою, ксилозою. Серед вуглеводів виявлено агар, флоридний крохмаль, целюлозу.

Вміст азотистих речовин у грацилярії складає 12–18%, але амінокислотний склад грацилярії представлений моноамінокислотами, стійкими до дії ферментів, тому білки грацилярії мають низьку харчову та біологічну цінність. Водорості характеризуються підвищеним вмістом мікроелементів: заліза, марганцю, міді, кобальту та інших, які виконують специфічні функції в обміні речовин і відіграють важливу роль у синтезі полісахаридів.

Досліджувані водорості належать до категорії харчових волокон: понад 70% речовин, які входять до складу макрофітів, складають біополімери, стійкі

до дії ферментів шлунково-кишкового тракту людини. *Gracilaria verrucosa* зв'язує на 1 г сухої речовини: води 9,2 г, холевої кислоти 7,0 мг, фенолу 20,5 мг, іонів свинцю 31,0 мг, стронцію 28,8 мг.

Функціональні властивості грацилярії можна активувати за допомогою обробки водою. Встановлені раціональні режими процесів активування *Gracilaria verrucosa*: температура – 95–100°C, тривалість – 90–100 хвилин, гідромодуль – 20.

Сполучення активованих водоростей грацилярії з зерновими харчовими волокнами у масовому співвідношенні 1,0:6,3 зумовлює до отримання дієтичних добавок, повноцінних за біополімерним складом волокнистих компонентів, які мають високі функціональні властивості. Активовані водорості та дієтичні добавки з їх включенням мають структуру поверхні, кислотну-лужні та сорбційні властивості, які забезпечують їх детоксикаційну та регуляторну функції [55].

Карагінан. Червоні водорості містять у значних кількостях своєрідні сульфатовані полісахариди – карагінани. Виробництво карагінану в світі досягло 30 тис.т. Інтерес до цього полісахариду обумовлений його здатністю підвищувати в'язкість і утворювати гелі у водних розчинах, що забезпечує його широке використання у харчовій промисловості. У США карагінан визнаний безпечним і дозволений для використання як харчова добавка. У країнах ЄС карагінан також розглядається як безпечний і корисний. В Японії він вважається "природним продуктом" і не входить до переліку, що регламентує застосування харчових добавок. У 1984 р. Експертний комітет з харчових добавок і робоча група Комісії з харчового кодексу ВООЗ надали токсикологічний огляд по карагінанах і підтвердили, що карагінан безпечний при використанні.

У країнах СНД карагінан не виробляють у великих кількостях і практично не використовують, у той час за кордоном виробляють понад 150 карагінанвмісних продуктів, в основному молочних і кондитерських; у цілому

харчова індустрія використовує 70% карагану: він застосовується при виробництві молочних продуктів (шоколадне молоко, щербети, домашній сир, сирні пасти, напівфабрикати для сніданків, збиті вершки, дитяче харчування), м'ясних і рибних продуктів (м'ясо в желе, консерви, желейні покриття, оболонки ковбас), приправ, безалкогольних напоїв, хлібобулочних (хлібне тісто, пончики, фруктові кекси, цукрові глазури, меренги) і кондитерських виробів.

Караганани використовують у харчовій промисловості як гелеутворювачі та стабілізатори емульсій у системах на молоці та воді, а також для покращання властивостей інших гелів. Це можливо завдяки здатності караганів утворювати комплекси з іншими гідроколоїдами.

Караганан має переваги над агаром і альгінатами в тих випадках, коли потрібна висока в'язкість, емульгування і суспензування. Достатньо навіть невеликої кількості карагану, щоб суспензувати частки какао і запобігти розшаруванню жирів при пастеризації шоколадного молока. Для приготування шоколадного молока на холоді, а також загущення і стабілізації швидкорозчинних порошкоподібних молочних пудингів використовується лямбда-караганан. Молочні продукти, що містять караганан, не потребують гомогенізації при приготуванні, а наявність лямбда-карагану надає їм структуру мусу. Караганани мають порівняно високу температуру розрідження і завдяки цьому їх використовують для приготування фруктових кондитерських виробів при кімнатній температурі.

Широко застосовується караганан у виробництві продуктів для дитячого і дієтичного харчування.

Завдяки своїм драглеутворюючим властивостям караганан може бути використаний для приготування лікарської пігулкової маси. Караганан полегшує введення лікарського препарату в водну суспензію і забезпечує його пролонговану дію. Він має антитромбозний ефект, інгібує легеневі метастази, є ентеросорбентом і може використовуватися для виведення важких металів із організму. Встановлена антирадіонуклідна активність карагану, що дає змогу

використовувати його як ентеросорбент.

Отже, карагінан завдяки своїм унікальним властивостям має достатньо широкий діапазон застосування у харчовій промисловості, ресторанному господарстві, медицині і цим вигідно відрізняється від інших полісахаридів морських водоростей.

Карагінан являє собою суміш хімічно зв'язаних водорозчинних сульфатованих полісахаридів, що складаються із залишків галактози і її похідних. Серед різних груп карагінанів існує різноманітність і нативний карагінан являє собою суміш структур, що мають своє призначення: каппа-, лямбда-, йот- і т.п. До драглеутворюючих карагінанів відносять каппа- і йот-карагінани, до нежелуючих форм – лямбда (табл. 3.21). Структура і фізико-хімічні властивості карагінану залежать від методів виділення полісахариду, виду водорості, місця і умов її вирощування, біологічної фази розвитку водорості. Водні розчини каппа-карагінану створюють міцні прозорі гелі.

Таблиця 3.21

Хімічний склад карагінану

Показник	Вміст (на СР), %
Азотисті речовини (N·6,25)	5,70
Зола	15,67
SO ₄ ²⁻	20,0
Мінеральні речовини:	
Ca	0,80
Mg	0,36
K	0,32
Na	1,64
SiO ₂	0,12

У 100 г продукту карагінану міститься: води – 18 г; золи – 35 г; альгінату – 80 г; натрію – 107,5 мг; калію – 72 м; магнію – 500 мг; заліза – 3 мг; марганцю – 0,8 мг; кобальту – 0,5 мг; бромю – 650 мг; йоду – 75 мг; хрому – 9,5 мг.

Структурні відмінності в карагінанових фракціях і їх гідродинамічні параметри відіграють визначальну роль в гелеутворюючій здатності полісахаридів. Каппа-карагінани із Gigartinaceae виявляють гарні желуючі

властивості (особливо *Ch.pinnulatus*), у той самий час карагінани із *Thicoosarpace* формують дуже слабкі гелі. Концентрація іонів калію суттєво впливає на гелеутворення, причому в випадку карагінану із *Thicoosarpace* для отримання гелю максимальної міцності потрібно в 2 рази менше солі, ніж для карагінану із *Gigartinaceae*.

Мікрводорості та морські трави. Спіруліна – ефективна дієтична добавка, джерело рослинного білка зі значною кількістю незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин. Комплексні експериментально-клінічні дослідження виявили у спіруліні високий вміст біологічно активних речовин, які застосовуються у профілактиці багатьох соматичних захворювань, інтоксикації, гіпоксії тощо. Спіруліна отримала назву через наявність у клітинній структурі двох пігментів: хлорофілу (зеленого) і фікоціаніну (синього) [55].

За даними ВООЗ спіруліна здатна впливати майже на всі захворювання, які пов'язані з порушенням обміну речовин – від алергії до цукрового діабету. Отримують її шляхом культивування водорості у відкритих або закритих системах, які мають рН 8-11.

Спіруліна має унікальний біохімічний склад. Вона містить 60–70% білка, тобто набагато більше, ніж будь-який інший традиційний продукт рослинного і тваринного походження. Для порівняння – у курячих яйцях міститься 47% білка, в яловичині – 18–21%, у борошні сої – 37%. Слід підкреслити, що білок спіруліни містить усі незамінні амінокислоти. Крім того, вона містить 10–20% легкозасвоюваних цукрів, а також до 8% жиру, який складається із найважливіших жирних кислот (лауринова, міристинова, пальмітинова, пальмітолеїнова, пальмітоліноленова, гептадеканова, стеаринова, олеїнова, лінолева, гама-лінолева, β -лінолева, β -ліноленова). До її складу входять також пігменти (каротиноїди, хлорофіл, фікоціанін), вітаміни (β -каротин, B_{12} , B_5 , фолієва кислота, інозитол, ніацин РР, піридоксин – B_6 , токоферол – Е), макро- і мікроелементи. Кальцію у спіруліні міститься у 26 разів більше, ніж у молоці.

При цьому 80% білка спіруліни належить до легкозасвоюваного, тоді як у яловичині – тільки 22%.

Спіруліну використовують з метою виведення з організму шлаків, важких металів, токсинів, радіонуклідів, підвищення опору організму до захворювань. Вона відновлює гормональний баланс, покращує діяльність нервової системи, сприяє заживленню ран, підвищує працездатність та розумову діяльність. Слід зауважити, що спіруліна стимулює утворення Т-клітин, які допомагають ослабленим після захворювань людям запобігати вторинним інфекціям. Деякі дослідники стверджують, що спіруліна може мати протиракові властивості, захищати клітинні структури від негативної дії вільних радикалів, а її сульфідно-ліпідна група згубно впливає на деякі види вірусів.

Спіруліну краще вирощувати у штучно створених умовах, тобто в закритій системі, що забезпечує стабільність біохімічного складу та санітарну чистоту продукту. Некваліфіковане відкрите вирощування призводить до інфікування спіруліни іншими мікроводоростями, серед яких – токсичні для людей форми, бактерії, у тому числі патогенні.

Слід зауважити, що спіруліну вирощують на мінеральному поживному середовищі, органічних сполук вона не потребує.

В Україні існує єдиний цех з виробництва спіруліни в закритому фотобіореакторі трубчатого типу на Ладизинській ДРЕС. Недоліком цього апарату є досить низька проникність світла крізь стінки скляних труб та труднощі, які виникають при вилученні кисню, який виділяється клітинами в середовище. Значні складнощі виникають при перемішуванні середовища циркуляційними насосами, які травмують клітини водоростей.

В УкрНДспиртбіопроді протягом декількох років проводяться роботи з вдосконалення вирощування спіруліни та пошук шляхів її використання в харчовій промисловості. Ці роботи здійснюються разом з провідними вченими Інституту мікробіології і вірусології та Інституту гідробіології НАН України.

Для вирощування спіруліни розроблена оригінальна конструкція

фотобіореактора місткістю 100 л, яка дозволяє вирощувати спіруліну у стерильних умовах, вести оптимальний масообмін, підтримувати необхідну температуру, рН, освітленість.

Метод вирощування періодичний, тобто через 7–10 діб відбирається 70% культуральної рідини, яка замінюється свіжим живильним розчином. Кількість синтезованої біомаси становила 2–3 г/дм³ за АСР.

Вивчався її біохімічний склад. Головну увагу звертали на вміст амінокислот (табл. 3.22), вітамінів, жирних кислот, макро- та мікроелементів, а також хлорпестицидів [55].

Таблиця 3.22

Вміст амінокислот і амінокислотний скор білків біомаси спіруліни

Амінокислота	Кількість амінокислоти, мг у 100 мг зразка спіруліни	Відсоткове відношення амінокислот у 100 г білка спіруліни	Амінокислотний скор
Аспарагінова кислота	3,967	10,52	
Треонін	1,984	5,26	131%
Серін	2,100	5,56	
Глутамінова кислота	6,630	17,57	
Пролін	1,597	4,23	
Гліцин	2,242	5,94	
Аланін	3,291	8,72	
Цистеїн	0,551	1,46	+Met 107%
Валін	2,064	5,47	109%
Метіонін	0,868	2,30	
Ізолейцин	1,547	4,10	103%
Лейцин	3,173	8,41	120%
Тирозин	1,589	4,21	+Phe 133%
Фенілаланін	1,423	3,77	
Гістидін	0,514	1,36	
Лізін	1,710	4,53	82%
Аргінін	2,479	6,57	
Сума:	37,73		

Отримана у штучних умовах біомаса спіруліни є екологічно чистим рослинним продуктом, нетоксична і у своєму складі містить комплекс природних сполук високої біологічної активності: повноцінний білок – 45–70%; вуглеводи 10–14%; ліпіди – до 5% з ненасиченими жирними кислотами, у тому числі есенційні кислоти (пальмітинова, гама-ліноленова), пігменти (фікоціанін, фікоеритрин, хлорофіл, каротиноїди), вітаміни (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂, Е, РР, К, С, L); мінеральні сполуки Са, Р, Mg, Na, К, Fe, I.

МОЗ України дозволено використання спіруліни як дієтичної добавки.

Спіруліна здатна акумулювати йод та синтезувати гормональні йодовмісні сполуки. Однією із переваг йодованої спіруліни є те, що біомаса містить йод у зв'язаному з білками вигляді.

Проведений біохімічний аналіз біомаси спіруліни (табл. 3.23) показав, що біомаса містить значну кількість органічно зв'язаного йоду, білка, фікоціаніну, хлорофілу.

Таблиця 3.23

Вміст біологічно активних речовин у біомасі спіруліни

Біологічно активні речовини	Одиниці виміру стосовно АСБ	Вміст	
		досліджувана біомаса	контроль
Білок	%	75,0	48,0–65,0
Хлорофіл	%	2,54	0,5–1,15
Фікоціанін	%	23,6	3,84–20,0
Каротиноїди	%	0,112	0,22–0,82
Вітамін С	мг/100 г	94,0	5,0–170
Вітамін Е	мг/100 г	49,4	5,0–21,88
Вітамін В ₁₂	мкг/100 г	16,4	98,0–320,0
Йод	%	0,560	-

У водяному екстракті міститься значна кількість фікоціаніну – фікобіліпротеїну – складного білка типу глобулінів. Біологічне значення цього пігменту цілком не досліджене. Дані деяких авторів свідчать, що фікоціанін сприяє зміцненню імунітету і запобігає або уповільнює розвиток злоякісних

новоутворень. При цьому в екстракті практично відсутній хлорофіл, якого у вихідній біомасі міститься значна кількість. Слід зазначити, що 1 г екстракту біомаси містить добову потребу людини в йоді.

Спіруліна при курсі введення в дозі 500 мг на 1 кг маси, на моделі прискороного старіння, індуційованого випромінюванням, чинить протекторну дію на генетичний апарат клітини, має антиоксидантні та мембраностабілізуючі властивості, нормалізує структуру тканин, показники обміну речовин (ліпідного, електролітного). Іншими словами, спіруліна, позитивно впливаючи на ключові ланки механізму старіння (збільшення швидкості перекисного окиснення ліпідів, порушення клітинних мембран, ушкодження генетичного апарату клітин, зміна адаптаційно-компенсаторного механізму), сприяє уповільненню процесів старіння.

Спіруліна містить значну кількість заліза, яке легко засвоюється. Наявність у спіруліні хлорофілу та висока біодоступність сприяють стабілізації у крові гемоглобіну при анемії. Фікоціанін, що міститься в спіруліні, стимулює імунну систему, підвищує лімфатичну активність. Японські вчені стверджують, що щоденне вживання малих доз фікоціаніну (1,7–17 г спіруліни) збільшує функції нормального клітинного контролю, що запобігає розвитку злоякісних утворень. Вміст β -каротину у спіруліні в десять разів вищий, ніж у моркві. Жирні кислоти спіруліни представлені в основному ліноліновою та гамма-ліноліновою кислотами. Вони є попередниками простагладинів – гормонів, які контролюють та регулюють кров'яний тиск, синтез холестерину, порушення і ріст клітин.

З цією метою (лікування) спіруліну призначають у добовій дозі 1,0–1,5 г протягом 3–4 тижнів, 3–4 курси на рік.

Зостера. В Україні знаходяться значні запаси морської трави – зостери (Чорне, Азовське моря, озеро Сиваш). Спеціалістами лабораторії радіаційної гігієни харчування НЦРМ АМН України проведені експериментальні дослідження, які свідчать, що за хімічним складом зостера мало відрізняється від ламінарії, а за вмістом мікроелементів не поступається їй і містить (мг/100 г.): кальцію 4240; міді

1,56; заліза 307,4; калію 696,0; магнію 829,5; марганцю 25,5; фосфору 106,3; цинку 7,6; кобальту 0,37; кадмію 0,12; йоду 102 (табл. 3.20) [55].

Зостера є джерелом одержання пектину-зостерину. За своїми фізико-хімічними властивостями цей біополімер являє собою природний поліаніон. На відміну від відомих пектинів до складу пектину-зостерину входить унікальний фермент – апіогалактуроназ, що обумовлює його відносну стійкість до дії позаклітинних пектиназ. Встановлено, що зостерин посилює у 2–2,5 раза накопичення у селезінці тварин імунних клітин, що дає підставу стверджувати про імунопідсилюючі властивості пектину-зостерину. Пектин-зостерин, отриманий із *Zostera marina*, має виражені антимікробні, імунокорегуючі властивості, що робить його перспективним для застосування при захворюваннях органів травлення. На відміну від пектинів наземних рослин пектин-зостерин має унікальні якості: стійкість до дії кишкових пептидаз, адсорбційні властивості, що було підставою для застосування пектину-зостерину в лікувальному харчуванні хворих на хронічний гепатит. Лікування гастродуоденальних захворювань напоями із пектину-зостерину сприяло нормалізації ендоскопічних і гістологічних змін слизових оболонок шлунку і дванадцятипалої кишки.

Із зостери отримують біостар, 2 г якого забезпечує добову потребу людини в йоді та інших мінеральних речовинах. У 100 г біостару міститься: кальцію 2257 мг; калію 1750 мг; натрію 1150 мг; заліза 172,5 мг; йоду 102 мг; магнію 1090 мг; фосфору 114 мг; марганцю 705 мг; кобальту 0,67 мг; кремнію 17,1 мг; срібла 28,5 мг; титану 51,3 мг; цинку 1,5 мг; алюмінію 5,7 мг; міді 0,3 мг, а також фтор та селен.

З огляду на високу поживну цінність водоростей, специфічні властивості полісахаридів актуальним є розширення асортименту виробів, що містять водорості та продукти їх переробки: порошки, екстракти, концентрати, полісахариди.

Карагінан. Виробництво карагінану включає очищення чорноморських водоростей *Phyllophora nervosa* та екстрагування з них колоїдних речовин, фільтрацію, очищення, концентрацію (випаровування), осадження спиртом,

сушіння, подрібнення, стандартизацію хлоридом кальцію. Карагінан марки М100 складається із суміші двох поліоз, названих відносно іону калію κ - (капа-) та λ - (лямбда-) карагінаном у співвідношенні (65:35 відповідно).

У дослідженнях використаний карагінан (суміш йота- і капа-карагінану), отриманий з чорноморської червоної водорості, у вигляді світло-кремового порошку з вологістю 9–12% і розміром частинок – від 0,25 до 1 мм [28, 76].

Для визначення можливості використання карагінану в технологіях продуктів оздоровчого харчування досліджений його якісний склад і фізико-хімічні властивості (здатність розчинятися у воді та молоці й утворювати драгли) (табл. 3.21).

Карагінан, як розчинний у воді поліцукрид, важко диспергується у ній, що обумовлено утворенням поверхневої плівки навколо кожної часточки, їхня поверхня залишається нерозчинною. Гарна дисперсія досягається при використанні холодної води з наступним розчиненням карагінану при нагріванні та додаванні цукру в суху суміш, до початку процесу диспергування.

З метою визначення раціональної концентрації карагінану, необхідної для утворення міцних драглів, готували водні розчини з концентрацією поліцукриду від 1 до 10% і інтервалом 0,5% та досліджували їхню в'язкість. Ефективна в'язкість драглів при збільшенні концентрації карагінану, зростає. При концентрації 2% і значенні ефективної в'язкості $3,42 \cdot 10^3$ Па·с ($t=20^\circ\text{C}$) драгли отримали найвищі сенсорні оцінки. При нижчій концентрації драгли не тримають форми і при механічному струшуванні руйнуються, при її підвищенні вони набувають гумоподібної консистенції. Набрякання карагінану при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$ відбувається найбільш інтенсивно у перші $12,5 \cdot 10^3$ с. Протягом цього часу маса поліцукриду збільшується у 8 разів. Процес припиняється після $23,4 \cdot 10^3$ с. вистоювання, протягом якого маса карагінану зростає у 9 разів (рис. 3.9, 3.10).

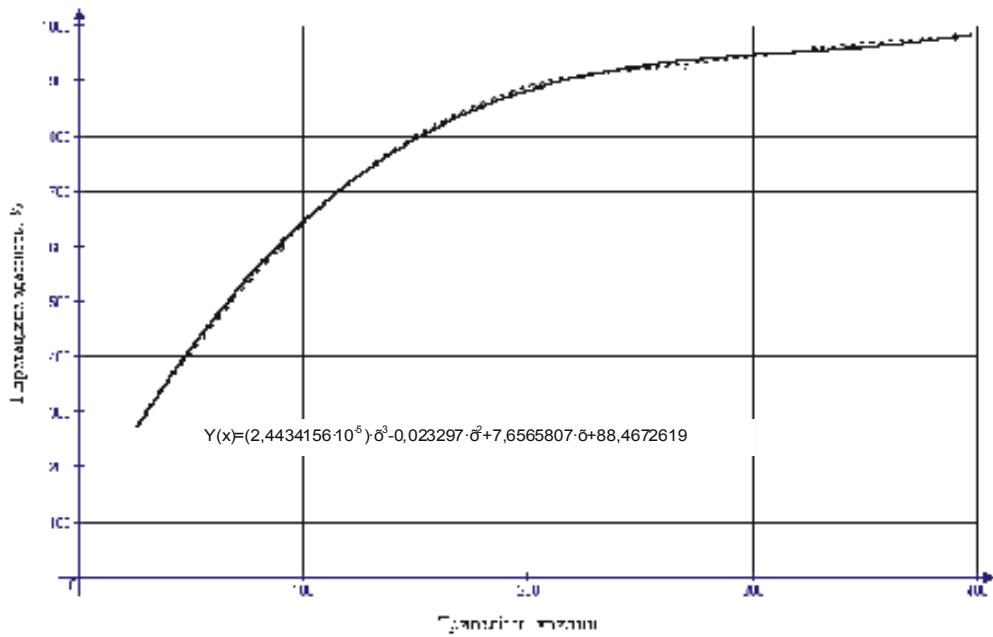


Рисунок 3.9 – Залежність гідратаційної здатності карагенану від тривалості набрякання

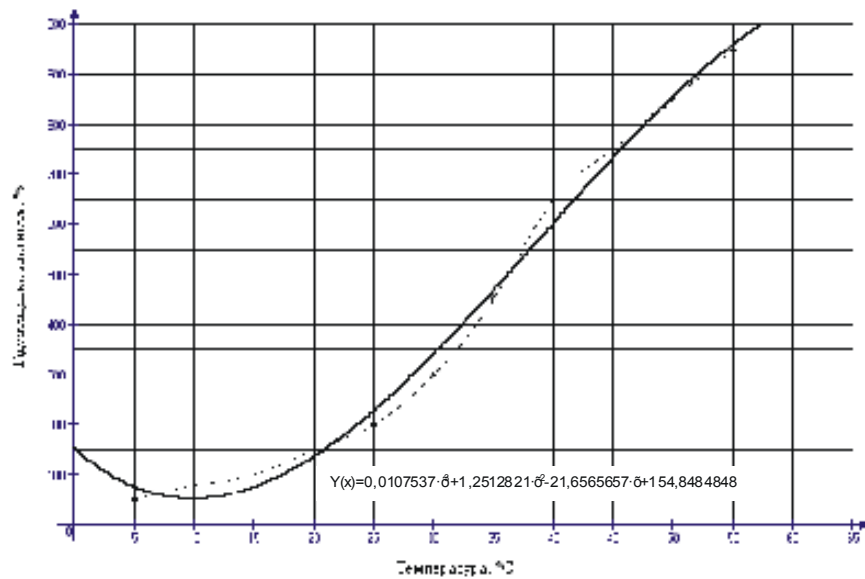


Рисунок 3.10 – Залежність гідратаційної здатності карагенану від температури

Часткове набрякання карагінану починається при температурі 4–6°C, з її підвищенням процес прискорюється і при 36–38°C переважає розчинення карагінану. В інтервалі температур 40–50°C відбувається інтенсивне

розчинення, яке завершується при 57–60°C і утворюється однорідний розчин, який при охолодженні до 34°C перетворюється на драгли.

Особливою властивістю карагінану є здатність взаємодіяти з білками. Між сульфатними групами карагінану та зарядженими групами протеїнів виникає іонний зв'язок, що визначається їхньою ізоелектричною точкою. Мінімальна концентрація карагінану, що необхідна для утворення молочних драглів, складає 0,85% (при $t=20\pm 2^\circ\text{C}$, тривалість вистоювання – 60 хв). При концентрації карагінану 0,3-0,7% утворюються в'язкі розчини із включеннями згустків драглеутворювача. При збільшенні концентрації до 2% утворюються достатньо міцні та еластичні драгли, які добре тримають форму. Температура драглеутворення молочних драглів карагінану (2%) – 44–46°C, плавлення – 65–70°C, що пояснюється гістерезисом.

Набрякання карагінану у молоці ($t=20\pm 2^\circ\text{C}$) відбувається інтенсивно у перші $1,8 \cdot 10^3$ с, його маса збільшується у 4,76 раза, процес стабілізується після $25,2 \cdot 10^3$ с вистоювання, протягом цього часу маса карагінану зростає у 7,45 раза (рис. 3.11). Процес починається при температурі 5°C, з її підвищенням він прискорюється і при 44–45°C починається розчинення, найбільш інтенсивне при 45–60°C, яке завершується при 63–65°C протягом 300–420 с і утворюється однорідний розчин, який при охолодженні до 44-46°C перетворюється на драгли з в'язкістю 3,11 Па·с; при зниженні температури до 28°C вона становить 3,49 Па (рис. 3.12).

В інтервалі 10–50°C в'язкість молочних драглів інтенсивно знижується, при підвищенні температури починається плавлення і утворюються драгли з в'язкістю – 3,11 Па·с, при 28°C в'язкість становить 3,49 Па·с.

За визначених температур (20°C та 28°C) в'язкість 2% молочно-карагінанових драглів становить відповідно 3,98 Па·с та 3,49 Па·с. В'язкість молочних драглів знижується зі зниженням температури і зростає при збільшенні концентрації карагінану.

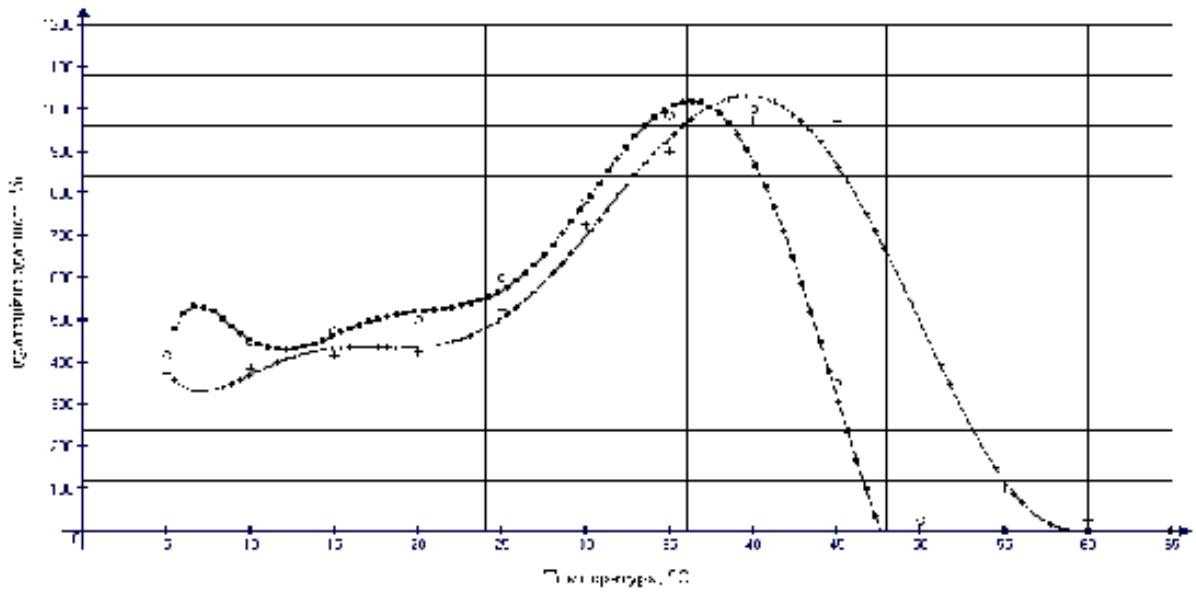


Рисунок 3.11 – Динаміка набрякання та розчинення карагінану у воді та молоці залежно від температури: x - Гідратаційна здатність карагінану у воді; $+$ - Гідратаційна здатність карагінану у молоці

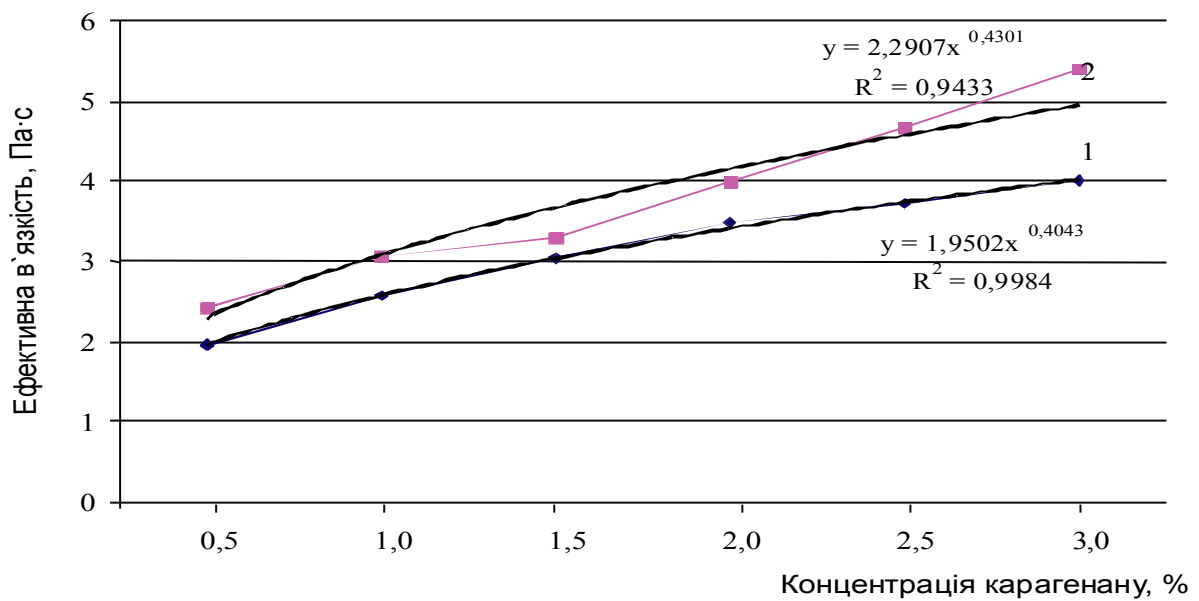


Рисунок 3.12 – Динаміка в'язкості молочно-карагінанових драглів залежно від концентрації карагінану: крива 1– в'язкість молочно-карагінанових драглів при $t=20^{\circ}\text{C}$; крива 2 – при $t=30^{\circ}\text{C}$

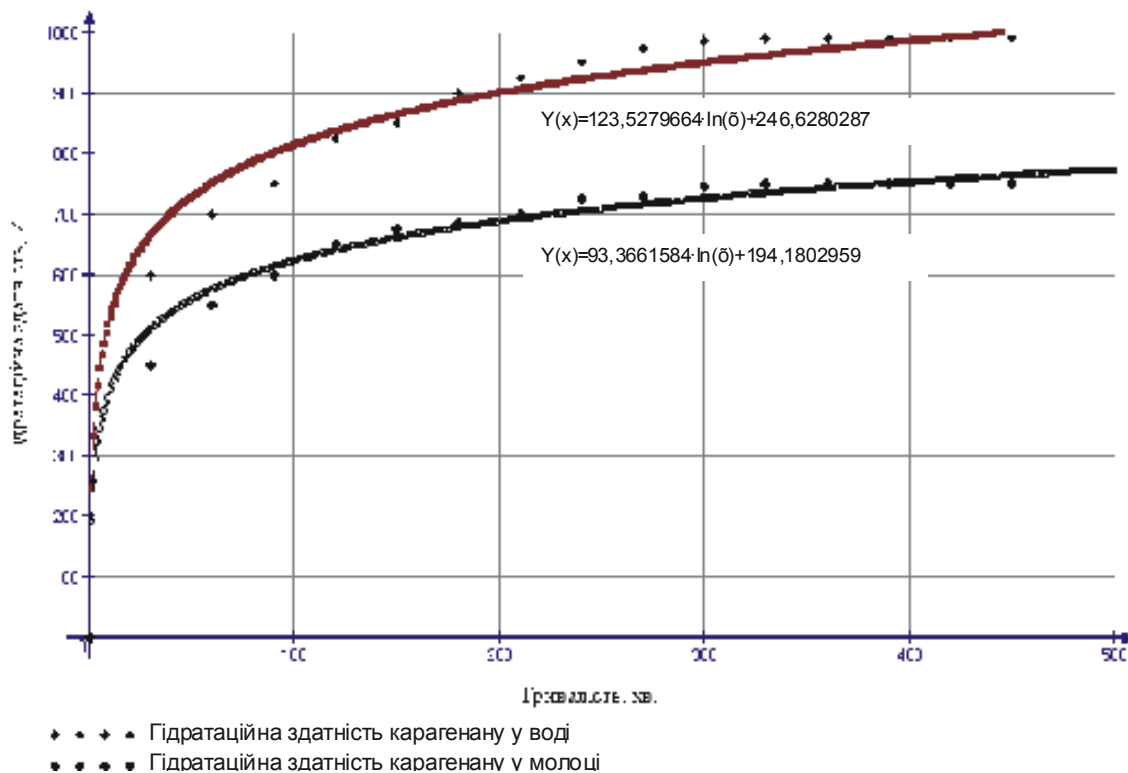


Рисунок 3.13 – Динаміка гідратаційної здатності карагінану у воді та молоці залежно від часу та температури: * * * * * Гідратаційна здатність карагінану у воді
 • • • • • Гідратаційна здатність карагінану в молоці

Механічні властивості драглів карагінану залежать від температурного режиму. Витримування драглів протягом 2 хв при температурі на 1–1,5°C нижчій від температури драглеутворення підвищує їхню міцність на 41–44%. При повільному охолодженні міцність драглів зростає, утворюється більш розвинена просторова структура. Кип'ятіння розчинів карагінану негативно впливає на міцність драглів. Зниження температури може суттєво загальмувати процес вологопоглинання, а підвищення – зменшити драглеутворювальну здатність за рахунок розчинення легкорозчинних фракцій поліцукриду.

Карагінан є перспективним структуроутворювачем для використання у рецептурах кремів і солодких страв, в яких рідкою основою є молоко. Молоко являє собою колоїдну систему, що складається з емульсії жиру і міцел білка казеїну. Використання карагінану ґрунтується на взаємодії з казеїном, з ним він формує сітчасті структури в об'ємі молока, що обумовлює різке зростання

в'язкості та утворення драглів. Карагінан, на відміну від інших поліцукридів, виявляє структуроутворювальні властивості навіть при низьких концентраціях.

З метою розробки технологій кондитерських оздоблювальних напівфабрикатів, борошняних і солодких страв без цукру або зі зниженим його вмістом досліджено вплив карагінану на процес піноутворення у модельних композиціях на основі молока.

Піноутворювальна здатність дослідних зразків № 1 і № 2 вища за контрольний – на 18,2 і 23,7%, стійкість піни – на 31,8 та 40,9% відповідно. Карагінан сприяє підвищенню піноутворювальної здатності та стійкості піни.

Його вплив на якісні показники емульсії оцінювали за емульгуючою ємкістю яйця і стабільністю емульсії. У зразках емульсій з 0,3% карагінану емульгуюча ємність становила 90%, з 0,5–91%, максимальний показник відповідав зразку з 0,7% карагінану – 9,25%, тобто карагінан підвищує емульгуючу ємність яйця. У дослідних зразках відмічається і підвищення загальної стабільності системи (стійкість до руйнування).

Карагінан зміцнює клейковину, час її випресовування збільшується у 4 рази. Цей вплив залишається протягом 3-х годин відлежування. Якщо час випресовування контрольного зразка знизився у 4 рази то з карагінаном – удвічі. Крім того, карагінан зменшує питому розтяжність, розріджування клейковини під впливом протеолітичних ферментів різко гальмується. Діаметри кульки клейковини та кульки тіста при відлежуванні змінюються незначно. Зміцнююча дія карагінану на клейковину при збільшенні його концентрації посилюється.

Можна припустити, що механізм дії карагінану пов'язаний з наявністю у його молекулах ефірно зв'язаної сірчаної кислоти (кислий ефір), що надає їм властивостей аніоно-активних емульгаторів, які, як відомо, можуть зміцнювати клейковину. Таким чином, карагінан є перспективним регулятором реологічних властивостей клейковини і тіста.

Вершкове масло є рецептурним компонентом кондитерських оздоблювальних і борошняних напівфабрикатів, солодких страв. З метою визначення впливу карагінану на вологоутримуючу здатність вершкового масла проведені дериватографічні дослідження модельних композицій, виготовлених на основі вершкового масла "Селянського" (вологість – 72,5%) і карагінану у концентрації від 0,5 до 2,0%. Випаровування вологи починається при 25°C, з підвищенням температури процес інтенсифікується і при досягненні 100°C у контролі вільна волога випаровується. У дослідних зразках спостерігається інша тенденція – з підвищенням концентрації карагінану знижуються втрати вологи. Так, у зразку з 0,5% карагінану вони становлять 17,5%, у зразку з 2% поліцукриду – лише 2,5%.

Проте, при збільшенні концентрації карагінану підвищується в'язкість модельних композицій, з урахуванням цього показника, прийнятною є концентрація поліцукриду до 1% від маси вершкового масла.

– Набрякання та розчинення карагінану залежить від температури і природи розчинника.

– Для кращої дисперсії карагінан слід гідратувати у холодній воді з наступним нагріванням.

– Набрякання карагінану у воді починається при 4-6°C ($t=20\pm 2^\circ\text{C}$) протягом $1,26 \cdot 10^3\text{с}$ процес найбільш інтенсивний, повне розчинення спостерігається при 57-60°C; при охолодженні до 34°C утворюються карагінанові драгли.

– Рациональна концентрація карагінану для утворення міцних водних драглів – 2,0%; механічні властивості їх залежать від температури: витримування біля 2 хв при температурі на 1-1,5°C нижчій за температуру драглеутворення підвищує міцність драглів на 41-44%.

– Визначені основні технологічні операції приготування карагінанових драглів: гідратація карагінану у воді (20-25°C) при співвідношенні 2:100 протягом $3,6 \cdot 10^3\text{с}$, розчинення на водяній бані при температурі 80°C. За таких умов

ефективна в'язкість складає $4,76 \cdot 10^3$ Па·с. Дотримання вищезазначених параметрів дозволяє отримати карагінанові драгли високої якості.

– Набрякання карагінану в молоці починається при 5°C . Мінімальна концентрація карагінану для утворення молочних драглів – 0,8%; найбільш інтенсивний процес спостерігається протягом $1,8 \cdot 10^3$ с, маса драглеутворювача зростає у 4,76 рази; набрякання припиняється після $25,2 \cdot 10^3$ с при 45°C і відбувається розчинення, яке завершується при $63\text{--}65^\circ\text{C}$; при охолодженні розчину до 45°C починається утворення драглів.

– Карагінан є перспективним структуроутворювачем для виготовлення кондитерських оздоблювальних напівфабрикатів і солодких страв з підвищеним вмістом вологи.

– Карагінан доцільно використовувати для зміцнення клейковини тіста з композиційних борошняних сумішей, що складаються з пшеничного борошна і борошна з ГЧ-оброблених зерен із зниженим вмістом клейковини.

– Завдяки властивості карагінану, за рахунок сульфатних груп, взаємодіяти із зарядженими групами протеїнів, через виникнення іонного зв'язку, він є перспективним структуроутворювачем у рецептурах кремів і солодких страв, де рідкою основою є молоко.

– Мінімальна концентрація, необхідна для утворення молочних драглів – 0,85%, при 2% утворюються достатньо міцні та еластичні драгли з високою формоутримуючою здатністю. Часткове набрякання карагінану починається при $4\text{--}6^\circ\text{C}$. Набрякання у воді ($t=20^\circ\text{C}$) найбільш інтенсивне у перші 20 хв, маса збільшується у 6, у молоці в 4,5 рази, процес припиняється після 6 год вистоювання, остаточна маса його відповідно складає 11 г і 7,5 г при початковій масі – 1 г.

– Карагінан повністю розчиняється при 50°C у воді і 65°C у молоці протягом 5 хв., утворює однорідний розчин, який при охолодженні до 35°C (водний розчин) і до 45°C (молочний) перетворюється на драгли, що з часом зміцнюються.

Водоростеві порошки. У дослідженнях використані водоростеві добавки: порошок із цистозіри, із вмістом 23% альгінової кислоти, золи 23% і біостар, що

містить пектин-зостерин – 21,7% (табл. 3.24). Завдяки високому вмісту вітамінів, мінеральних речовин, полісахаридів водоростеві добавки навіть у низьких концентраціях здатні корегувати харчову цінність продуктів.

Таблиця 3.24

**Хімічний склад біостару та порошку із цистозіри
(на 100 г продукту)**

Речовина	Біостар	Порошок із цистозіри
Білок, г	14	7,9
Жир, г	2,2	0,8
Вуглеводи, у т.ч.		
манін	4,9	6,8
альгінова кислота	-	23,3
пектин-зостерин	21,7	-
Зола, г	13,2	22,9
Вітаміни, мг:		
каротиноїди	245	217
фолацин	0,07	0,08
тіамін	5,9	6,1
токоферолі	12,7	10,7
ніацин	11,3	10,9
ціанокобаламін	0,12	0,14
Мінеральні речовини, мг:		
кальцій	4240	1170
фосфор	106	96
натрій	106	96
магній	829	505
калій	696	720
залізо	307	31
марганець	25	8,6
кобальт	0,37	1,1
йод	102	114
цинк	7,6	27
мідь	1,56	2,2
селен	41	-

Суттєво впливає на якість продуктів водопоглинальна здатність рецептурних компонентів, тому важливо було визначити водопоглинальну здатність порошку з цистозіри і біостару. За одну хвилину 1 г борошна поглинає 0,2 мл, цистозіри – 0,4 мл, біостару – 0,45 мл води. Вже після $1,2 \cdot 10^3$ с

вистоювання маса порошків не змінюється, цього часу достатньо для їхньої гідратації.

Водопоглинальна здатність порошку з цистозіри становить – $4,2 \pm 0,2$ г/г, біостару – $4,7 \pm 0,3$ г/г води і на 52%, 70% відповідно вище за показник пшеничного борошна, що дозволяє прогнозувати підвищення водопоглинальної здатності борошняних модулів з їхнім використанням [28].

Враховуючи особливості хімічного складу водоростевих порошків, можна припустити, що вони виявлятимуть гальмуючий вплив на дифузію моноцукридів, насамперед, глюкози, що є важливим при проектуванні продуктів оздоровчого призначення, у тому числі хворих на цукровий діабет, адже для цієї категорії споживачів важливим є зниження рівня одночасного надходження глюкози у кров.

Завдяки високому вмісту полісахаридів (альгінової кислоти і пектину-зостерину) у водоростевих добавках можна прогнозувати їхню сорбційну активність стосовно моносахаридів, зокрема глюкози. Для підтвердження гіпотези досліджена динаміка її дифузії. Як адсорбат використовували водні розчини глюкози. Рівновага між концентрацією глюкози у внутрішній та зовнішній камерах досягалася протягом 60 хв.

2/3 кількості глюкози дифундує протягом 30 хв. Водоростеві порошки гальмують накопичення глюкози у діалізаті, за $3,6 \cdot 10^3$ с її концентрація у зовнішньому розчині на 40% нижча, ніж у контрольному розчині. Порошки знижують швидкість дифузії глюкози, що дозволяє прогнозувати відповідний ефект і при вживанні продуктів, що їх містять.

Для визначення впливу водоростевих порошків на фізико-хімічні характеристики тістових моделей їх додавали у концентрації – 1–2,5% від маси борошна з інтервалом 0,5%. Водопоглинальна здатність і стійкість тіста у зразках з гідратованими порошками знаходилась на рівні контролю. У зразках з концентрацією порошків – 2,0–2,5% зростало розрідження та еластичність тіста на 10 од. пр порівняно зі зразками з негідратованими добавками. Проте зменшився час утворення у дослідних зразках тіста.

Вологість зразків з біостаром і цистозірою на 3,7–7% збільшилась порівняно з контролем (43,0%). Встановлено, що водоростеві порошки перед використанням у складі тіста доцільно піддавати гідратації. При концентрації водоростевих добавок понад 2,5% від маси борошна знизилась еластичність і газоутримувальна здатність тіста, погіршилися пружно-еластичні властивості. За умов внесення добавок у концентрації – 0,5–1,5% кислотність тіста знижується. Рациональна концентрація біостару і порошку з цистозіри у тісті – 1,5% від маси борошна. При збільшенні концентрації добавки знижуються органолептичні показники тістових напівфабрикатів; вони набувають темного кольору, з'являється водоростевий присмак і запах.

У дослідних зразках гідратаційна здатність клейковини зменшується, що призводить до зниження розтяжності та показника ІДК. При концентрації біостару 1,5% знижується маса сирої клейковини на 8,2%, розтяжність – на 16,7%, показник ІДК – на 13,9%, гідратаційна здатність на 11,8% порівняно з контрольним зразком (табл. 3.25).

При збільшенні концентрації добавки біостару до 2,5% відповідні показники знижуються на 11,6, 27,8, 17,1, 17,7% відповідно. Клейковина повільніше за біостар поглинає воду, тому виникають сприятливі умови для її зміцнення.

– Водоростеві добавки з цистозіри та біостару відзначаються високим вмістом макро- і мікроелементів, вітамінів та розчинних полісахаридів (альгінової кислоти, пектину-зостерину).

– Водоростеві добавки із цистозіри і біостару є перспективними рецептурними компонентами, які дозволять підвищити біологічну цінність продуктів оздоровчого призначення за рахунок збалансування мінерального, вітамінного і вуглеводного складу.

– Вологопоглинальна здатність водоростевих порошків за рахунок вмісту альгінату натрію і пектину-зостерину вища за пшеничне борошно на 70%, що необхідно врахувати при розробці технологій продуктів оздоровчого призначення.

Показники якості клейковини модельних композицій дріжджового тіста

Зразок	Маса сирової клейковини, г	Маса сухої клейковини, г	Розтяжність, мм	Показник ІДК, од. пр	Гідратаційна здатність, %
Контроль					
Початок бродіння	32,5	12,4	16,9	87,2	180
Кінець бродіння	32,9	11,9	18,3	93,6	190
Дослід № 1					
Початок бродіння	30,0	11,5	16	73,8	172
Кінець бродіння	30,3	11,2	17	82,5	180
Дослід № 2					
Початок бродіння	28,9	11,5	15	72,6	158
Кінець бродіння	29,5	11,2	16	80,4	166
Дослід № 3					
Початок бродіння	28,0	11,5	14	70,9	155
Кінець бродіння	29,8	11,2	13	79,6	165
Дослід № 4					
Початок бродіння	27,5	11,5	13	69,4	148
Кінець бродіння	28,4	11,2	12	77,5	155

Примітка. Контроль – дріжджове тісто за традиційною технологією; дослід № 1 – 1% біостару; № 2 – 1,5% біостару; № 3 – 2% біостару; № 4 – 2,5% біостару.

– За результатами досліджень фізико-хімічних показників тістових моделей визначено, що раціональна концентрація порошку із цистозіри та біостару становить 1–1,5% від маси борошна.

3.10. Борошняні суміші

З метою створення борошняних виробів функціонального призначення, збагачених білками і амінокислотами, харчовими волокнами, макро- і мікроелементами, вітамінами, розглянуті різні види борошняної сировини.

При виробництві борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів в основному використовують борошно пшеничне хлібопекарське першого сорту.

На основі борошна пшеничного першого сорту (65%), борошна житнього обдирного (15%) і круп'яного (20%) створено композитні борошняні суміші. Суміші для виробництва БКВ можуть включати борошно ячмінне сортове –

25–30 %, вівсяне сортове – 30–35 %, пшоняне сортове – 40–50 %, гречане першого сорту – 25–30 %. Суміші борошняні рекомендуються для масового і профілактичного харчування при нестачі білків, жирів, вітамінів і мінеральних речовин і під час шлунково-кишкових захворювань.

У Франції запропоновано технологію виготовлення борошняних виробів із використанням декількох видів зерна і борошна, %: ячмінь – 3–10, овес 5–10, кукурудза – 3–10, кунжут – 3–10, пшеничне борошно грубого помелу – 5–10, льняне насіння – 1–6, просо – 1–8, житнє борошно – 5–15, пшеничне борошно – 5–27.

Фірма Ireks Aroma пропонує суміші “Совітал мікс”, які містять кілька видів борошна, в тому числі і ячмінне, насіння різних хлібних культур і призначені для приготування борошняних кондитерських виробів.

Запропоновано спосіб виготовлення збагаченого харчовими волокнами м'якого дієтичного борошняного продукту, який включає зернові продукти (жито, пшеницю, ячмінь або їх суміші), що знаходяться в подрібненому, дробленому або розплющеному вигляді.

Для збагачення виробів повноцінним білком ячмінне борошно використовують у виробництві дієтичних сортів булочних виробів. Так, серед дієтичних виробів Німеччини розповсюджено хлібці з додаванням 25% подрібненої пшениці і 45% ячмінного борошна.

Відомий спосіб виготовлення безклейковинних борошняних виробів з використанням пшениці, вівса, ячменю, жита, для чого використовують суміш двічі клейстеризованого борошна (50–95 %), що містить ≤ 2 % білку, і соєве борошно (5–50 %), покращуючи добавки (рослинний жир, емульгатори).

У хлібопекарській промисловості застосовують способи приготування борошняних виробів з використанням солодового борошна і ячмінного солоду. Так, для подовження термінів зберігання при виготовленні виробів додають до 15% солодового борошна і до 5% ячмінного солоду. Відомий спосіб приготування дріжджового тіста, згідно якого наприкінці бродіння опари додають борошно білого активного солоду – 3–10% від маси пшеничного

борошна. Такий спосіб прискорює бродіння опари, сприяє подовженню терміну зберігання готових виробів.

Суміш з пшеничного, житнього, вівсяного і ячмінного борошна використовують для приготування виробів, що багаті на вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна.

Надано рекомендації по виробництву борошняних виробів із пшеничного борошна, що одержано з цілого зерна. Дана технологія передбачає використання до 10% ячмінних пластівців, або пшеничних, або житніх. Поряд з цим для покращення структурно-механічних властивостей тіста і готової продукції вносять 0,006–0,008 % аскорбінової кислоти, 2% жиру (до маси борошна).

У виробництві борошняних кондитерських виробів ячмінне борошно використовують в кількості 15–30 % для приготування пряничного та бісквітного тіста. Готова продукція набуває високої харчової і біологічної цінності.

Що стосується борошняних продуктів на основі інших зернових культур, то найбільші концентрації, які рекомендують, також знаходяться у межах від 5 до 30%. Однак, крім змінення консистенції тіста, другою обставиною, що лімітує їх концентрацію, є надання готовій продукції небажаних органолептичних властивостей – специфічного присмаку, непривабливого кольору.

Вівсяне борошно має гіркуватий присмак, більш темний колір; його використання сприяє збільшенню водопоглинальної здатності тіста. Якість хлібобулочних виробів, випечених із 80% пшеничного борошна першого сорту і 20% вівсяного борошна, поліпшується, якщо вологість тіста підвищити до 46%. На цьому засновано технологію дієтичних борошняних виробів для лікувально-профілактичного харчування. Вівсяне борошно з метою клейстеризації крохмалю заварюють знежиреним молоком.

Кукурудзяне борошно має специфічний присмак, що відчувається в

готовій продукції. Перед додаванням у тісто його рекомендують піддавати тій чи іншій попередній обробці. Наприклад, здійснюють замочування у воді, що містить 0,3% сірчаного газу за температури 50°C протягом 15 годин з наступним центрифугуванням і сушінням до вологості 8–12 %. Таким борошном рекомендують замінити 20–25 % пшеничного борошна для виробництва борошняних виробів. Можливе заварювання кукурудзяного борошна у співвідношенні борошна й води від 1:2 до 1:3. Використовують кукурудзяне борошно, обсмажене при температурі 120–140°C протягом 5–10 хвилин, у кількості 4–8 % до маси пшеничного борошна першого сорту.

В окремих випадках борошно одержують із гречки, застосовуючи його для випікання печива. Розроблено способи виробництва продуктів для дитячого й дієтичного харчування з застосуванням оцукреного гречаного борошна. У концентраціях до 5–10 % гречане борошно вводять до складу суміші для виробництва борошняних кондитерських виробів.

Відомо застосування соргового борошна. Його використовують як без обробки, так і з попередньою обробкою, яку здійснюють кількома способами – шляхом розтирання зерна у воді з наступним пропарюванням, сушінням і розмелом у борошно, чи з піддаванням зерна бродінню перед помелом.

Застосування соргового борошна у виробках з пісочного, бісквітного тіста, кексів до 50% замість борошна пшеничного не погіршує структурно-механічні властивості готової продукції, вироби набувають оригінального запаху, смаку, кольору. Крім того, використання забарвленого сорго дає можливість економити дорогі барвники, знижувати собівартість продукції.

Розроблено способи додавання просяного борошна при виробництві печива і бісквітних напівфабрикатів. Таким борошном рекомендують замінити до 60% борошна пшеничного у виробництві пісочного печива і до 40% – у виробництві бісквітних виробів.

Поряд з борошном, для підвищення харчової цінності, розширення асортименту продукції дієтичного, лікувально-профілактичного харчування

використовують інші борошняні продукти переробки зернових культур. Розповсюджено застосування відходів борошномельного виробництва – висівок.

В дієтичні борошняні кондитерські вироби Німеччині додають 7–12 % пшеничних висівок з метою зниження калорійності, у Великобританії з цією ж метою виробляють хрусткі хлібці з додаванням 50–90 % пшеничних висівок; до 30% пшеничних висівок додають у печиво й листкові торти. У Франції для приготування галет до пшеничного чи житнього борошна додають до 50% висівок.

Однак застосування висівок обмежено внаслідок того, що вони важко піддаються дії травних соків. Для підвищення ступеня їх засвоюваності рекомендують різні методи біохімічної обробки висівок чи їх механічне подрібнювання.

У дослідних наукових закладах проведено роботи з пошуку ефективних способів тонкого і надтонкого подрібнювання висівок. Під час тонкого подрібнювання руйнуються клітини алейронового шару, внаслідок чого в здрібнених структурах збільшується вміст фосфору, калію, магнію, зростає в 1,5–1,6 рази кількість білку, що засвоюється організмом людини.

Відомі способи приготування тіста для бісквітних виробів, що передбачають використання висівок; способи збагачення цукрового й пісочного печива, вафельного напівфабрикату харчовими волокнами шляхом введення цільозмеленого зерна й висівок; приготування напівфабрикату низькокалорійних кондитерських виробів, до складу яких входить борошно з пшеничними висівками.

У США розроблено технологію продукту, відповідно до якої в тісто додають тонко здрібнені кукурудзяні висівки. Вміст клітковини в екструдованому продукті складає 1,5–10 %.

Проведено роботи з використанням зародків злаків для вітамінізації борошна й різних борошняних виробів. Встановлено, що з додаванням до пшеничного борошна першого сорту 20% борошна з пшеничних зародків в

борошняних кондитерських виробів вміст білку зростає майже вдвічі. Додавання 5% зародків пшениці до пшеничного борошна збільшує вміст незамінних амінокислот від 3 до 5%, в тому числі лізину – від 13 до 16%.

Однак використання зародків для збагачення соргового борошна обмежено погіршенням структури тіста і м'якучки в зв'язку з окислюванням глютатіону зародку.

Відомі різні способи усунення негативного впливу глютатіону на фізичні властивості тіста і якість готових виробів: застосування окислювачів типу бромату калію, підсмажування зародків за температури 285°C, витримання в розчині кухонної солі з наступним підсушуванням і підсмажуванням, додавання фосфоліпідів, автоклавування за температури 120°C протягом 20 хвилин. Для вітамінзації борошна і борошняних кондитерських виробів рекомендують вносити зародкове борошно в кількості 1–1,5%.

Розроблено нові композиції з використанням зародкових пластівців пшениці для цукрового печива, здобного печива.

Таким чином, наведені дані свідчать, що існує багато технологій борошняної кондитерської продукції, де застосовано борошняні продукти переробки різних зернових культур. Найчастіше їх використовують як домішку до пшеничного борошна в концентраціях від 5 до 30% (дріжджове, листкове, заварне тісто), іноді до 40...50% (бісквітне, пісочне). Як правило, внесення більш високої кількості обмежено двома обставинами – або погіршенням смакових достоїнств готової продукції, або помітною зміною її консистенції.

Зниження смакових показників, на наш погляд, є проблемою, рішення якої пов'язано з істотним обмеженням застосування окремих видів борошна у високих концентраціях.

Погіршення структури готових виробів спостерігається в дріжджових, заварних, листкових напівфабрикатах, де вимагаються високі показники клейковинного комплексу.

За харчовою цінністю до пшеничного борошна наближається житнє.

Білкові речовини житнього борошна за амінокислотним складом близькі до білків пшеничного, однак відрізняються більш високим вмістом незамінних амінокислот – лізину і треоніну. Основною особливістю білків житнього борошна є те, що вони не здатні, незважаючи на наявність гліадину і глютеніну, до утворення клейковини. Крім того, білки жита швидко і інтенсивно набрякають. Значна частина білків при цьому набрякає необмежено, переходячи в стан в'язкого колоїдного розчину.

Тому хлібопекарські властивості житнього борошна зумовлені, насамперед, станом його вуглеводно-амілазного комплексу. Порівняно з пшеничним житнє борошно характеризується великим вмістом власних цукрі, більш низькою температурою клейстеризації крохмалю і наявністю в борошні навіть з непророслого зерна значної кількості α -амілази. Через це цукро- і газоутворювальна здатності житнього борошна практично не можуть бути чинниками, які лімітують його хлібопекарські властивості. Вони завжди більше ніж достатні.

Дія амілаз на крохмаль житнього борошна, що клейстеризується за порівняно низької температури (50–55°C) і легко атакується ферментами, може привести до того, що значна частина крохмалю в процесі бродіння тіста й випічки буде гідролізована з утворенням значної кількості декстринів, що додають м'якушці липкості. Особливо це спостерігається в разі недостатньої кислотності тіста. Кислотність житнього тіста з метою гальмування дії α -амілази підтримують на значно вищому рівні, ніж у пшеничному тісті. М'якушка житнього хліба порівняно з м'якушкою пшеничного хліба завжди більш липка і волога.

Вуглеводний комплекс житнього борошна відрізняється від такого, яке має пшеничне значною кількістю водорозчинних пентозанів (слизів). Пентозани значно впливають на структурно-механічні властивості житнього тіста, оскільки, поглинаючи воду під час замішування тіста, вони роблять його більш в'язким.

Основним показником хлібопекарських властивостей житнього борошна є його автолітична активність.

Житнє борошно є джерелом вітаміну групи В, особливо тіаміну і ніацину. Воно містить значну кількість заліза, а також фітінову кислоту та сапоніни, клітковину, вітамін Е, селен, які знижують ризик захворювання на рак.

3.11. Зернобобові продукти ЕСО

Одним із сучасних засобів переробки зернових з метою отримання високоякісного продукту є мікронізація. Сутність цього процесу полягає в ІЧ-обробці (довжина хвилі 0,8–1,3 мкм) зерна при відповідній інтенсивності потоку енергії (Е), вологості зерна (В) і часу обробки. При ІЧ-опромінюванні відбувається процес нагріву, який супроводжується в "зоні нагріву" – мікронізацією зерна, а в "зоні вибуху" – процесом ЕСО. З точки зору технології зацікавлення викликає "зона вибуху" і в подальшому розглядаються зернопродукти, які отримані у процесі ЕСО [54].

Обробка зерна ІЧ-опромінюванням впливає на всі компоненти зерна (білки, вуглеводи, ліпіди). Характер та глибина змін залежать від режимів ІЧ-обробки.

Можна відмітити важливу закономірність у характері змін ряду показників. Так, при зменшенні у 2 рази значення щільності зернівки жита зростає у 2,5 рази водопоглинаюча здатність, що свідчить про зміни структури крохмалю при ІЧ-обробці. Найвища водопоглинаюча здатність відбувається при 55 секундах ІЧ-обробки.

ІЧ-обробка супроводжується руйнуванням крохмалю і утворенням значної кількості декстринів. Одночасно знижується розчинність білків за рахунок їх денатурації. Сукупність цих двох процесів і визначає характер змін суми водорозчинних речовин жита від 13% у початковому зерні до 18% у ІЧ-обробленому.

У процесі ІЧ-обробки відбувається реакція меланоїдино-утворення, внаслідок чого колір зерна змінюється. Більшість борошна з мікронізованого зерна становить 86,8% від білості початкового зерна.

На основі експериментальних досліджень та математичних розрахунків знайдено оптимальний режим ІЧ-обробки зерна: вологість зерна (В) дорівнює 14%, інтенсивність (Е) ІЧ-опромінювання – 21 кВт/м², термін обробки – 55 с.

При ІЧ-обробці зерна під впливом температури вода зернівки переходить у пару. Тиск пароповітряного середовища всередині зернівки призводить до руйнування її мікроструктури. Пара заповнює мікрокапіляри ендосперми зернівки, порушує зв'язки між макромолекулами крохмалю і руйнує його структуру. Таким чином, ІЧ-обробка зерна з отриманням "вибухлого" зерна спричиняє деструкцію, що супроводжується частковою клейстеризацією крохмалю і утворенням декстринів.

Оброблений продукт набуває модифікованої структури і стає крихким, при контакті з водою він набрякає та частково розчиняється в ній. При збільшенні інтенсивності ІЧ-опромінювання та тривалості обробки збільшується кількість декстринів від 0,5 до 7,1% і ступінь клейстеризації до 20,2%.

З метою поглиблених досліджень вуглеводного комплексу проведено їх фракціонування на колонці з Сефадоксом G-75 за молекулярною масою.

Кількість високомолекулярних вуглеводів у початковому зерні є у 2 рази нижчою, ніж у зерні, яке оброблене ІЧ-опромінюванням. У початковому зерні декстринів майже немає.

Для більш повного вивчення біохімічних змін у вуглеводному комплексі жита при ІЧ-опромінюванні досліджено кількість загального та відновленого цукрів у зерні. Утримання відновлених цукрів у початковому зерні становить 0,37%, загальних цукрів – 6,5, у мікронізованому зерні – відповідно 0,395 та 6,0%. Це свідчить про те, що кількість цукрів у зерні під впливом ІЧ-обробки практично не змінюється.

Крохмаль гідролізується під впливом амілолітичних ферментів з утворенням декстринів мальтози. При цьому відбуваються істотні зміни: у мікронізованому зерні зменшується кількість декстринів під впливом амілодекстринів, тоді як у початковому зерні кількість декстринів незначно збільшується. Кількість мальтози в обробленому ІЧ-опромінюванням зерні жита значно збільшується. Мальтози є у 3–4 рази більше порівняно з початковим зерном за однакових умов ферментативного гідролізу крохмалю.

При концентрації ферменту в 1 мг/мл зниження декстринів у мікронізованому зерні становить до 1,6%, а приріст мальтози – до 4,4% за рахунок гідролізу модифікованого крохмалю. При концентрації ферменту 5 мг/мл кількість декстринів у мікронізованому зерні знижується до 0,5%, а кількість мальтози збільшується до 20%, тоді як у початковому зерні мальтоза збільшується лише до 3,9%. Таким чином, крохмаль мікронізованого зерна легко гідролізується амілолітичними ферментами порівняно з початковим зерном.

Порівняльний аналіз хімічного складу зернопродуктів свідчить, що початкове зерно і зерно ЕСО мають ідентичний хімічний склад. Разом із тим, зерно ЕСО має на 7–10% більше декстринів порівняно з контролем.

Така тенденція витримується і в порівнянні: зерно ЕСО – крупи. Особливо варто відмітити зміни клітковини. Пшениця ЕСО, гречка ЕСО, рис ЕСО, просо ЕСО перевищують за вмістом крупи пшеничну, гречану, рисову, пшоняну відповідно у 3,27; 9,90; 21,0; 11,4 раза.

ІЧ-оброблені зернопродукти за мінеральними речовинами перевищують відповідні крупи: калію у 1,4–3,1 раза, кальцію – у 1,6–5,1 раза, магнію – у 1,3–2,3 раза, фосфору – у 1,1–3,1 раза, заліза – у 1,2–8,1 раза.

Внаслідок особливості обробки зернопродуктів ЕСО вітаміни в більшості своїй зберігаються краще порівняно з крупами. Вітаміну В₁ у пшениці ЕСО, гречці ЕСО, рисі ЕСО, просі ЕСО більше, ніж у крупах, відповідно у 1,23; 1,15; 4,12; 1,35 раза. Вітаміну В₂ у зернопродуктах ЕСО – 0,1; 0,23; 0,07; 0,06 мг, тоді

як у крупах – 0,09 ; 0,18; 0,04; 0,04 мг. Вітаміну РР у дослідних зразках міститься від 1,55 до 4,2 раза більше, ніж в аналогічних крупах. Токоферол також краще зберігається у зернопродуктах ЕСО: пшениця ЕСО: крупа пшенична – 6,1:5,4; гречка ЕСО: крупа гречана – 6,35:5,20; рис ЕСО: крупа рисова – 1,6:0,7; просо ЕСО: пшоно – 2,2:0,9.

Технологія використання зернопродуктів ЕСО у виробництві функціональних продуктів харчування. У зв'язку з тим, що технологічні властивості борошна ЕСО не відрізняються від звичайного, його можна використовувати при виготовленні страв та кулінарних виробів, до складу яких входить традиційне борошно. Ціле ГЧ-оброблене зерно пшениці доцільно використовувати при виробництві борошняних і булочних виробів та гарнів.

Борошно з ГЧ-обробленої кукурудзи ЕСО також містить вітаміни, клітковину та мінеральні речовини в більшій кількості, ніж традиційне завдяки тому, що верхній прошарок зерна не видаляється. Його використовують при частковій заміні традиційного борошна (борошняні та кондитерські вироби – 10–15%; 100% – каші). При використанні кукурудзяного борошна замість звичайного спостерігається деяка зміна кольору виробів (колір готових виробів стає жовтішим, з'являється солодкуватий присмак, що не погіршує органолептичних показників виробів).

Борошно з ГЧ-обробленого ячменю ЕСО доцільно використовувати у кількості 10–15% від основної сировини при виготовленні булочних виробів лікувально-профілактичного призначення.

Вівсяне борошно можна використовувати при виготовленні борошняних страв та кулінарних виробів, які характеризуються покращеним хімічним складом, але при цьому змінюється їх колір (стає дещо темнішим). Доцільно використовувати вівсяне борошно в кількості 10–15% при виготовленні хліба та хлібобулочних виробів, вівсяного печива.

Горохове борошно ЕСО використовується у технологіях супу-пюре горохового, гарніру горохового, фаршів для борошняних виробів, м'ясних січених страв.

ГЧ-оброблене насіння рапсу ЕСО використовується як наповнювач при виготовленні овочевих страв та салатів, кондитерських виробів (козинаків). Своєрідний присмак насіння рапсу зменшує можливість використання його у кулінарії.

Борошно з проса ЕСО містить значну кількість вітамінів, клітковини та мінеральних речовин, його використовують при виготовленні борошняних страв та кулінарних виробів. Доцільно використовувати просяне борошно при виготовленні хліба та хлібобулочних виробів. "Вибухлі" зерна проса використовують при виготовленні молочних супів та каш, у складі сухих сніданків.

ГЧ-оброблений льон ЕСО застосовується для приготування напоїв, булочних та кондитерських виробів (козинаків).

З ГЧ-обробленого борошна гречки ЕСО виготовляють оладки, млинці, галушки при повній, або частковій заміні пшеничного борошна.

Одержані продукти з ГЧ-обробленого рису ЕСО у вигляді борошна та "вибухлих" зерен містять значну кількість вітамінів, клітковини та мінеральних речовин і використовуються у складі сухих сніданків.

Соеве борошно ЕСО використовується при виготовленні м'ясних та рибних страв (заміна основної сировини), соусів (заміна пшеничного борошна), булочних виробів (10–15% пшеничного борошна заміщується соєвим).

Соеве борошно ЕСО має нейтральний запах та приємний смак, завдяки спеціальній обробці відсутній характерний запах бобових. Результати досліджень свідчать, що соєве борошно ЕСО можна використовувати як волого- та жиропоглинаючий компонент у технології м'ясних січених виробів, що значно впливає на якість готових виробів.

Експериментально встановлено, що соєве борошно ЕСО характеризується високими органолептичними та функціонально-технологічними властивостями (табл. 3.26).

Органолептичні, фізико-хімічні та функціональні властивості соєвого борошна ЕСО

Показник	Характеристика
Колір	Жовтий
Смак	Солодкуватий
Запах	Нейтральний
Білок, %	39,6
Вологість, %	6,0
Ліпіди, %	20,0
Зола, %	5,3
Вологозв'язуюча здатність, г води на 1 г продукту	3,20
Жирозв'язуюча здатність, г жиру на 1 г продукту	2,4
Емульгуюча здатність, %	0,68
Стійкість емульсії	0,71

При розробці модельних борошняних композицій використовували пшеничне борошно з сильною клейковиною, адже при його змішуванні з борошном ЕСО вихід клейковини знижується [101]. Основну масу клейковини пшеничного борошна складають проламін (глідин) – 39% і глютелін (глютенін) – 35%. Ізоелектрична точка гліадину біля рН 7,0. Гліадин містить незначну частку незамінних амінокислот – триптофану і лізину та високі рівні глютамінової кислоти (біля 46%) і проліну (біля 17%).

Окремо гліадин і глютенін не мають характерних властивостей клейковини, вони виявляються лише у білковому комплексі. Клейковина із борошна ЕСО не відмивається, слизисті речовини (розчинні полісахариди) перешкоджають з'єднанню часток гліадину і глютеніну. Глютенін має високу

водопоглинальною здатність, гліадин – низьку. Підвищення терміну відлежування тіста сприяє збільшенню виходу клейковини, через те що під впливом високої температури білки частково денатурують і повільніше поглинають воду, ніж білки пшеничного борошна. У зародках пшениці містяться переважно альбуміни і високий вміст глютатіону (0,5% від сухої речовини), який сприяє розрідженню клейковини і тіста. Білки просяного і вівсяного борошна містять проламін, глютелін і незначну кількість альбумінів. У рисовому борошні основна маса білка представлена глютеліном (оризиніном). Для утворення тіста з пружно-еластичними характеристиками (лишкові вироби), еластично-пластичними характеристиками (пісочні та пряничні вироби) потрібне борошно з різною кількістю та якістю клейковини. Відсутність у рисовому борошні клейковинного каркасу не дозволяє виробляти на його основі тістові напівфабрикати з пружно-еластичними властивостями, що необхідні для листових виробів. Фізико-хімічні властивості рисового борошна ЕСО прийнятні у технологіях виробів із пісочного тіста.

Важливим показником поживної цінності борошняних композицій є інтегральний скор (табл. 3.27).

Розрахунок інтегрального скору за окремими показниками доводить, що використання окремих видів борошна ЕСО (соевого, рисового, просяного, вівсяного, зародків пшениці) дозволяє отримати модельні функціональні композиції з високими показниками інтегрального скору.

При обробці зернових культур ІЧ-випромінюванням відбуваються біохімічні процеси розщеплення крохмалю; він декстринізується, що сприяє кращому його засвоєнню. Досліджувався ступінь декстринізації крохмалю зерна до і після ІЧ-обробки. Відомо, що нативний крохмаль погано засвоюється, при нагріванні зерна до 160–180°C до 40% крохмалю, перетворюється на декстрини, які легко засвоюються організмом людини.

Так, ступінь декстринізації крохмалю у борошні з мікронізованого зерна проса складає 11%, тоді як необробленого зерна – 0,5%.

Інтегральний скор борошна ЕСО

Показник	Добова потреба	Пшеничне в/г	Соєве	Рисове	Просяне	Вівсяне	Зародки пшениці
Білки, г	50	21,0	81,4	15,3	22,4	22,0	60,0
Жири, г, у т.ч.:	25	4,32	81,6	4,36	15,7	24,8	40,0
поліненасичені кислоти	2,5	20,4	481,6	7,6	74,4	93,2	298,4
мононенасичені кислоти	15,0	0,73	29,6	2,13	3,53	14,3	16,0
насичені кислоти	7,5	2,0	37,73	3,47	4,27	18,4	30,27
Вуглеводи, г, у т.ч.:	500	13,8	5,0	15,78	12,9	9,66	8,0
моно- і дисахариди, г	75	0,27	10,9	1,6	2,53	1,47	39,9
крохмаль, г	400	17,18	0,98	19,43	13,68	9,13	–
баластні речовини, г	25	0,4	18,0	1,76	31,6	42,8	48,8
Мінеральні речовини, мг:							
Калій	3750	3,25	46,19	8,37	8,74	11,23	25,0
Кальцій	900	2,0	40,8	0,97	5,67	13,0	1,1
Магній	400	4,0	60,0	0,34	32,5	33,75	57,5
Фосфор	1250	6,88	51,12	13,12	25,6	28,89	18,68
Залізо	15	8,0	106,67	6,8	23,3	36,87	40,0
Цинк	12,5	5,6	17,33	12,4	23,36	28,88	1,12
Йод	0,15	1,0	6,13	1,02	4,07	5,0	–
Вітаміни, мг:							
β-каротин	2,0	–	5,0	–	0,5	–	–
Вітамін Е	15,0	17,1	125,4	6,67	15,33	22,6	105,33
Тіамін	1,75	9,71	60,0	4,97	18,29	28,0	120,0
Рибофлавін	2,25	1,78	11,1	1,96	10,67	4,89	57,78
Піридоксин	2,5	6,8	44,0	8,0	17,2	10,8	56,0
Фолацин	0,3	9,03	74,67	11,67	3,2	9,67	–
Біотин	0,225	0,89	28,93	5,33	–	8,89	–
Ніацин	20,0	6,0	12,2	19,1	14,25	11,23	–

Визначені основні якісні показники клейковини борошняних сумішей: вміст сирої клейковини, гідратаційна здатність, розтяжність знижуються у тістових модулях, нижчий і показник ІДК.

Зі збільшенням концентрації борошна ЕСО у суміші початкова і кінцева температури клейстеризації крохмалю підвищуються. Спостерігається звуження температурного інтервалу: різниця між температурою клейстеризації початковою і кінцевою у контролі становить 17,2°C, у дослідному зразку – 11,0°C.

Зростає і в'язкість дослідних систем, зі збільшенням концентрації борошна ЕСО у суміші на 10% максимальна в'язкість зростає на 7,5–25%. Якість бісквітного тіста значною мірою залежить від водопоглинальної та водоутримувальної здатності борошняної суміші.

ВПЗ борошняної суміші зі збільшенням концентрації борошна ЕСО зростає, що можна пояснити вищим вмістом крохмалю і харчових волокон, адже клейковина, яка зв'язує воду і утворює каркас тіста, у борошні ЕСО, не відмивається. Висока водоутримувальна здатність борошна ЕСО дає можливість прогнозувати зниження упікання і збільшення виходу готової продукції. В'язкість має суттєвий вплив на структурно-механічні властивості тіста і визначається в'язкістю клейстеру борошняної суспензії. Вилучення цукру з рецептури призводить до зниження в'язкості, але за рахунок додавання борошняних сумішей ЕСО вона зростає. Амілографічні дослідження водно-борошняних суспензій із сумішею ЕСО дозволили визначити основні фізико-хімічні показники крохмалю – температуру клейстеризації і максимальну в'язкість клейстеру (рис. 3.14).

Зі збільшенням концентрації просяного борошна ЕСО у суміші початкова і кінцева температури клейстеризації крохмалю підвищуються. Спостерігається звуження температурного інтервалу: різниця між температурою клейстеризації початковою і кінцевою у контролі становить 17,2°C, у дослідному зразку – 11,0°C.

Зростає і в'язкість дослідних систем, зі збільшенням концентрації борошна ЕСО у суміші на кожні 10% максимальна в'язкість зростає на 7,7–27%. При концентрації борошна ЕСО у суміші понад 40% максимальна в'язкість становить біля 1000 од.ам. і не реєструється приладом [28].

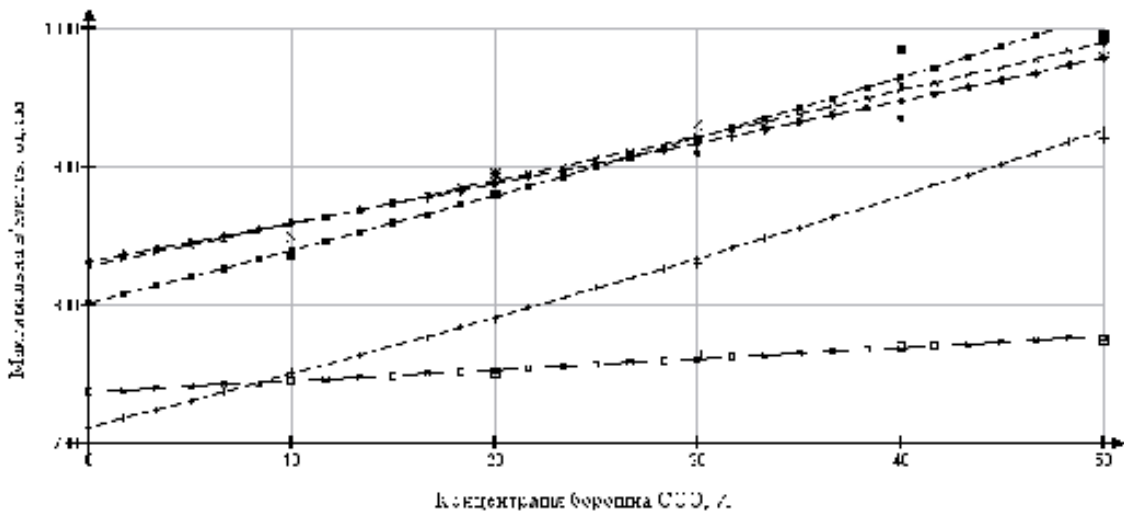
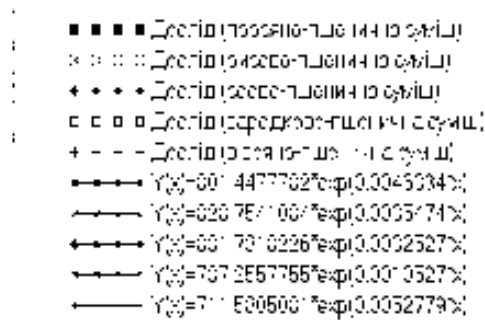


Рисунок 3.14 – Залежність максимальної в'язкості крохмального клейстеру від концентрації борошна ЕСО:



Борошно, отримане з ІЧ-обробленого зерна (просіяного, вівсяного, соєвого, рисового та продуктів його переробки (зародків пшениці), має краще збалансований хімічний склад порівняно з традиційним борошном, що пояснюється особливістю теплової обробки (ІЧ-опромінюванням), отриманням борошна з цільного зерна, разом із зовнішньою оболонкою.

Клейковина у борошні з рису, проса, вівса, сої, зародків пшениці не відмивається. Тому доцільно зазначене борошно використовувати у сумішах з борошном пшеничним з "сильною" клейковиною та застосовувати покращуючі добавки, що зміцнюють клейковину (карагінан).

Підвищений вміст декстринів та крохмалю у борошні ІЧ-обробленому дозволяє використовувати його як загущувач і структуроутворювач харчових систем.

Ціле зерно багате складними вуглеводами, вітамінами групи В і мікроелементами, є джерелом білків, забезпечує наш організм харчовими волокнами і фітатами, що мають велике значення в захисті організму від радіації. Тому, обрані нами зернові культури, ми будемо використовувати у вигляді цільного зерна, а не крупки чи борошна.

Алейроновий шар зерна вівса і його оболонки містить багато клітковини, геміцелюлози (близько 55 %) та лігніну, які утворюють комплекс з високими сорбційними властивостями відносно радіонуклідів. Геміцелюлози вівса представлені водорозчинними β -глюканами, які складають 90% і менше 10% геміцелюлоз припадає на арабіноксилани й глюкоманани. Фізіологічна активність β -глюканів полягає в їх позитивній дії на вуглеводний обмін та рівень холестерину в сироватці крові. Крім лікувальних і профілактичних, β -глюкан вівса проявляє функціональні технологічні особливості, які дозволяють використовувати його як піноутворюючий, вологоутримуючий та емульгуючий агент у харчових продуктах.

В ендоспермі зерна вівса містяться вуглеводи й білки. Частка крохмалю досягає 70%, зерна якого розміром 5–12 мкм. Зерно вівса містить 10–18 % білків, які багаті на незамінні амінокислоти із співвідношенням, близьким до ідеального білка. Білкові речовини ендосперму вівса представлені водорозчинними альбумінами й глобулінами (близько 55%), а також проламінами і глютеніном [21].

Овес виділяється серед інших злакових культур високим вмістом ліпідів (5–8 %). Поліненасичені жирні кислоти становлять 80–85 % загального вмісту жирних кислот. Лінолева й ліноленова кислоти складають 50% поліненасичених жирних кислот вівса, що значно перевищує їх кількість в інших зернових (табл. 3.28).

У зерні вівса співвідношення поліненасичених та насичених кислот становить 4:10, що близьке до рекомендованого (3:10–4:10). Співвідношення лінолевої й ліноленової кислот коливається в межах 10:1–20:1 [19].

Зерно вівса також містить вітаміни В₁, В₂, В₆, Н, Е, К, каротиноїди, які характеризуються антиоксидантними ліпотропними й антиканцерогенними властивостями. Кількість мінеральних речовин вівса, переважно кальцію й натрію коливається залежно від сорту, року врожаю і географічних факторів. Овес багатий ферментами, які поліпшують засвоєнню жирів і вуглеводів, а також поліфенолами, що позитивно впливають на функції печінки й підшлункової залози. В оболонках зерен вівса знаходиться конферин, який знижує вміст цукру у крові та тереостатини, що впливають на діяльність щитовидної залози. Продукти з вівса посилюють антиоксидантні процеси в організмі, активують функцію імунокомпетентних клітин.

Таблиця 3.28

Жирнокислотний склад вівса, %

Жирні кислоти	% від загального вмісту жирних кислот
Капрінова	0,2–0,3
Лаурінова	0,1–0,4
Міристинова	0,5–1,4
Пальмітинова	18,0–22,0
Олеїнова	38,0–41,0
Лінолева	40,0–43,0
Ліноленова	2,0–4,0

Зерно вівса і продукти з нього включені до дієти хворих серцево-судинної нервової, ендокринної та сечостатевої систем, органів травлення й дихання у разі захворювань крові, шкіри, лікування туберкульозу, онкологічних захворювань порушень обміну речовин, захисту від радіації [19].

Просо за вмістом білка перевершує рис і ячмінь, а за вмістом жиру поступається тільки льону і вівсу. Білки проса включають незамінні амінокислоти – треонін, валін, лейцин, лізин, гістидин, а також жирні кислоти,

мікроелементи, ферменти [20]. Вітамінів групи В у ньому більше, ніж в зернах всіх інших злакових культур, фолієвої кислоти вдвічі більше, ніж у пшениці і кукурудзі. Фосфору в 1,5 рази більше, ніж у м'ясі. Просо також містить цинк, йод, калій, натрій, магній і бром. Просо виводить з організму залишкові антитіла та продукти їх розкладу. Страви з проса корисні при захворюваннях печінки, захисті від дії радіації в зв'язку з їх ліпотропною дією. Хімічний склад зерна проса: білки – 11,2%, вуглеводи – 60,7%, у тому числі крохмаль – 50,4%, жири – 3,8%, клітковина – 7,9%, зола – 2,9% [22].

Льон використовується в раціонах харчування, як джерело білку, мононенасичених жирних кислот, клітковини, мінеральних речовин з метою забезпечення оптимальних умов функціонування органів травлення, серцево-судинної системи. Насіння льону містить жирні кислоти (30–48%), до складу яких входять тригліцериди ліноленової (35–45%), лінолевої (25–35%), олеїнової (15–20%), пальмітинової і стеаринової кислот; білок – 18–33%, вуглеводи – 12–26%, органічні кислоти, ферменти, вітамін А, стероли. Насіння льону – потужний натуральний сорбент, на цьому ґрунтується його застосування для виведення радіонуклідів і токсинів з організму.

Властивості зернопродуктів ЕСО дозволяють на їх основі моделювати композиційні суміші (премікси) як основу для продуктів оздоровчого призначення, що підвищують стійкість організму до негативного впливу радіації.

Білково-жирова добавка "Супер" ЕСО (з сої). За даними вчених різних країн, соя містить білка блбвртгї 40%, жиру – 20%, вуглеводів – 32% та 6,3% мінеральних речовин, вітаміни – фолієву кислоту, вітаміни групи В, токофероли тощо. Крім того, у невеликих кількостях присутні ізофлавоїни, сапоніни, гемоглютеніни.

Соевий білок має високий рівень засвоюваності – 90–95%. Головною перевагою соєового білка є збалансованість за амінокислотним складом. На рівні ФАО /ВООЗ білок сої прийнятий за стандарт на рослинні білки. Соеві продукти

внесено до міжнародних програм ФАО/ВООЗ по поліпшенню структури харчування населення світу. Встановлено, що повне або часткове заміщення тваринного білка на соєвий або просто додавання соєвого протеїну зменшує рівень холестерину у середньому на 12%.

Цінність соєвих добавок зумовлена високим вмістом ліпідів – 20%, в т.ч. фосфоліпідів – 0,88%, поліненасичених жирних кислот – 11,84%. До їх складу входять найбільш важливі незамінні жирні кислоти: ліноленова (1,58%) та ліолева (10,26%), які необхідні людині для процесів росту і багатьох фізіологічних функцій. Ці кислоти не синтезуються в організмі людини, тому підтримання адекватного рівня цих кислот повністю залежить від їх надходження з харчовими продуктами.

У соєвих продуктах також підвищений вміст мінеральних елементів, особливо калію, фосфору, магнію, натрію, заліза, цинку, марганцю, міді, титану та інших. Мінеральні речовини сої складаються на 75% з фосфору та калію.

Соєві продукти – кращі джерела вітамінів групи В, ніж зернові, але вони містять незначну кількість вітаміну В₁₂. Соєві боби містять вітаміни В₁, В₃, В₆, Р, К, Е, С, РР, каротиноїди.

Соєві білки мають високі функціонально-технологічні властивості і сприяють покращенню якості харчових продуктів. Вони добре розчинні у воді, мають можливість утворювати висококонцентровані в'язкі розчини та стійкі драглі, стабілізують піни, емульсії та суспензії. Соєві білки сприяють підвищенню волого- і жирутримуючої здатності харчових продуктів, що дозволяє збільшити їх вихід.

Слід відзначити, що до складу соєвих білків входять такі антихарчові речовини, як інгібітори протеаз, що порушують функцію травних ферментів людини, і у великих кількостях шкідливі для здоров'я людини, а також ліпоксигенази, що спричиняють окислення ліпідів. Продукти із сої містять також гемаглютини і лектини, що призводять до зміни складу крові людини.

Інтенсивний вплив ІЧ-випромінювання сприяє декстринізації крохмалю, який складає основну частину ендосперму і погано засвоюється організмом людини. Із нагріванням бобів сої до 160–180°C до 40% крохмалю перетворюється на декстрин, який має кращу засвоюваність. Теплова обробка білоквмісної бобової сировини забезпечує денатурацію, інактивацію та руйнування багатьох антихарчових речовин. Крім того, більшість харчових білків у денатурованому стані легше атакуються травними ферментами. У результаті поживна цінність білка може суттєво підвищитися.

Показаний високий ефект використання соєвого білка, жирних продуктів, що містять мінорні речовини, у лікуванні та профілактиці атеросклерозу, гіперхолестеринемії, діабету, виразкової хвороби шлунку і дванадцятипалої кишки, деяких захворювань печінки, неврозів, ожиріння, остеопорозу та ряду інших захворювань. Фітати та клітковина, які містяться в сої, здатні зв'язувати токсини та радіоактивні елементи, утворюючи нейтральні сполуки, які виводяться через кишківник, а ферменти-інгібітори перешкоджають утворенню ракових пухлин. Відомо, що ізофлавоїни мають антиканцерогенні властивості і можуть перешкоджати окислювальному руйнуванню і впливати на стероїдні гормони або метаболізм простагландину, що викликає особливу увагу до соєвих продуктів. Вивчена доцільність використання соєвих продуктів у харчуванні дітей з хронічними захворюваннями органів травлення. Результати досліджень свідчать, що соєві продукти мають певні терапевтичні властивості щодо нормалізації мікробіоценозу кишківника.

На сьогодні склався широкий асортимент соєвих білкових добавок, які відрізняються за складом, властивостями, призначенням і ціною, що створює проблему вибору у різноманітні пропозиції. При виборі соєвих білкових добавок для використання у кулінарних виробках функціонального призначення, поряд з функціонально-технологічними властивостями, такими як водо- та жирозв'язуюча здатність, емульгуючі властивості тощо, орієнтувалися на їхню

високу поживну цінність та безпечність, економічну доступність, простоту використання, при цьому надаючи перевагу продуктам вітчизняного виробництва. Вищезазначені вимоги задовольняють продукти переробки сої "Супер", "Мілкосой", "Тонус" під торговою маркою ЕСО.

Білково-жирова добавка "Супер" ЕСО характеризується підвищеною біологічною доступністю за рахунок оброблення зерна сої інфрачервоним випромінюванням (технологія мікронізації). Застосований метод "пробудження насіння", розроблений київським науково-виробничим підприємством "Ентіс" і заснований на використанні концентрованого потоку світла. Зовнішньо це проявляється у втраті насінням вологи (до 70%) приблизно за 60 с обробки, енергетичний потенціал соєвих бобів суттєво зростає, приблизно на 20%. Інтенсивний вплив інфрачервоного опромінення сприяє підвищенню його поживної цінності, вмісту біологічно активних речовин, зокрема вітамінів та вітаміноподібних сполук, мінеральних речовин, покращенню смаку та кольору продукту. Так, соєва білково-жирових добавок "Супер" ЕСО містить 250 мг/100 г фолієвої кислоти і 19,5 мг/100г токоферолу, що перевищує добову потребу у цих вітамінах. За даними амінокислотного аналізу, отриманими в Українському державному університеті харчових технологій, реакційна активність незамінних кислот, особливо лізину, лейцину та ізолейцину, після обробки бобів сої за технологією мікронізації збільшується на 25–30%. Міністерством охорони здоров'я України продукти ЕСО з пробудженого зерна віднесені до категорії спеціальних харчових продуктів, що мають лікувально-профілактичні властивості і можуть використовуватися за такими напрямками: для харчування дітей в організованих навчально-виховних і оздоровчих дитячих колективах; для харчування хворих у лікувальних і лікувально-профілактичних установах; при лікувально-профілактичному харчуванні осіб, що працюють у шкідливих умовах, у т.ч. на АЕС, а також проживаючих на екологічно забруднених радіонуклідами територіях; при лікувально-профілактичному харчуванні осіб із патологією органів травлення

та щитовидної залози; для поліпшення якості харчування людей похилого віку, вагітних і матерів, що годують немовлят.

Дослідження біохімічно активних продуктів із сої ЕСО, проведені за методом Кунітца на експериментальній базі Інституту колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Дунайського, Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, Спільної лабораторії медичної фізики та біологічних систем та Українського державного університету харчових технологій показали, що обробка інфрачервоним опроміненням знижує вміст інгібітору трипсину з 1,74% у нативній сої до 0,54%, трипсинінгібуюча активність при цьому складає 0,22 мг/г, що значно менше порівняно з необробленою соєю (29,97 мг/г). Подальшими біохімічними дослідженнями визначено, що активність уреазы сої після обробки становить 0,18 мг N/хв при 30°C, рН 0,08, тоді як нативної – 0,63 мг N/хв при 30°C, рН 1,94. За методикою "Активність уреазы" в Україні визначають такий важливий показник, як індекс диспергованості білка (PDI), що використовується у світовій практиці: чим вища активність уреазы, тим вищий PDI. Цей показник вимірюється у відсотках і коливається у продуктах переробки сої від 20 до 90%. У соєвих білках з PDI 40% і вище помітно відчувається смак і запах сирової сої, посилюючись зі збільшенням даного показника.

Таким чином, враховуючи високі технологічні властивості та позитивний вплив соєвих продуктів на усі види обміну речовин – білкового, жирового, вуглеводного, на механізми регуляції життєзабезпечення слизових оболонок шлунково-кишкового тракту, соєві продукти ЕСО можна вважати важливим компонентом у технології функціональних продуктів харчування.

3.12. Чорний харчовий альбумін

Залежно від якості світлий і чорний харчовий альбумін виробляють двох сортів: вищого і першого (ТУ У 46.38.028-95). Він містить 80,6–82,7% білка, 9,7–5,4% мінеральних елементів.

Харчовий альбумін отримують висушуванням стабілізованої або дефібрированої харчової крові великої рогатої худоби або свиней, розпиленням у дискових або форсункових сушарнях, а також на сушарній установці АІ-ФБУ у віброкиплячому шарі інертного матеріалу (фторопласт-4) при температурі (65–70)°С. При цьому внаслідок надзвичайно малої величини рідинних частинок тепловий вплив на рідинну фазу в зоні розпилення – короткочасний.

Сушіння крові забійних тварин на установці типу АІ-ФБУ відбувається майже без втрат сухого продукту. Вихід світлого харчового альбуміну – 6,6% до маси вихідної сировини, чорного харчового альбуміну із цільної крові – 19,8%, чорного альбуміну із формених елементів – 23,1% до маси вихідної сировини. Продуктивність установки при сушінні крові (при тиску пари до 4 кг/см²) становить до 80 кг/год.

Введення до харчових продуктів чорного харчового альбуміну підвищує їх біологічну цінність. Це відбувається завдяки високому вмісту добре засвоюваного білка та наявності у ньому незамінних амінокислот (мг/100 г): треоніну – 4602, валіну – 7429, ізолейцину – 534, лейцину – 8661, метіоніну – 956, лізину – 6769, фенілаланіну – 4769, що дозволяє віднести харчовий альбумін до високобілкової сировини тваринного походження. Це відкриває широку перспективу його використання як додаткового джерела білка у раціоні людини.

Невисокий рівень вологи (10 г) та жиру (1,95 г) у 100 г чорного харчового альбуміну та 9,2 г вологи і 0,5 г жиру у 100 г світлого харчового альбуміну можна вважати позитивним фактором, оскільки це є однією з умов, що забезпечує стійкість продукту при зберіганні, до складу якого введено харчовий альбумін. Низький вміст вологи в альбуміні сприяє гальмуванню розмноження мікрофлори та небажаних фізико-хімічних процесів [16].

Так, світлий харчовий альбумін у зв'язку з окиснювальними процесами, які відбуваються у жироподібних речовинах (ліпідах), набуває стороннього запаху і смаку через 3–4 місяці зберігання.

Чорний харчовий альбумін можна зберігати до 12 місяців з дня виробництва при температурі не вищій 20°C і відносній вологості повітря не більше 70%.

Харчовий альбумін має унікальний мінеральний склад. Вміст кальцію, калію та натрію в 1,2–2,1 раза перевищує їх рівень у м'ясі. Співвідношення кальцію і фосфору становить 1:9,8, а кальцію і магнію – 1:0,6, що є більш наближеним до оптимального (1:2 і 1:0,7 відповідно) і дозволяє прогнозувати кращу засвоюваність сухої крові організмом людини.

Особливу увагу привертає наявність великої кількості заліза у чорному харчовому альбуміні, рівень якого в 68,3 раза перевищує його наявність у м'ясі. Це дає змогу стверджувати, що чорний харчовий альбумін є унікальним джерелом заліза. Кров забійних тварин і продукти її переробки, особливо гемоглобін, містять залізо, яке не підлягає інактивації при контакті з харчовими компонентами. Вищевикладене свідчить про високу засвоюваність гемової форми заліза харчового альбуміну, яка засвоюється організмом у 3–7 разів ефективніше, ніж інші форми заліза, що доводить доцільність застосування харчового альбуміну та продуктів на його основі у раціоні людей, які хворіють на залізодефіцитну анемію.

Виходячи з даних про наявність великої кількості білка і заліза в чорному харчовому альбуміні та з норм фізіологічних потреб у харчових речовинах для різноманітних груп населення, добові дози сухої крові в перерахунку за білком становили 39–68 г, за залізом – 2,5–15 г.

Рівень важких металів та миш'яку в харчовому альбуміні не перевищує гранично допустимих концентрацій.

У харчовому альбуміні містяться гаммааміномасляні кислоти (3,34–7,19) мг/кг сухої крові, які беруть участь у контролі синтезу і секреції багатьох гормонів як на рівні центральних, так і периферичних механізмів. Наявність біологічно активних речовин та гормонів у сухій крові є важливим для

розуміння багатофакторного лікувального впливу харчового альбуміну і харчових продуктів на його основі.

Технологія використання харчового альбуміну у виробництві функціональних продуктів харчування. Важливим для характеристики харчового альбуміну є його функціональні властивості (розчинність, ступінь набрякання у воді, вологоутримуюча здатність), які дозволяють прогнозувати його технологічність у створенні нових харчових продуктів (табл. 3.29).

Таблиця 3.29

**Функціональні властивості чорного харчового альбуміну
в системі "продукт–вода", %**

Харчовий альбумін	Розчинність у воді	Ступінь набрякання у воді	Вологоутримуюча здатність
Зразок Київського м'ясокомбінату	77,0	156,9	184,0
Зразок Полтавського м'ясокомбінату	63,0	140,8	170,0

Чорний харчовий альбумін характеризується високим ступенем розчинності, яка становить 77 і 63% відповідно [16]; розчинність світлого харчового альбуміну – 88,6%. Для порівняння розчинність соєвого білкового концентрату (СБК) – 45%.

Висока розчинність харчового альбуміну обумовлює його вологоутримуючу здатність, яка складає для чорного харчового альбуміну від 170 до 184%.

Харчовий альбумін добре зв'язує жир: його жирутримуюча здатність складає 170–177,7% [16]. Таким чином, чорний харчовий альбумін має високі функціональні й технологічні властивості, що дає можливість отримувати харчові продукти високої якості з включенням цієї сировини до рецептур. Резюмуючи дані щодо хімічного складу, поживної цінності, функціональних і

технологічних властивостей чорного харчового альбуміну, 168 г якого відповідає 1 л цільної крові, та завдяки високій стійкості при зберіганні, його можна застосовувати у виробництві м'ясних продуктів.

Для виготовлення лікувально-харчових препаратів (рідкого або сухого гематогена, ферогематогена) використовують дефібриновану рідку або суху кров, а також попередньо стабілізовану суху кров. Гематоген використовують у лікувально-профілактичному харчуванні і в комплексній терапії, яка спрямована на стимуляцію кровотворення.

Серед збагачених харчових продуктів слід відмітити розроблені В.Ю. Міщиком, В.В. Ващенко нові рецептури житнього та пшеничного хліба для профілактичного харчування, до складу якого увійшов чорний харчовий альбумін (у житньому хлібі – 2,5, 5%; у пшеничному – 1, 2%) [9]. Розроблені рецептури кондитерських виробів, яким притаманні лікувально-профілактичні властивості: шоколад "Здоровье", драже "Агат", вафлі "Бодрость", "Тюльпан", цукерки "Рубиновые", печиво "Южный Буг", пряники "Славутич", кекси "Особый" та ін. Розроблено консерви м'ясні "Ковбаса кров'яна лікарська", до складу якої увійшов харчовий альбумін – 8%.

Нові продукти відзначаються підвищеним вмістом білка і мінеральних речовин, гемового заліза, вітамінів; встановлено їх радіопротекторну та антиоксидантну дії.

Світлий харчовий альбумін можна використовувати як замітник яєчного білка (табл. 3.30) у кондитерському, хлібопекарному і ковбасному виробництвах.

Дані табл. 3.30 свідчать, що хімічний склад порівнюваних продуктів подібний. З урахуванням цього з використанням світлого харчового альбуміну розроблено рецептури печива, тортів, пиріжків, м'ясних продуктів типу паштетів та січеного м'яса.

Хімічний склад світлого альбуміну і яєчного білка

Сировина	Масова частка, %				
	вологи	жиру	білка	мінеральних речовин	вуглеводів
Сухий яєчний білок	5,3	2,0	85,0	3,7	4,0
Світлий харчовий альбумін	9,2	0,5	80,6	9,7	-
Яєчний білок сирий	85,4	0,3	13,0	0,6	0,7

При виготовленні м'ясних виробів його можна додавати в сухому вигляді (1–2%) на етапі обробки фаршу в кутері або вводити до складу попередньо виготовленої емульсії з жиру і води. Додавання плазми у м'ясні продукти в сухому вигляді або у вигляді емульсії поліпшує якість продукції і знижує втрати при термічній обробці.

Розроблено технологію отримання комплексної сухої білкової суміші. До її складу входить 50% сухої освітленої крові і 50% сухого знежиреного молока. Суху білкову суміш можна використовувати замість меланжу і м'яса – у варених і напівкопчених ковбасах, замість печінки – у ліверних ковбасах і паштетах вищого, першого і другого сортів.

Виходячи з норм фізіологічних потреб у харчових речовинах для різних груп населення та отриманих даних щодо наявності великої кількості білка і заліза в харчовому альбуміні, рекомендовані добові дози харчового альбуміну в перерахунку на залізо становили 5–7,5 г, які ми враховували у складанні нових рецептур продуктів, з урахуванням того, що середня добова потреба у залізі становить 10–15 мг на добу.

Перед використанням у складі харчових композицій харчовий альбумін просіювали, аби не допустити у готових виробах грудочок і сторонніх домішок.

Попередні експериментальні дослідження свідчать про необхідність гідратації чорного харчового альбуміну, щоб отримати відповідний харчовий продукт, аналогічний до цільної крові забійних тварин.

Визначення ступеня гідратації має певне значення, оскільки впливає на такі показники органолептичної оцінки готової продукції, як вихід виробу та його консистенція.

Щоб харчовий альбумін не впливав негативно на соковитість і консистенцію готових страв, його піддавали гідратації, тобто попередньо замочували у воді. Постійна маса харчового альбуміну поєднувалася з різною кількістю води у співвідношеннях 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6 термін набрякання – 0,5; 1; 1,5; 2 години.

На підставі експериментальних досліджень дійшли висновку, що найбільш прийнятним і доцільним є замочування харчового альбуміну перед тепловою обробкою чотирикратним об'ємом води протягом години: волога всмоктувалася повністю і рівномірно розподілялася по всьому харчовому альбуміну (органолептична оцінка – від 4,6 до 4,8 бала) [49].

3.13. Олії рослинні

Незамінними факторами харчування, що визначають його біологічну ефективність, є рослинні олії. Вони є обов'язковим компонентом харчових продуктів, джерелом енергетичного і пластичного матеріалу для людини, необхідних для організму речовин (ненасичених жирних кислот, фосфоліпідів, жиророзчинних вітамінів, стеринів). Фосфоліпіди беруть участь у побудові клітинних мембран і транспортуванні жиру в організмі; вони сприяють кращому засвоєнню жиру і перешкоджають ожирінню печінки. Стерини рослинних олій та їх похідні, незважаючи на невисокий вміст, відіграють виключно важливу роль у житті усіх живих організмів. У вигляді складних

комплексів з білками вони входять до складу протоплазми та мембран, регулюють обмін речовин у клітині.

Олії, отримані низькотемпературною екстракцією зрідженими газами, містять жирні масла, ефірні масла, рослинний віск, провітаміни і вітаміни, фосфоліпіди, флавоноїди, широкий спектр поліненасичених (так звані Омега 3, 6, 9), середньоланкових жирних кислот та інші біологічно активні речовини і називаються ліпофільним комплексом.

Найбільш перспективною технологією здобуття ліпофільних фракцій з лікарської рослинної сировини в даний час є екстракція зрідженими газами, зокрема діоксидом вуглецю і фреонами в докритичних умовах (Г.І. Касьянов, О.Н. Стасьєва, Н.Н. Латін).

Даний метод дозволяє виділяти високоочищені субстанції, що мають виражений терапевтичний ефект. Фізико-хімічні властивості докритичних зріджених газів сприяють витяганню з рослин в значних кількостях практично без зміни нативних властивостей таких біологічно активних речовин, як тригліцериди поліненасичених жирних кислот (у тому числі есенціальних), каротиноїди, ефірні масла, терпеноїди, алкалоїди (А.Н. Фетісова, В.А. Попков; В.Г. Демьяненко, Жехжах Самер, Д.В. Демьяненко).

Екстракція в середовищі рідких фреонів або CO_2 виключає окислення біологічно активних речовин за рахунок витіснення кисню повітря. Отримані олії не вимагають додаткової обробки в цілях видалення залишку розчинника, вони стабільні при зберіганні, стійкі до мікробної контамінації (Г.І. Касьянов, О.Н. Стасьєва, Н.Н. Латін, П.П. Вігрів). Доведено, що найвищий вихід олії з найбільшою концентрацією каротинів і поліненасичених жирних кислот дає докритична екстракція зрідженими газами (K. Szentmihalyi, P. Vinkler, B. Lakatos, V. Illes).

Поліненасичені жирні кислоти рослинних олій мають здатність знижувати рівень холестерину у крові, нормалізувати артеріальний тиск, надавати стійкість та еластичність кровоносним судинам, запобігати утворенню

тромбів, корисні при порушеннях жирового обміну, знижують запальні процеси, ризик розвитку атеросклерозу та супутніх йому серцево-судинних захворювань. Незамінні ПНЖК стимулюють систему імунологічного захисту організму.

Відомо, що активні ПНЖК легко руйнуються: дія світла, зміна температури призводять до їхнього окиснення. Уповільнювати окиснення ненасичених жирних кислот, які входять до складу ліпідів, здатні антиоксиданти (токофероли, аскорбінова кислота, лецитини, кверцетин та ін.) [44].

Олія з насіння льону містить: вітаміни Е – 119 мг%, А – 0,32 мг%, жирні кислоти: омега 3 – 20,67%, омега 6 – 13,83%, омега 9 – 26,18%, у тому числі – гамма ліноленової 0,076мг/кг (сприяє виробленню простагландину Е1), ліноленової 40мг/кг, лінолевої 1043мг/кг, олеїнової 717мг/кг. Рекомендується використовувати в оздоровчому і дієтичному харчуванні при захворюваннях: ендокринних (цукровий діабет, гіпотиреоз), серцево-судинної системи (атеросклероз, гіпертонія, ішемічна хвороба серця, гіперліпидемія), гастроентерологічних (гастрити, виразкова хвороба шлунку і 12-ти полої кишки, спастичний коліт, атонічний коліт); опорно-рухової системи (остеохондроз, артрити, артроз, ревматоїдний артрит); органів зору (ретинопатії, катаракта, глаукома і ін.), центральної і периферичної нервової системи (хвороба Альцгеймера, хвороба Паркінсона, реабілітація після гострого порушення мозкового кровообігу); дерматологічних (себорея, екзема), для зниження ризику виникнення онкологічних захворювань. Також *олія з насіння льону* рекомендується до вживання при зниженому імунітеті, здавна використовується в народній медицині як послаблюючий засіб, має легкий жовчогінний ефект. Лікарі – натуропати США включають цю олію до харчування людей з хворобою Альцгеймера, Паркінсона. Клінічні дослідження олії з насіння льону, проведені в Інституті епідеміології та інфекційних захворювань ім. Громашевського Л.В., показали ефективність застосування її в

комплексному лікуванні вірусних гепатитів В та С, що пояснюється збалансованим вмістом поліненасичених жирних кислот Омега-3 та Омега-6, жиророзчинних вітамінів (А, Е).

Відоме введення до рослинних олій (ляної, рижієвої, з розторопші) як антиоксиданту селенопірану, який запобігає утворенню перекисів, зберігає біологічну активність ПНЖК. Такі олії містять 0,0042% органічного селену, що при споживанні рекомендованої денної дози 8 г забезпечує 100% потреби людини в селені.

Селенопіран є синтезованою органічною сполукою селену, який порівняно з неорганічним селеном має у 100 разів нижчу токсичність [88]. Крім того, він не виявляє і генну токсичність [15]. Селенопіран нерозчинний у воді, проте добре розчиняється у жирах; вони виступають як депо для затримання його в організмі. Він добре поєднується з різноманітними харчовими добавками, захищаючи їх від окиснювального псування. Селенопіран знешкоджує вільні радикали, тобто має антиоксидантні властивості та є ефективним донором селену. Застосування його призводить до підвищення активності селенопротеїну глутатіонпероксидази. Селенопіран знижує вміст холестерину у крові. Експериментально доведено більш повне всмоктування селенопірану з олій. Олія з селенопіраном значно гальмує розвиток атеросклерозу при високожировій, багатій на холестерин дієті. У досліджах на тваринах показано, що селенопіран підвищує утворення антитіл усіх класів, і може застосовуватися для корекції імунодефіцитів, зменшує токсичність кадмію, є гепатопротектором. Селенопіран індиферентний відносно мікроорганізмів і тому не викликає дисбактеріозу.

Олія льону з селеном. Серед селенованих олій найбільш багатою на ПНЖК є ляна (65–90%), з яких 55–70% припадає на ліноленову кислоту, яка належить до родини ω -3, і 10–20% – на лінолеву кислоту родини ω -6.

До складу олії введений жиророзчинний антиоксидант – селенопіран. Органічний селен запобігає швидкому прогірканню та окисненню олії льону,

що властиве для олій з високим вмістом ненасичених жирних кислот; дозволяє тривало зберігати активність основних компонентів олії.

Олія рижієва з селеном. Олія, отримана з насіння рижію першим холодним віджимом, містить 48% ПНЖК, з яких 35,5% належить до родини ω -3, 16–18% – ω -6.

Олія з розторопші з селеном. Олія розторопші плямистої багата на ПНЖК – 62,2%, лінолевої кислоти міститься 61,0%, ліноленової – 1,3%. Перевагами олії з розторопші є достатньо високий вміст токоферолів, каротиноїдів та флаволідганів, які, як відомо, знижують шкідливу дію отрут та лікарських препаратів, гальмують процеси перекисного окиснення ліпідів.

Олії з селеном рекомендується приймати дорослим та дітям від 12 років по 8 г у день з харчовими продуктами як загальнозміцнюючий засіб, додаткове джерело ПНЖК та селену. Вживання такої дози забезпечує 100% добової потреби людини в селені та до 55% добової потреби у ПНЖК.

Олія з плодів розторопші плямистої містить: вітаміни Е – 21 мг%, А – 0,13 мг%, жирні кислоти: омега-3 – 6,18%, омега-6 – 39,35%, омега-9 – 13,07%, у тому числі – ліноленовою 40 мг/кг, лінолевою 2133мг/кг, олеїною 256мг/кг, лауриною 0,47мг. Рекомендується використовувати в оздоровчому і дієтичному харчуванні при захворюваннях: ендокринної (цукровий діабет) і серцево-судинної систем (атеросклероз, гіпертонія, ішемічна хвороба серця, облітеруючий ендартеріїт, флебіт); гастроентерологічних (гастрити, виразкова хвороба шлунку і 12-ти палої кишки, спастичний коліт, атонічний коліт, дискінезії жовчовивідних шляхів, холецистити, гепатити, геморой); дерматологічних (псоріаз, дерматити, нейродерміти); сечі – статевої системи (неспецифічні простатити); у гінекології (аднексити, ерозії шийки матки, крауроз); опорно-рухового апарату (поліостеоартроз); органів зору (ретинопатії і ін.), центральною і периферичною нервовою систем (реабілітація після гострого порушення мозкового кровообігу); для зменшення ризику виникнення онкологічних захворювань. Таким чином, *олія з плодів розторопші плямистої*

має гепатопротекторну, жовчогінну, протизапальну дію, значний детоксикаційний ефект. Клінічні дослідження олії з плодів розторопші плямистої, проведені в Інституті епідеміології та інфекційних захворювань ім. Л.В. Громашевського, показали ефективність застосування її в *комплексному лікуванні вірусних гепатитів В та С*. Вміст флавоноїдів та флаволігнанів (силімарину), поліненасичених жирних кислот, середньоланцюгових жирних кислот, вітамінів пояснює її ефективність у дієтичному та оздоровчому харчуванні при дискінезіях жовчного міхура, холециститі, гепатитах, цирозах, жировому гепатозі, панкреатиті; у випадку різноманітних отруєнь, при яких ушкоджується печінка; порушеному обміну речовин.

Олія з насіння гарбуза містить: вітаміни Е – 132 мг%, А – 0,5мг%, каротиноїди – 0,17мг, жирні кислоти: омега-3 – 8,79%, омега-6 – 32,19%, омега-9 – 8,63%, у тому числі – γ -ліноленову 0,06мг/кг (сприяє виробленню простагландіна Е₁), ліноленову 10,7мг/кг, лінолеву 1540мг/кг, олеїнову 150мг/кг, каприлову 0,03мг. Рекомендується використовувати в оздоровчому і дієтичному харчуванні при захворюваннях: ендокринних (цукровий діабет, гіпотиреоз), серцево-судинної системи (атеросклероз, гіпертонія, ішемічна хвороба серця, облітеруючий ендартериит, флебіт, гиперлипидемія), гастроентерологічних (гастрити, виразкова хвороба шлунку і 12-ти палोї кишки, спастичний коліт, атонічний коліт, дискінезії жовчовивідних доріг, холецистити, гепатити); гельмінтозах; дерматологічних (псоріаз, себорея, дерматити, пігментація шкіри); органів зору (ретинопатії, катаракта, глаукома і ін.), центральної і периферичної нервової системи (хвороба Альцгеймера, хвороба Паркінсона, реабілітація після гострого порушення мозкового кровообігу); для зниження ризику виникнення онкологічних захворювань. Олія з насіння гарбуза допомагає легше переносити стрес, покращує стан шкіри і волосся. Збалансований вміст поліненасичених жирних кислот, вітаміну Е, біофлавоноїдів, каротиноїдів, пояснює унікальну здатність олії стримувати проліферацію клітин передміхурової залози при гіперплазії (аденомі) та

неспецифічних запальних процесів при простатитах. Застосовується також в дієтичному харчуванні при лікуванні глистних інвазій, має жовчогінний ефект, зменшує ризик утворення конкрементів в гепатобіліарній системі. Клінічні дослідження олії з насіння гарбуза, проведені в Інституті епідеміології та інфекційних захворювань ім. Громашевського Л.В., показали ефективність застосування її в комплексному лікуванні вірусних гепатитів В та С.

Олії з насіння гарбуза і з насіння льону містять повний склад есенціальних кислот, фосфоліпіди та каротиноїди.

Олія із зародків пшениці (ліпофільний комплекс) – є найкращим природнім джерелом вітаміну Е (токоферолів), А, коензиму Q₁₀, поліненасичених жирних кислот, комплексу біологічно активних речовин. Успішно застосовують при гіпертонічній хворобі, атеросклерозі, стенокардії; зниженому імунітеті, низькому вмісту гемоглобіну в еритроцитах; має легкий жовчогінний ефект. Як джерело натуральних вітамінів ефективна в раціонах харчування при зниженій потенції у чоловіків та дестабілізованій дітородній функції у жінок. За даними літературних джерел натуральні вітаміни А, Е (токофероли) покращують стан фетоплацентарного комплексу при вагітності, ускладненій хронічною плацентарною недостатністю.

Олія із зародків пшениці містить вітаміни Е – 22 мг%, А – 0,59 мг%; жирні кислоти: омега-3 – 4,66%, омега-6 – 42,50%, омега-9 – 15,46%, у тому числі – γ -ліноленову 0,164 мг/кг (сприяє виробленню простагландину Е₁); октакозанол (комплекс поліненасичених жирних кислот): лінолеву – 2600мг/кг, олеїнову – 357 мг/кг, пальмітинову – 96,65 мг/кг, ліноленову – 9,8 мг/кг, коензим Q₁₀. Рекомендується використовувати в оздоровчому і дієтичному харчуванні при дерматологічних захворюваннях (псоріаз, екзема, іхтіоз, стрептодермія і ін.); захворюваннях дихальної системи (бронхіальна астма, бронхіти, туберкульоз); серцево-судинних (гіпертонія, атеросклероз, аритмія, інсульт, інфаркт, облітеруючий атеросклероз, ендартеріт, флебіти, тромбофлебіт і тому подібне); гастроентерологічних (гастрити, виразки, коліт, дискінезії жовчовивідних доріг,

холецистити, хронічний гепатит, цироз печінки і тому подібне), ендокринних (діабет, вузлуватий зоб, ожиріння); нирок (пієлонефрит, гломерулонефрит і тому подібне); крові (анемії); репродуктивної системи чоловіків і жінок (підсилює овоперматогенез, сприяє підвищенню потенції у чоловіків і стабілізує дітородну функцію у жінок; благотворно діє на стан фетоплацентарного комплексу при вагітності, ускладненою хронічною плацентарною недостатністю; ефективно при неспецифічних запальних процесах і передракових станах шийки матки). Застосовується для уповільнення процесів старіння, за рахунок активації імунної системи шляхом посилення відтворення імунних кліток, що приводить системи організму в збалансований стан, прибирає наслідки стресів, депресії. В спортивній медицині підвищує витривалість спортсменів і зменшує потребу організму в кисні на великих висотах.

Не менший інтерес представляє октакозанол (унікальний природний комплекс поліненасичених жирних кислот: лінолеву, олеїнову, пальмітинову, ліноленову), коензим Q10, які вміщує ліпофільний комплекс олії із зародків пшениці. Саме октакозанол відомий американський лікар Роберт Аткинс назвав «дивною їжею для мозку» і рекомендував включати його при будь-яких проблемах центральної нервової системи і для їх профілактики.

Олія з насіння амаранту (ліпофільний комплекс) містить вітаміни E – 10,05 мг%, A – 0,46 мг%, сквален 84640,0 мг/кг (8,464%), жирні кислоти (табл. 3.31): омега-3 – 5%, омега-6 – 26%, омега-9 – 26%, у тому числі – γ -ліноленову 2,57 мг/кг (сприяє виробленню простагландину E₁), ліноленову 86 мг/кг, лінолеву 230 мг/кг, лігноцерову 1,3 мг/кг. Сквален вважається протипухлинним фактором. Олія з насіння амаранту рекомендується використовувати в оздоровчому і дієтичному харчуванні при захворюваннях: ендокринних (цукровий діабет, тиреотоксикоз), серцево-судинної системи (атеросклероз, гіпертонія, ішемічна хвороба серця, інфарктний кардіосклероз, облітеруючий ендартеріїт, флебіт, тромбофлебіт), гастроентерологічних (виразкова хвороба шлунку і 12-ти палої кишки, неспецифічний виразковий коліт, дискінезії жовчовивідних шляхів, дисбактеріоз);

**Хімічний склад жирних кислот олії з насіння амаранту за даними
різних виробників**

з/п	Жирні кислоти	Хім. позначення	Склад жирних кислот олії ООО “Сквален”,%	Склад жирних кислот олії НП ООО “Житомир- біопродукт”,%
1	Пальмітінова	C 16 : 0	11,2	16,15
2	Пальмітолеїнова	C 16 : 1	0,2	0,44
3	Стеаринова	C 18 : 0	2,2	6,77
4	Олеїнова	C 18 : 1	28,8	14,1
5	Лінолева	C 18 : 2	55,6	61,74
6	Ліноленова	C 18 : 3	0,9	0,42
7	Ейкозенова	C 20 : 1	0,9	0,47
Вміст сквалену, %				
8	Сквален		0,5	8,46

ТОВ “Сквален” – аналізи виконані НДІ харчування РАМН (атестат акредитації ГСЕН.RU.ЦОА. 175; держ. Реєстр РОС .RU 0001.510618) методом газорідної хроматографії.

НП ТОВ “Житомирбіопродукт” – аналізи виконані центром оцінки якості сировини і готової продукції Національного університету харчових технологій (атестат акредитації №2Н084 від 05.11.2004 р.).

опорно-рухової системи (остеохондроз, артрити, артроз); органів зору (ретинопатії, катаракта і ін.), функціональних розладах ЦНС, що супроводжуються зниженням рівня психічної енергії і інтелектуальних функцій, дратівливістю; центральної і периферичної нервової системи (депресія, мігрень, хвороба Альцгеймера, неврити, реабілітація після гострого порушення мозкового кровообігу); захворювань крові (анемія); дерматологічних (іхтіоз, суха себорея, псоріаз, мікози), в програмах реабілітації після пластичних операцій; для зменшення ризику виникнення онкологічних захворювань, при тривалому прийомі хіміотерапевтичних препаратів. Ліпофільний комплекс олії з насіння амаранту (табл. 3.32) унікальний не лише високим вмістом сквалеону (8,464%), але і унікальним вмістом алкалоїдів, які пояснюють його ефективність в протипухлинній терапії (А.І. Потопальський, Ю.С. Шевченко), як і алкалоїди чистотілу високого (А.І. Потопальський), коріння барбарису (М.М. Юсупов, А. Карімов, К.Л. Лутфуллін).

Таблиця 3.32

Хімічний склад ПНЖК олій виробництва НП ТОВ "Житомирбіопродукт"

Сімей- ство НЖК	Назва ненасиченої жирної кислоти	Олія із зародків пшениці		Олія з насіння вівса		Олія з насіння гарбуза		Олія з насіння льону		Олія з насіння плодів розторопші		Олія з насіння амаранта	
		мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%
Омега-3	C18:3n-3 ліноленова	71,75	4,66	58,86	5,85	107,4	8,79	398,6	20,67	85,58	6,18	-	-
	C20:3 n-3 цис- 11,14,17- ейкозатриєнова	12,03	1,15	9,318	1,70	5,94	1,10	4,35	0,39	16,25	1,42	-	-
Всього		83,78	5,81	68,18	7,55	113,34	9,89	402,95	21,06	101,83	7,60	-	-
Омега-6	C18:3n-6 γ- ліноленова	0,164	0,016	0,29	0,053	0,06	0,01	0,076	0,01	-	-	2,57	0,42
	C18:2n-6цис- ліноленова	26640	43,51	8176	20,77	15400	32,2	10430	13,83	21330	39,35	3780 2	61,74
	C20:3n-6 цис- 8,11,14- ейкозатриєнова	1,434	0,137	2,91	0,530	0,50	0,09	2,33	0,21	0,48	0,042	2,87	0,47
	C20:2 цис-11,14- ейкозаденова	3,303	0,315	6,19	1,128	10,85	2,01	13,10	1,17	6,51	0,57	6,67	1,09
Всього		26645,0	43,98	8185	22,48	15411	34,31	10445,5	15,22	21337	39,96	37814	63,72
Омега-9	C18:1n-9цис- олеїнова	2961,0	13,55	2473	17,31	1496,0	8,63	7171,0	26,18	2568,0	13,07	-	-
	C18:1n 9цис- елаїдінова	5,741	0,547	2,66	0,485	2,83	0,52	6,43	0,58	2,713	0,237	-	-
	C20:1n-9 гондоїнова (цис-11- ейкозенова)	5236,0	23,96	3363	23,54	-	-	5133,0	18,74	7254,0	36,92	-	-
Всього		8202	38,0	5838	41,34	1498,8	9,15	12310	45,50	9824,7	50,23		

Клінічні дослідження олії з насіння амаранту проведені в Тернопільському державному медичному університеті ім. І.Я. Горбачевського (кафедра педіатрії з дитячою хірургією), показали ефективність застосування її в комплексному лікуванні дітей з метаболічною інтоксикацією і затримкою фізичного розвитку.

3.14. Шроти та клітковина

Шрот і клітковину виробляють з рослинної сировини, заздалегідь екстрагувавши з нього певну кількість олії. Екстракція підвищує сорбційні властивості шроту і клітковини, здібність до виведення з організму шлаків, радіонуклідів.

Шроти і клітковина, які виробляються в НПП “Житомирбіопродукт”, є подрібненими продуктами з рослинної сировини, з яких екстрагували 8–14% жирних, ефірних олій, що забезпечило продукції сорбційні властивості. Хімічний склад шротів, клітковини, плодів наведений у табл. 3.33.

Спеціально підібрана ступінь подрібнення дає можливість організму всмоктувати (адсорбувати) з нього необхідні макро- і мікроелементи, водо- і жиророзчинні вітаміни, амінокислоти, інші життєво необхідні речовини. Це джерело розчинної і нерозчинної клітковини, яка ретельно очищає організм від багатолітніх накопичень шлаків.

Шрот з насіння льону містить: розчинну (камедь, слизи, пектинові речовини, альгінові кислоти, і ін.), і нерозчинну клітковину (лігнани, лігніни і зв'язані з ним білкові речовини, що формують клітинні стінки рослин), жирні кислоти класу омега-3, омега-6, омега-9, у тому числі гамма-ліноленову (сприяє виробленню простагландину E₁), ліноленову, лінолеву, олеїнову; у 100 грамах продукту міститься магнію 296,0 міліграм, калія 460,15мг, сірки 239,5 міліграм, кальцію 162,0 міліграм, цинку 45,5 міліграм, заліза 21,0 мг, мідь 12,6 міліграм, селену 171 мкг.

Хімічний склад мікроелементів шроту, клітковини, плодів

Елемент	Концентрація елементів, мкг/100г шроту					
	Амарант	Овес	Гарбуз	Зародок пшениці	Розторопша плямиста	Льон
S (Сірка)	260278,90	153048,10	95187,70	41605,31	90725,78	239456,60
K (Калій)	304830,40	133198,80	242863,40	360402,20	326701,10	460149,30
Ca (Кальцій)	137000,0	62000,0	62000,0	87000,0	687000,0	162000,0
Mn (Марганець)	1450,13	1616,08	1249,97	6107,25	933,39	1066,15
Fe (Залізо)	24000,0	33000,0	23000,0	21000,0	22000,0	21000,0
Cu (Мідь)	317,0	552,0	863,0	498,0	708,0	1260,0
Zn (Цинк)	3830,0	11700,0	13800,0	66100,0	6890,0	4550,0
Se (Селен)	63,42	22,90	39,73	80,92	17,57	170,91
Br (Бор)	467,01	192,53	244,06	300,74	556,34	412,20
Cr (Хром)	11,44	-	-	169,28	-	-
Ni (Нікель)	-	59,25	-	140,32	-	84,27
Co (Кобальт)	-	29,20	32,48	-	-	-
Cl (Хлор)	103000,0	54000,0	46000,0	161000,0	124000,0	11000,0
Mg (Магній)	311000,0	281000,0	357000,0	205000,0	327000,0	296000,0
P (Фосфор)	660000,0	620000,0	980000,0	920000,0	670000,0	870000

Рекомендується включати в оздоровчий і дієтичний раціон харчування: при мешканні на екологічно несприятливих територіях, роботі зі шкідливими умовами праці; цукровому діабеті, ожирінні; atopічних дерматитах; підвищених фізичних і розумових навантаженнях; сезонній недостатності

вітамінів, макро і мікроелементів; неповноцінному харчуванні; атеросклерозі, ішемічній хворобі серця, гіперліпопротеїдемії; гастритах, гастродуоденітах, виразковій хворобі шлунку і 12-ти палої кишки, хронічному коліті, дисбактеріозі, холециститах, жовчокам'яної хворобі, гепатитах (у тому числі вірусному гепатиті С), цирозі печінки, жирових гепатозах, гельмінтозах; для оптимізації репродуктивних процесів, при вагітності, з метою зменшення ризику виникнення онкологічних захворювань.

Клітковина насіння амаранта містить: вітаміни групи В, біофлавоноїд (каротиноїди, кверцетин, проантоціанідіни), рутини, магній 311,0 мг/100г, калій 304,8 мг/100г, кальцій 137,0 мг/100г, цинк 38,3 мг/100г, залізо 24,0 мг/100г, селен 63,42 мкг/100г, хром 11,44 мкг/100г. Рекомендується включати в оздоровчий і дієтичний раціон харчування при мешканні на екологічно несприятливих територіях, роботі зі шкідливими умовами праці; цукровому діабеті, відставанні у фізичному розвитку; для оптимізації репродуктивних процесів; підвищених фізичних і розумових навантаженнях; сезонній недостатності вітамінів, макро і мікроелементів; неповноцінному живленні; атеросклерозі, ішемічній хворобі серця, гіперліпопротеїдемії, метаболічній інтоксикації; хронічному коліті, дисбактеріозі; для оптимізації репродуктивних процесів, при вагітності, лактації. Можливо вживати з метою зменшення ризику виникнення раку передміхурової залози, кишечника.

Клітковина зародків пшениці з виноградними кісточками містить: аскорбінову кислоту (вітамін С), вітаміни групи В, рутин, біофлавоноїди (кверцетин, гесперидин, проантоціанідіни), в 100 г продукту міститься цинк 661,0 мг, калій 360,40 мг, магній 205,0 мг, нікель 140,32 мг, кальцій 87 мг, селен 80,92 мкг. Рекомендується включати в оздоровчий і дієтичний раціон харчування: при роботі з шкідливими умовами праці; при полиостеоартрозах, артритих, артрозі; для уповільнення процесів старіння, при целюліті; при цукровому діабеті; для оптимізації репродуктивних процесів; підвищених фізичних і розумових навантаженнях; сезонній недостатності вітамінів, макро- і мікроелементів;

неповноцінному харчуванні; вагітності, лактації; з метою зменшення ризику виникнення раку кишечника. Високий вміст проантоціанідинів знижує смертність від серцево-судинної патології.

Плоди розторопії містять: жирні кислоти класу омега-3, омега-6, омега-9 у тому числі гамма ліноленову (сприяє виробленню простагландіна E₁), ліноленову, олеїнову; у 100 грамах продукту міститься флаволігнанів до 3600 мг, кальцію – 687,0 мг, магнію – 327 мг, калію – 326,7 мг, сірки – 90,7 мг, цинку – 68,9 мг, заліза – 22,0 мг, міді – 7,08 мг, селену – 17,57 мкг. Рекомендується включати в оздоровчий і дієтичний раціон харчування: мешканні на екологічно несприятливих територіях, роботі з шкідливими умовами праці; цукровому діабеті, ожирінні; atopічних дерматитах, aloпeції; сезонній недостатності вітамінів, макро і мікроелементів; неповноцінному харчуванні; атеросклерозі, ішемічній хворобі серця, гіперліпопротеїдемії; хронічному атонічному коліті, дисбактеріозі, дискінезії жовчовивідних шляхів, панкреатиті, холециститах, жовчокам'яної хворобі, гепатитах (у тому числі вірусному гепатиті В, С), цирозі печінки, жирових гепатозах.

Шрот з плодів розторопії плямистої в 100 грамах продукту міститься флаволігнанів до 4000 мг, кальцію 687,0 мг, магнію 327,0 мг, калія 326,7 мг, сірки 90,7 мг/100г, цинку 68,9 мг, заліза 22,0 мг, міді 7,08 мг, селену 17,57 мкг. Рекомендується включати в оздоровчий і дієтичний раціон харчування: роботі з шкідливими умовами праці; цукровому діабеті, ожирінні; atopічних дерматитах, сезонній недостатності вітамінів, макро і мікроелементів; неповноцінному харчуванні; атеросклерозі, ішемічній хворобі серця, гіперліпопротеїдемії; хронічному атонічному коліті, дисбактеріозі, холециститах, жовчекам'яної хворобі, цирозі печінки, жирових гепатозах; для оптимізації репродуктивних процесів.

Шрот з насіння гарбуза містить: флавоноїди, фосфоліпіди, поліненасичені жирні кислоти класу омега-3, омега-6, омега-9, у тому числі гамма ліноленову (сприяє виробленню простагландіна E₁), ліноленову, ліноленову, олеїнову, каприлову; у 100 грамах продукту міститься магнію 357 мг, калія – 242,86 мг, сірки

– 95,2мг, кальцію – 62,0 мг, цинку – 138,0 мг, заліза – 21,0 мг, міді – 8,63 мг, селену – 39,73 мкг. Рекомендується включати в оздоровчий і дієтичний раціон харчування при: цукровому діабеті, ожирінні; екземі, псоріазі, вітиліго, віковій пігментації шкіри; сезонній недостатності вітамінів, макро- і мікроелементів; неповноцінному харчуванні та ін;

Гречка з інуліном – зерно гречихи перероблене за низькотемпературною технологією, леофільний концентрат топінамбура з інуліном. Вміщує: вітаміни групи В, біофлавоноїд (кверцетин), рутини. У 100 грамах продукту міститься заліза 6650 мкг, марганцю – 1560 мкг, йоду – 3,3 мкг, кобальту – 3,1 мкг, цинку – 2050 мкг, хрому – 4,0 мкг.

Рекомендується включати в оздоровчий і дієтичний раціон харчування: цукровому діабеті I і II типу, при порушенні обміну речовин, підвищених фізичних і розумових навантаженнях; сезонній недостатності вітамінів, макро і мікроелементів; неповноцінному харчуванні; атеросклерозі, ішемічній хворобі серця, гіперліпопротеїдемії, метаболічній інтоксикації; хронічному коліті, дисбактеріозі; для оптимізації репродуктивних процесів. Потрапляючи в організм людини, продукт активно включається в обмін речовин тканин, збільшує гемоглобін і кількість молока у годуючих жінок, знижує здатність тромбоутворення, нормалізує рівень глюкози і холестерину в крові, оптимізує жовчоутворення, нормалізує рівень кислотності шлункового соку, сприяє нормалізації флори кишечника, зменшує відкладення солей в суглобах при подагрі. Значно знижує ризик утворення каменів в печінці, нирках, сечовому міхурі. Виводить з організму токсичні і радіоактивні речовини, знижує ризик розвитку злоякісних утворень, зменшує набряки серцевого і ниркового походження, покращує моторну функцію кишечника при закріпах, підвищує імунітет.

Пшеничні висівки — це насамперед джерело клітковини, незамінних макро-та мікро елементів, вітамінів групи В, вітамінів Е і А. Клітковина особливо важлива для роботи кишечника і нормального функціонування травної системи в цілому та виведення токсинів, радіонуклідів [23]. Висівки містять фіто-речовини. Фітинова

кислота (інозиталфосфат) — є антиоксидантом, що гальмує окислювальні процеси, активізовані залізом. Наявність фітатів та залишкових кількостей інгібіторів протеаз обумовлює радіопротекторні властивості внаслідок здатності цих сполук до утворення хелатних комплексів з іонами, що призводить до зв'язування і виведенню з організму радіонуклідів. [24]. Значну роль у захисті від радіації відіграють лігнани висівка. У пшеничних висівках також міститься 765 мг/100 г ферулова кислота, яка має антиоксидантні властивості, захищаючи організм від вільних радикалів.

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 3

1. Адамчук Т. В. Неотам – новий суперінтенсивний підсолоджувач харчових продуктів/ Т. В. Адамчук, Т. В. Воробйова, В. В. Юрченко // Актуальні питання гігієни харчування та безпеки харчових продуктів: Тези доповідей IV міжнар. наук.-практ. конф. – К., 2006. – С. 6.
2. Билан М. И. Проблемы и достижения в структурном анализе фукоиданов бурых водоростей / М. И. Билан // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : материалы междунар. конф. – М. : ВНИРО, 2002. – С. 186–187.
3. Биологически активные вещества пищевых продуктов : справочник. – К. : Урожай, 1992. – 265 с.
4. Ботов М.И. Тепловое и механическое оборудование предприятий торговли и общественного питания / М. И. Ботов, В. Д. Елхина [и др.] – М. : Изд. центр "Академия", 2002. – 464 с.
5. Возможные подходы к аналитическому проектированию комбинированных продуктов питания / А. М. Бражников, И. А. Рогов, Н. А. Михайлов, Г. Н. Сильченко // Изв. вузов. – 1985. – № 3. – С. 22–28.
6. Булдаков А. С. Пищевые добавки: справочник / А. С. Булдаков. – СПб. : УТ, 1996. – 240 с.
7. Ван Моуриск С. В. Мировой рынок пищевых добавок – состояние и перспективы / С. В. Ван Моуриск // Продукты & ингредиенты. – 2004. – № 2. – С. 6–8.
8. Василькович С. И. Пищевые добавки растительного происхождения в технологии пищевых продуктов / С. И. Василькович // Совершенствование технологических процессов производства новых видов пищевых продуктов и добавок : сб. тезисов Всесоюзной научно-техн. конф. – К., 1991. – С. 76–79.
9. Ващенко В. В. Товарознавча оцінка нових видів хліба для профілактичного харчування : автореф. дис. канд. техн. наук / В. В. Ващенко. – К. : Київ. держ. торг.-екоп. ун-т, 1998. – 17 с.

10. Роль апіпродуктів у харчуванні / О. І. Волошин, О. І. Сплавський, І. В. Окіпняк [та ін.] // Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів : тези доповідей IV міжнар. і наук.-практ. конф. – К., 2006. – С. 14–15.
11. Галькевич Р. Пищевые добавки. Вредные? Безвредные? / Р. Галькевич // Питание и общество. – 1997. – № 12. – С. 28.
12. Дієтичні добавки з продуктів бджільництва — джерело біологічно активних речовин / О. М. Голінько, Н. П. Левицькі, А. А. Деміч, Н. Є. Чумак // Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів: тези доповідей IV міжнар. наук.-практ. конфер. – К., 2006. – С. 26–27.
13. Донченко Л. В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания / Л. В. Донченко, В. Д. Надька. – М. : Пищевая промышленность, 1999. – 352 с.
14. Дорохович А. М. Вироби з підсолоджувачами та цукрозамінниками / А. М. Дорохович // Харчова і переробна промисловість. – 1999. – № 7. – С. 24.
15. Драчева Л. В. Функционально-метаболический аспект микроэлемента селена / Л. В. Драчева // Пищевая промышленность, 2005. – С. 38–39.
16. Дядечко О. В. Хімічний склад та функціональні властивості харчового альбуміну виробництва різних підприємств / О. В. Дядечко // Оптимізація асортименту та якості товарів в умовах ринкової економіки. – К. : КДТЕУ, 1997. – С. 20–26.
17. Емец В. Н. Пищевые добавки. Европейская классификация и описание. В 2-х т.Т. 1. / В. Н. Емец. – Мн. : ЗАО "ВАЭМ", 1998. – 207 с.
18. Емец В. Н. Пищевые добавки. Европейская классификация и описание. В 2-х т.Т.2. / В. Н. Емец. – Мн. : ЗАО "ВАЭМ", 1998. – 151 с.
19. Иванова Е. А. Европейский рынок гидроколлоидов / Е. А. Иванова // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2000. – № 1. – С. 12–13.
20. Иванова Е. А. Полисахариды – компоненты новых продуктов / Е. А. Иванова // Пищевая промышленность. – 1991. – № 1. – С. 86.
21. Исупов В. П. Пищевые добавки и пряности: история, состав и применение / В. П. Исупов. – СПб. : ГИОРД, 2000. – 175 с.

22. Казанцев В. П. Каррагенан и функциональные смеси для производства мясных продуктов / В. П. Казанцев // Пищ. промышленность. – 1998. – № 5. – С. 64–65.
23. Кандалей А. В. Технологія м'ясних кулінарних виробів функціонального призначення з використанням фукусів: автореф. дис. . канд. техн. наук / А. В. Кандалей. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2007. – 21 с.
24. Карпенко П. А. Биологически активные добавки и биопродукты / П. А. Карпенко. – К. : Нора-принт, 2000. – 168 с.
25. Козлова А. В. Стандартизация, метрология, сертификация в общественном питании / А. В. Козлова. – М. : Мастерство, 2001. – 160 с.
26. Корзун В. Н. Використання морських водоростей, як необхідного компоненту харчування населення / В. Н. Корзун, М. Ф. Кравченко, М. Реус // Вісник КНТЕУ. – 2003. – № 2. – С. 64–69.
27. Кочеткова А. П. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / А. П. Кочеткова, А. Ю. Колесников // Пищевая промышленность. – 1999. – № 4. – С. 7–10.
28. Кравченко М. Ф. Технологія продуктів з харчовими добавками рослинного походження для оздоровчого харчування: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / М. Ф. Кравченко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2006. – 34 с.
29. Кравченко М. Ф. Вплив цистозіри на якість борошняних кондитерських виробів / М. Ф. Кравченко, Т. О. Рибак // Зб. наук. праць ФРГТБ, КНТЕУ, 2004. – С. 81–87.
30. Кравченко М. Ф. Вплив зостери на якість заварних напівфабрикатів для борошняних кондитерських виробів / М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова // Зб. наук. праць ТЗФ. – К. : КНТЕУ, 2004. – С. 63–66.
31. Кравченко М. Ф. Технологія та якість крему "Шарлот" з використанням натурального підсолоджувача зі стевії і продукту переробки червоних морських водоростей – карагенану / М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова // Зб. наук. праць технолог. ф-ту КНТЕУ. – 2003. – С. 84–89.

32. Лесник С. А. Украинские пищевые биологически активные добавки / С. А. Лесник, С. В. Фус. – К. : Нора-принт., 1999. – 114 с.
33. Липатов Н. М. Методология проектирования продуктов питания с необходимым комплексом показателей пищевой ценности / Н. М. Липатов, И. А. Рогов // Изв. вузов. Пищ. техн. – 1987. – № 2. – С. 9–15.
34. Максютіна Н. П., Кожура І. М. Лікувально-профілактичні засоби створені на основі продуктів бджільництва та лікарських рослин / Н. П. Максютіна, І. М. Кожура // Бджільництво. – 1998. – № 23. – С. 133–138.
35. Максютіна Н. П. Витапектин и медовое желе на его основе / Н. П. Максютіна, С. В. Фус // Здоровье и питание. – 2000. – № 1. – С. 27.
36. Максютіна Н. П. Проблеми створення лікарських і профілактичних засобів на основі антиоксидантів і фітосорбентів / Н. П. Максютіна // Фармацевтич. журн. – 1993. – № 6. – С. 16–18.
37. Мармузова Л. В. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности / Л. В. Мармузова. – М. : Академия, 2003. – 131 с.
38. Комбіновані харчові продукти : конспект лекцій / В. Ю. Міщик [та ін.] – К. : КДТЕУ, 1995. – 45 с.
39. Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : сб. матер. первой междунар. научно-практ. конф. – М. : Изд-во ВНИРО. – 2002. – 240 с.
40. Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : сб. материалов второй между. научно-практ. конф. – М. : Изд-во ВНИРО. – 2005. – 461 с.
41. Нечаев А. П. Пищевые добавки (понятие, аспекты современного использования в пищевых технологиях, проблемы, тенденции развития) / А. П. Нечаев // Пищевая промышленность. – 1998. – № 6. – С. 12–15.
42. Нечаев А. П. Пищевые добавки / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. – М. : Колос, 2001. – 256 с.
43. Нечаев А. П. Пищевая химия : курс лекций в 2-х ч. Ч. 1. / А. П. Нечаев,

М. П. Попов, О. Е.Траубенберг. – М.: Изд. комплекс МГУ ПП, 1998. – 131 с.

44. Пищевая химия / А. П. Нечаев, М. П. Попов, О. Е.Траубенберг и др. – СПб. : ГИОРД, 2001. – 592 с.

45. Пищевая химия / А. П. Нечаев, М. П. Попов, О. Е.Траубенберг [и др.] – Изд. 2-е, перераб. и испр. – СПб. : ГИОРД. – 2003. – 640 с.

46. Никифорова Г. А. Научно-технический прогресс в производстве пищевых добавок / Г. А. Никифорова // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2004. – № 6. – С. 22–24.

47. МУК 2.3.2.721-98. Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище.– 120 с.

48. Панфилов В. А. Диалектика пищевых технологий / В. А. Панфилов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2004. – № 6. – С. 17–22.

49. Пересічна С. М. Товарознавча оцінка кров'яних ковбас та м'ясних кулінарних виробів з використанням чорного харчового альбуміну : автореф. дис. ... канд. техн. наук / С. М. Пересічна. – К. : Київ. держ. торг.-екон. ун-т, 2000. – 18 с.

50. Пересічний М. І. Лечебно-профилактические пищевые композиции радиозащитного действия / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 38.

51. Пересічний М. І. Теоретичні та практичні передумови комплексної оцінки якості продукції громадського харчування / М. І. Пересічний // Вісн. Київ. держ. торг.-екон. ун-ту. – 1998. – № 2. – С. 107 – 115.

52. Технологія борошняних виробів із зостерою та дослідження їхньої якості / М.І. Пересічний, В.Н. Корзун, М.Ф. Кравченко, М. А. Реус // Наук. вісн. Полтав. ун-ту споживчої кооперації України : зб. наук. праць, 2001. – №3. – С. 77–80.

53. Пересічний М. І. Використання екстракту стевії та цистозіри при приготуванні тістечка "Бісквітного" / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко // Проблеми харчування населення України : зб. мат. Всеукраїнської наук.-практ. конф., 27–28 лютого 2003 року. – Полтава, 2003. – С. 21–24.

54. Пересічний М. І. Технологія виробництва продукції громадського

харчування радіозахисної дії – теорія та практика / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, О. М. Григоренко . – К. : КДТЕУ, 1999. – 331 с.

55. Пересічний М. І. Харчування людини і сучасне довкілля: теорія і практика / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, В. Н. Корзун, О. М. Григоренко. – К.: КНТЕУ, 2002. – 526.

56. Мінеральний склад борошняних виробів із використанням чорноморської водорості зостери / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, В. Н. Корзун, М. А. Реус // Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка: зб. мат. міжн. наук. практ. конф. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2001. – С. 126–127.

57. Пересічний М. І. Технологія та радіозахисна ефективність тістечок пісочних "Макових" з цистозірою та екстрактом стевії / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Т. О. Рибак // Вісник Дон. держ. ун-т економ. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2003. – № 1(17) – С. 177–181.

58. Пересічний М. І. Вплив зостери на пружно-еластичні та в'язко-пластичні характеристики заварного тіста / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова // Проблеми техніки і технологій харчових виробництв : зб. мат. міжвуз. наук.-практ. конф. – Полтава, 2004. – С. 50–51.

59. Пересічний М. І. Суха та гідратована зостера у заварних напівфабрикатах / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова // Зерно і хліб [додаток "Хлібопекарська і кондитерська промисловість України"]. – 2004. – № 1(1) – С. 30–31.

60. Петрушевский В. В. Биологически активные вещества пищевых продуктов : справочник / В. В. Петрушевский, В. Г. Гладких, Е. В. Винокурова – К. : Урожай, 1992. – 192 с.

61. Пищевые добавки : энциклопедия. – СПб. : Гиорд, 2003. – 686 с.

62. Підсолоджувальні речовини у харчуванні : монографія / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, П. О. Карпенко, В. В. Карпачов – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2004. – 446 с.

63. Пономарьов П. Х. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини : навч. посіб. / П. Х. Пономарьов, І. В. Сирохман. – К. : Лібра, 1999. – 272 с.
64. Пронина О. А. Фукусовые водоросли Белого моря: сырьевая база, основы рационального промысла / О. А. Пронина // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : материалы второй междунар. научно-практ. конф. – М. : Изд-во ВНИРО, 2005. – С. 85–89.
65. Ратушный А. С. Математико-статистическая обработка опытных данных в технологии продуктов общественного питания: метод. Указания / А. С. Ратушный, В. Г. Топольник. – М. : Из-во Рос. экон. акад., 1993. – 176 с.
66. Репина О. И. Обоснование и разработка комплексной технологии биологически активных веществ из фукусовых водорослей Белого моря : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / О. И. Репина. – М., 2005.
67. Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок: техн. рекомендации / Л. А. Сарафанова . – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб : ГИОРД, 1999. – 80 с.
68. Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок: техн. рекомендации / Л. А. Сарафанова . – 5-е изд., расш. и доп.– СПб. : Гиорд, 2002. – 160 с.
69. Смоляр В. І. Еволюція європейського харчування / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2004. – № 1. С. – 15–21.
70. Смоляр В. І. Теоретичні і практичні аспекти конструювання продуктів харчування / В. І. Смоляр // Матеріали наук. конф. – К., 1993. – С. 25.
71. Тагер А. А. Физико-химия полимеров / А. А. Тагер. – М. : Химия, 1978. – 544 с.
72. Трахтенберг І. Проблема біологічно активних добавок: поняття, термінологія, аспекти дискусії / І. Трахтенберг, М. Гуліч // Вісн. фармакології та фармації. – 2001. – № 9. – С. 18–32.
73. Микронутриенты в питании здорового и больного человека :

справочник / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. П. Суханов [и др.] – М. : Колос, 2002. – 424 с.

74. Украинские пищевые биологически активные добавки / Под ред. С. А. Лесник, С. В. Фус – К. : НОРА-ПРИНТ, 1999. – 108 с.

75. Усов А. И. Полисахариды водорослей. Полисахаридный состав бурых водорослей Камчатки / А. И. Усов, Г. П. Смирнова, Н. Г. Клочкова // Био-органическая химия, 2001. – Т. 27. – № 6. – С. 444–448.

76. Федорова Д. В. Технологія оздоблювальних напівфабрикатів з екстрактом стевії та продуктами переробки морських водоростей : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д. В. Федорова. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2006. – 22 с.

77. Циприян В. И. Научные основы конструирования продуктов питания для массовой профилактики радиационных воздействий / В. И. Циприян, Т. И. Анистратенко // Разработка комбинированных продуктов питания (Мед.-биол. аспекты, технологии, аппаратура, оформление, оптимизация): тезисы докл. науч. конф. – Кемерово, 1991. – С. 19–20.

78. Шевченко О. В. Технологія солодких страв і соусів із вітапектином та фітосорбентом : автореф. дис. ... канд. техн. наук / О. В. Шевченко. – К. : Київ. держ. торг.-екон. ун-т, 2002. – 20 с.

79. Bloch A. Position of the American Dietetic Associations: Phytochemicals and Functional Foods / Abby Bloch, Cynthia Thompson // Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods. – 1997. – Vol. 11. – P. 33–46.

80. Akuzawa, S. Selectivity and thermal properties of various starches incorporating free fatty acids / S. Akuzawa, S. Sawayama and Kawabata // Biosci. Biotech. Biochem. – 1995. – № 59. – P. 1605–1608.

81. Allison D.B., Zannolli R., Narayan K.V.M.//Am/J.Public Health. –1999. – Vol.89. – P. 1194–1199.

82. Effect of processing (sprouting and or fermentation) on sorghum and maize. P.1. Proximate composition, minerals and fatty-acids / M. Asiedu, R. Nilsen,

O. Lie, E. Lied // Food Chem. – 1993. – Vol. 46, № 4. – P. 351–353.

83. Davis T. A. A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae / T. A. Davis, B. Volesky, A. Mussi // Water Res., 2003. – № 18. – P. 4311–4330.

84. Sloan E. How to Make Product Consumers Really Want / Elisabeth Sloan, Mary K. Stiedemann // Journ. of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods. – 1997. –

Vol. 1, November. – № 1. – P. 61–83.

85. Ensminger A. H., et al. Foods and Nutrition Encyclopedia, 2nd ed. – 2321. Boca Raton, Fla.: CRC Press. – 1994. – P. 395.

86. Flegel K. M., Carroll M. D. et al. // Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. – 1998. – Vol. 22, № 7. – P. 783–791.

87. Fuller R. Probiotics: the scientific basis / R. Fuller. – London: Chapman & Hall, 1992. – P. 122–124.

88. ISO 11036:1994. Сенсорный анализ. Методология. Метод профиля текстуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <www.ars_russia.com>

89. ISO 6658:1985. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <www.ars_russia.com>

90. Marais M.-F. A fucoidan fraction from *Aschoffium nodosum* / M.-F. Marais, J.-P. Joseleau // Carbohydr. Res., 2001. – P. 155–159.

91. Nako M. Rheological characteristics of fucoidan isolated from commercially cultured *Cladosiphon okamuranos* / M. Nako // Bot. marina, 2003. – № 5. – P. 61–65.

92. Pascal G. Functional foods in the European Union / G. Pascal // Nutr. Rev. – 1996. – № 54. – P. 29–32.

93. Saliman S., Bouley C.A., and other. Functional food science and supplement. – 1998. – Vol. 80. – №. I, August. P. 47–171.

94. Sanderson George R. A comparison of gellan gum, agar, K-carrageenan and algin / Sanderson George R., Bell Virginia L., Ortega David // Cereal Food World. – 1989. – № 34, № 12. – P. 991–998.

95. Toxicological Principles for the Safety Assessment of Direct Food y Additives and Color Additives Used in Food. "Redbook II". Draft U.S. Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition. – Washington. – 1993.

96. Whittam, M. A. Melting and glass/rubber transition of polysaccharides, in: Food Polymers, Gels and Colloids. Ed. E. Dickinson / M. A. Whittam, T. R. Noel, S. Ring // Royal Society of Cyem. UK. – 1991. – P. 277–278.

РОЗДІЛ 4

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

4.1. Кулінарні вироби з риби

Враховуючи збільшену потребу людей розумової праці у білках тваринного походження, під час розроблення кулінарної продукції звернено увагу на якісну характеристику білків.

В регуляції обміну речовин в головному мозку провідну роль відіграють амінокислоти, серед яких особливо важливі сульфуровмісні амінокислоти, зокрема метіонін. Ця амінокислота грає є джерелом метильних груп та сульфуру, що беруть інтенсивну участь в метаболічних процесах. Обмін метіоніну в головному мозку має пряме відношення до синтезу сполук, перетворення яких безпосередньо пов'язане з функцією нервової системи, наприклад, фізіологічних амінів та джерела енергії – креатин-фосфату.

Як джерело білків тваринного походження обрано рибу сировину. Білки риб мають високу біологічну цінність, легко перетравлюються і засвоюються організмом. Так як жирнокислотний, мінеральний, вітамінний склад багато в чому визначається видом риб, проведено аналіз хімічного складу різних загальнодоступних видів з метою вибору сировини для проектування продукції збагаченої біологічно активними речовинами. Для аналізу обрано горбушу, минтая, судака, сазана, шуку, сома, хека, коропа, тріску, зубатку (табл.4.1).

Виходячи із значущості структурно-механічних характеристик м'язової тканини риб для формованості фаршів, розраховано співвідношення білок: вода (Кб/в) та жир: білок (Кж/б).

Судячи з величини Кб/в і Кж/б, для отримання фаршу з досить високою структуроутворюючою здатністю можуть бути використані всі наведені види риб, крім зубатки.

Хімічний склад м'язової тканини риб, %

Риба	Показник					
	Волога	Білок	Жир	Зола	Кб/в	Кж/б
горбуша	71,6	21	7,2	1,2	0,293	0,343
минтай	78,2	19,4	1	1,1 1	0,248	0,052
судак	79	19	0,8	1,1	0,241	0,042
сазан	76,4	18,1	4,6	1,2	0,237	0,254
щука	79,4	18,7	1	1,3	0,236	0,053
сом	76,5	17,4	4,9	1,2	0,227	0,282
хек	78,9	17,6	2,2	1,1	0,223	0,125
короп	78,1	16,4	3,6	1,3	0,210	0,220
тріска	81,4	16,8	0,5	1,3	0,206	0,030
зубатка	89,9	7,7	1,8	0,6	0,086	0,234

Враховуючи переважну значущість повноцінності білка, проведено аналіз збалансованості амінокислотного складу відносно шкали ФАО/ВООЗ за значеннями коефіцієнту раціональності R_c та показника порівнянної надмірності σ (табл. 4.2).

Сутність порівняння якісної оцінки білків з використанням формалізованих показників полягає в тому, що, чим вище значення R_c або менше значення σ (в ідеалі – $R_c=1$, $\sigma=0$), тим оптимальніше збалансовані незамінні амінокислоти і тим повноцінніше їх використання організмом.

Використання фаршу з сазану, хека, коропу і тріски в харчових композиціях є недоречним з урахуванням низьких значень коефіцієнтів раціональності (0,724, 0,613, 0,730 і 0,787) і високих показників порівнянної надмірності (13,751, 22,714, 13,333 та 9,735). Відповідно високі коефіцієнти Фішера встановлено у фарші з щуки і судака.

З урахуванням специфічних смакових властивостей щуки та наявності дрібних міжм'язових кісток у судака, їх оброблення для продукції, збагаченої біологічно активними речовинами, не є раціональним.

Параметри амінокислотної збалансованості рибного фаршу

Вид риби	Вміст амінокислот ¹ , г/100 г білка									C _{min} ² , од.	RC ³ , од.	σ ⁴ , од.	F ⁵ , од.
	ізолейцин	лейцин	лізин	метіонін+ цистин	фенілаланін+ тирозин	треонін	триптофан	валін	Сума				
ФАО/ ВООЗ	4	7	5,5	3,5	6	4	1	5	36	1	1		
минтай	4,8	8,8	9,7	4,78	7,81	5,0	1,3	5,3	47,	1,06	0,803	8,859	2,08
горбуша	4,4	8,1	9,6	3,83	6,85	5,3	1,0	5,8	45,	1,17	0,815	8,176	2,35
щука	5,0	7,5	8,7	4,3	6,4	4,2	1	5,2	42,	1,06	0,842	6,750	2,43
судак	5,0	7,5	8,7	4,3	6,4	4,2	1	5,2	42,	1,06	0,842	6,750	2,43
сазан	4,1	7,9	8,7	4,18	8,27	4,7	1,5	4,4	43,	0,88	0,724	13,75	1,69
хек	2,8	7,2	9,4	5,1	6,1	3,8	1,3	5,4	41,	1,08	0,613	22,71	2,08
короп	3,1	6,6	7,1	3,7	5,94	3,5	1,5	6,8	38,	1,38	0,730	13,33	2,24
тріска	4,3	8,1	9,3	6,88	8,75	5,6	1,3	5,6	50,	1,12	0,787	9,735	1,80

Примітка. ¹ довідкові дані (Хім. склад, 2002);

² C_{min} – мінімальний скор незамінних амінокислот оцінюваного білка відносно фізіологічної норми (еталону), част. од.;

³ RC – коефіцієнт раціональності;

⁴ σ – показник порівняльної надмірності;

⁵ F – коефіцієнт Фішера

В результаті аналізу вищенаведених даних, оптимальним за збалансованістю амінокислотного складу визначено фарш з минтаю та горбуші (значення коефіцієнта раціональності 0,803 і 0,815 відповідно, показника порівнянної надмірності – 8,859 і 8,176, коефіцієнта Фішера – 2,08 і 2,35).

Незважаючи на високі значення амінокислотного скору білків минтаю, є можливість поліпшення у відповідності до “ідеального” білка ФАО/ВООЗ при створенні багатокомпонентних рибних фаршевих виробів.

З метою максимальної збалансованості незамінних амінокислот розглянуто якісний склад білків крупок з пророщених жита та гречки. Вони мають різні лімітуючі амінокислоти, що створює передумови для їх

комбінування, взаємного доповнення і створення продукції з більш високою біологічною цінністю (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Показники якості білкового складу

Продукт	Співвідношення продуктів в суміші	Білок, г/100 г продукту	Неутилізована частина білку, мг	Мінімальний амінокислотний скор, %	КУБ, %
Минтай	–	10,7	6,7	99,8 (валін)	82,8
Крупка з пророщеного жита	–	2,5	495,2	18,8 (лвін)	14,9
Крупка з пророщеної гречки	–	2,3	464,4	19,6 (метіонін)	16,3
Минтай+хліб пшеничний+молоко	10:3:4	10,8	52,5	98,3 (валін)	80,9
Минтай+крупка з пророщеного жита	10:3	10,6	0,0	105,1 (валін)	86,0
Минтай+крупка з пророщеної гречки	10:3	10,4	0,0	103,7 (валін)	85,3

Комбінування білків риби з білками крупок приводить до поліпшення амінокислотного профілю суміші. Дослідним шляхом встановлено, що поєднання білків риби з білками крупок підвищує скор лімітуючої кислоти до 103–105%, забезпечує повне засвоєння білка та знижує неутілізовану частину білка. Двокомпонентні суміші досліджуваних білкових продуктів характеризуються вищим вмістом і показниками якості білка. Зниження частки неутілізованої частини них свідчить про кращу збалансованість амінокислот.

Коефіцієнт утилізації білка в композиціях з минтаю та крупки з пророщеного жита становить 86,0%, минтаю та крупки з пророщеної гречки – 85,3%, результати контролю – 80,9%.

Раціональне співвідношення компонентів по білку в цих сумішах становить 10:3, що відповідає попередньо встановленим органолептичним і структурно-механічними показниками.

З метою збагачення кулінарної продукції поліненасиченими жирними кислотами в рибо-круп'яні маси додано лляну олію. Попередніми проробками встановлено максимально можливу її кількість – 5% до маси риби. Лляна олія обрана через переважний вміст лінолевої кислоти (12,7%), порівняно з соняшниковою олією (3,6%).

Введення олії до фаршу у кількості 3,5% покращує співвідношення лінолевої та ліноленової кислот (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Вміст поліненасичених жирних кислот у розроблених фаршах

Вміст ПНЖК	Контроль*	Дослід 1**	Дослід 2***
Лінолева кислота ω -6, г	2,90	11,92	11,81
Ліноленова кислота ω -3, г	0,27	2,20	2,16
Співвідношення ω -6 : ω -3	10,7 : 1	5,4 : 1	5,5 : 1

Примітка *: Рулет рибний № 512 [8];

** композиція з крупки з додаванням крупки з пророщеного жита;

*** композиція з крупки з додаванням крупки з пророщеного жита.

Для проектування комбінованих страв на основі рибної сировини за основу прийнята традиційна технологія рулетів рибних з фаршевої маси, де основними джерелами білка виступають минтай, молоко, хліб. Враховуючи можливість вдосконалення технології за рахунок додавання компонентів до харчової композиції, для покращення нутрієнтного складу хліб замінено на крупку з пророщених жита та гречки. Грунтуючись на потребі людей розумової праці в нутрієнтах, обрано використання дієтичних добавок із високими функціонально-технологічними і біологічними властивостями: квітковий пилок, водорості норі, пшеничні висівки та резистентний крохмаль Hi-maize. Форма рулету дає змогу додати до технології овочеву сировину у вигляді начинки. Використання шпинату та гарбуза дає змогу підвищити вміст у страві пектинових речовин, фолієвої кислоти та β -каротину. Для визначення технологічних параметрів виробництва рулетів рибних, збагачених біологічно активними речовинами, досліджено вплив дієтичних добавок на структурно-механічні властивості фаршу рибного.

Створено модельні композиції у складі фаршу рибного, крупок з пророщених жита чи гречки, крохмалю Hi-maize, пшеничних висівок.

Визначено, що розроблена модельна харчова композиція на основі рибного фаршу має властивості пластично-в'язких матеріалів (за рівнянням Гершеля-Баклі). Вона представляє собою білкову дисперсійну систему, що складається з дисперсної фази (гідратованих білкових міцел) жирових частинок та дисперсійного середовища (розчину білків та низькомолекулярних білків). Це дає змогу спрогнозувати структурно-механічні властивості харчової композиції.

Для проектування компонентного співвідношення модельної композиції визначено показники структурно-механічних властивостей при додаванні дієтичних добавок у кількості від 2 до 20%.

При дослідженні граничної напруги зсуву всіх зразків визначено, що дослідні показники перевищують контрольні за концентрації 5%. Зі збільшенням вмісту крохмалю Hi-maize від 5 до 17% гранична напруга зсуву рибного фаршу підвищується у 1,8 рази (табл. 4.5). Це зумовлено тим, що введення крохмалю Hi-maize приводить до збільшення поверхні взаємодії з вільною вологою, отже до збільшення граничної напруги зсуву, поліпшення формованості виробів, формостійкості готових виробів до певних меж.

Внесення крупки у кількості 18% призводить до зниження граничної напруги зсуву та погіршення формованості виробів, що обумовлено послабленням зв'язків між компонентами фаршу (рис. 4.1).

Показники граничної напруги зсуву в межах 3750–3950 Па відповідають вимогам до реологічних характеристик фаршів при виробництві формованих виробів і можуть бути рекомендовані для контролю технологічного процесу (ДСТУ 4868:2007).

При дослідженні адгезії фаршу встановлено, що додавання крохмалю Hi-maize у кількості від 4% від маси фаршу дослідних зразків забезпечує перевищення показників адгезії контролю (рис. 4.2).

**Показники структурно-механічних властивостей дослідних зразків
(n=40, p ≤ 0,05)**

№ досліду	Концентрація добавки, %	Показник	
		Гранична напруга зсуву, Па	Адгезія, Па
Контроль		3072,2 ± 122,9	172,9 ± 6,9
Крохмаль Ні-maize			
Дослід 1	1	1644,1 ± 65,8*	70,0 ± 3,5*
	5	3278,0 ± 163,9	235,7 ± 11,8*
	10	4804,2 ± 192,2*	395,7 ± 19,8*
	15	5757,0 ± 287,9*	503,3 ± 25,2*
	20	1178,2 ± 58,9*	558,6 ± 27,9*
Крупка з пророщеного жита			
Дослід 2	1	799,2 ± 40,0*	38,1 ± 1,9*
	5	2507,8 ± 100,3*	113,2 ± 5,7*
	10	3627,5 ± 181,4*	193,1 ± 9,7*
	15	3618,4 ± 144,7*	257,4 ± 12,9*
	20	259,2 ± 13,0*	306,0 ± 15,3*
Крупка з пророщеної гречки			
Дослід 3	1	842,7 ± 42,1*	42,5 ± 2,1*
	5	2626,5 ± 105,1*	120,6 ± 6,0*
	10	3809,7 ± 190,5*	202,8 ± 10,1*
	15	3829,8 ± 191,5*	267,8 ± 13,4*
	20	280,4 ± 11,2*	315,7 ± 15,8*
Пшеничні висівки			
Дослід 4	1	1155,6 ± 46,2*	129,6 ± 6,5*
	5	3077,2 ± 123,1	223,2 ± 11,2*
	10	4276,8 ± 213,8*	332,1 ± 16,6*
	15	4140,4 ± 165,6*	432,1 ± 21,6*
	20	541,7 ± 21,7*	523,0 ± 26,2*

Примітка. * Різниця з контролем статистично достовірна

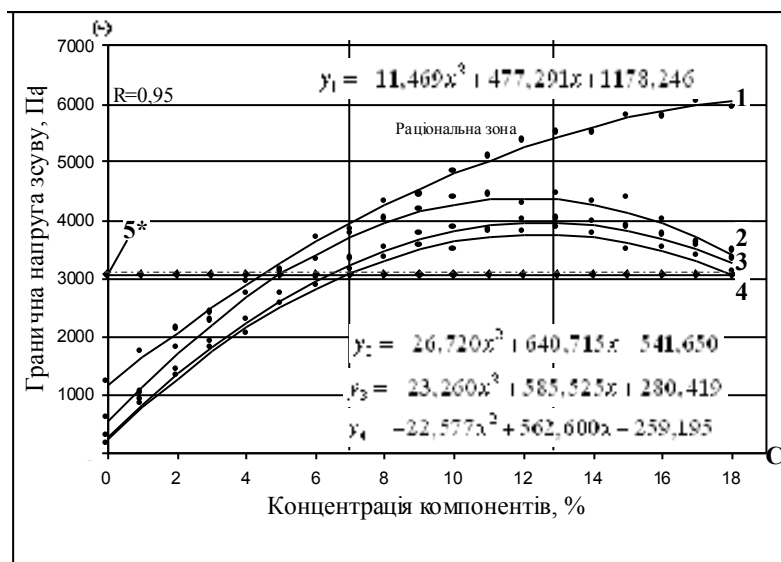


Рисунок 4.1 – Гранична напруга зсуву харчових композицій від концентрації добавки: 1 – композиція з додаванням крохмалю Ні-maize; 2 – композиція з додаванням пшеничних висівок; 3 – композиція з додаванням крупки з пророщеної гречки; 4 – композиція з додаванням крупки з пророщеного жита; 5 – контроль; $u_k=3072,2$ Па

Це пояснюється тим, що проєктований процес виробництва харчової системи забезпечує часткове руйнування клітинних структур фаршу та забезпечує міжмолекулярну взаємодію білків крохмалю та риби. Одночасно збільшується поверхня контакту частинок, що підвищує величину адгезії та «склеювання» часток фаршу. Після теплового оброблення ефект структурування виробу стає більш вираженим.

Слід відмітити, що залежність адгезії зразків від концентрації відповідної добавки описується квадратичною функцією (рис. 4.2), але адгезія композиції з додаванням пшеничних висівок в досліджуваному діапазоні прямо пропорційна вмісту пшеничних висівок.

Отримані значення адгезійної здатності дослідних зразків корелюють з показниками граничної напруги зсуву (рис. 4.3).

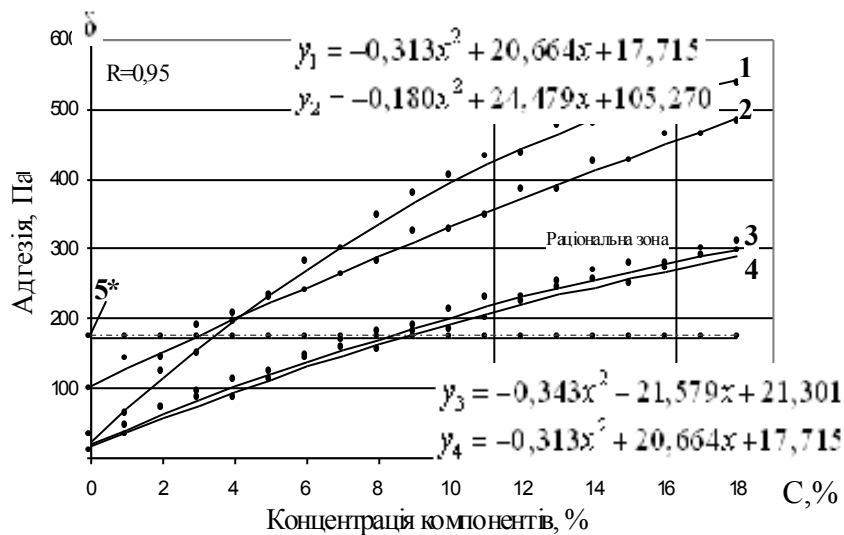


Рисунок 4.2 – Адгезійна здатність харчових композицій від концентрації добавки: 1 – композиція з додаванням крохмалю Hi-maize; 2 – композиція з додаванням пшеничних висівків; 3 – композиція з додаванням крупки з пророщеної гречки; 4 – композиція з додаванням крупки з пророщеного жита; 5 – контроль; $u_k = 172,91$ Па

Коефіцієнт кореляції наближений до 1, що свідчить про лінійну залежність між структурно-механічними показниками модельованих фаршів рибних. При цьому простежується явна залежність показника від виду крупки. При додаванні крупки з пророщеної гречки у кількості 10% показники граничної напруги зсуву та адгезії перевищують показники контролю на 24 і 17% відповідно, а при додаванні такої ж кількості крупки з пророщеного жита – на 18 і 16%. Різницю в показниках можна пояснити кількістю і складом в добавках гідроколоїдів.

Модельований фарш можна віднести до структури з коагуляційною взаємодією між частками твердої фази та включеннями рідинного дисперсного середовища. У результаті броунівського руху часток, що пов'язані Ван-дер-Ваальсовими молекулярними силами, виникає єдина суцільна структура фаршу.

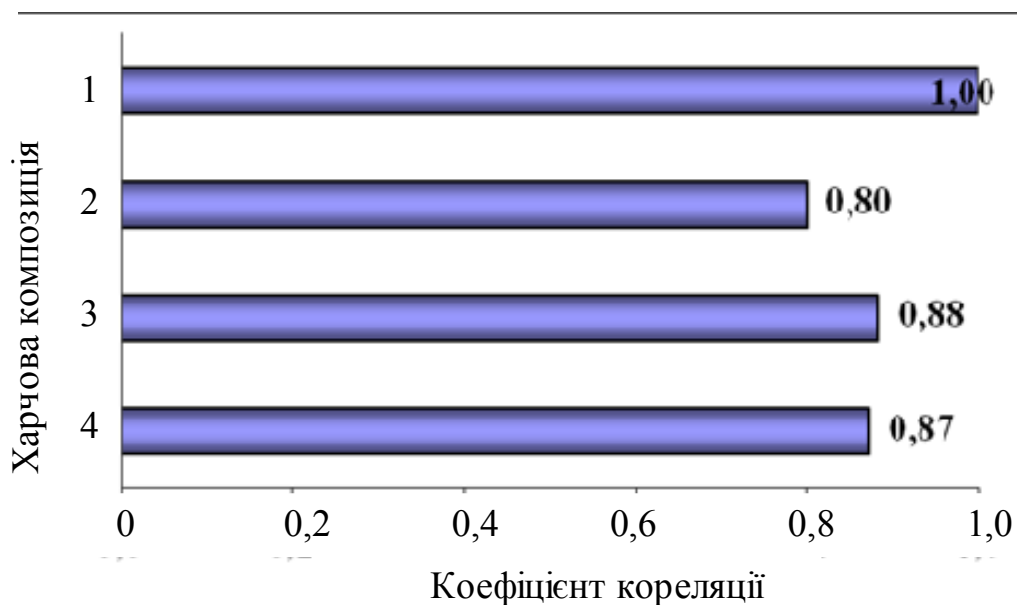


Рисунок 4.3 – Коефіцієнт кореляції граничної напруги зсуву та адгезії: 1 – композиція з додаванням крохмалю Hi-maize; 2 – композиція з додаванням пшеничних висівок; 3 – композиція з додаванням крупки з пророщеної гречки; 4 – композиція з додаванням крупки з пророщеного жита.

Білки тваринного походження мають більші сили взаємодії ніж рослинні. Частина риби, що надає фаршу в'язкості, замінена на крупку, у якої значно менша сила взаємодії між частинками. Рослинний білок рівномірно розміщується між частинками рибного білка, збільшуючи відстань між ними. У зв'язку з цим, особливо важливого значення набуває інформація про функціонально-технологічні властивості основної сировини і вплив додаткових компонентів, зовнішніх факторів на характер їх змін.

Зміни структури риби (ступеню дисперсності за рахунок подрібнення) та біохімічної структури білка (денатурації) підвищують доступність її хімічних компонентів дії травних ферментів. У зв'язку з цим структурно-механічні властивості (адгезія, гранична напруга зсуву), обумовлені просторовим розташуванням білків, ліпідів та води у виробі, формою та міцністю зв'язків між ними, визначають значення органолептичних показників, характер і

ступінь руйнування рибного фаршу в процесі розжовування. Це дає змогу збільшити питому поверхню контакту та фізичну доступність частинок, сприяє перетравленню.

При визначенні фізико-хімічних властивостей фаршу встановлено такі показники як вміст зв'язаної вологи, вологоутримуюча здатність, активна кислотність (табл. 4.6).

Значення вмісту зв'язаної вологи в модельних системах перевищує значення контролю при вмісті крупки з пророщеного жита та гречки у кількості 4%, крохмалю Ні-maize – від 6%. При додаванні крупок в кількості 8–12% та максимальній концентрації крохмалю показники збільшуються на 18–20% (рис. 4.4).

Частка вільної вологи у досліджуваних зразках знижується, а зв'язаної відповідно підвищується. Вода сприяє утворенню ніжнішої консистенції готового виробу та усунення жорсткості. Вода необхідна для набухання внесених в фарш стабілізуючих вуглеводів крохмалю Ні-maize. Присутність колоїдів у рибному фарші дає змогу підвищити формованість фаршу. Їх дія пов'язана з набуханням вуглеводів і протіканням процесу клейстеризації.

Формоутворення та збереження маси виробів після теплового оброблення залежать від значень вологоутримуючої здатності.

В результаті проведених досліджень виявлено, що при додаванні дієтичних добавок у кількості від 5% вологоутримуюча здатність для всіх зразків збільшилася в 1,2–1,7 рази порівняно з контролем. Найбільш значні зміни значення вологоутримуючої здатності спостерігаються при додаванні крохмалю Ні-maize (рис. 4.5). Це пояснюється частковою дезагрегацією білка при подрібненні фаршу та додаванням рослинних добавок з високим вмістом колоїдів. Таким чином часточки білкових мас взаємодіють не лише в результаті прямого контакту з водою, але й через містки, утворені білковими молекулами, що пронизують водні прошарки та мають гідратну оболонку, тобто вода утримується поверхнею білкових молекул маси.

**Показники фізико-хімічних властивостей дослідних зразків
(n=40, p ≤ 0,05)**

№ досліду	Концентрація добавки, %	Показник		
		Вміст зв'язаної вологи, %**	ВУЗ, %	Кислотність, рН
Контроль		72,8 ± 2,9	52,6 ± 2,6	6,5 ± 0,3
Крохмаль Ні-maize				
Дослід 1	1	62,0 ± 2,5*	57,4 ± 2,9	6,7 ± 0,3
	5	75,2 ± 3,8	69,1 ± 2,8*	7,1 ± 0,4*
	10	86,1 ± 4,3*	79,8 ± 3,2*	8,0 ± 0,3*
	15	90,7 ± 3,6*	86,1 ± 4,3*	7,4 ± 0,3*
	20	89,0 ± 3,6*	88,0 ± 3,5*	8,4 ± 0,4*
Крупка з пророщеного жита				
Дослід 2	1	67,7 ± 3,4	57,9 ± 2,3*	6,7 ± 0,3
	5	83,7 ± 3,3*	67,3 ± 3,4*	7,1 ± 0,4*
	10	91,1 ± 4,6*	73,2 ± 2,9*	7,4 ± 0,3*
	15	84,6 ± 3,4*	72,8 ± 3,6*	7,4 ± 0,4*
	20	64,0 ± 3,2	65,8 ± 3,3*	7,0 ± 0,3
Крупка з пророщеної гречки				
Дослід 3	1	65,5 ± 3,3	56,1 ± 2,2	6,7 ± 0,3
	5	81,7 ± 3,3*	65,7 ± 3,3*	7,1 ± 0,3*
	10	89,2 ± 3,6*	71,7 ± 2,9*	7,2 ± 0,3*
	15	82,6 ± 3,3*	71,1 ± 2,8*	7,4 ± 0,4*
	20	62,0 ± 3,1	64,0 ± 3,2*	7,0 ± 0,3
Пшеничні висівки				
Дослід 4	1	57,4 ± 2,3	56,1 ± 2,2	6,7 ± 0,3
	5	70,0 ± 3,5	65,7 ± 3,3*	7,1 ± 0,3*
	10	76,1 ± 3,0	71,7 ± 2,9*	7,0 ± 0,3
	15	71,2 ± 2,8	71,1 ± 2,8*	7,4 ± 0,4*
	20	55,4 ± 2,8	64,0 ± 3,2*	6,9 ± 0,3

Примітка. * Різниця з контролем статистично достовірна

** Від загального вмісту вологи

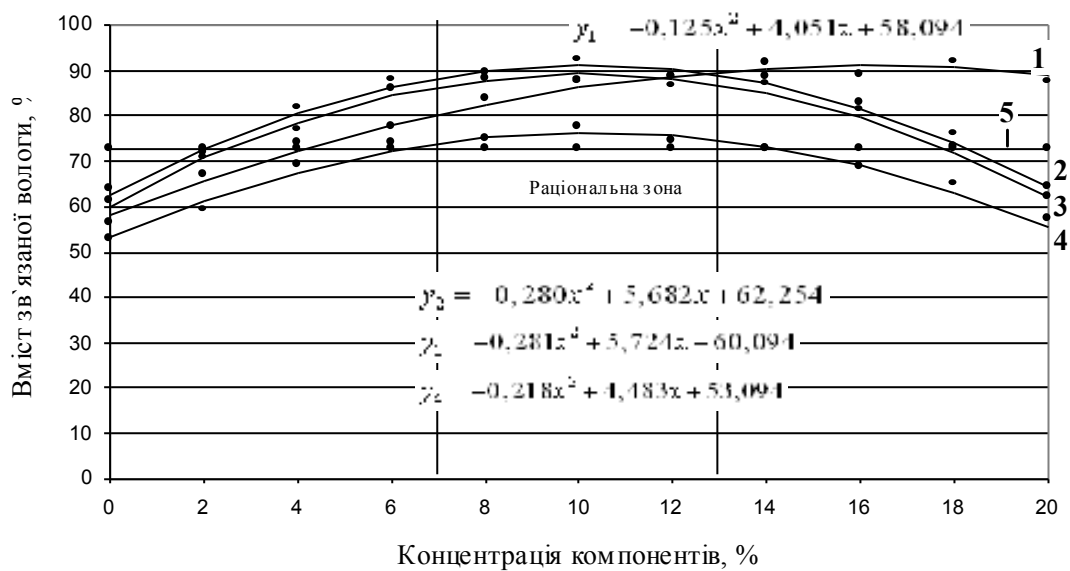


Рисунок 4.4 – Вміст зв’язаної води харчових композицій від концентрації добавок: 1 – композиція з додаванням крохмалю Ні-maize; 2 – композиція з додаванням пшеничних висівок; 3 – композиція з додаванням крупки з пророщеної гречки; 4 – композиція з додаванням крупки з пророщеного жита; 5 – контроль

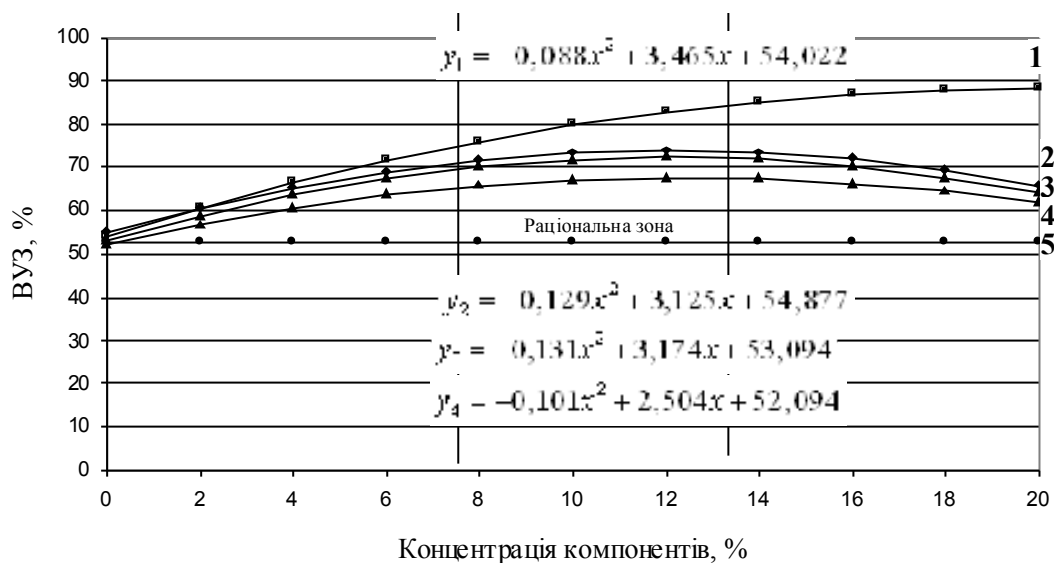


Рисунок 4.5 – Вологоутримуюча здатність харчових композицій від концентрації добавок: 1 – композиція з додаванням крохмалю Ні-maize; 2 – композиція з додаванням пшеничних висівок; 3 – композиція з додаванням крупки з пророщеної гречки; 4 – композиція з додаванням крупки з пророщеного жита; 5 – контроль

Вуглеводні компоненти, що є частиною рослинної сировини, взаємодіючи з білковими компонентами, утворюють білково-вуглеводні комплекси та зв'язують воду.

Вологоутримуюча здатність рибних фаршів пов'язана з кислотністю багатокомпонентних систем. Дія компонентів викликана головним чином зміною рН середовища. Додавання крупок з пророщеного зерна та пшеничних висівок спричиняє підвищення рН до 7,5, а при вмісті крохмалю Ні-маїзе у кількості 20%, значення активної кислотності зростають до 8,5 (рис. 4.6). Зсув рН середовища в основну сторону спричиняє значне підвищення вологоутримуючої здатності та розчинності білків, зменшує їх денатурацію.

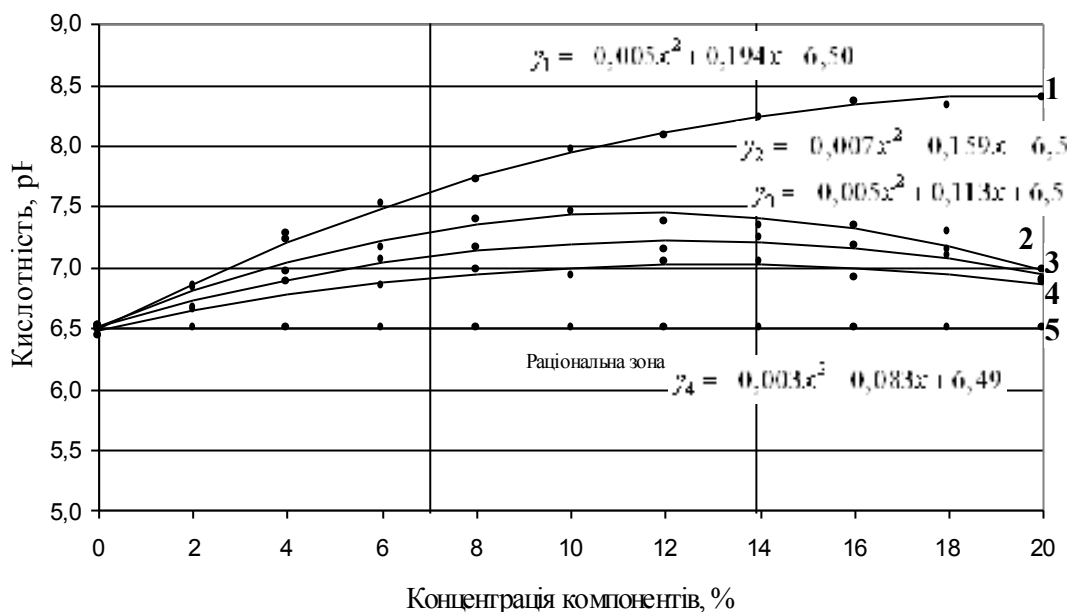


Рисунок 4.6 – Кислотність харчових композицій від концентрації добавок:

1 – композиція з додаванням крохмалю Ні-маїзе; 2 – композиція з додаванням пшеничних висівок; 3 – композиція з додаванням крупки з пророщеної гречки; 4 – композиція з додаванням крупки з пророщеного жита; 5 – контроль

Отримані значення вологоутримуючої здатності корелюють з показниками граничної напруги зсуву. Збільшення вологоутримуючої здатності приводить до зміцнення структури, про що свідчить зростання граничної

напруги зсуву на 15–20% при додаванні крохмалю Ні-maize та пшеничних висівків у кількості від 7%, крупки з пророщених жита чи гречки – від 13%.

Встановлено математичний вираз закономірності впливу добавок на властивості фаршу (табл. 4.7).

Для математичного моделювання інгредієнтного складу рулетів рибних, збагачених біологічно активними речовинами, з крупкою з пророщених жита чи гречки встановлено обмеження за вмістом у готовому виробі збагачувальних мікронутрієнтів та інгредієнтів згідно до визначених раціональних зон (з урахуванням попередніх технологічних відпрацювань та вимог нормативної документації).

Таблиця 4.7

Математична функція впливу добавок на властивості рибного фаршу

Харчова композиція*	Аналітичні рівняння	
	Гранична напруга зсуву	Вологоутримуюча здатність
1	$y_1 = -11,469x^2 + 477,291x + 1178,246$	$y_1 = -0,088x^2 + 3,465x + 54,022$
2	$y_2 = -26,720x^2 + 640,715x + 541,650$	$y_2 = -0,129x^2 + 3,125x + 54,877$
3	$y_3 = -23,260x^2 + 585,525x + 280,419$	$y_3 = -0,131x^2 + 3,174x + 53,094$
4	$y_4 = -22,577x^2 + 562,600x + 259,195$	$y_4 = -0,101x^2 + 2,054x + 52,094$
	Адгезія	Кислотність
1	$y_1 = -0,313x^2 + 20,664x + 17,715$	$y_1 = -0,005x^2 + 0,194x + 6,50$
2	$y_2 = -0,180x^2 + 24,479x + 105,270$	$y_2 = -0,007x^2 + 0,159x + 6,52$
3	$y_3 = -0,343x^2 + 21,579x + 21,301$	$y_3 = -0,005x^2 + 0,113x + 6,52$
4	$y_4 = -0,313x^2 + 20,664x + 17,715$	$y_4 = -0,003x^2 + 0,083x + 6,49$
	Вміст зв'язаної води	
1	$y_1 = -0,125x^2 + 4,051x + 58,094$	
2	$y_2 = -0,280x^2 + 5,682x + 62,254$	
3	$y_3 = -0,281x^2 + 5,724x + 60,094$	
4	$y_4 = -0,218x^2 + 4,483x + 53,094$	

Примітка*. 1 – композиція з додаванням крохмалю Ні-maize;
 2 – композиція з додаванням пшеничних висівків;
 3 – композиція з додаванням крупки з пророщеної гречки;
 4 – композиція з додаванням крупки з пророщеного жита.

Дослідження максимумів значень структурно-механічних властивостей можливе при визначенні суперпозиції емпіричних функцій для кожної добавки:

$$\begin{aligned} y_1 &= -12,0x_1^2 + 505,7x_1 \\ y_2 &= -27,3x_2^2 + 674,2x_2 \\ y_3 &= -24,0x_3^2 + 616,1x_3 \\ y_3 &= -23,2x_3^2 + 590,3x_3 \end{aligned} \quad (4.1),$$

Для знаходження значень концентрацій всіх добавок, за яких досягається оптимальне значення всіх показників, розглянуто функції:

- для модельної композиції з крупкою з пророщеного жита

$$f(x) = -12,0x_1^2 + 505,7x_1 - 27,3x_2^2 + 674,2x_2 - 24x_3^2 + 616,1x_3 \quad (4.2)$$

та

- для модельної композиції з крупкою з пророщеної гречки

$$f(x) = -12,0x_1^2 + 505,7x_1 - 27,3x_2^2 + 674,2x_2 - 23,2x_3^2 + 590,3x_3 \quad (4.3)$$

Визначено задачі квадратичного програмування.

Задача 1 (для модельної композиції з крупкою з пророщеного жита):

$$\begin{aligned} f(x) &= -12,0x_1^2 + 505,7x_1 - 27,3x_2^2 + 674,2x_2 - 24x_3^2 + 616,1x_3 \rightarrow \text{п} \\ \begin{cases} x_1 \leq 15 \\ x_2 \leq 7 \\ x_3 \leq 20 \end{cases} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Задача 2 (для модельної композиції з крупкою з пророщеної гречки):

$$\begin{aligned} f(x) &= -12,0x_1^2 + 505,7x_1 - 27,3x_2^2 + 674,2x_2 - 23,2x_3^2 + 590,3x_3 \rightarrow \text{п} \\ \begin{cases} x_1 \leq 15 \\ x_2 \leq 7 \\ x_3 \leq 20 \end{cases} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Для розв'язання задач записано функцію Лагранжа з локальними умовами Куна-Таккера. Для знаходження сідлової точки функції Лагранжа використано метод штучного базису при застосуванні симплекс-методу.

Для задачі 1 функція Лагранжа:

$$L(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = -12,0x_1^2 + 505,7x_1 - 27,3x_2^2 + 674,2x_2 - 24x_3^2 + 616,1 + \lambda_1(15 - x_1) + \lambda_2(7 - x_2) + \lambda_3(20 - x_3) \quad (4.6)$$

Локальні умови Куна-Таккера:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial x_1} = -24x_1 + 505,7 - \lambda_1 \leq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial x_2} = -54,6x_2 + 674,2 - \lambda_2 \leq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial x_3} = -48x_3 + 616,1 - \lambda_3 \leq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 15 - x_1 \geq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 7 - x_2 \geq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = 20 - x_3 \geq 0 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} 24x_1 + \lambda_1 \geq 505,7 \\ 54,6x_2 + \lambda_2 \geq 674,2 \\ 48x_3 + \lambda_3 \geq 616,1 \\ x_1 \leq 15 \\ x_2 \leq 7 \\ x_3 \leq 20 \end{array} \right. \quad (4.7)$$

Введено додаткові невід'ємні змінні $v_1, v_2, v_3, w_1, w_2, w_3$, отримано рівності:

$$\left\{ \begin{array}{l} 24x_1 + \lambda_1 - v_1 = 505,7 \\ 54,6x_2 + \lambda_2 - v_2 = 674,2 \\ 48x_3 + \lambda_3 - v_3 \geq 616,1 \\ x_1 + w_1 = 15 \\ x_2 + w_2 = 7 \\ x_3 + w_3 = 20 \end{array} \right. \quad (4.8)$$

У перше і друге рівняння системи введено додаткові невід'ємні змінні γ_1, γ_2 і розглянуто задачу лінійного програмування:

$$F = -My_1 - My_2 \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 24x_1 + \lambda_1 - v_1 + y_1 = 505,7 \\ 54,6x_2 + \lambda_2 - v_2 + y_2 = 674,2 \\ 48x_3 + \lambda_3 - v_3 + y_3 \geq 616,1 \\ x_1 + w_1 = 15 \\ x_2 + w_2 = 7 \\ x_3 + w_3 = 20 \end{array} \right. \quad (4.9)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, \lambda_1 \geq 0, \lambda_2 \geq 0, \lambda_3 \geq 0, v_1 \geq 0, v_2 \geq 0, v_3 \geq 0,$$

$$w_1 \geq 0, w_2 \geq 0, w_3 \geq 0, y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0$$

Задачу розв'язано симплекс-методом з штучним базисом.

Оптимальним розв'язком задачі є: $x_1=7,0$, $x_2=7,0$, $x_3=12,84$.

Розв'язання Задачі 2. Функція Лагранжа:

$$L(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = -12,0x_1^2 + 505,7x_1 - 27,3x_2^2 + 674,2x_2 - 24x_3^2 + 590,3x_3 + \lambda_1(15 - x_1) + \lambda_2(7 - x_2) + \lambda_3(20 - x_3) \quad (4.10)$$

Локальні умови Куна-Таккера:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial x_1} = -24x_1 + 505,7 - \lambda_1 \leq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial x_2} = -54,6x_2 + 674,2 - \lambda_2 \leq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial x_3} = -46,4x_3 + 590,3 - \lambda_3 \leq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 15 - x_1 \geq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 7 - x_2 \geq 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = 20 - x_3 \geq 0 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} 24x_1 + \lambda_1 \geq 505,7 \\ 54,6x_2 + \lambda_2 \geq 674,2 \\ 46,4x_3 + \lambda_3 \geq 590,3 \\ x_1 \leq 15 \\ x_2 \leq 7 \\ x_3 \leq 20 \end{array} \right. \quad (4.11)$$

Введено додаткові невід'ємні змінні $v_1, v_2, v_3, \omega_1, \omega_2, \omega_3$, отримано рівності:

$$\left\{ \begin{array}{l} 24x_1 + \lambda_1 - v_1 = 505,7 \\ 54,6x_2 + \lambda_2 - v_2 = 674,2 \\ 46,4x_3 + \lambda_3 - v_3 = 590,3 \\ x_1 + w_1 = 15 \\ x_2 + w_2 = 7 \\ x_3 + w_3 = 20 \end{array} \right. \quad (4.12)$$

У перше і друге рівняння системи введено додаткові невід'ємні змінні u_1, u_2 і розглянуто задачу лінійного програмування:

$$F = -Mu_1 - Mu_2 \rightarrow \max \quad (4.13)$$

$$\begin{cases} 24x_1 + \lambda_1 - v_1 + y_1 = 505,7 \\ 54,6x_2 + \lambda_2 - v_2 + y_2 = 674,2 \\ 46,4x_3 + \lambda_3 - v_3 + y_3 \geq 590,3 \\ x_1 + w_1 = 15 \\ x_2 + w_2 = 7 \\ x_3 + w_3 = 20 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, \lambda_1 \geq 0, \lambda_2 \geq 0, \lambda_3 \geq 0, v_1 \geq 0, v_2 \geq 0, v_3 \geq 0, \\ w_1 \geq 0, w_2 \geq 0, w_3 \geq 0, y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0 \end{aligned}$$

Задачу розв'язано симплекс-методом з штучним базисом. Оптимальним розв'язком задачі є: $x_1=7,0$, $x_2=7,0$, $x_3=12,72$.

Оптимальна концентрація крохмалю Ні-maize становить (% від маси рибного фаршу) 7, пшеничних висівок – 7, крупки з пророщеної гречки – 13, крупки з пророщеного жита – 13.

Пропозиція асортименту кулінарної продукції залежить від основного контингенту споживачів. Для визначення доцільності технології рибної кулінарної продукції, збагаченої біологічно активними речовинами (рис. 4.7), вивчено характер харчування людей розумової праці. Анкетне опитування показало, рівень споживання рибних страв коливається у межах 20–25% та потребує підвищення за рахунок включення до харчового раціону.

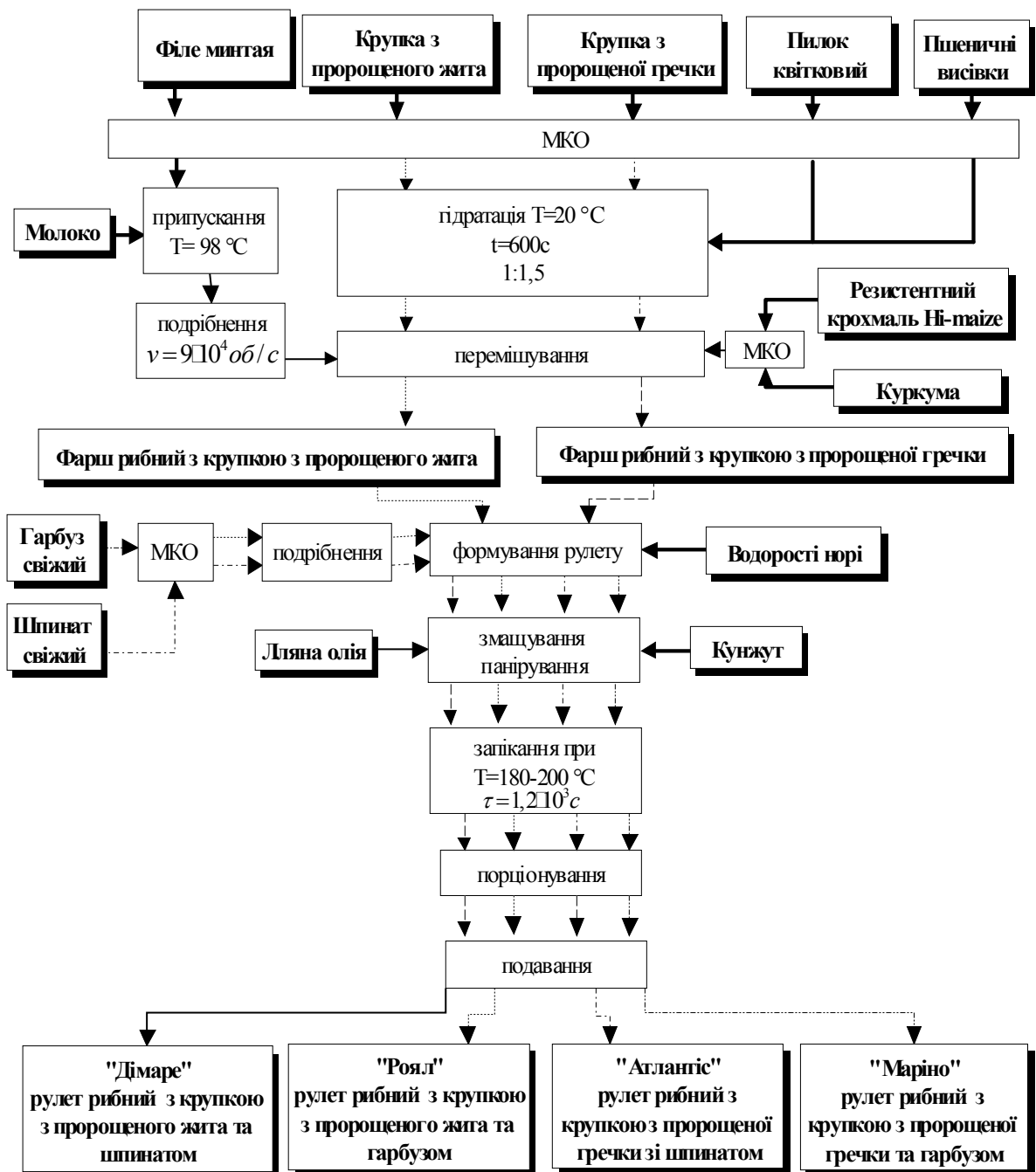


Рисунок 4.7 – Загальна технологічна схема виробництва рулетів рибних, збагачених біологічно активними речовинами

4.2. Кулінарні вироби з м'яса, м'ясопродуктів

4.2.1. Кров'яні ковбаси з чорним харчовим альбуміном

У розробці технологій кров'яних ковбас додержувалися принципів теорії адекватного харчування. Ковбаса повинна містити достатню кількість повноцінного білка з певним співвідношенням незамінних амінокислот, мати повний набір вітамінів, макро- та мікроелементів, харчові волокна, спеціальні добавки, які забезпечують профілактичні властивості кров'яних ковбас.

Продукт повинен бути збалансований за основними харчовими та біологічними активними речовинами.

На основі аналізу технологічного процесу виробництва кров'яних ковбас проведено розрахунки раціональних рецептур кров'яних ковбас із використанням ЕОМ.

Проведено технологічні дослідження створення ковбаси кров'яної з використанням харчового альбуміну, в рецептурі якої кров забійних тварин було повністю замінено на харчовий альбумін відновлений (35%), який є основою фаршу і визначає структуру продукту, колір та смакові особливості. Наявність у рецептурі свинини поліпшує смак та аромат кров'яної ковбаси, впливає на її ніжність та соковитість.

Для підвищення харчової цінності та засвоюваності ковбас до їх рецептури включали сухе знежирене молоко. Додавання сухого знежиреного молока підвищує білкову цінність і вихід ковбас, знижує собівартість, поліпшує амінокислотний, мінеральний та вітамінний склад.

Молочні білки сприяють засвоюванню жиру та підвищенню водозв'язуючої здатності фаршу ковбасних виробів.

Сухе знежирене молоко, яке містить білок казеїн, кальцій, додавали до рецептури ковбас у кількості 2.

Крім того, застосовувалася така цінна рослинна сировина, як крупа гречана (30%), зародки пшениці + цистозіра або соєве борошно.

Виходячи з вищевикладеного, підібрано харчові композиції для ковбасних виробів.

Під час розробки технологій нових видів кров'яної ковбаси харчові речовини (чорний харчовий альбумін, свинина жирна, крупа гречана, пшеничні зародкові пластівці, соєве борошно, цистозіра, сухе знежирене молоко) та їх співвідношення підбирали таким чином, аби готовий продукт мав високі органолептичні показники, відповідав формулі збалансованого й адекватного харчування, готові вироби мали ефективність профілактики залізодефіцитної анемії.

У результаті розрахунків і експериментів отримано для подальших досліджень по три варіанти ковбас кров'яних "Славутичская" і "Здоров'я".

Білки сухого знежиреного молока, цистозіри, зародка пшениці застосували як замітник частини свинини жирної у кількості 2, 1, 2% (до маси основної сировини) для I варіанта, 2, 2, 4% (до маси основної сировини) – для II варіанта, 2, 3, 6% (до маси основної сировини) – для III варіанта відповідно. Замінюючи таким чином 5, 8, 15% свинини жирної у I, II, III варіантах відповідно ковбаси "Славутичская".

У ковбасі кров'яній "Здоров'я" свинину жирну жиловану в кількості 4, 6, 12% для I, II, III варіантів відповідно замінили на сухе знежирене молоко (2%) та соєве борошно – 2, 4, 6% (до маси основної сировини) відповідно. Білки сухого знежиреного молока, цистозіри, зародків пшениці, соєвого борошна як замітник частини м'яса застосовували з таким розрахунком, щоб у складі добавки і готового продукту було не менше, а навіть більше білка, збалансованого за амінокислотами, ніж у контрольному зразку. Так, соєве борошно як і молоко містить незамінних амінокислот більше, ніж "ідеальний" білок. Однак у сої метіоніну+цистину та валіну міститься менше, ніж передбачено амінограмою ФАО/ВООЗ, але цих амінокислот більше в молоці. Тому, очевидно, в харчових продуктах доцільно поєднувати соєві білки із молочними, щоб нівелювати нестачу зазначених амінокислот.

У серіях експериментів проведено дослідження з виробництва ковбас кров'яних із добавками для виявлення обмежень щодо кількості їх використання.

Добавка для ковбаси кров'яної “Славутичская” становила 5, 8, 15% до маси несолоної сировини, для ковбаси “Здоров'я” – 4, 6, 12% до маси несолоної сировини. Вибір такої кількості добавок пояснюється необхідністю встановлення меж їх максимального та мінімального використання з метою збереження всіх органолептичних показників.

Аналіз даних щодо зміни органолептичної оцінки ковбас кров'яних із харчовим альбуміном та добавками сухого знежиреного молока, цистозіри, пшеничних зародків, соєвого борошна дозволив виявити певну закономірність. Так, спочатку при додаванні добавок органолептична оцінка готових виробів майже не змінюється і становить 4,64 бала (ковбаса кров'яна “Здоров'я” з 2% молока сухого знежиреного і 2% соєвого борошна) або починає зростати і становить 4,70 бала (ковбаса кров'яна “Славутичская”, I варіант). Причому, настає час, коли органолептична оцінка, досягнувши свого максимуму при певній концентрації добавок (для ковбаси “Славутичская” – 2% молока сухого знежиреного і цистозіри та 4% зародків пшениці; для ковбаси “Здоров'я” – 2% молока сухого знежиреного та 4% соєвого борошна), починає зменшуватися (III варіант дослідних зразків кров'яних ковбас). Середня органолептична оцінка їх становила 3,66 бала (ковбаса “Славутичская” та 3,80 бала (ковбаса “Здоров'я”). Такий ефект можна пояснити тим, що додавання будь-якої добавки у певній (критичній) концентрації до рецептур ковбасних виробів призводить до погіршення якості готових виробів.

Так, при збільшенні кількості добавки цистозіри понад 2% погіршується смак готових виробів і колір на розрізі. При збільшенні кількості зародків пшениці понад 4% спостерігається підвищення в'язкості фаршу, і ковбаса кров'яна набуває солодкуватого присмаку. Білки соєвого борошна застосовували у виготовленні ковбаси кров'яної “Здоров'я” у кількості 2%, 4%, 6% із таким розрахунком, щоб у складі добавки і готового продукту було не менше, а навіть більше білка та заліза.

Як позитивний момент дегустатори відмічали те, що з введенням до рецептури ковбас кров'яних біологічно активних компонентів фарш залишається ніжним. Найбільш високу оцінку за зовнішнім виглядом, фаршу та на розрізі,

смаком, запахом та консистенцією отримали ковбаса кров'яна "Славутичская" (II варіант), яка мала середню органолептичну оцінку 4,78 бала, і ковбаса кров'яна "Здоров'я" (II варіант) із середньою органолептичною оцінкою 4,77 бала, тоді як контрольний зразок мав 4,68 бала.

На основі експериментальних досліджень проведено визначення раціональної кількості зародків пшениці, цистозіри, соєвого борошна, які можна використати у виробництві ковбас кров'яних варених із харчовим альбуміном.

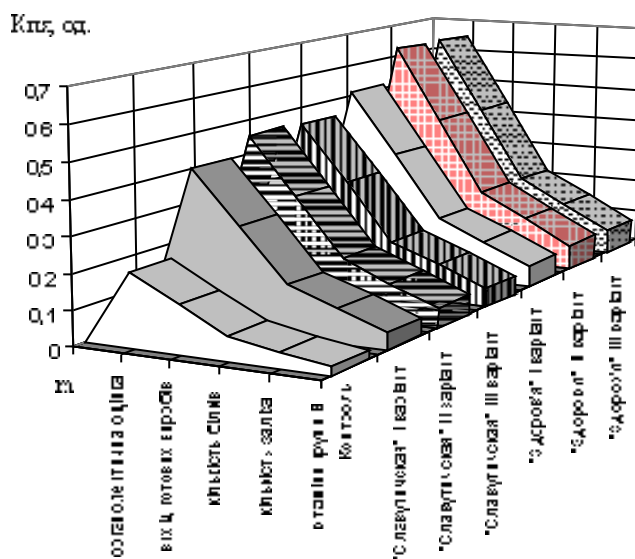


Рисунок 4.8 – Модель якості дослідних зразків кров'яних ковбас

Разом з тим, для визначення оптимальних варіантів дослідних зразків ковбас кров'яних було вирішено визначити раціональну кількість добавок цистозіри, зародків пшениці, соєвого борошна математичними методами на основі аналізу зміни комплексного показника якості ковбас кров'яних залежно від вмісту добавки (%). Проведено дослідження щодо виробництва кров'яних ковбас із такими інтервалами використання добавок (%): цистозіри – 1–3%, зародків пшениці – 2–6%, соєвого борошна – 2–6%, із включенням у рецептуру 7% харчового альбуміну та 2% сухого знежиреного молока. Для визначення комплексного показника якості обрані такі експериментальні дані: органолептична оцінка, вихід готових виробів, кількість білків, заліза, вітамінів групи В (В₁, В₂, В₃, В₄, В₆, В₉).

Математичними методами визначено раціональну кількість добавок для кров'яних ковбас: цистозіри – 2,2%; зародків пшениці – 4,2%; соєвого борошна – 4,3%.

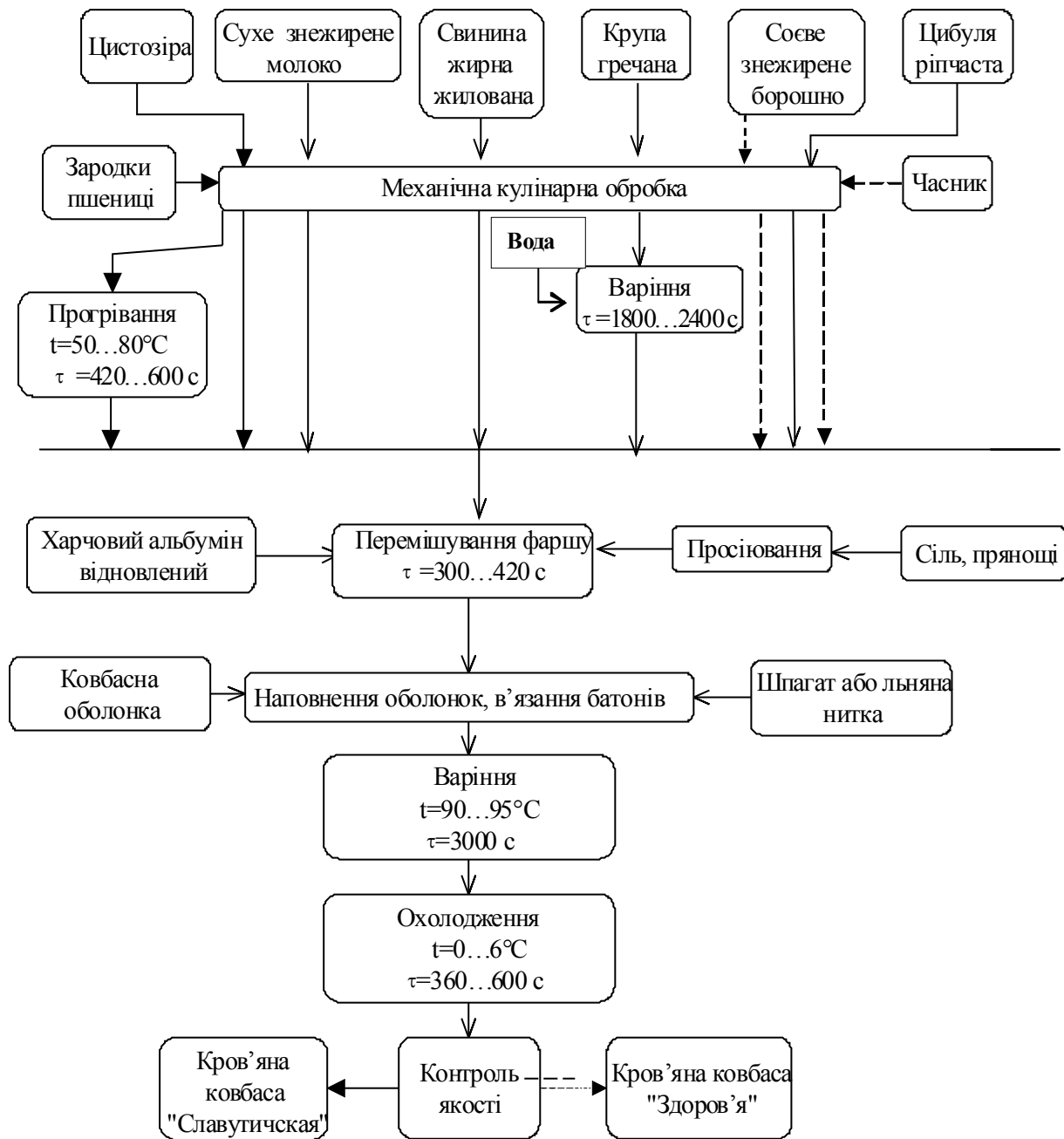


Рисунок 4.9 – Загальна технологічна схема виробництва кров'яних ковбас за напрямками технологічних процесів: спільних (→); для ковбаси "Славутичская" (→); для ковбаси "Здоров'я" (---→)

На основі розрахунків побудовано модель якості дослідних зразків ковбас кров'яних. Наведені розрахунки свідчать, що найвищі комплексні показники якості мають ковбаси кров'яні "Славутичская" та "Здоров'я" II варіанта, сума яких становила 1,156 та 1,529 відповідно, які й було прийнято за раціональні варіанти.

З урахуванням проведених досліджень розроблено технологію виробництва ковбас кров'яних з харчовим альбуміном, зародками пшениці, цистозірою, сухим знежиреним молоком, соєвим знежиреним борошном.

Загальна технологічна схема виробництва запропонованих ковбас кров'яних складається з таких операцій (рис. 4.9): підготовка сировини, приготування фаршу, наповнення оболонок фаршем, в'язання батонів, теплової обробка, охолодження, контроль якості.

4.2.2. Січені м'ясні кулінарні вироби з чорним харчовим альбуміном

Як свідчить практика вітчизняної м'ясної промисловості, перспективним є виробництво м'ясних фаршових продуктів підвищеної харчової цінності завдяки збагаченню їх концентратами та ізолятами білків молока, крові забійних тварин, зародками пшениці, соєвим борошном та ін.

Для поставленої мети з асортименту подрібнених м'ясних виробів обрано м'ясні котлети, оскільки ці вироби є універсальними для виготовлення на підприємствах м'ясної промисловості, підприємствах харчування, в домашніх умовах протягом усього року, користуються популярністю у населення різних вікових груп.

При створенні багатокомпонентних подрібнених виробів регульованого складу велику увагу приділяли дослідженню властивостей і поєднуваності компонентів, визначенню якості отриманих виробів, вивченню впливу їх на організм людини.

Нами ставилася задача використання у технологіях м'ясних котлет раціональної кількості харчового альбуміну, зародків пшениці, соєвого борошна, які є надзвичайно цінною білково-мінеральною сировиною.

Квоту введення чорного харчового альбуміну в м'ясні котлети обмежено його впливом на органолептичні властивості готового виробу, тому що попередніми експериментальними дослідженнями було доведено, що введення до рецептурної суміші котлет харчового альбуміну в кількостях 3% і вище надавало продукту небажаного стороннього присмаку та кольору. Крім цього, до рецептури м'ясних котлет для підвищення біологічної цінності вводили зародки пшениці, соєве борошно. Тому для розробки системи з необхідними функціонально-технологічними і органолептичними властивостями зупинилися на концентраціях харчового альбуміну, зародків пшениці, соєвого борошна в межах 1,2, 3% від маси готового виробу.

Зазначена кількість заліза у продукті не покриває добову потребу організму в ньому, проте продукт може розглядатися як додаткове джерело легкозасвоюваного заліза в раціоні харчування людини, що виявляється важливим у сучасній структурі харчування населення.

Шляхом попереднього експерименту встановлено обмеження за кількісним складом інгредієнтів. Раціоналізацію технологій м'ясних котлет, яка полягає в дотриманні певних заданих рівнів показників хімічного складу, було досягнуто за допомогою ЕОМ.

Розрахунками та експериментально для подальших досліджень отримано три варіанти котлет м'ясних "Особливі" та "Любительські" (табл. 4.8).

У першій серії експериментів здійснено дослідження з виробництва м'ясних котлет "Особливі", у другій серії – м'ясних котлет "Любительські".

Харчовий альбумін, зародки пшениці, воду застосовували як замітник частини котлетного м'яса свинини у кількості 1% для I варіанта, 2% – для II варіанта, 3% – для III варіанта котлет "Особливі" (від маси готового виробу),

замінюючи таким чином 3%, 6%, 12% котлетного свинячого м'яса у I, II, III варіантах м'ясних котлет "Особливі" відповідно.

Таблиця 4.8

Рецептурний склад дослідних зразків м'ясних котлет, г

Сировина	Конт- роль	"Особливі"			"Любительські"		
		I варіант	II варіант	III варіант	I варіант	II варіант	III варіант
Свинина (котлетне м'ясо)	74	71	68	62	71	68	62
Хліб пшеничний	18	18	18	18	18	18	18
Вода	24	21	18	18	21	18	18
Сухарі	10	10	10	10	10	10	10
Альбумін харчовий	–	1	2	3	1	2	3
Вода для відновлення харчового альбуміну	–	4	8	12	4	8	12
Зародки пшениці	–	1	2	3	–	–	–
Соеве борошно	–	–	–	–	1	2	3
Сіль харчова	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Перець чорний мелений	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Маса напівфабрикату	123	123	123	123	123	123	123
Жир тваринний топлений харчовий	6	6	6	6	6	6	6
Маса смаженого виробу	100	105	105,8	104	105	106,8	104,3

У м'ясних котлетах "Любительські" свиняче котлетне м'ясо у кількості 3, 6, 9% для I, II, III варіантів відповідно замінили на харчовий альбумін, соєве борошно у кількості 1, 2 та 3% відповідно (від маси готового виробу).

Для визначення якості харчових продуктів усе більшого значення набувають органолептичні методи оцінки таких властивостей, які на даному етапі неможливо охарактеризувати існуючими в нашому розпорядженні хімічними, фізико-хімічними і біологічними засобами. Загальна якісна характеристика кулінарного виробу складається з низки складових властивостей: зовнішнього вигляду, смаку, консистенції, запаху тощо, значення яких для цілісного сприйняття якості продукції є різноманітним. Тому метою подальших дослідів було дослідження впливу різної кількості харчового альбуміну, зародків пшениці, соєвого борошна, замість котлетного свинячого м'яса,

на органолептичні, структурно-механічні властивості, харчову та біологічну цінність котлет.

Для визначення раціональних і порогових концентрацій чорного харчового альбуміну, зародків пшениці, соєвого борошна у м'ясних котлетах керувалися органолептичними показниками якості (зовнішній вигляд, вигляд фаршу на розрізі, консистенція, запах, смак). За раціональну вибрано верхню межу концентрації, за якої органолептична оцінка виробу є вищою за контрольний зразок.

Так, за зовнішнім виглядом, смаком, запахом та консистенцією дослідні котлети "Особливі" і "Любительські" I варіанта і контрольні вироби котлет мають практично однакову кількість балів, незначна різниця спостерігається лише за виглядом фаршу на розрізі. Виняток становлять зразки з максимальною заміною м'яса на біологічно активні компоненти (варіант III). В останніх, з точки зору дегустаторів, послаблюється смак та запах м'ясного продукту, дещо темнішим стає колір фаршу завдяки чорному харчовому альбуміну, а також відзначається поява ледь відчутного запаху та присмаку харчового альбуміну, зародків пшениці та соєвого борошна. Дослідні вироби стають менш соковитими, а їх консистенція – більш пружною. Найбільш високу оцінку за зовнішнім виглядом, смаком, запахом, виглядом фаршу на розрізі та консистенції мали дослідні котлети "Особливі" та "Любительські" II варіанта, які одержали середню органолептичну оцінку 4,84 та 4,83 бала відповідно, тоді як контрольний зразок – 4,51 бала.

Математичними методами визначено раціональну кількість добавок для м'ясних котлет: "Особливі" – 2,1% чорного харчового альбуміну та зародків пшениці, "Любительські" – 2,2% чорного харчового альбуміну та соєвого борошна.

Для побудови моделі якості обрано показники як такі, що безпосередньо впливають на якість готових котлет: органолептична оцінка, вихід готових виробів, кількість білків, кількість заліза, кількість вітамінів групи В.

На основі розрахунків побудовано модель якості дослідних зразків котлет (рис. 4.10).

Наведені розрахунки свідчать, що котлети "Особливі" й "Любительські" II варіанта мають найвищі комплексні показники якості, сума яких становила 1,457 та 1,512.

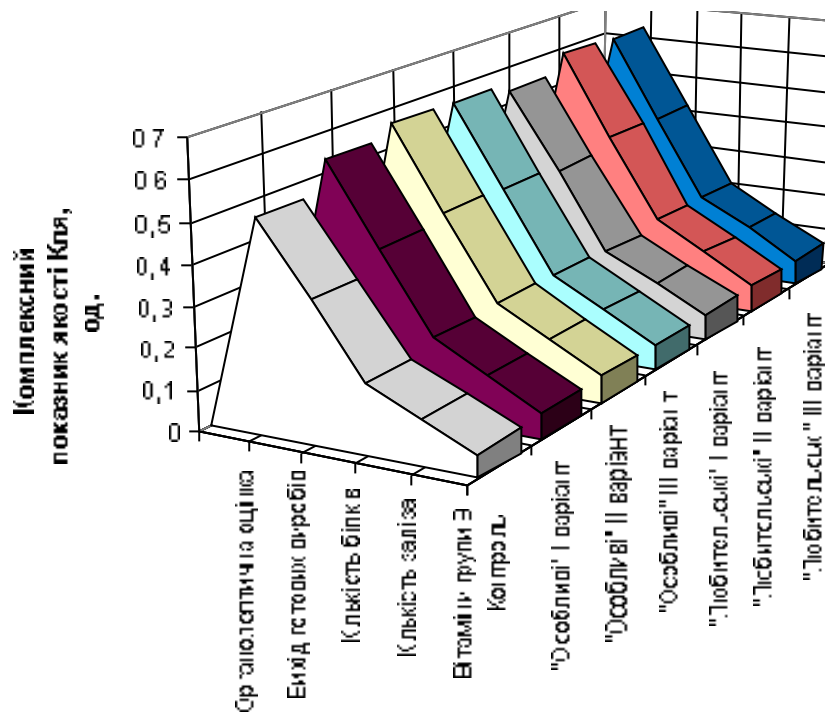


Рисунок 4.10 – Модель якості дослідних зразків м'ясних котлет

Тому за базовий варіант обрано дослідні зразки, до рецептури яких внесено 2% харчового альбуміну, 2% зародками пшениці або соєвого борошна. Їх і було визначено кращими, і рекомендовано до впровадження у виробництво.

З урахуванням проведених досліджень розроблено технологію виробництва м'ясних котлет із харчовим альбуміном, зародками пшениці та соєвим борошном (рис. 4.10, 4.11). За основу прийнято технологічну схему виробництва традиційних м'ясних котлет.

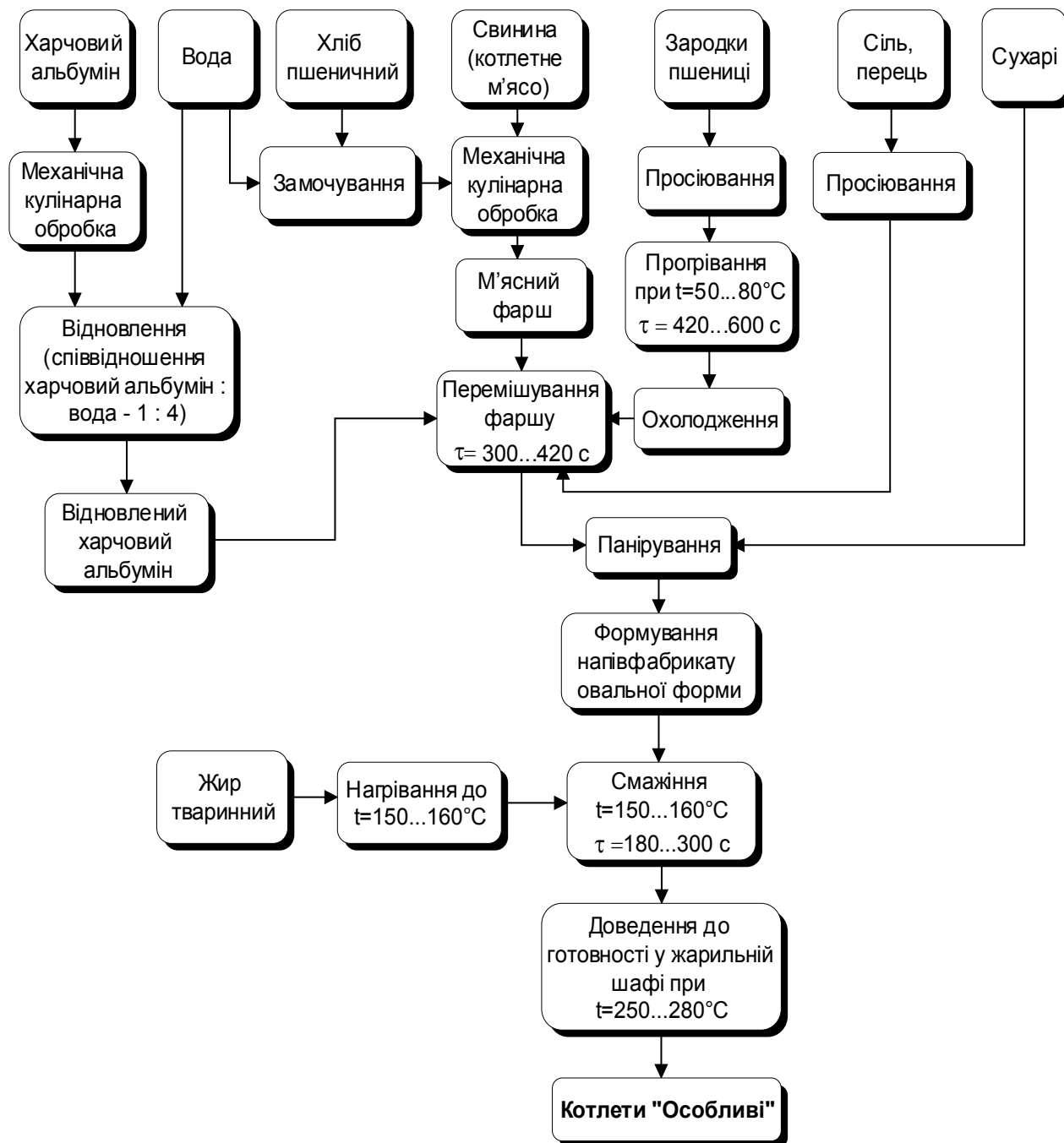


Рисунок 4.11 – Технологічна схема виробництва м'ясних котлет "Особливі"

Технологія виготовлення м'ясних котлет, яка відпрацьована в лабораторних, а в подальшому – і у виробничих умовах, полягає у такому:

підготовка сировини, приготування фаршу, панірування, формування напівфабрикату, смаження, контроль якості, відпуск.

Свинину (котлетне м'ясо) подрібнюють на вовчку з діаметром отворів решітки від 2 до 3 мм. Додають замочений у воді хліб і ще раз пропускають крізь м'ясорубку.

Харчовий альбумін просіюють та замочують на 1–1,5 год у воді (співвідношення харчовий альбумін : вода – 1 : 4).

Зародки пшениці прогрівають у жарильній шафі.

Соєве борошно просіюють крізь сито для вилучення грудочок і сторонніх домішок.

Хліб білий пшеничний попередньо замочують у воді.

Сіль використовують у сухому вигляді з попереднім просіюванням або у вигляді розчину після його фільтрування. Кількість води, що витрачається на виготовлення розчину, входить до рецептури.

Для вироблення фаршу для котлет "Особливі" в мішалку засипають сировину згідно з рецептурою в такій послідовності: подрібнене котлетне м'ясо свинини разом з хлібом, сіль, зародки пшениці, відновлений харчовий альбумін. Всю сировину перемішують 5–7 хв.

При виробленні фаршу котлет "Любительські" в мішалку засипають сировину згідно з рецептурою в такій послідовності: подрібнене котлетне м'ясо свинини разом із хлібом, сіль, соєве борошно, відновлений харчовий альбумін. Всю сировину перемішують 5–7 хв.

З м'ясного фаршу формують вироби овальної форми, панірують у сухарях. Сформовані напівфабрикати відразу відправляють на теплову обробку або розміщують у холодильник для охолодження при температурі від 0 до 6°C.

М'ясні котлети рекомендується смажити безпосередньо перед відпуском. Напівфабрикати кладуть на сковороду з жиром, нагрітим до температури 150–160°C, і обсмажують 3–5 хв. з обох боків до утворення піджаристої скоринки, а потім доводять до готовності у духовій шафі при температурі 250–280°C (5–

7 хв). Готові вироби повинні бути повністю прожарені: температура в центрі котлет повинна бути не нижчою за 90°C.

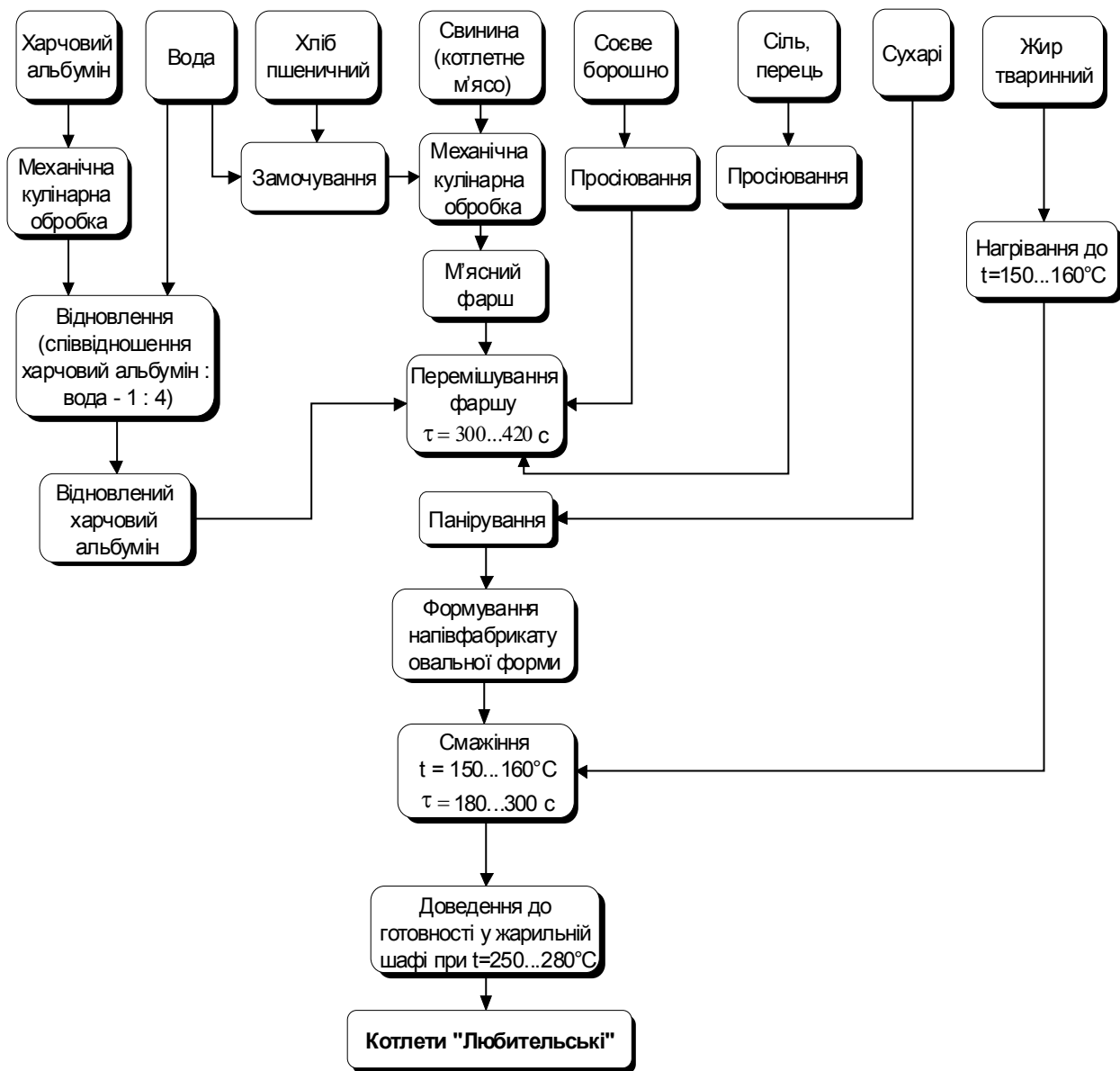


Рисунок 4.12 – Технологічна схема виробництва м'ясних котлет "Любительські"

4.2.3. Січені м'ясні кулінарні вироби з фукусами, соєвим борошном ЕСО та лляною олією з селеном

При розробленні технології м'ясних кулінарних виробів урахували: середню добову потребу в йоді (150–200 мкг); отримані дані щодо вмісту йоду у фукусах (16 мг/100 г); рекомендовані добові дози фукусів (3–5 г), втрати йоду при кулінарній обробці м'ясних продуктів (до 65,4%); підвищення вмісту у продукті йоду до рівня, зіставного з фізіологічними нормами їхнього споживання (15–30% від середньої добової потреби). У зв'язку з цим під час експериментальних досліджень фукуси використовували в кількості 0,5–3,0% від маси м'яса.

При обґрунтуванні технології використання фукусів у виробництві м'ясних виробів вивчали закономірності зміни функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини залежно від кількості фукусів, способу підготовки їх до виробництва.

На початковому етапі вивчали вплив сухих фукусів на якісні показники м'ясного фаршу. Фукуси додавали у кількості 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0% від маси м'яса. Контрольним зразком був фарш без додавання фукусів (табл. 4.9). Для виготовлення фаршу фукуси перемішували з подрібненим на м'ясорубці м'ясом. Слід відзначити складність перемішування сухих січених фукусів з фаршем, оскільки фукуси утворюють грудочки, що пов'язано з їхніми високими гідратаційними властивостями.

За результатами дослідження якісних показників модельних харчових композицій із додаванням сухих фукусів можна зробити висновок, що органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості дослідних зразків помітно погіршуються вже при вмісті фукусів – 1%. Вивчалася можливість, щодо додавання фукусів у гідратованому вигляді, що ймовірно сприятиме покращанню якісних показників за рахунок більш рівномірного розподілення добавки по масі фаршу, зниження частки міцнозв'язаної вологи, зменшення твердоподібних властивостей системи.

**Склад модельних харчових композицій з фукусами
(г/100 г продукту)**

Гідромодуль	Зразок	Яловичина	Фукуси	Вода для гідратації
–	Контроль	100,0	–	–
1:3	Дослід 1	98,0	0,5	1,5
	Дослід 2	96,0	1,0	3,0
	Дослід 3	94,0	1,5	4,5
	Дослід 4	92,0	2,0	6,0
	Дослід 5	90,0	2,5	7,5
	Дослід 6	88,0	3,0	9,0
1:4	Дослід 7	97,5	0,5	2,0
	Дослід 8	95,0	1,0	4,0
	Дослід 9	92,5	1,5	6,0
	Дослід 10	90,0	2,0	8,0
	Дослід 11	87,5	2,5	10,0
	Дослід 12	85,0	3,0	12,0

Для вивчення впливу гідратованих фукусів на якісні характеристики м'ясного фаршу складено модельні системи. Під час попередніх досліджень фукуси гідратували дистильованою водою у співвідношенні 1:1; 1:2; 1:3 та 1:4 протягом 1800 с, враховуючи максимальну вологозв'язуючу здатність фукусів (3,81 г води на 1 г фукусів). Потім їх додавали до подрібненої на м'ясорубці яловичини з розрахунку 0,5–3,0% сухих фукусів від маси зразка та перемішували. Відмічено, що при гідромодулі 1:1 та 1:2 фукуси з водою не утворюють однорідної маси, що ускладнює їх рівномірне розподілення по масі фаршу. Тому надалі досліджували модельні харчові композиції з додаванням фукусів у кількості 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0% від маси зразка, які гідратували у співвідношенні 1:3 (досліди 1-6) та 1:4 (досліди 7-12).

За результатами органолептичних досліджень модельних харчових композицій із фукусами виявлено, що колір, запах і консистенція зразків із найменшим вмістом фукусів (0,5%) практично не відрізнялися від контролю. Збільшення кількості внесених фукусів знижувало інтенсивність забарвлення зразків. При додаванні 3,0% фукусів (дослідні зразки 6 та 12) зразки набували

сірого кольору, специфічного водоростевого запаху, що невласиво для м'ясних фаршів, а також погіршення консистенції.

Дослідження загального хімічного складу модельних харчових композицій показали, що вміст вологи у дослідних зразках знаходиться на рівні контролю, лише у досліді 12 із додаванням 3% фукусів, гідратованих у співвідношенні 1:4, її вміст збільшується на 1,5% порівняно з контролем. Зі збільшенням кількості фукусів вміст ліпідів у дослідних зразках дещо знижується, що пояснюється зменшенням частки м'ясної сировини. Проте суттєва різниця із контролем за вмістом ліпідів виявлена тільки у зразках із додаванням 2,0; 2,5; 3,0% фукусів, гідратованих у співвідношенні 1:4, і становить 1,0; 1,1; 1,4%, відповідно. Зі збільшенням вмісту фукусів до 2,5 та 3,0% кількість білків у фаршах суттєво зменшується порівняно з контролем: у дослідях 5 та 6 (гідромодуль 1:3), відповідно, на 1,6 та 1,9%, дослідях 11 та 12 (гідромодуль 1:4) – на 2,0 та 2,5%.

Вміст золи поступово зростає відповідно до збільшення кількості фукусів, що зумовлено багатим мінеральним складом водоростей. Порівняно з контролем у зразках із 1,0–3,0% фукусів загальний вміст мінеральних речовин вищий у 1,1–1,5 раза. Слід відзначити суттєве зростання кальцію на 19–113%, магнію на 7–36%, йоду – у 7,8–43,1 раза порівняно з контролем (табл. 4.10).

Вивчено зміни амінокислотного складу модельних харчових композицій (табл. 4.11). У дослідних зразках з фукусами поступово зменшується загальна кількість амінокислот залежно від вмісту фукусів, що пояснюється зменшенням частки м'ясної сировини і, відповідно, білків. Слід відзначити, що білки фаршів із фукусами повноцінні, коефіцієнт утилітарності та коефіцієнт зіставної надлишковості знаходяться на рівні контролю, що свідчить про збалансованість амінокислотного складу.

Дослідження фізико-хімічних показників модельних композицій виявили, що значення рН дослідних зразків знаходиться на рівні контролю.

Таблиця 4.10

Вміст мінеральних елементів у модельних харчових композиціях

Зразок	Натрій	Калій	Кальцій	Магній	Фосфор	Залізо	Йод, мкг на 100 г
	мг на 100 г						
Контроль	71,00	320,00	9,00	26,00	163,00	1,10	7,20
Дослід 1	80,75	316,94	10,74	27,71	160,19	1,12	56,41
Дослід 2	90,50	313,88	12,47	29,41	157,37	1,14	105,62
Дослід 3	100,25	310,82	14,21	31,12	154,56	1,17	154,83
Дослід 4	110,00	307,76	15,94	32,82	151,74	1,19	204,04
Дослід 5	119,75	304,70	17,68	34,53	148,93	1,21	253,26
Дослід 6	129,50	301,64	19,41	36,23	146,11	1,23	302,47
Дослід 7	80,40	315,34	10,69	27,58	159,37	1,12	56,38
Дослід 8	89,79	310,68	12,38	29,15	155,74	1,13	105,55
Дослід 9	99,19	306,02	14,07	30,73	152,11	1,15	154,73
Дослід 10	108,58	301,36	15,76	32,30	148,48	1,17	203,90
Дослід 11	117,98	296,70	17,45	33,88	144,85	1,18	253,08
Дослід 12	127,37	292,04	19,14	35,45	141,22	1,20	302,25

Таблиця 4.11

**Амінокислотний склад модельних харчових композицій,
мг на 100 г**

Показник	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5	Дослід 6	Дослід 7	Дослід 8	Дослід 9	Дослід 10	Дослід 11	Дослід 12
Ізолейцин	763	749	735	721	707	693	679	745	727	710	692	674	656
Лейцин	1466	1440	1413	1386	1359	1333	1306	1432	1398	1364	1330	1296	1262
Лізин	1480	1452	1424	1396	1368	1340	1312	1444	1409	1374	1339	1303	1268
Метіонін+ цистин	718	704	690	676	661	647	633	700	682	665	647	629	612
Фенілаланін+ тирозин	1329	1305	1281	1257	1233	1209	1185	1299	1268	1237	1207	1176	1146
Треонін	760	747	734	720	707	693	680	743	726	709	692	674	657
Триптофан	202	198	194	191	187	183	179	197	192	188	183	178	173
Валін	974	956	938	920	903	885	867	951	928	906	883	861	838
Разом НАК	7692	7550	7409	7267	7126	6985	6843	7512	7332	7152	6972	6792	6612
Гістидин	635	623	611	599	587	574	562	620	605	589	574	558	543
Аргінін	958	941	923	905	888	870	852	936	913	891	868	846	824
Аспарагінова кислота	1685	1655	1625	1595	1565	1535	1505	1647	1608	1570	1531	1493	1454
Серин	781	767	753	739	726	712	698	763	745	728	710	692	675

продовження табл. 4.11

Показник	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5	Дослід 6	Дослід 7	Дослід 8	Дослід 9	Дослід 10	Дослід 11	Дослід 12
Глутамінова кислота	2929	2878	2826	2774	2722	2671	2619	2863	2797	2730	2664	2597	2531
Пролін	760	747	733	720	706	692	679	743	726	708	691	673	656
Гліцин	873	857	841	826	810	795	779	853	833	813	793	773	753
Аланін	1020	1003	985	967	950	932	914	998	975	952	929	907	884
Усього амінокислот, г	17,33	17,02	16,71	16,39	16,08	15,76	15,45	16,93	16,53	16,13	15,73	15,33	14,93
Лімітуюча амінокислота, скор, %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Коефіцієнт утилітарності	0,890	0,890	0,891	0,892	0,893	0,893	0,893	0,890	0,891	0,892	0,893	0,893	0,893
Коефіцієнт зіставної надлишковості	4,470	4,436	4,401	4,364	4,326	4,299	4,289	4,436	4,400	4,362	4,322	4,298	4,287

У перших шести дослідних зразках відносна вологозв'язуюча здатність зростає на 1,0–8,3% із підвищенням вмісту фукусів з 0,5 до 3,0%, що пов'язано з їхньою високою вологопоглинаючою здатністю (рис. 4.13). Це позитивно впливає на якість готових продуктів, оскільки зі зростанням міцнозв'язаної води у м'ясному фарші зменшуються втрати маси при тепловій обробці. З іншого боку, при надмірному вмісті міцнозв'язаної води готові вироби можуть бути сухими та несоковитими. У модельних композиціях із фукусами, гідратованими у співвідношенні 1:4, частка слабкозв'язаної води порівняно з контролем дещо зменшується (табл. 4.12). Істотна різниця з контролем виявлена у дослідних зразках із вмістом фукусів 2,0; 2,5 та 3,0% і становить 2,5; 2,9; 3,6%, відповідно.

Отже, ступінь гідратації фукусів впливає на вміст слабкозв'язаної води у модельних фаршах: при гідромодулі 1:3 фукуси не досягають максимального ступеня гідратації і здатні додатково зв'язувати вільну воду м'ясної сировини, тому значення її суттєво менше, ніж у контролі; при гідромодулі 1:4 – різниця з контролем незначна.

**Активна кислотність та кількість слабкозв'язаної вологи
у модельних харчових композиціях із фукусами**

Зразок	Активна кислотність, рН	Волога, %	
		загальна	у т.ч. слабкозв'язана
Контроль	5,53±0,07	72,2±0,8	26,6±0,7
Дослід 1	5,51±0,03	72,3±0,6	25,9±0,5
Дослід 2	5,50±0,02	72,4±0,4	24,3*±0,6
Дослід 3	5,50±0,06	72,5±1,2	22,2*±0,8
Дослід 4	5,48±0,12	72,7±0,3	21,6*±1,1
Дослід 5	5,45±0,07	72,7±0,6	21,1*±0,9
Дослід 6	5,41±0,08	72,8±0,3	20,7*±0,5
Дослід 7	5,52±0,05	72,4±0,9	26,1±0,4
Дослід 8	5,52±0,03	72,6±0,4	25,8±0,6
Дослід 9	5,50±0,13	72,9±1,2	25,4±1,1
Дослід 10	5,49±0,02	73,2±0,6	25,1±0,8
Дослід 11	5,43±0,09	73,4±0,8	24,9*±0,7
Дослід 12	5,47±0,04	73,7*±0,5	24,5*±1,0

Примітка. * Різниця з контролем статистично достовірна, $p < 0,05$.

При тепловій обробці відбуваються зменшення волого- та жирутримуючої здатності м'яса, що впливає на його жорсткість та вихід. Саме тому вони є основними показниками якості напівфабрикатів і визначають технологічні властивості виробів. Досліджено вплив гідратованих фукусів на ці функціонально-технологічні властивості модельних композицій фаршів. Залежність відносної вологоутримуючої здатності фаршів від кількості та ступеня гідратації фукусів наведено на рис. 4.13. При гідромодулі 1:3 спостерігається значне підвищення (на 2,7–7,3%) відносної вологоутримуючої здатності порівняно з контролем, тоді як при гідромодулі 1:4 цей показник майже не змінюється. Це зумовлено тим, що фукуси при меншій гідратації можуть поглинати додаткову кількість вологи до максимального значення їхньої вологоутримуючої властивості.

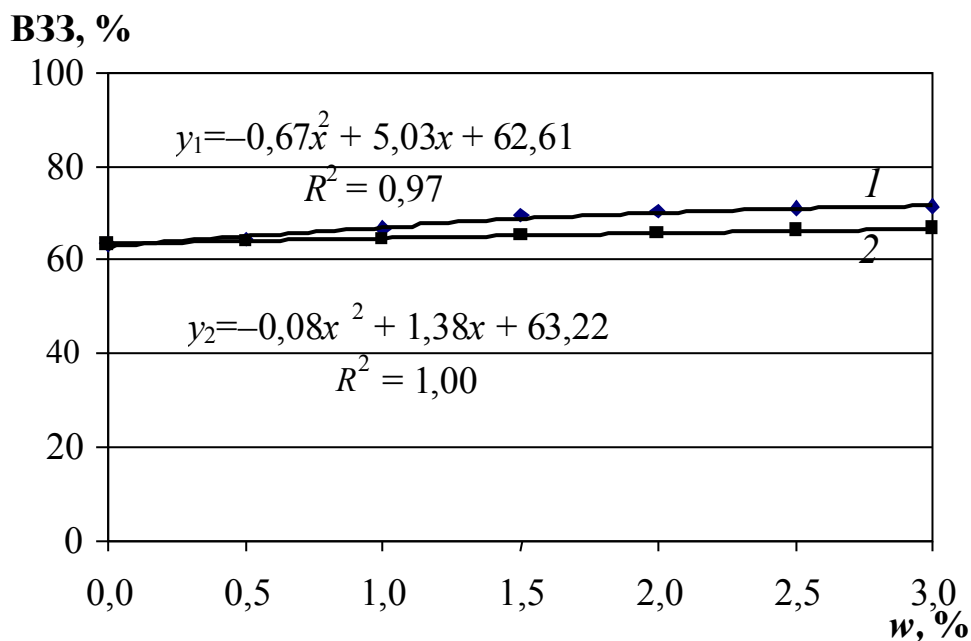


Рисунок 4.13 – Відносна вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ) модельних харчових композицій: 1 – гідромодуль 1:3; 2 – гідромодуль 1:4; w – кількість фукусів

При тепловій обробці відбувається денатурація білків м'яса, що супроводжується виділенням води, яка поглинається фукусами. Зміни вологоутримувальної здатності зумовлені також наявністю альгінату, здатного до драглеутворення, маніту, який після теплової обробки утворює драглі, та додатковою кількістю катіонів натрію, магнію і заліза, що містяться у водоростях і впливають на заряд білкової молекули та зв'язування води.

Визначено невеликий вплив фукусів на жирутримуючу здатність фаршу, що пов'язано з їхніми невисокими жиропоглинаючими та жирутримуючими властивостями (рис. 4.14). Зі збільшенням кількості внесених фукусів (гідромодуль 1:3) у модельні м'ясні фарші до 2,0% відбувається зростання відносної жирутримуючої здатності системи на 1,5–5,4% порівняно з контролем. При подальшому збільшенні кількості фукусів зростання відносної жирутримуючої здатності м'ясної системи не спостерігалось. У дослідних зразках модельних композицій з додаванням 0,5–1,5 % фукусів, гідратованих у

співвідношенні 1:4, відносна жирутримуюча здатність підвищується несуттєво. Зі збільшенням кількості фукусів до 2,0; 2,5; 3,0% спостерігається її зниження порівняно з контролем на 0,5; 0,6 та 2,5%, відповідно.

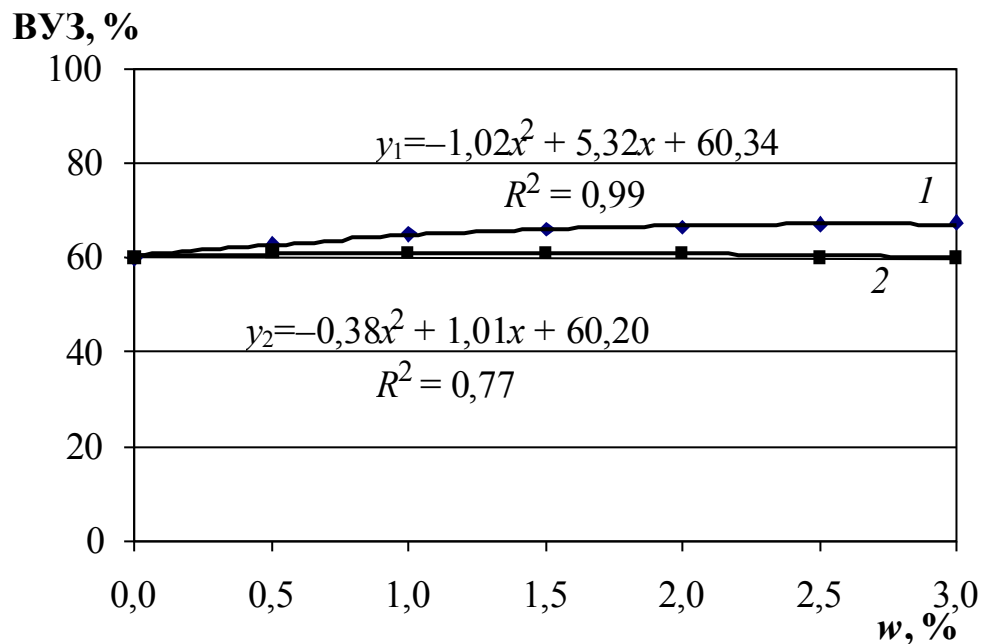


Рисунок 4.14 – Відносна вологоутримуюча здатність (ВУЗ)

модельних харчових композицій: 1 – гідромодуль 1:3; 2 – гідромодуль 1:4; w – кількість фукусів, %

Відповідно до зміни волого- та жирутримуючої здатності модельних харчових композицій, стійкість фаршу в перших шести варіантах досліджу зростає на 2,1–5,1%. У модельних фаршах при гідромодулі фукусів 1:4 суттєвих змін показника стійкості фаршу не відмічено (рис. 4.15 – 4.16).

Дослідженнями реологічних властивостей встановлено, що дослідні зразки з фукусами, гідратованими у співвідношенні 1:3, набувають підвищеної напруги зсуву, суттєве зростання якої до 123 і 132% відбувається при масовій частці фукусів – 2,5 і 3,0%. Це зумовлено збільшенням вмісту міцнозв'язаної води та твердішої консистенції модельних фаршів. При гідромодулі фукусів 1:4 цей показник, навпаки, зменшується: при вмісті фукусів 2,0–3,0% на 14–28% порівняно з контрольним зразком.

При дослідженні адгезійних властивостей зразків відмічено, що фукуси, гідратовані у співвідношенні 1:3, знижують показники адгезії порівняно з контролем на 2–14%, а при гідратації 1:4, навпаки, підвищують її на 1–9%. Отримані дані узгоджуються з результатами органолептичної оцінки модельних харчових композицій, за якими раціональні межі концентрації фукусів становлять 0,5–2,0%.

Таким чином, ступінь гідратації фукусів по-різному впливає на зміни функціонально-технологічних властивостей фаршів: при гідромодулі 1:3 покращуються показники модельних харчових композицій, тоді як фукуси, гідратовані у співвідношенні 1:4 суттєво не змінюють цих показників (рис. 4.17).

Для визначення раціональної кількості та ступеня гідратації фукусів у м'ясному фарші застосовували математичний метод, де за критерій оптимізації був прийнятий комплексний показник якості (Кпя).

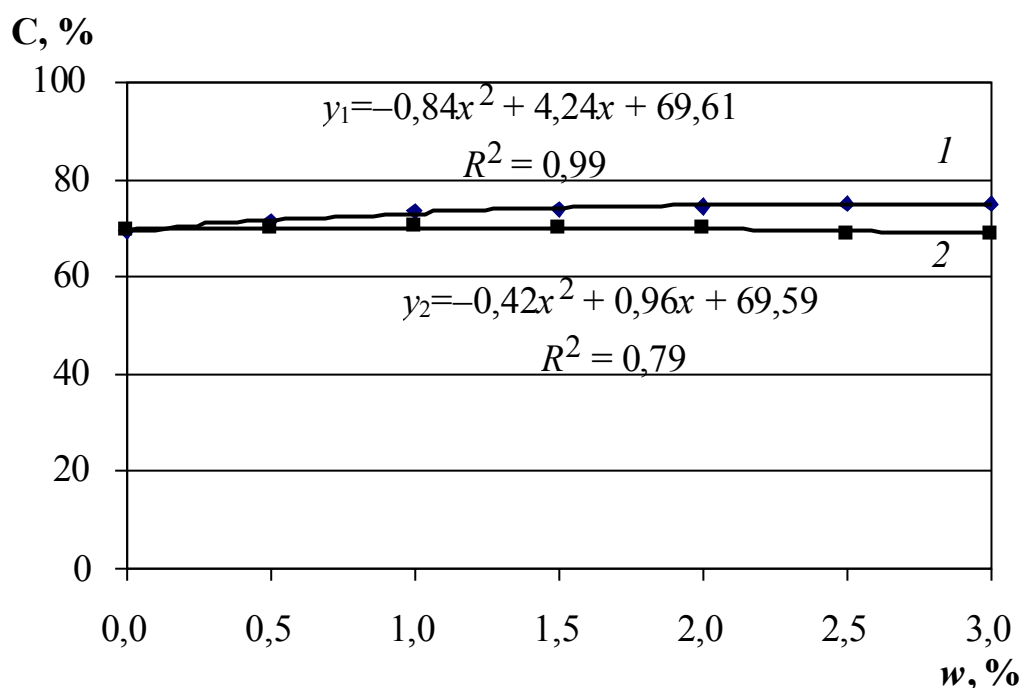


Рисунок 4.15 – Стійкість (С) модельних харчових композицій: 1 – гідромодуль 1:3; 2 – гідромодуль 1:4; w – кількість фукусів, %

ЖУЗ, %

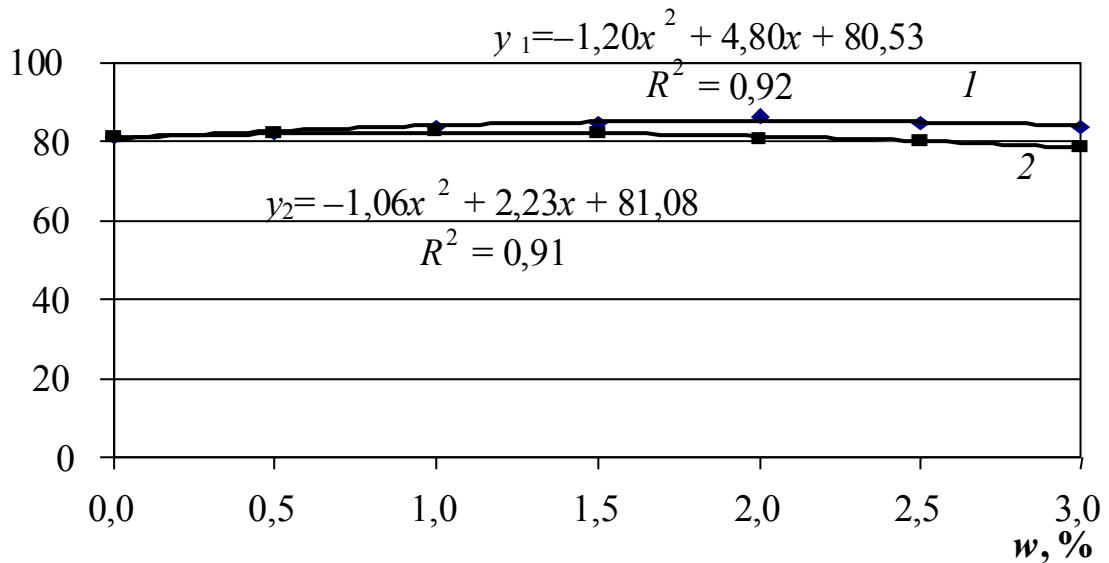
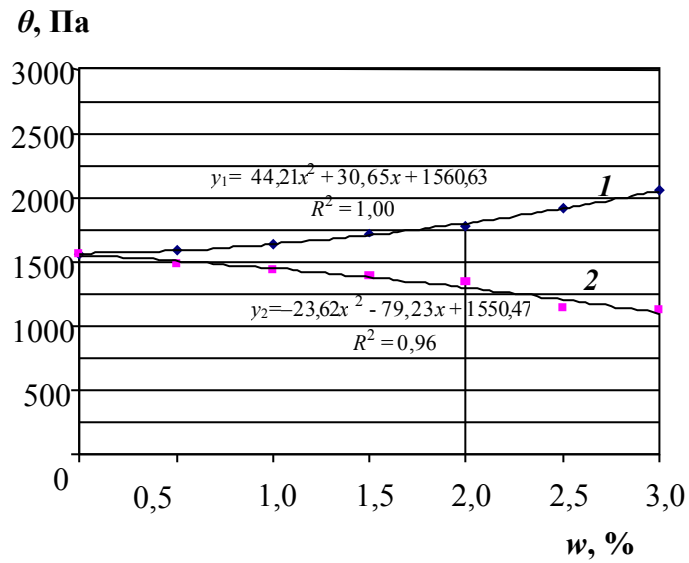


Рисунок 4.16 – Відносна жирутримуюча здатність (ЖУЗ) модельних харчових композицій: 1– гідромодуль 1:3; 2 – гідромодуль 1:4; w – кількість фукусів, %

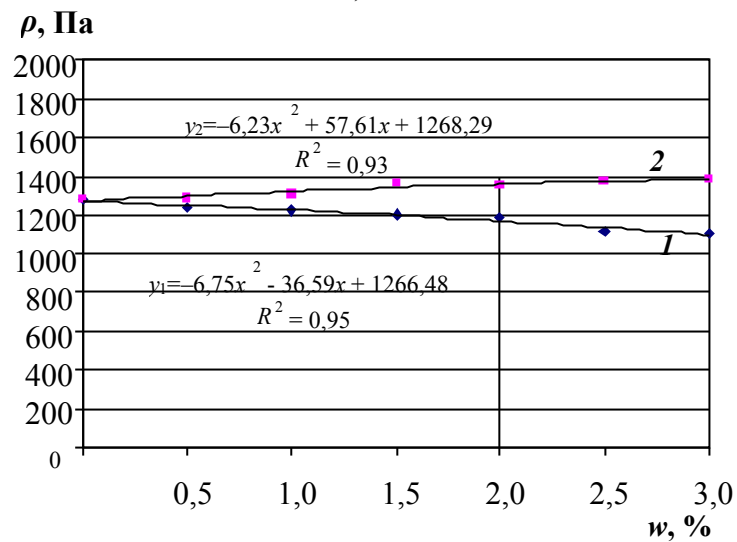
Цей показник охоплював такі властивості: органолептичну оцінку, вміст білків, мінеральних речовин, функціонально-технологічні властивості (ВУЗ, ЖУЗ, стійкість фаршу), структурно-механічні показники (ГНЗ, адгезія).

Розрахунок комплексного показника якості наведено у (табл. 4.13, 4.14). Графічна залежність комплексного показника якості від кількості фукусів та ступеня їхньої гідратації графічно зображено на рис. 4.18.

На основі проведених розрахунків можна зробити висновок, що модельні харчові композиції з фукусами, гідратованими у співвідношенні 1:4, мають нижчі показники якості, ніж зразки з гідромодулем фукусів 1:3. Максимальне значення ($K_{п\text{я}} = 104,1$) комплексного показника якості має м'ясний фарш із 1,9% фукусів, гідратованих у співвідношенні 1:3. Таким чином, для забезпечення високої якості м'ясного фаршу раціонально додавати фукуси у кількості 2% від маси м'яса та гідратувати їх у співвідношенні 1:3.



а)



б)

Рисунок 4.17 – Гранична напруга зсуву (а) і адгезійна здатність (б) модельних харчових композицій: 1 – гідромодуль 1:3; 2 – гідромодуль 1:4; w – кількість фукусів

**Розрахунок комплексних показників якості модельних фаршів
з фукусами, гідратованими у співвідношенні 1:3**

Показник	Кое- фіцієнт ваго- мості	Кон- троль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5	Дослід 6
Абсолютні показники								
Органолептична оцінка, бали	30	9	8,9	8,4	7,4	7,2	6,4	5,4
Вміст білка, %	10	17,7	17,4	17,1	16,7	16,4	16,1	15,8
Зола, %	30	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3
Відносна ВУЗ, %	10	60,1	62,9	65,1	66,0	66,6	67,0	67,4
Відносна ЖУЗ, %	10	80,9	82,3	83,6	84,9	86,3	84,8	83,9
ГНЗ, кПа	5	1,56	1,58	1,64	1,72	1,78	1,91	2,06
Адгезія, кПа	5	1,28	1,23	1,22	1,20	1,19	1,11	1,10
Сума	100							
Відносні показники								
Органолептична оцінка	30	1,00	0,99	0,93	0,82	0,80	0,71	0,60
Вміст білка	10	1,00	0,98	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89
Зола	30	1,00	1,08	1,17	1,25	1,33	1,42	1,50
Відносна ВУЗ	10	1,00	1,05	1,08	1,10	1,11	1,11	1,12
Відносна ЖУЗ	10	1,00	1,02	1,03	1,05	1,07	1,05	1,04
ГНЗ	5	1,00	0,98	0,95	0,90	0,86	0,77	0,68
Адгезія	5	1	0,97	0,96	0,94	0,93	0,87	0,86
Сума	100							
Комплексний показник якості								
Органолептична оцінка	30	30	29,7	28,0	24,7	24,0	21,3	18,0
Вміст білка	10	10	9,8	9,6	9,5	9,3	9,1	8,9
Зола, %	30	30	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5	45,0
Відносна ВУЗ	10	10	10,5	10,8	11,0	11,1	11,1	11,2
Відносна ЖУЗ	10	10	10,2	10,3	10,5	10,7	10,5	10,4
ГНЗ	5	5	4,9	4,7	4,5	4,3	3,9	3,4
Адгезія	5	5	4,8	4,8	4,7	4,7	4,4	4,3
Сума	100	100	102,4	103,3	102,3	104,0	102,8	101,2

**Розрахунок комплексних показників якості модельних фаршів
з фукусами, гідратованими у співвідношенні 1:4**

Показник	Коефіцієнт вагомості	Контроль	Дослід 7	Дослід 8	Дослід 9	Дослід 10	Дослід 11	Дослід 12
Абсолютні показники								
Органолептична оцінка, бали	30	9	8,9	8,3	7,3	7,0	6,4	5,4
Вміст білка, %	10	17,7	17,3	16,9	16,5	16,1	15,7	15,2
Зола, %	30	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3
Відносна ВУЗ, %	10	60,1	60,6	61,1	60,7	60,9	60,0	60,0
Відносна ЖУЗ, %	10	80,9	82,0	82,7	82,3	80,4	80,2	78,4
ГНЗ, кПа	5	1,56	1,49	1,44	1,40	1,34	1,14	1,12
Адгезія, кПа	5	1,28	1,29	1,31	1,36	1,35	1,37	1,38
Сума	100							
Відносні показники								
Органолептична оцінка	30	1,00	0,99	0,99	0,92	0,81	0,78	0,71
Вміст білка	10	1,00	0,98	0,95	0,93	0,91	0,88	0,86
Зола	30	1,00	1,08	1,16	1,23	1,31	1,39	1,47
Відносна ВУЗ	10	1,00	1,01	1,02	1,01	1,01	1,00	1,00
Відносна ЖУЗ	10	1,00	1,01	1,02	1,02	0,99	0,99	0,97
ГНЗ	5	1,00	0,95	0,92	0,90	0,86	0,73	0,72
Адгезія	5	1	0,99	0,97	0,93	0,94	0,92	0,91
Сума	100							
Комплексний показник якості								
Органолептична оцінка	30	30	29,7	29,7	27,7	24,3	23,3	21,3
Вміст білка	10	10	9,8	9,5	9,3	9,1	8,8	8,6
Зола, %	30	30	32,3	34,7	37,0	39,4	41,7	44,1
Відносна ВУЗ	10	10	10,1	10,2	10,1	10,1	10,0	10,0
Відносна ЖУЗ	10	10	10,1	10,2	10,2	9,9	9,9	9,7
ГНЗ	5	5	4,8	4,6	4,5	4,3	3,7	3,6
Адгезія	5	5	5,0	4,9	4,7	4,7	4,6	4,6
Сума	100	100	101,7	103,8	103,4	101,9	102,1	101,9

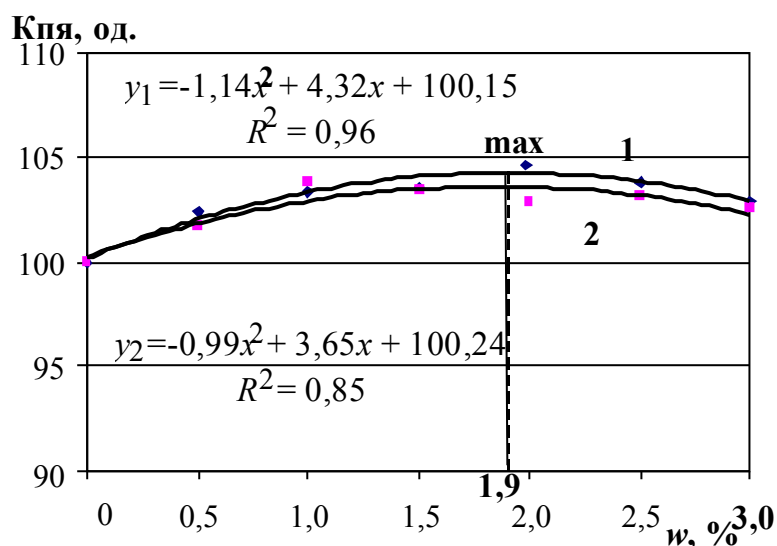


Рисунок 4.18 – Комплексний показник якості (Кпя) залежно від кількості фукусів: 1 – гідромодуль 1:3; 2 – гідромодуль 1:4; w – кількість фукусів

4.2.4. М'ясний фарш з фукусами

Обґрунтувавши кількість фукусів та спосіб їх введення, розроблено технологію м'ясного фаршу з фукусами. Технологічний процес здійснюється у послідовності, як показано на рис. 4.19.

Підготовка сировини: м'ясну сировину інспектують на відповідність її вимогам чинної нормативно-технічної документації й охолоджують до температури не вище 4–8°C. Фукуси (порошок) попередньо замочують у воді протягом 1800 с (співвідношення фукусів і води – 1:3).

Приготування фаршу: м'ясо подрібнюють на м'ясорубці (вовчку) з діаметром отворів вихідної решітки $(2-3) \cdot 10^{-3}$ м. Подрібнену м'ясну сировину та фукуси завантажують у мішалку та перемішують $(3-5) \cdot 60$ с до утворення однорідної маси.

Відомо, що співвідношення і стан вологи у виробках (табл. 4.15) характеризує їхню стійкість до зберігання.

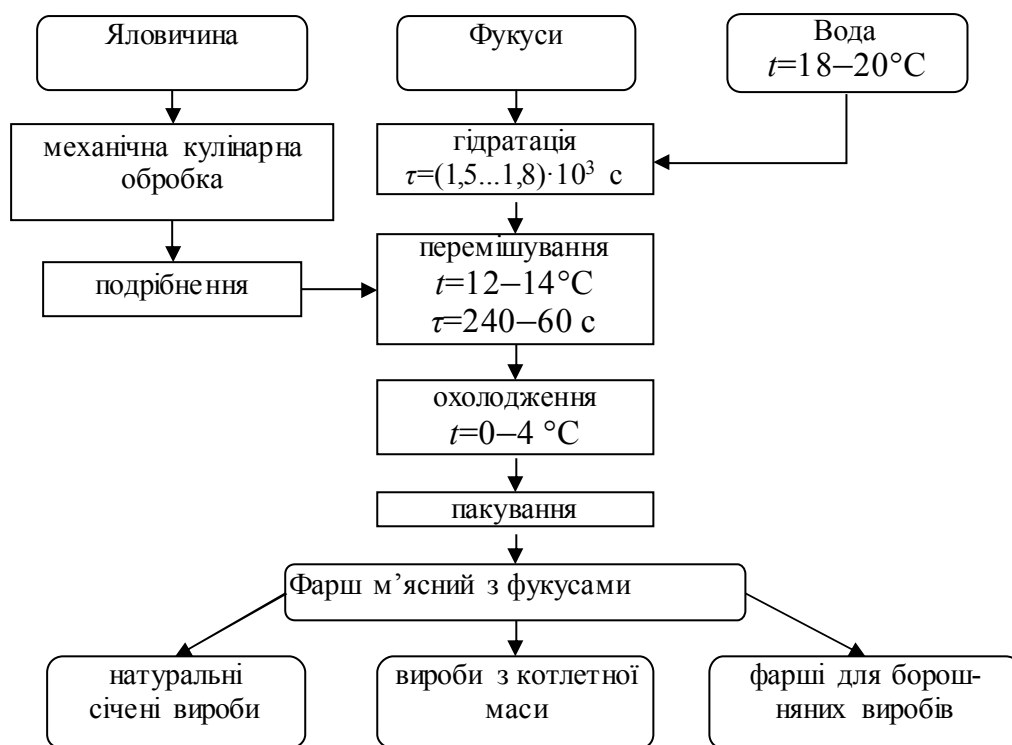


Рисунок 4.19 – Технологічна схема виробництва фаршу м'ясного з фукусами

Таблиця 4.15

Рецептурний склад котлет із фукусами

Сировина	Контроль (рец. 658)	Дослід (котлети з фукусами)
Яловичина	74	68
Хліб пшеничний	18	18
Вода для замочування хліба	24	24
Сіль	2	2
Сухарі	10	10
Фукуси	0	1,5
Вода для замочування фукусів	0	4,5

Методом низькотемпературної скануючої калориметрії (ДСК) проведено дослідження стану води у фарші з фукусами. Виявлено, що вміст зв'язаної води у зразку знаходиться на рівні контролю (рис. 4.20, 4.21). Таким чином, слід очікувати, що додавання фукусів до м'ясного фаршу не зменшуватиме його стійкість до зберігання.

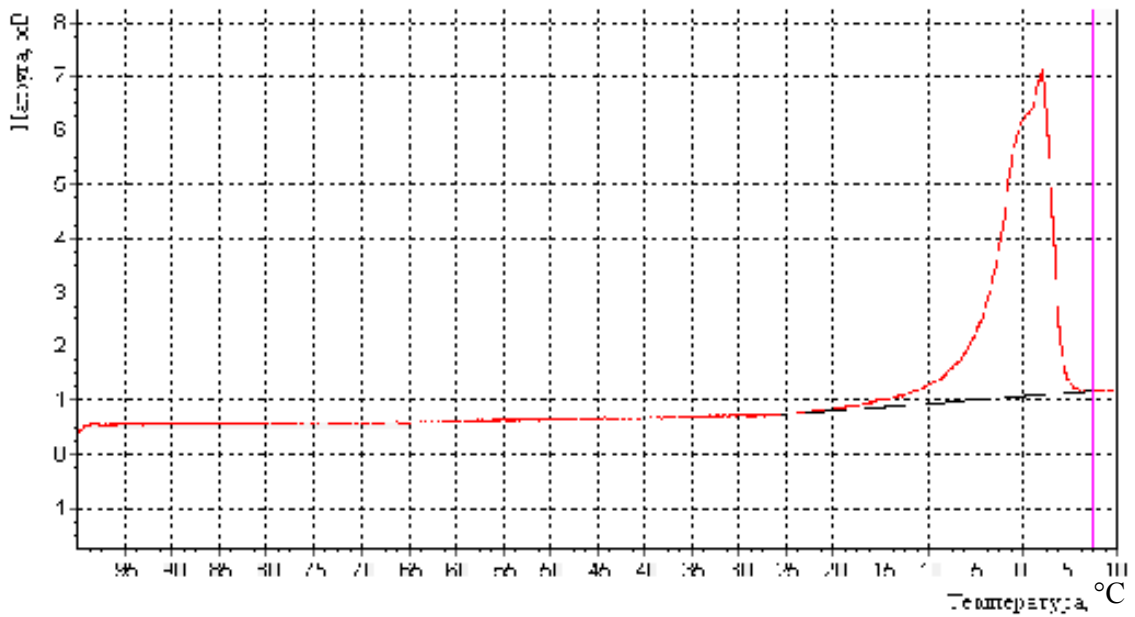


Рисунок 4.20 – ДСК-крива нагрівання фаршу м'ясного (контроль)

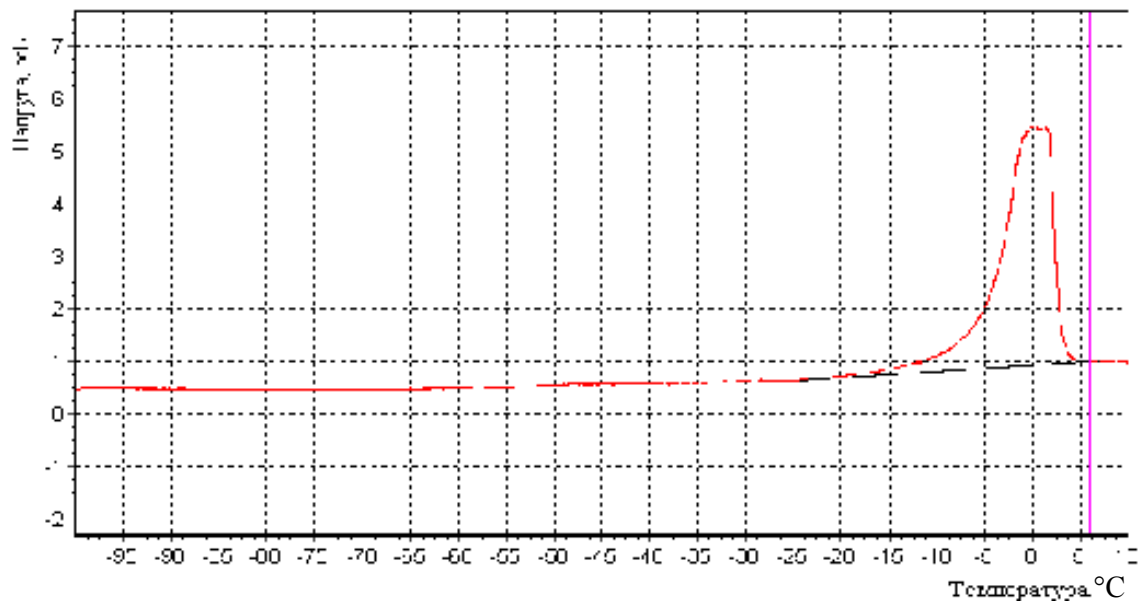


Рисунок 4.21– ДСК-крива нагрівання фаршу м'ясного з фукусами (дослід)

Проведено дослідження поживної цінності м'ясних січених виробів, при виготовленні яких замість котлетного м'яса використовували розроблений фарш із фукусами (табл. 4.16).

Модельна харчова композиція котлет із фукусами, соєвим борошном ЕСО і олією лляною із селеном

Сировина	Контроль (рец. 658)	Дослід 1 (з фукусами)	Дослід 2 (з фукусами, соєвим борошном та лляною олією із селеном)
Яловичина	74	68	68
Хліб пшеничний	18	18	0
<i>Вода для замочування хліба</i>		24	0
Сіль	2	2	2
Сухарі	10	10	10
Фукуси	0	1,5	1,5
Вода для замочування фукусів	0	4,5	4,5
<i>Соєве борошно ЕСО</i>	0	0	10,5
Вода для замочування соєвого борошна	0	0	29,5
Лляна олія з селеном	0	0	2,0
Маса сировини	128	128	128

Побудовано профілі якості м'ясних січених виробів із фукусами порівняно з добовою потребою (рис. 4.22, 4.23, 4.24).

Профіль якості м'ясних січених виробів із фукусами має більшу площу поверхні порівняно з контролем, що свідчить про їхню вищу якість щодо забезпечення добової потреби в есенційних нутрієнтах. Проте, дослідний зразок потребує коригування хімічного складу, насамперед, за такими мікронутрієнтами, як фолієва кислота, селен, токоферолі, ПНЖК.

Відповідно до блок-схеми моделювання м'ясних кулінарних виробів функціонального призначення для забезпечення вмісту повноцінних білків на рівні контрольних виробів та підвищення вмісту селену, токоферолів, фолієвої кислоти та ПНЖК у м'ясних січених виробках використовували соєве борошно ЕСО та лляну олію з селеном.

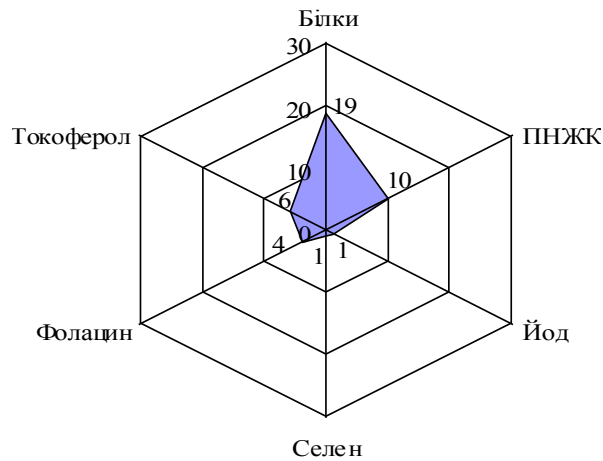


Рисунок 4.22 – Забезпечення добової потреби в поживних речовинах при споживанні 100 г котлет (контроль)

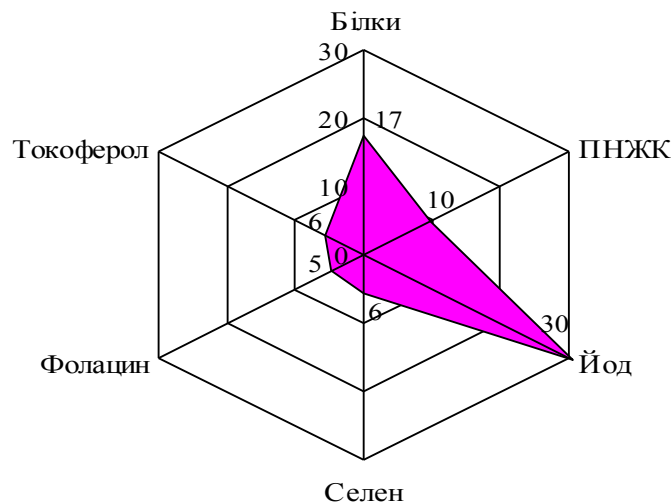


Рисунок 4. 23 – Забезпечення добової потреби у поживних речовинах при споживанні 100 г котлет із фукусами (дослід 1)

Шляхом попереднього експерименту встановлено обмеження за кількісним складом інгредієнтів. За допомогою комп'ютерного моделювання розроблена модельна харчова композиція котлет із фукусами, соєвим борошном ЕСО і олією лляною з селеном (табл. 4.17).

**Модельні харчові композиції котлет із фукусами, соєвим борошном ЕСО та
лляною олією з селеном**

Сировина	Контроль (рец. № 658)	Котлети із заміною хліба, %					
		100	90	80	70	60	50
		Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5	Дослід 6
Яловичина	74,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0
Хліб пшеничний	18,0	–	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
Вода для замочування хліба	24,0	–	2,4	4,8	7,2	9,6	12,0
Сіль	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Сухарі	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Фукуси	–	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Вода для гідратації фукусів	–	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Соєве борошно ЕСО	–	10,5	9,5	8,4	7,4	6,3	5,3
Вода для гідратації соєвого борошна	–	29,5	26,4	23,2	20,1	16,9	13,8
Лляна олія із селеном	–	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Маса напівфабрикату	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0

У технології м'ясних котлет 100% пшеничного хліба замінено на соєве борошно. При виготовленні м'ясних виробів із соєвого борошна ЕСО його рекомендують попередньо замочувати у воді у співвідношенні 1:2,5–3. Для розроблення системи з необхідними функціонально-технологічними і органолептичними властивостями використовували концентрації олії лляної з селеном у межах 2% від маси готового виробу. Олію додавали у суміш замоченого соєвого борошна і перемішували.

Профіль якості м'ясних січених виробів із фукусами, соєвим борошном ЕСО та олією лляною із селеном має більшу площу поверхні порівняно з контролем і дослідом 1. Це свідчить про їх кращу можливість щодо забезпечення добової потреби людини у ПНЖК, залізі, йоді, селені, фолієвій

кислоті, токоферолі (рис. 4.24), що визначатиме функціональне призначення нових м'ясних виробів.

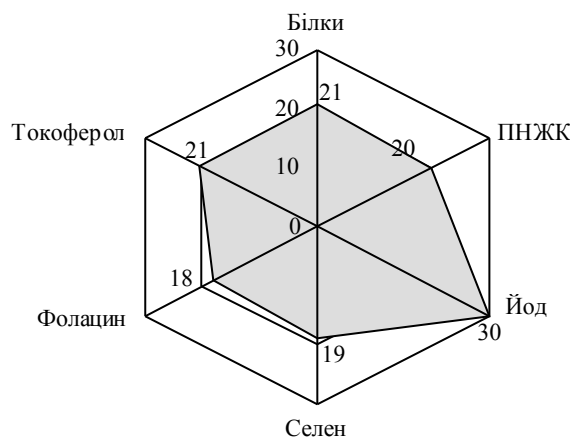


Рисунок 4. 24 – Забезпечення добової потреби в поживних речовинах (%) при споживанні 100 г котлет (дослід 2)

Аналіз якості виробів, виготовлених за складеними модельними композиціями котлет із фукусами, соєвим борошном ЕСО та селенованою олією з льону, проводили, насамперед, за органолептичними показниками.

Загальна середня оцінка дослідних зразків (дослід 1), виготовлених без додавання хліба, значно нижча за контрольну. Під час дегустації відзначено, що дослідний зразок зберіг форму, мав приємний м'ясний аромат та смак, відсутній соєвий присмак. Проте дослідні котлети мали жорстку консистенцію та недостатню соковитість, що пов'язано із повним вилученням хліба зі складу котлет.

Отже, повна заміна хліба на соєве борошно ЕСО у котлетах не дозволяє отримати вироби з високими органолептичними показниками. Подальші дослідження свідчать, що при частковій заміні хліба (до 50%) на соєве борошно якість котлет наближається до контролю. Слід відзначити, що зі збільшенням частки хліба дослідні зразки набувають достатньої соковитості, мають ніжну консистенцію, близьку до контролю. У подальшому досліджувалися якісні показники модельних харчових композицій із частковою заміною хліба до 50%

на соєве борошно (табл. 4.18). Результати досліджень фізико-хімічних показників модельних харчових композицій котлет (табл. 4.19) доводять, що активна кислотність дослідних зразків незначно знижується зі збільшенням вмісту соєвого борошна, яке має нижче значення рН.

Таблиця 4.18

**Активна кислотність та кількість слабкозв'язаної вологи
у модельних композиціях котлет**

Зразок	Заміна хліба, %	Активна кислотність, рН	Вміст вологи, %	Вміст слабкозв'язаної вологи, %	
				до маси зразка	до загальної вологи
Контроль	0	5,70±0,09	69,9±0,5	40,8±1,5	58,4±2,1
Дослід 1	100	5,63±0,12	70,6±0,6	24,1*±0,9	34,1*±1,3
Дослід 2	90	5,65±0,08	70,4±0,4	25,9*±0,8	36,8*±1,1
Дослід 3	80	5,67±0,12	70,2±0,8	28,1*±0,9	40,0*±1,3
Дослід 4	70	5,66±0,13	70,0±0,7	28,2*±1,1	40,3*±1,6
Дослід 5	60	5,68±0,15	69,8±0,5	30,7*±1,3	44,0*±1,9
Дослід 6	50	5,70±0,14	69,6±0,9	31,1*±1,2	44,7*±1,7

Примітка. * Різниця з контролем достовірна, $p < 0,05$.

Таблиця 4.19

**Функціонально-технологічні показники модельних
харчових композицій**

Зразок	Заміна хліба, %	Відносна вологозв'язуюча здатність, %	Відносна вологоутримуюча здатність, %	Відносна жирутримуюча здатність, %	Втрати маси при тепловій обробці, %
Контроль	0	42,2±2,1	69,0±0,3	82,1±2,1	18,7±0,9
Дослід 1	100	65,8*±1,3	66,9*±0,4	84,5±2,4	22,5*±0,7
Дослід 2	90	63,8*±1,1	67,4*±0,5	84,4±2,2	20,8*±0,4
Дослід 3	80	61,9*±1,3	67,9*±0,6	84,1±1,9	20,4*±0,6
Дослід 4	70	59,9*±1,6	68,2±0,6	83,8±2,7	19,9±0,8
Дослід 5	60	57,8*±1,9	69,2±0,7	83,5±2,1	19,4±0,7
Дослід 6	50	55,8*±1,7	70,1*±0,4	82,9±1,7	19,0±0,6

Примітка. * Різниця з контролем достовірна, $p < 0,05$.

Вміст загальної вологи у дослідних зразках залишається на рівні контролю, проте відбуваються зміни у співвідношенні міцно-та слабкозв'язаної

вологи. Так, у досліді 1 із 100%-ю заміною хліба на соєве борошна частка слабкозв'язаної вологи на 24,3% менша, ніж у контролі. Це пояснює більш пружну, жорстку консистенцію та меншу соковитість дослідного зразка котлетної маси порівняно з контролем, що визначено органолептично. З підвищенням вмісту хліба кількість слабкозв'язаної вологи підвищується, а вологозв'язуюча здатність відповідно зменшується і наближається до її значення у контрольному зразку – 41,6%.

Одним із найважливіших технологічних показників кулінарних виробів, зокрема із січеного м'яса, є втрати маси при тепловій обробці, які визначаються волого- та жирутримуючою здатністю напівфабрикатів. Дослідження показали, що зі зменшенням частки соєвого борошна ЕСО у котлетній масі вологоутримуюча здатність збільшується із 47,2% у досліді 1 (максимальна кількість сої) до 48,8% у досліді 6 (табл. 4.20). При цьому дослідні зразки 2-6 здатні утримувати вологу на рівні контролю (48,2%), що пояснюється вмістом хліба та його високою вологоутримуючою здатністю. Відомо, що введення крохмалемісних продуктів до м'ясного фаршу дозволяє знизити втрати вологи при тепловій обробці та збільшити вихід.

Таблиця 4.20

Структурно-механічні показники модельних харчових композицій

Зразок	Заміна хліба, %	Гранична напруга зсуву, Па		Адгезія, Па
		напівфабрикатів	готових виробів	
Контроль	0	416±18	2833±110	2889±90
Дослід 1	100	352*±15	3654*±160	3150*±140
Дослід 2	90	390±19	3318*±120	2954±120
Дослід 3	80	409±14	3318*±130	2758±110
Дослід 4	70	420±20	3168*±160	2594*±90
Дослід 5	60	457*±22	3027±150	2540*±60
Дослід 6	50	519*±25	2772±120	2442*±70

Примітка. * Різниця з контролем достовірна, $p < 0,05$.

Аналогічно зі збільшенням вмісту хліба у котлетній масі зростає відносна вологоутримуюча здатність дослідних зразків: у досліді 5 знаходиться на рівні контролю, а досліді 6 навіть її переважає на 1,1%.

Жироутримуюча здатність модельних котлет із фукусами, навпаки, зростає порівняно з контролем: у досліді 1 без вмісту хліба на 2,3%, у досліді 6 з 50%-ю заміною хліба – на 1,6%. Відносна жироутримуюча здатність дослідних зразків прямо пропорційно збільшується із вмістом соєвого борошна ЕСО у котлетній масі і, відповідно, зі зменшенням частки хліба. Однак в усіх дослідних зразках показник відносної жироутримуючої здатності вище, ніж у контролі, яке становить 82,1%. Отже, підтверджено дані щодо покращання жироутримуючої здатності м'ясних виробів при використанні соєвих продуктів.

Вплив добавок на волого- та жироутримуючу здатність котлетної маси визначають зміни втрат при тепловій обробці. Для визначення втрат при тепловій обробці та вмісту основних поживних речовин у готових виробих із модельних композицій із фукусами формували котлети та смажили. Встановлено, що під час смаження дослідні зразки втрачали більше маси, ніж контроль. Так, втрати маси при смаженні дослідного зразка 1 з найбільшим вмістом соєвого борошна становлять 21,2%, що на 3,8% більше, ніж у контролі. Отримані дані узгоджуються із дослідженнями вологоутримуючої здатності модельних композицій із фукусами.

Таким чином, заміна понад 80% хліба на соєве борошно ЕСО недоцільна, оскільки погіршуються функціонально-технологічні показники системи та, відповідно, органолептичні властивості готових виробів.

Дослідження реологічних властивостей модельних композицій із фукусами показали, що соєве борошно ЕСО збільшує ГНЗ, тоді як фукуси, гідратовані у співвідношенні 1:3, навпаки, її підвищують (табл. 4.21). При заміні 80 та 70% хліба ГНЗ котлетної маси наближається до її значення у контролі, яке становить 416 Па. Додавання соєвого борошна збільшує адгезійну здатність котлетної маси, на відміну від фукусів, протилежно спрямована дія

добавок компенсується у дослідному зразку із заміною 90% хліба на соєве борошно, адгезійна здатність якого наближається до значення у контролі (2889 Па).

Таблиця 4.21

Розрахунок комплексних показників якості модельних харчових композицій м'ясних січених виробів

Показник	Коефіцієнт вагомості	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5	Дослід 6
Абсолютні показники								
Органолептична оцінка, бали	50	8,7	4,8	6,4	7,7	8,4	8,6	8,7
Вміст білка, %	5	14,0	16,3	15,7	15,4	15,0	14,7	14,4
Показник зіставної надлишковості, г на 100 г білка	5	4,6	5,6	5,3	5,1	4,9	4,6	4,4
Залізо, мг	5	3,1	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6
Йод, мкг	5	1,9	48,5	47,5	47,2	46,9	46,6	46,4
Селен, мкг	5	0,5	9,8	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2
Фолієва кислота, мкг	5	7,6	34,3	31,8	29,3	26,8	24,3	21,8
Вітамін Е, мг	5	2,7	4,4	4,1	4,0	3,8	3,6	3,4
Відносна ВУЗ, %	5	69,0	66,9	67,4	67,9	68,2	69,2	70,1
Стійкість, %	5	77,1	75,2	75,6	76,0	76,3	77,1	77,7
ГНЗ готових виробів, Па	5	2832,7	3654,3	3318,4	3318,4	3167,6	3026,8	2772,1
Сума	100							
Відносні показники								
Органолептична оцінка	50	1,00	0,55	0,74	0,89	0,96	0,99	1,00
Вміст білка	5	1,00	1,17	1,12	1,10	1,08	1,05	1,03
Показник зіставної надлишковості	5	1,00	0,83	0,86	0,90	0,95	1,00	1,06
Залізо	5	1,00	1,34	1,28	1,24	1,21	1,17	1,14
Йод	5	1,00	25,64	25,08	24,94	24,77	24,64	24,51
Селен	5	1,00	17,90	17,43	17,25	17,05	16,88	16,71
Фолієва к-та	5	1,00	4,55	4,21	3,88	3,55	3,21	2,88
Вітамін Е	5	1,00	1,64	1,54	1,48	1,41	1,35	1,28
Відносна ВУЗ	5	1,00	0,97	0,98	0,98	0,99	1,00	0,98

Продовження табл. 4.21

Показник	Коефіцієнт вагомості	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5	Дослід 6
Стійкість	5	1,00	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,01
ГНЗ	5	1,00	0,71	0,83	0,83	0,88	0,93	0,98
Комплексний показник якості								
Органолептична оцінка	50	50,0	27,6	36,9	44,3	48,1	49,5	49,8
Вміст білка	5	5,0	5,8	5,6	5,5	5,4	5,3	5,1
Показник з'явності надлишковості	5	5,0	4,1	4,3	4,5	4,8	5,0	5,3
Залізо	5	5,0	6,7	6,4	6,2	6,0	5,9	5,7
Йод	5	5,0	128,2	125,4	124,7	123,9	123,2	122,5
Селен	5	5,0	89,5	87,1	86,2	85,3	84,4	83,5
Фолієва кислота	5	5,0	22,7	21,1	19,4	17,7	16,1	14,4
Вітамін Е	5	5,0	8,2	7,7	7,4	7,1	6,7	6,4
Відносна ВУЗ	5	5,0	4,8	4,9	4,9	4,9	5,0	4,9
Стійкість	5	5,0	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0
ГНЗ	5	5,0	3,5	4,1	4,1	4,4	4,7	4,9
Сума	100	100,0	306,2	308,4	312,3	312,5	310,7	307,7

Після теплової обробки (смаження) напівфабрикатів модельних композицій із фукусами залежність ГНЗ набуває протилежного характеру: зі збільшенням вмісту соєвого борошна ЕСО її значення збільшується. Слід зазначити, що у дослідях із заміною хліба від 60 до 100% ГНЗ перевищує значення у готовому контрольному зразку (2833 Па), а при заміні 50% – знаходиться на рівні контролю.

Виявлена різниця у структурно-механічних властивостях контрольних та дослідних зразків узгоджується з результатами органолептичної оцінки готових виробів та вологоутримуючої здатності котлетної маси. Згідно з одержаними даними зі зменшення кількості соєвого борошна у напівфабрикатах підвищується вологоутримуюча здатність і, відповідно, поліпшується консистенція та соковитість виробів. Узагальнюючи дані, можна зробити

висновок, що стосовно консистенції готових м'ясних виробів, раціональні межі заміни хліба становлять 50-80%.

Таблиця 4.22

Хімічний склад готових виробів з модельних композицій котлет (на 100 г)

Показник	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5	Дослід 6
Вода, г	60,9	60,0	60,7	60,7	60,7	60,6	60,6
Білки, г	14,0	16,3	15,7	15,4	15,0	14,7	14,4
Жири, г	11,2	14,4	14,0	13,8	13,5	13,3	13,1
Вуглеводи, г	11,6	6,4	6,9	7,5	8,1	8,7	9,3
Зола, г	2,3	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6
Залізо, мг	3,1	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6
Йод, мкг	1,9	48,5	47,5	47,2	46,9	46,6	46,4
Селен, мкг	0,5	9,8	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2
Фолієва кислота, мкг	7,6	34,3	31,8	29,3	26,8	24,3	21,8
Вітамін Е, мг	2,7	4,4	4,1	4,0	3,8	3,6	3,4

За результатами дослідження хімічного складу готових виробів (табл. 4.22), виготовлених із модельних композицій із фукусами, слід відзначити збільшення вмісту білків на 0,4–3,2%, йоду – до 46,4–48,5 мкг, селену – до 9,2–9,8 мкг/100г, фолієвої кислоти – 2,8–5,0 раза, вітаміну Е – на 30–60% порівняно з контролем. Максимальна кількість вищенаведених речовин визначена у досліді 1 із 100%-ю заміною хліба на соєве борошно ЕСО, при збільшенні вмісту хліба їхній вміст відповідно знижується.

Аналіз амінокислотного складу білків (табл. 4.23) свідчить, що білки готових м'ясних виробів із фукусами повноцінні, що вказує на їхню високу біологічну цінність.

Раціональне співвідношення хліба та соєвого борошна ЕСО визначали на основі узагальненої оцінки якості модельних композицій із фукусами.

**Вміст незамінних амінокислот, г на 100 г білків готових виробів з
модельних композицій із фукусами**

Показник	Ідеальний білок	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5	Дослід 6
Валін	5,0	5,47	5,65	5,64	5,62	5,60	5,58	5,57
Ізолейцин	4,0	4,19	4,43	4,41	4,39	4,37	4,34	4,32
Лейцин	7,0	7,90	7,85	7,86	7,86	7,86	7,87	7,87
Лізин	5,5	7,99	7,87	7,88	7,88	7,89	7,89	7,90
Метіонін+ цистин	3,5	3,83	3,58	3,60	3,62	3,64	3,66	3,68
Треонін	4,0	4,19	4,23	4,23	4,23	4,22	4,22	4,21
Триптофан	1,0	1,13	1,16	1,16	1,16	1,15	1,15	1,15
Фенілаланін+ тирозин	6,0	7,81	7,75	7,76	7,76	7,77	7,77	7,78
Разом НАК	36,0	42,50	42,55	42,53	42,52	42,51	42,49	42,48
Коефіцієнт углігарності амінокислотного складу	1,00	0,89	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89
Показник зіставної надлишковості	0	4,62	5,58	5,34	5,11	4,86	4,61	4,36

Розрахунок комплексного показника якості проводили за такими групами властивостей: органолептичні показники, поживна цінність (вміст білків, заліза, йоду, селену, фолієвої кислоти, вітаміну Е), функціонально-технологічні властивості (стійкість, ГНЗ). За результатами розрахунку (табл. 4.22) всі дослідні зразки мають вищу узагальнену оцінку якості порівняно з контролем.

За допомогою комп'ютерної обробки даних (рис. 4.25) отримано таке рівняння регресії, яке описує однофакторний простір досліджуваної залежності оцінки якості модельних композицій від кількості заміни хліба:

$$Y_{(x)} = -0,0082x^2 + 1,2366x + 266,3060.$$

Звідси знаходимо точку екстремуму цієї функції:

$$Y_{(x)} = -2 \cdot 0,0082x + 1,2366; 0,0164x = 1,2366; Y_{k(max)} = 75,4.$$

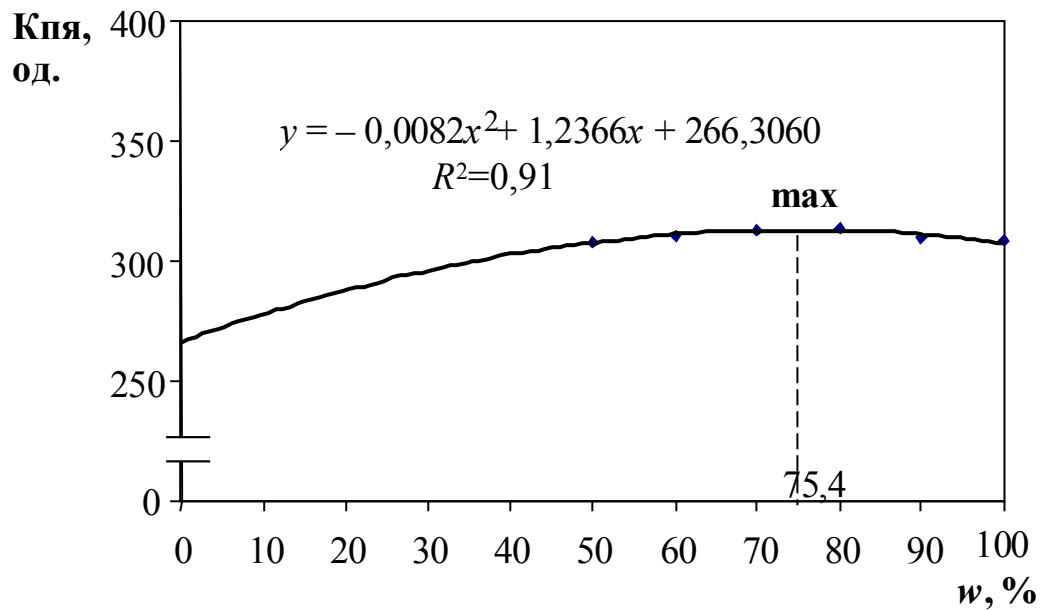


Рисунок 4.25 – Комплексний показник якості (Кпя) модельних харчових композицій залежно від заміни кількості хліба (w)

Отже, раціональною є заміна 75,4% хліба на соєве борошно, що забезпечить високу поживну цінність виробів із достатньо хорошими органолептичними, фізико-хімічними та структурно-механічними показниками.

4.2.5. Технологія м'ясних січених кулінарних виробів функціонального призначення з використанням фукусів

На основі проведених досліджень визначено раціональне співвідношення компонентів у складі м'ясних січених виробів із фукусами та створено проект рецептури. Після відпрацювань технологій у виробничих умовах визначено величини виробничих і теплових втрат, виходу напівфабрикату і готової продукції. За результатами досліджень встановлено, що тривалість теплової обробки дослідних зразків за однакових температурних режимів не відрізняються від контролю. З урахуванням проведених досліджень розроблено технологію виробництва м'ясних кулінарних виробів із фукусами (рис. 4.26).

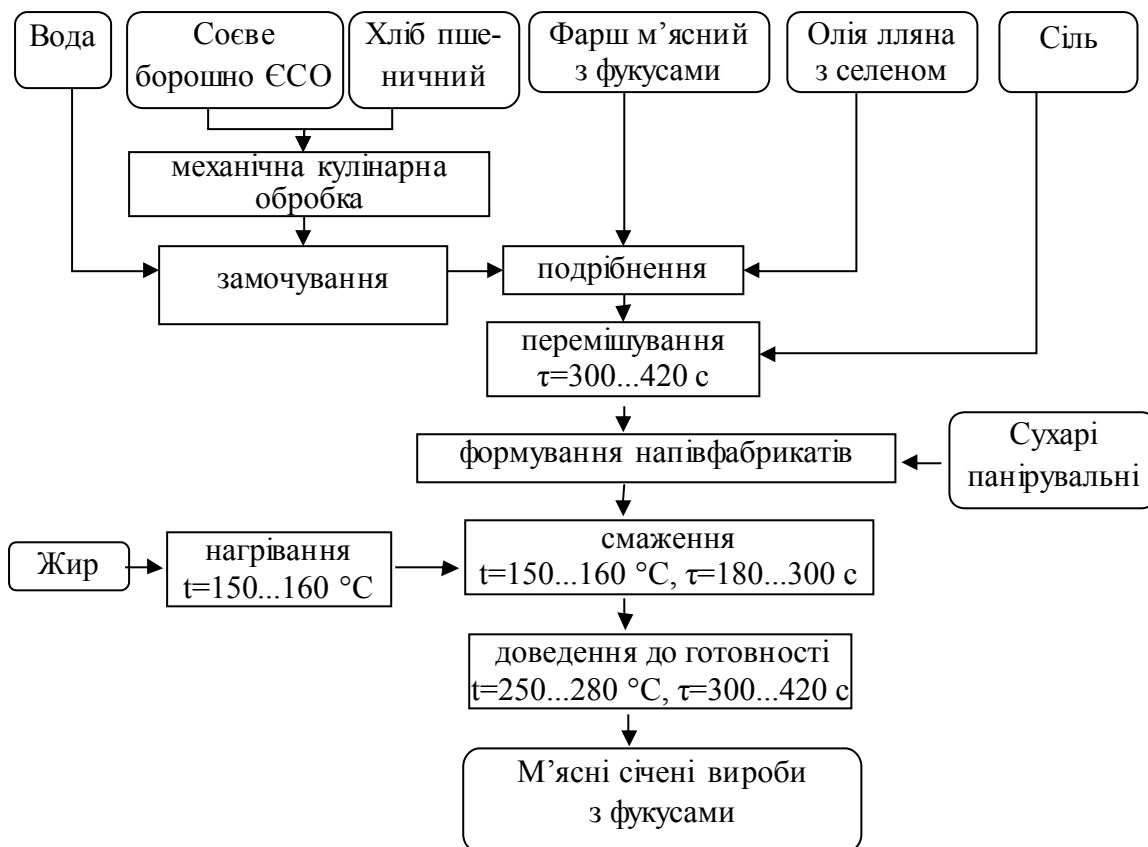


Рисунок 4.26 – Технологічна схема виробництва м'ясних січених виробів функціонального призначення

Технологія виготовлення м'ясних січених виробів, яка відпрацьована у лабораторних та виробничих умовах, передбачає такі етапи: підготовку сировини, приготування фаршу, формування напівфабрикату, панірування, смаження, контроль якості, відпуск.

Соєве борошно попередньо просіюють крізь сито для вилучення грудочок і сторонніх домішок. Хліб білий пшеничний, нарізаний шматками, замочують у воді. Сіль використовують у сухому вигляді з попереднім просіюванням або у вигляді розчину після його фільтрування.

До фаршу з фукусами додають замочені у воді хліб та соєве борошно ЄСО, лляну олію з селеном, подрібнюють удруге на м'ясорубці з діаметром отворів 2–3 мм, перемішують упродовж 300–420 с до утворення однорідної

маси. Температура котлетної маси після приготування не повинна перевищувати 8–12 °С.

Із котлетної маси формують вироби (котлети, биточки, шніцелі), панірують у сухарях. Сформовані напівфабрикати відразу піддають тепловій обробці або охолоджують до досягнення температури 4°С.

М'ясні січені напівфабрикати рекомендується смажити безпосередньо перед відпуском. Напівфабрикати викладають на сковороду з жиром, нагрітим до температури 150–160 °С, і обсмажують 180–300 с із обох боків до утворення підсмаженої скоринки, потім доводять до готовності у жарильній шафі при температурі 250–280°С протягом 300–420 с. Температура у центрі готових виробів повинна бути не нижчою за 90°С.

Розроблена технологія м'ясних кулінарних виробів з біостаром і соєвим борошном ЕСО. На основі вивчення технологічних властивостей соєвого борошна ЕСО розроблена технологія м'ясних кулінарних виробів: біостар і соєве борошно ЕСО гідратують, замішують з водою у співвідношенні 1:12 при $t=95-98^{\circ}\text{C}$, $\tau=300$ с отриману пасту додавали під час перемішування фаршу, для рівномірного розподілення.

4.3. Страви з овочів. Йодовмісні пасти

Для профілактики захворювань, обумовлених дефіцитом йоду, перспективним є збагачення дефіцитними сполуками йоду комбінованих харчових продуктів внаслідок комплексного використання дієтичних добавок, харчової сировини і функціональних інгредієнтів, в яких йод знаходиться у хімічно зв'язаному з органічними сполуками стані. Відомо, що на відміну від неорганічного, йод органічних сполук краще засвоюється, а його надлишки – легко евакуюються з організму без утворення токсичних ефектів (дифузного токсичного зобу). При цьому організм засвоює лише ту кількість йоду, яка йому необхідна [16].

Комбіновані харчові продукти, збагачені цінними в біологічному аспекті харчовими компонентами, необхідно розробляти і активно впроваджувати в ресторанне господарство, що допоможе не тільки задовольнити зростаючий споживчий попит на якісні, різноманітні і смакові харчові продукти, але й вирішити задачу економії продовольчих ресурсів та раціонального харчування населення. [89, 161].

У зв'язку з недостатнім споживанням людиною тих чи інших харчових речовин виникла гостра необхідність у створенні комбінованих продуктів харчування складного рецептурного складу [86].

Створення комбінованих продуктів харчування – актуальне завдання сучасного етапу розвитку харчової промисловості у вирішенні якого важливу роль відіграють дослідження, спрямовані на подальше впровадження прогресивних способів виробництва комбінованих продуктів харчування, вдосконалення та інтенсифікацію технологічних процесів, підвищення ефективності виробництва та поліпшення якості продукції, що випускається [86, 96].

Перспективним напрямком комбінування компонентів полягає у поєднанні тваринної і рослинної сировини, що дозволяє створювати біологічно активні харчові продукти з метою регулювання білкового, амінокислотного, ліпідного, жирнокислотного, вуглеводного, мінерального і вітамінного складу кінцевого продукту. Саме рослинно-молочні системи найбільш повно відповідають формулі збалансованого харчування [85, 121].

Виробництво комбінованих продуктів харчування зараз здійснюється за такими напрямками та принципами: [86, 96]

- відповідність раціонально збалансованому рецептурному складу;
- відповідність збалансованості амінокислотного складу білоквмісних інгредієнтів статистично обґрунтованому еталону;
- можливість цілеспрямовано змінювати жирнокислотний склад внесенням додаткових жировміщуючих інгредієнтів;

– максимальне наближення до заданого співвідношення між насиченими, мононенасиченими і поліненасиченими жирними кислотами в будь-якому наборі жировмісних інгредієнтів;

– урахування складу страв і продуктів, що споживаються одночасно з проєктованим;

– склад багатокомпонентного продукту в одноразовому та добовому раціонах повинен бути збалансованим за енергетичною цінністю, співвідношенням есенціальних нутрієнтів.

Принципові положення сучасної теорії створення комбінованих продуктів розроблялись багатьма дослідниками: М.М. Ліпатовим (ст.), М.М. Ліпатовим (мол.), І.А. Роговим, В.А. Тутельяном, А.Г. Храмцовим, D. Potter та іншими науковцями. Цій проблемі також присвячені широкі дискусії і докладні літературні огляди [55, 89, 98-99, 137].

Зокрема, в Кемеровському технологічному інституті харчової промисловості широко ведуться дослідження по створенню комбінованих продуктів харчування, які відповідають як сучасним медико-біологічним вимогам, так і сформованим традиціям і звичкам населення. В останні роки дослідниками цього інституту було розроблено комбіновані харчові продукти з використанням місцевої рослинної сировини, що сприяє значній економії витрат дорогих продовольчих ресурсів з аналогічною або близькими за значенням основними фізико-хімічними властивостями, зниженню витрат з доставки сировини на виробництво [137].

Підсумовуючи вище сказане можна стверджувати, що комбіновані харчові продукти повинні відповідати наступним вимогам: підвищена біологічна цінність і збалансованість компонентного складу, технологічність, доступність і дешевизна сировини при їх виробленні, стійкість при зберіганні.

При розробленні комбінованих продуктів значна роль відводиться медико-біологічним аспектам та особливостям впливу нових видів продуктів харчування на організм людини. Кількісний вміст рецептурних компонентів

комбінованих продуктів необхідно визначати з урахуванням еквівалентності біологічної цінності заміної сировини. Готові продукти повинні задовольняти медико-гігієнічним вимогам до продуктів харчування [55].

Сировина, що використовується для отримання комбінованих продуктів, зокрема рослинних з йодовмісною сировиною, повинна балансувати всі або окремі компоненти рослинної та йодовмісної сировини у відповідності з теорією збалансованого харчування, гарантувати гігієнічну безпеку одержуваного продукту, не надавати продуктам сторонніх смаків і запахів, забезпечувати отримання продукту з високими органолептичними показниками, збагачувати продукт біологічно активними речовинами [117].

У зв'язку з вищевикладеним, актуальним є пошук нових напрямків і підходів до удосконалення традиційних та створення принципово нових технологій комбінованих рослинних продуктів з йодовмісною сировиною на основі рослинно-молочних систем, які забезпечать збереження природних властивостей сировини і дозволять підвищити якість готових продуктів, їх засвоюваність тощо.

Слід також врахувати, що рослинні білки засвоюються організмом гірше, ніж тваринні: білки бринзи овечої – на 96%, білки овочів – на 80%. Але комбінація рослинних білків з тваринними може компенсувати цей недолік [175]. Отже, одним із сучасних напрямків створення комбінованих харчових продуктів є сумісне використання йодовмісної, рослинної та білково-тваринної сировини.

Плодоовочева сировина має багато напрямів використання в харчовій промисловості. Одним з головних напрямків розвитку плодоовочевої промисловості вважається комбінування сировини рослинного походження з сировиною тваринного (з молочними продуктами) [19].

Малюк Л.П. сформулювала основні тенденції та виділила декілька основних напрямків формування асортименту кулінарної продукції з рослинної та молочної сировини. Перший полягає в комбінуванні рослинної та тваринної

сировини, шляхом додавання до сировини рослинного походження молока або молочних продуктів або додавання до них корисних молочних інгредієнтів. Сутність другого напрямку полягає в заміні рослинної сировини на компонент нерослинного походження. Його автор назвала модифікуванням. Наступний напрямок полягає в збагаченні рослинних продуктів смаковими і ароматичними мікрокомпонентами і вітамінами [20].

Відомо, що найбільш метаболічно-активною є білок-зв'язана форма йоду, саме у такому вигляді він міститься у більшості продуктів харчування. Це забезпечується завдяки взаємодії йоду з амінокислотою тирозин та утворенню йодтирозинового стійкого комплексу. Утворення стійкого йодобілкового комплексу може відбуватися за рахунок взаємодії йоду та тирозину – циклічної амінокислоти, та, таким чином, переводить його з мінерального до біоорганічного стану. Така форма йоду не викликає гіпертиреозів та відповідних патологічних станів, а надлишок йоду виводиться через видільну систему організму людини. Це пояснює доцільність використання тирозинвмісних інгредієнтів у складі полікомпонентних харчових композицій - паст з йодовмісною сировиною [3].

Слід також зазначити, що рослинні білки в поєднанні з тваринними створюють активні в біологічному відношенні амінокислотні комплекси, що забезпечують фізіологічну повноцінність і високу засвоюваність амінокислот [143], а використання пектиновмісної рослинної сировини здатне надавати рослинно-молочній системі нових властивостей стабілізуючого характеру.

Отже можливість регулювати хімічний склад йодовмісної кулінарної продукції за допомогою овочевої та молочної сировини дозволяє розширити асортимент йодовмісної продукції. У зв'язку з цим, виробництво комбінованих йодовмісних продуктів на натуральній рослинній основі з використанням молочної продукції, що здатне запобігти дефіциту життєво-необхідних харчових речовин, одержати продукцію із заданими функціональними властивостями, набуває сьогодні особливої актуальності.

4.3.1. Йодвмісна кулінарна продукція

Комбінації інгредієнтів, що входять до складу харчового продукту повинні здійснюватися з урахуванням їх сумісності між собою, а також з іншими інгредієнтами, виключати погіршення органолептичних властивостей або ймовірність небажаних взаємодій, що здатні перешкоджати проявам біологічної, фізіологічної активності або біозасвоюваності введених інгредієнтів [32].

Разом із цим, виходячи із концепції оздоровчого харчування збагаченню мають піддаватися продукти масового споживання. В даний час як в Україні, так і за кордоном зберігається стабільна тенденція до збільшення виробництва харчових продуктів пастоподібної консистенції на основі овочів, які можуть споживатись як окрема страва (закусочні пасти) або використовуватись у складі начинок або фаршів для кулінарних виробів [56].

Відомо, що рослинна сировина збагачує йодовмісну кулінарну продукцію клітковиною і пектином, які сприяють виведенню солей важких металів з організму людини. Крім того, продукти переробки овочів та фруктів можуть виступати як структуроутворювачі за рахунок речовин, що входять до їх складу, наприклад, пектину [145].

На кафедрі “Технології зберігання, консервування та переробки плодів та овочів” ХДУХТ під керівництвом д-ра техн. наук, професора Р.Ю. Павлюк було розроблено нову технологію отримання кріоподрібнених рослинних паст із плодів та овочів, що мають підвищений вміст вітамінів, мінеральних, пектинових речовин і нерозчинних харчових волокон. В цих пастах значна кількість БАР (наприклад, аскорбінова кислота, антоціани, каротиноїди та інші) переходять із зв’язаного з біополімерами стану у вільний, а біополімери, що містяться в сировині, в значній кількості (від 40 до 60%) руйнуються до низькомолекулярних складових (амінокислот, моноцукрів, галактуронової кислоти та ін.) [27].

Малюк Л.П. запропонувала технологію отримання овочево-сиркових паст на основі білих коренеплодів (петрушки, пастернаку, селери) підвищеної

біологічної цінності, що забезпечить збагачення раціону людини на продукти збалансовані за вмістом білка, жиру та вуглеводів, з низькою енергетичною цінністю та холестеринзнижуючим ефектом. Нові пасти мають холестеринзнижуючу дію за рахунок високого вмісту біологічно активних фітостеролів [20].

Дубініною А.А. розроблено технологію паст із гарбуза та моркви “Морквяно-гарбузовий медок”. Розроблено спосіб технологічної обробки, який дозволяє значно зменшити вміст токсичних речовин у гарбузі та моркві. Методом математичного моделювання визначені та експериментально підтверджені раціональні склади рецептурних компонентів паст із гарбуза та моркви, що забезпечують високі органолептичні показники та хімічний склад, який відповідає вимогам нутріціології [6].

Розроблено технологію пасти гарбузової, що містить лимоновмісний продукт та додатково містить чорнослив. Дослідження хімічного складу продукту свідчить про вміст значної кількості аскорбінової кислоти, пектинів, а також β - каротинів. Завдяки цьому, паста гарбузова з чорносливом має не тільки високі харчові, а також лікувально-профілактичні властивості [29].

Розроблено технологію приготування “Овочевої пасти функціонального призначення”, яка містить моркву, оливкову олію, селеру, топінамбур в ферментованому вигляді та йодовану сіль. Топінамбур збагачує пасту інсуліном, що дає змогу включати його в раціон людям хворим на цукровий діабет. Селера покращує обмін речовин, запобігає накопиченню жирів та благодійно сприяє на імунну систему організму людини [30].

Однак йодована сіль має ряд недоліків. Перш за все, вона не підлягає тривалому зберіганню, а при високій вологості сполуки йоду швидко розкладаються. Ця сіль руйнується при термічній обробці їжі, її добавка в процесі уварювання неефективна. За допомогою йодованої солі неможливо дозувати надходження йоду в організм. Крім того, використання її небажано людям, що мають протипоказання до прийому солі.

З огляду на вищевикладене, можна зробити висновок, що створено низку натуральних плодоовочевих продуктів, серед яких фруктові та овочеві пасти, які використовують як наповнювачі, згущувачі, як окремі страви (закусочні пасти) у різних галузях харчової промисловості. Але відсутні вітчизняні та зарубіжні дослідження щодо розробки пастоподібної комбінованої продукції із сумісним використанням йодовмісної, овочевої та молочної сировини.

Виходячи з цього та з урахуванням наявності певного ступеня йододефіциту у харчуванні населення України доцільним є проектування комбінованих харчових композицій пастоподібної консистенції з йодовмісною сировиною на основі овочевої та з додаванням молочної сировини, які, залежно від виду кулінарного використання, можуть бути віднесені до різних груп кулінарної продукції і використовуватись в якості об'єктів збагачення біоорганічними сполуками йоду та біологічно активними речовинами, що сприяють засвоєнню і найбільш ефективному виявленню біологічної дії йоду в організмі людини.

З вище наведених даних випливає, що створення прогресивних технологій приготування пастоподібних мас вимагає чіткого поняття "паст". Проте в літературі немає однозначного наукового визначення цього поняття; його зазвичай вживають відповідно до тлумаченням, яке дано в словниках української мови :

Паста – однорідна суміш, яку використовують як начинку і фарші.

При цьому поняття "фарш" і "начинка" також не має чіткого визначення в літературі:

"Начинка" – те, що кладеться всередину пирога, цукерок і т. п.;

"Фарш" – м'ясна чи інша рублена начинка для страви. Однак такі визначення не володіють чітким технологічним змістом. Тому нами пропонуються формулювання зазначених понять, засновані на консистенції фаршевих мас, а саме: "фарш" - гетерогенна (подрібнена, рублена) харчова маса з шматочками продуктів, м'яка, в'язка, густа, що не розтікається при викладанні

на рівну поверхню;

"Начинка" - відносно гомогенна (дрібно дисперсна), пастоподібна маса, м'яка, в'язка, текуча.

Початковою сировиною для начинок може служити пюре або протерті овочі і плоди. При цьому під "пюре" слід розуміти гомогенізовані маси, що виробляються з плодів і овочів, з вмістом сухих речовин 7 – 13%. Основою для фаршів служать різні види свіжої і консервованої сировини, попередньо обробленої, причому методи обробки залежать від видових особливостей сировини.

Таким чином, під рослинним "фаршем" в технології слід розуміти подрібнені овочі або плоди з введеними технологічними і харчовими добавками.

Виходячи з наведеної системи понять, найбільш повна, на нашу думку, класифікація пастоподібних мас по виду сировини і ступеню подрібнення компонентів наведена в роботі Малюк Л.П. [20]. В рамках цієї класифікації пастоподібних мас можна віднести до 9 груп, перерахованих в табл. 4.24.

Згідно наведеної класифікації, особливу групу паст, яка забезпечує можливість поєднання різних видів сировини з певними функціонально-технологічними властивостями, складають комбіновані паста. Їх рецептурний склад піддається регулюванню, що дозволяє створювати харчові продукти, які відповідають традиційним вимогам до споживних властивостей і сучасним вимогам науки про харчування.

Отже, перспективним напрямком у створенні якісно нових продуктів харчування є комбінування йодовмісної сировини з рослинною та молочною сировиною, що забезпечує потенційну можливість взаємного збагачення отриманих продуктів есенціальними інгредієнтами з вмістом синергістів йоду, що дозволяє покращити його засвоюваність організмом, підвищити їх харчову і біологічну цінність, а також регулювати склад отриманих продуктів у відповідності з основними принципами раціонального харчування.

Класифікація паст за основною сировиною

№ з/п	Групи	Вид сировини	Ступінь подрібнення
1.	Овочеві	Картопля, капуста, коренеплоди, гарбузові, десертні, цибульні, бобові	Протерті, пюреподібні
2.	Фруктові	Свіжі плоди, дикорослі ягоди, сушені і консервовані плоди	
3.	Круп'яні	Рис, гречана крупа, пшоно, саго	Протерті каші
4.	З молочних продуктів	Кислий сир, твердий сир	Протерті (сирні)
5.	Грибні	Гриби	Пасти
6.	Яечні	Яйця, яєчний порошок	
7.	З м'яса, птиці і субпродуктів	М'ясо сільськогосподарських тварин (у тому числі птиці), субпродукти	Пасти, паштети
8.	Рибні	Риба, раки, нерибні продукти моря	
9.	Комбіновані	Різні поєднання груп №1-8	Пасти

Щоб благополучно подолати йододефіцитні хвороби серед населення України, необхідно правильно обирати носій йоду, який би містив йод у термостабільній, фізіологічно доступній та легкозасвоюваній формі, та при цьому споживач одержував харчові продукти з 100% вмістом йоду та звичними органолептичними показниками. Але, як показує досвід, окремі розробки збагачення харчових продуктів на йод не вирішують проблему комплексного забезпечення ним населення країни. Найбільш перспективними на сьогоднішній день є комплексні підходи до вирішення питання дефіциту мікроелементів, тобто створення комбінованих продуктів харчування, збагачених не тільки йодом, але і комплексом його синергістів та інших нутрієнтів для профілактики патології ендокринної, кровотворної та імунної систем [16, 28, 92]. У зв'язку з цим, підвищується актуальність розроблення комплексної харчової продукції, у якій одночасно знаходяться йод та його синергісти.

Як зазначено вище, у технології комбінованих паст доцільно застосовувати

йодовмісну сировину, в якій йод знаходиться в органічно-зв'язаному стані, тому значним резервом і цінною сировиною є гідробіонти [17, 27].

Гідробіонти — морські організми, постійно живуть у водному середовищі. Гідробіонти є повноцінними та стратегічно важливими продуктами харчування. Завдяки високому природному вмісту незамінних амінокислот, мінеральних елементів, вітамінів. Гідробіонти характеризуються високим вмістом йоду, споживними властивостями та мають лікувально-профілактичне значення, а тому є цінними об'єктами для створення комплексних харчових продуктів з йодовмісною сировиною [16].

Вищесказане обумовлює доцільність використання гідробіонтів в технології продуктів харчування з йодовмісною сировиною.

З метою розроблення технології овочевих паст з йодовмісною сировиною досліджено основні функціонально-технологічні властивості сировинних інгредієнтів, що забезпечують заданий рівень якості даного виду продукції. За попередньо спроектованим інгредієнтним (орієнтовним) складом частка рослинної сировини (у вигляді пюре) у модельних композиціях овочевих паст становить від 36 до 58%, що визначає доцільність використання діючих технологічних інструкцій для виробництва овочевого і плодово-ягідного пюре при розробленні технології цих паст. Обґрунтування раціональної технології овочевих паст передбачатиме необхідність проведення таких етапів дослідження: розроблення раціональної технології пюре з рослинної сировини (гарбуз, буряк, морква, яблука, квасоля, шпинат), визначення раціональної концентрації порошоків гідробіонтів (тріска, сайда, креветки та краби) та інактивованих дріжджів, процесів гомогенізації рослинного пюре з білковим компонентом та раціональної технології овочевих паст заданої якості.

При розробленні раціональної технології пюре з рослинної сировини (гарбуз, буряк, морква, яблука, квасоля, шпинат) за прототип обрано відомий спосіб виробництва овочевого пюре.

Згідно із способом коренеплоди овочів заливають водою (гідромодуль 1:1) і

варять протягом $(25) \cdot 60$ с з моменту закипання води. Потім воду зливали, а коренеплоди подрібнювали протягом $(5) \cdot 60$ с.

Такий спосіб сприяє втраті значної кількості поживних нутрієнтів, так як відвар не використовують.

В основу нашої розробки поставлено задачу розробити технології овочевого пюре, що сприятиме збереженню поживних та біологічно-активних речовин в готовому продукті.

З метою запобігання значному руйнуванню вітаміну С та впливу на овочі технологічних чинників проводилась інактивація оксидаз у складі рослинної сировини шляхом теплової обробки овочів парою за температури $110 \pm 2^\circ\text{C}$ та було визначено температуру теплового оброблення – $110 \pm 2^\circ\text{C}$, та тривалість теплового оброблення – $(20-25) \cdot 60$ с для моркви та гарбуза [144] та $(10-15) \cdot 60$ с – для шпинату [17].

Таким чином, на підставі проведених досліджень визначила наступні технологічні параметри та режими одержання пюре з моркви та гарбуза: температура теплової обробки овочів – $110 \pm 2^\circ\text{C}$, тривалість теплової обробки – $(20 \dots 25) \cdot 60$ с і температура подрібнення овочів – $80 \pm 5^\circ\text{C}$.

Таким же методом, що і в роботі Назаренко А.І., ми визначали технологічні параметри та режими одержання пюре з буряку, яблук та квасолі.

Овочі інспектували, промивали, очищували, подрібнювали кубиками з розміром ребра $l = (0,8 \dots 1) \cdot 10^{-2}$ м [29] та здійснювали теплову обробку парою за температури $110 \pm 2^\circ\text{C}$ [131]. Результати дослідження впливу тривалості теплової обробки овочів на вміст в них розчинного пектину представлено на рис. 4.27 – 4.29.

Отримані дані свідчать, що максимальна кількість розчинного пектину накопичується через $(15-20) \cdot 60$ с для яблук і квасолі, та через $(25-30) \cdot 60$ с для буряку.

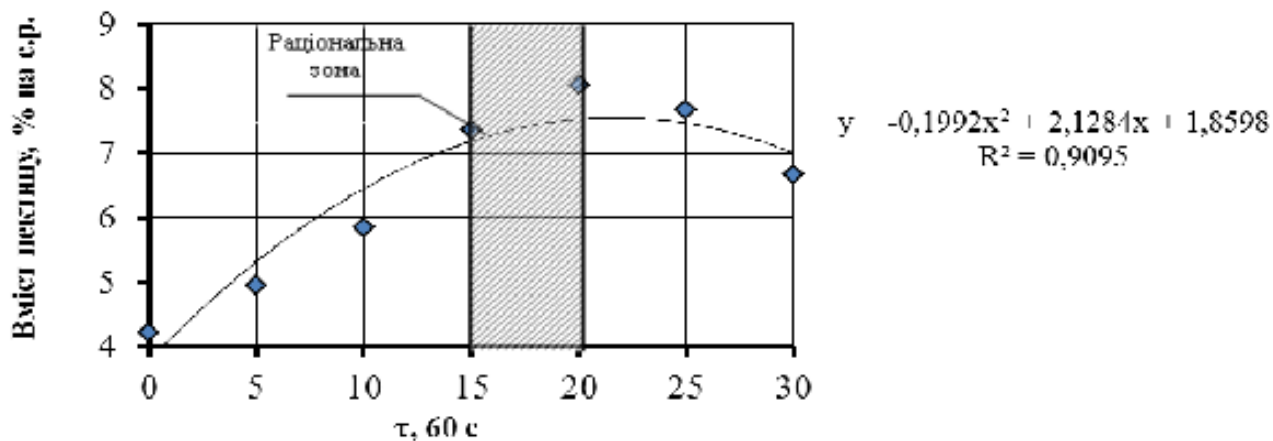


Рисунок 4. 27 – Вплив тривалості теплової обробки яблук на вміст у них розчинного пектину

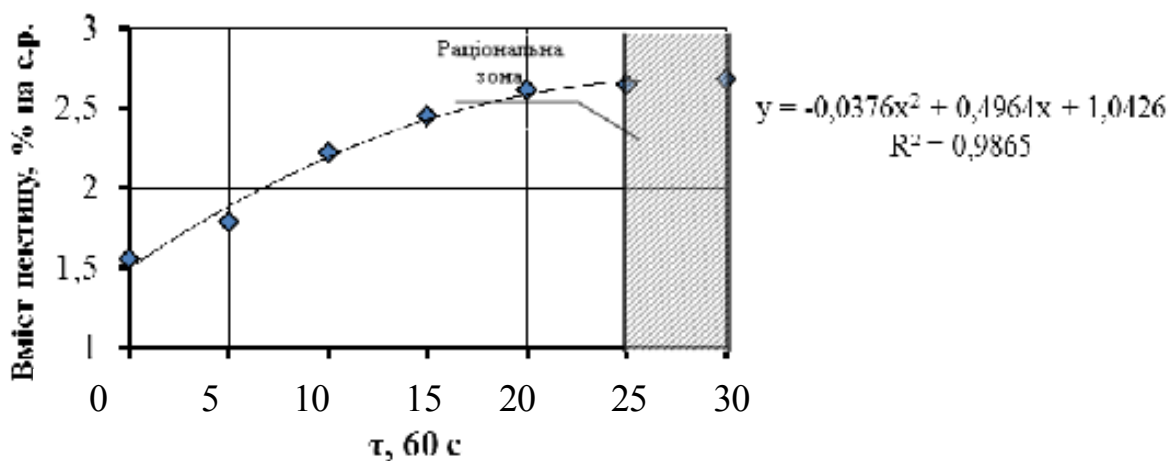


Рисунок 4. 28 – Вплив тривалості теплової обробки буряку на вміст у ньому розчинного пектину

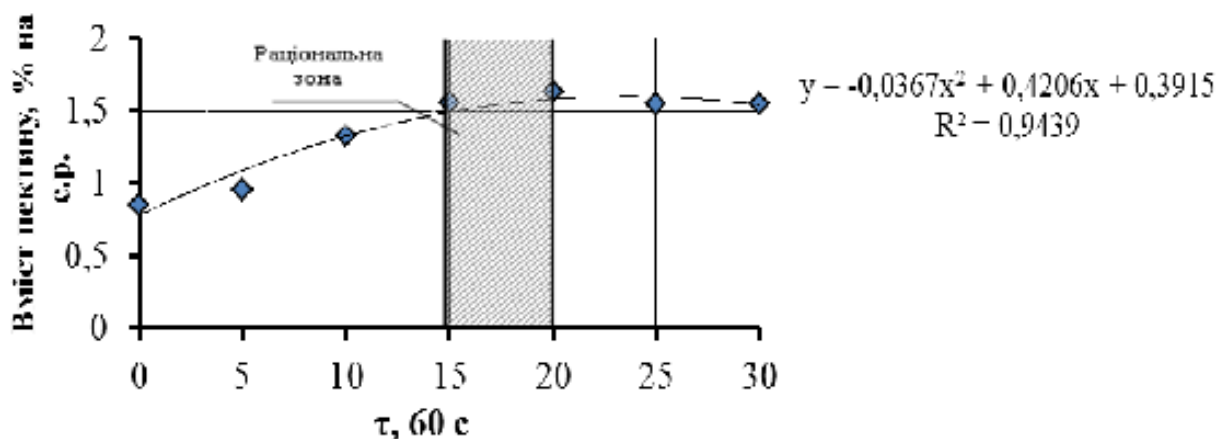


Рисунок 4. 29 – Вплив тривалості теплової обробки квасолі на вміст у ній розчинного пектину

Вміст розчинного пектину за таких умов теплової обробки складає для яблук – 8,04% на с.р. проти 4,21% на с.р. в свіжих яблук, для буряку – 2,59% на с.р. проти 1,55 % на с.р. в свіжого буряку, для квасолі – 1,63% на с.р. проти 0,85% на с.р. в свіжій квасолі. Ймовірно, що за цих умов для підвищення темпів накопичення розчинного пектину необхідні додаткові чинники.

Посилити процес накопичення розчинного пектину можна за умов подрібнення овочів після проведення теплової обробки. Відомо, що для отримання пюреподібних продуктів передбачається подрібнення овочів після бланшування на машині для тонкого подрібнення відварених овочів до розмірів $(2-8) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ з подальшою їх гомогенізацію до розмірів $(5-7) \cdot 10^{-4} \text{ м}$ та менше [144].

У технологіях пюреподібних продуктів подрібнення сировини після бланшування до розмірів $(2-8) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ з подальшою їх гомогенізацію до розмірів $(5...7) \cdot 10^{-4} \text{ м}$ та менше [144] дозволяє збільшити швидкість переходу протопектину у пектин і підвищити ступінь вилучення пектину за рахунок посилення процесу екстрагування та впливу температури [77]. Тому наступним етапом нашої роботи буде досліджень впливу температури подрібнення овочів на вміст в них розчинного пектину (рис. 4.30 – 4.32).

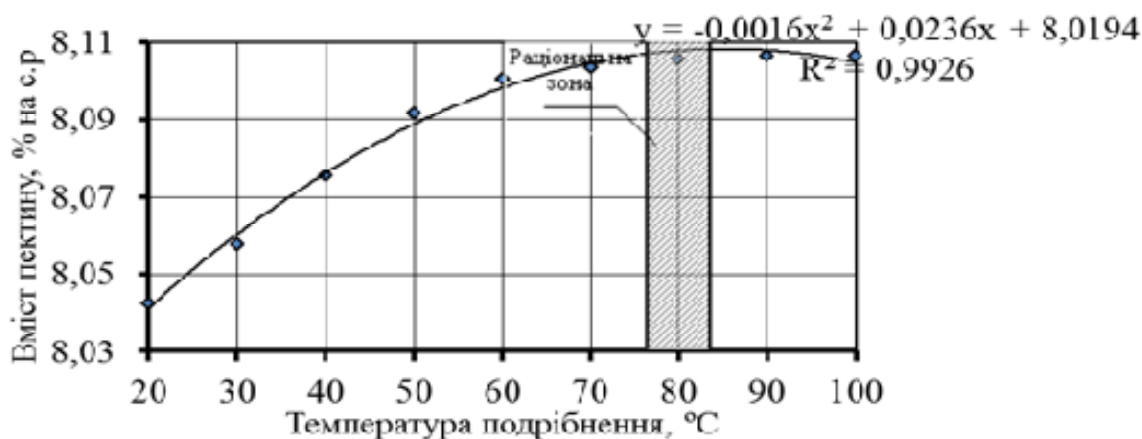


Рисунок 4.30 – Вплив температури подрібнення яблук на вміст у ній розчинного пектину

Отримані дані свідчать, що за температури $80 \pm 5^\circ\text{C}$ подрібнення овочів вміст розчинного пектину набуває максимальних значень. При такій температурі відбувається руйнування зв'язків між пектиновими речовинами та іншими речовинами клітинних стінок, а також при застосуванні більш низьких температур відбувається лише руйнування рослинних клітин в тканинах.

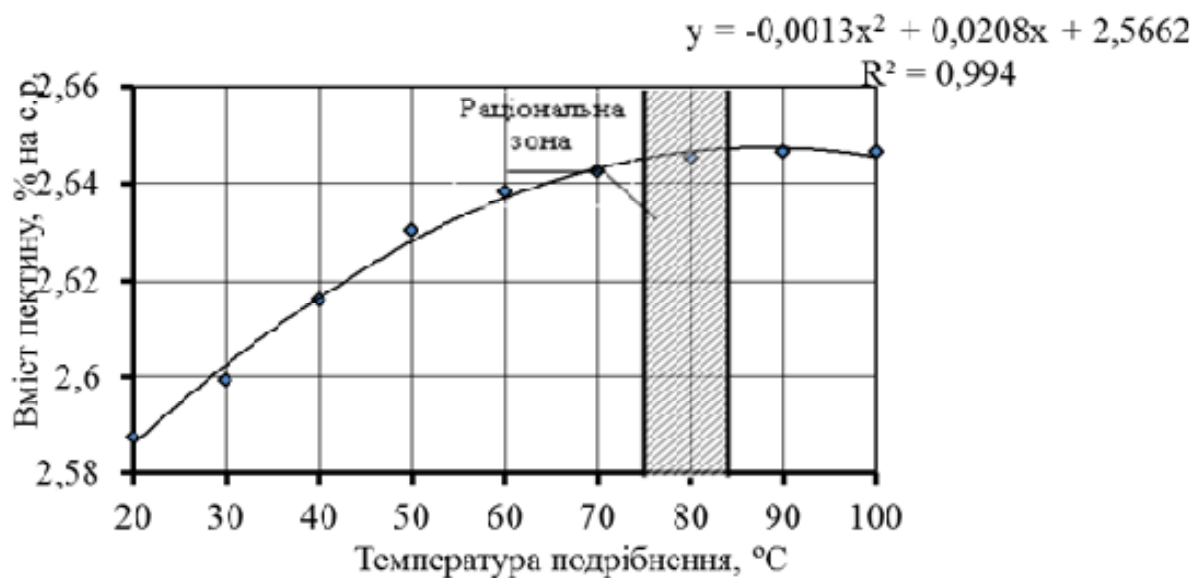


Рисунок 4.31 – Вплив температури подрібнення буряку на вміст в ньому розчинного пектину

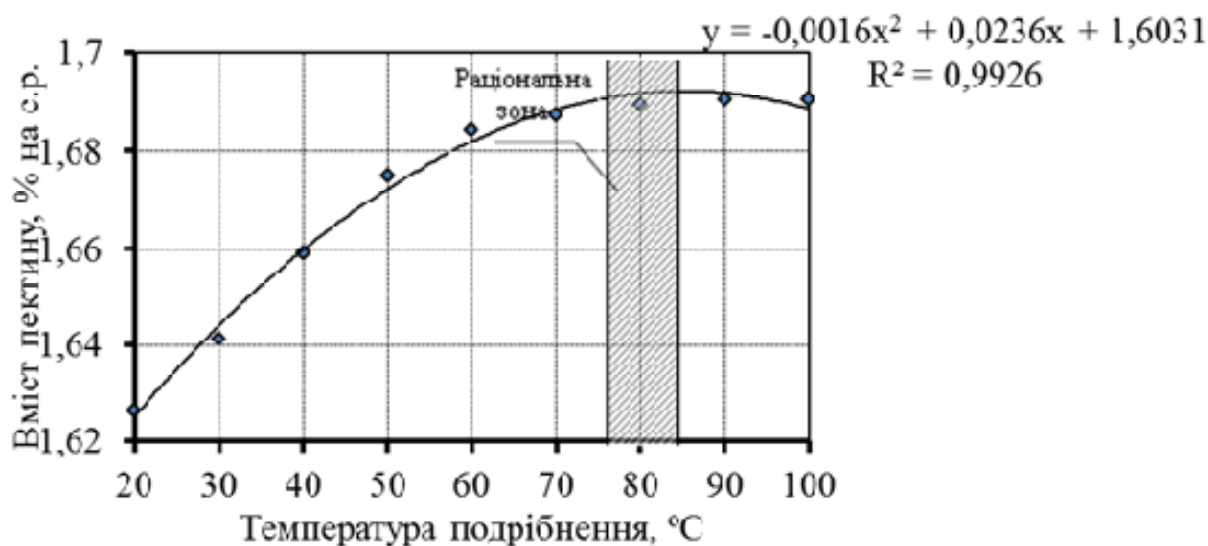


Рисунок 4.32 – Вплив температури подрібнення квасолі на вміст у ній розчинного пектину

Відомими науковцями встановлено, що шляхом вторинної термообробки подрібнених овочів можна посилити темп накопичення пектинів [9, 69, 107-108, 115]. Також встановлено, що відбувається деструкція біологічно-активних речовин пюре при температурному режимі понад 80°C, що також призводить до негативного впливу на їх харчову цінність, а за температури нижче 70°C відбувається руйнування полімерів клітинної стінки та не повною мірою проходить коагуляція білків, що обмежує проникнення гідролітичного чинника [35]. Тому, наступним етапом визначали вплив тривалості нагрівання пюре з овочів на вміст розчинного пектину за температури 70–80°C. Результати дослідження наведено на рис. 4.33 – 4.35. Отримані дані свідчать, що додаткова теплова обробка пюре з овочів призводить до підвищення вмісту розчинного пектину в них. Але, тривалість теплової обробки пюре з овочів понад 7-60 с супроводжується значним зниженням вологовмісту пюре та погіршенням органолептичних показників, зокрема викликають потемніння кольору для пюре з яблук та квасолі, та знебарвлення пюре з буряку, що ймовірно відбувається внаслідок порушення цілісності рослинних клітин.

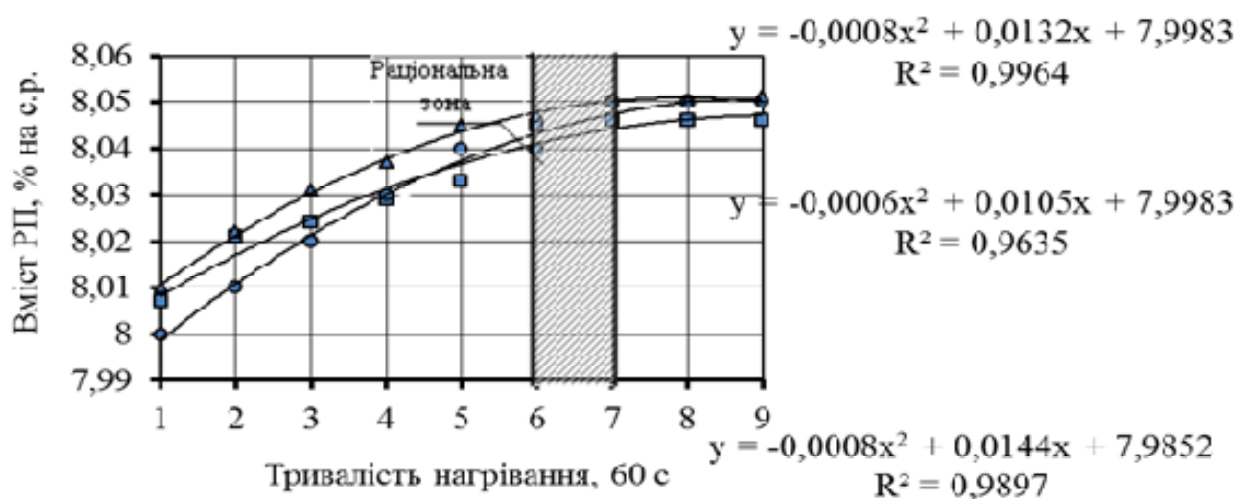


Рисунок 4.33 – Вплив температури та тривалості теплової обробки пюре яблук на вміст розчинного пектину: ● – 70°C; ■ – 75°C; ▲ – 80°C

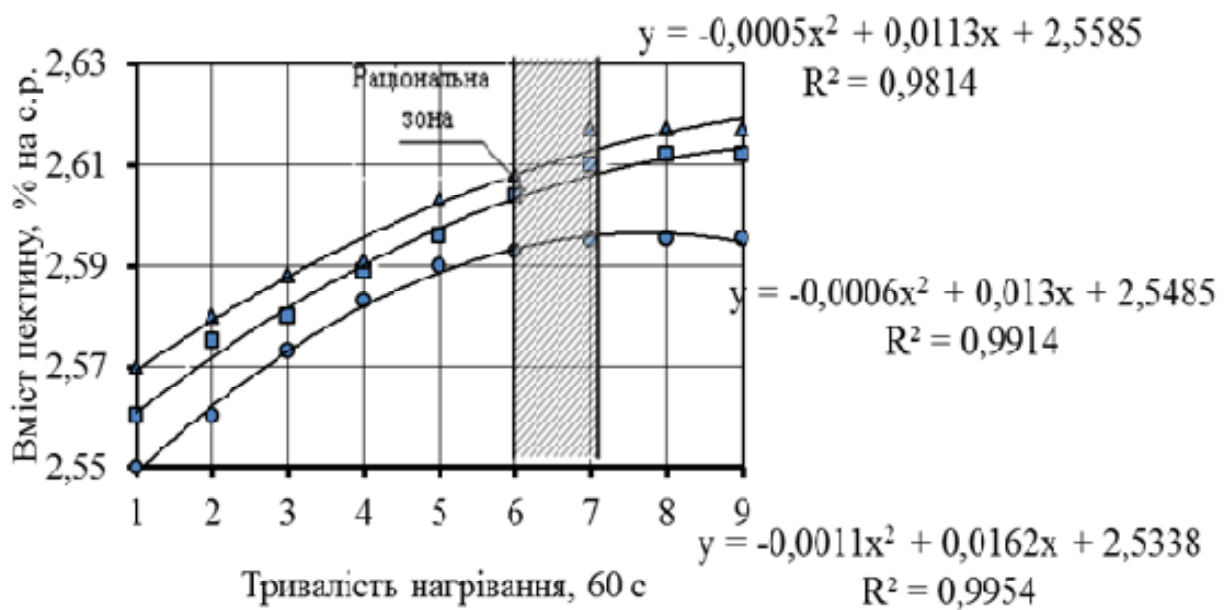


Рисунок 4.34 – Вплив температури та тривалості теплової обробки пюре буряку на вміст розчинного пектину: ● – 70°C; ■ – 75°C; ▲ – 80°C

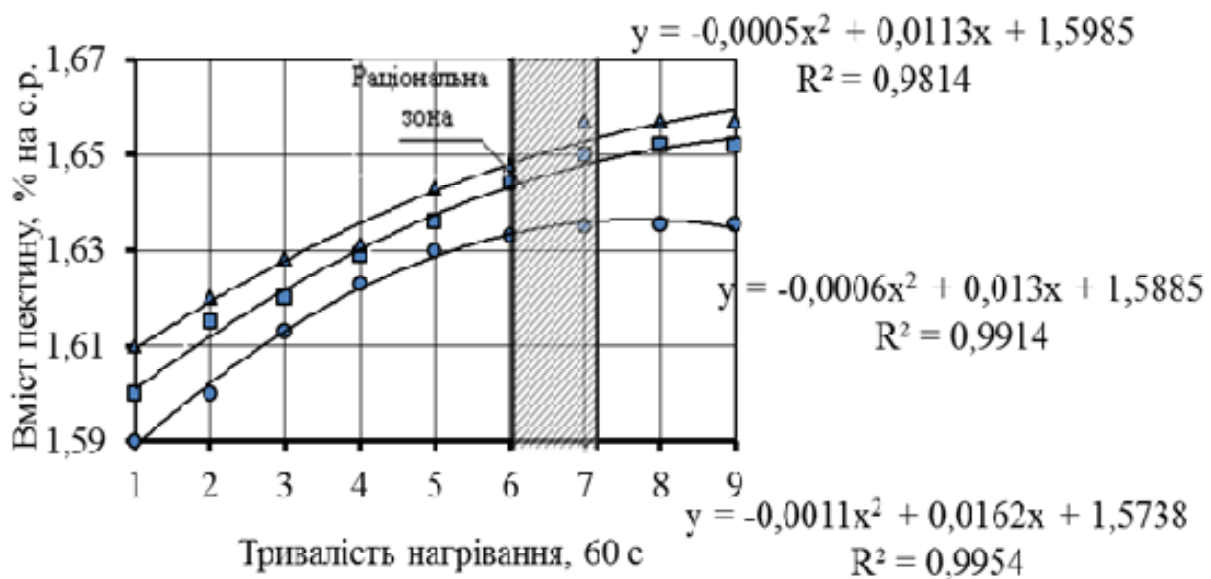


Рисунок 4.35 – Вплив температури та тривалості теплової обробки пюре квасолі на вміст розчинного пектину: ● – 70°C; ■ – 75°C; ▲ – 80°C

Тому, для забезпечує максимального зростання вмісту розчинного пектину в пюре з овочів при збереженні його якісних показників, за вищезазначених умов, раціональною тривалістю теплової обробки є (6...7)·60с.

Матвеевою Т.М., на підставі проведених своїх досліджень щодо способів виробництва пюре та паст з овочів, встановила [108], що гідроліз протопектину найбільш інтенсивно відбувається в кислому середовищі, а можливість регулювання рН в обраній зоні краще здійснювати введенням лимонної кислоти, яка додатково дозволяє знизити втрати β-каротину, що пов'язані з його окисненням.

Результати дослідження впливу рН середовища на вміст розчинного пектину в пюре з овочів наведено на рис. 4.36 – 4.38.

Результати, які ми отримали показують, що раціональною зоною рН для переведу протопектину у розчинний пектин та збереження якісних показників пюре з овочів є 3,0–3,4. Вміст розчинного пектину за таких умов складає 11,33–11,53% на с.р., 3,43–3,46% на с.р., 2,90–2,93% на с.р. для пюре з яблук, пюре з буряку та пюре з квасолі відповідно. Подальше зниження рН призводить до незначних змін вмісту розчинного пектину та підвищення кислотності пюре з овочів, що погіршує їх якість та органолептичні показники.

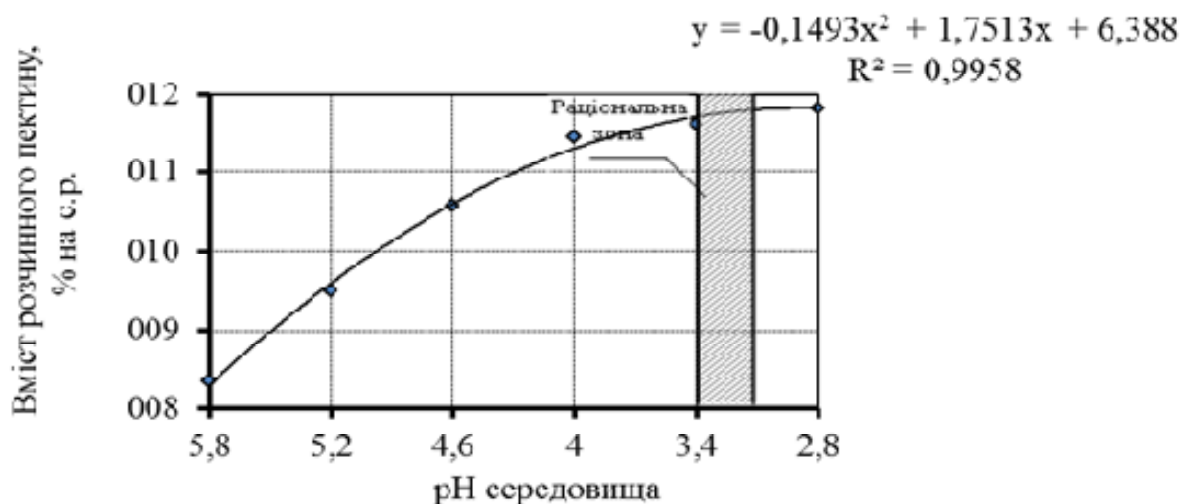


Рисунок 4.36 – Вплив рН середовища на вміст розчинного пектину в пюре з яблук

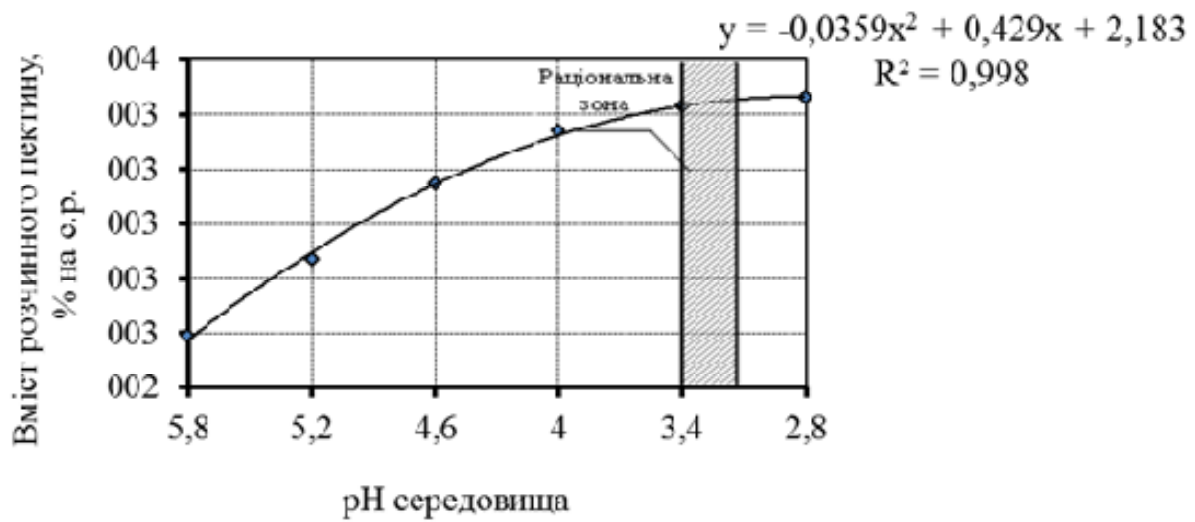


Рисунок 4.37 – Вплив рН середовища на вміст розчинного пектину в пюре з буряку

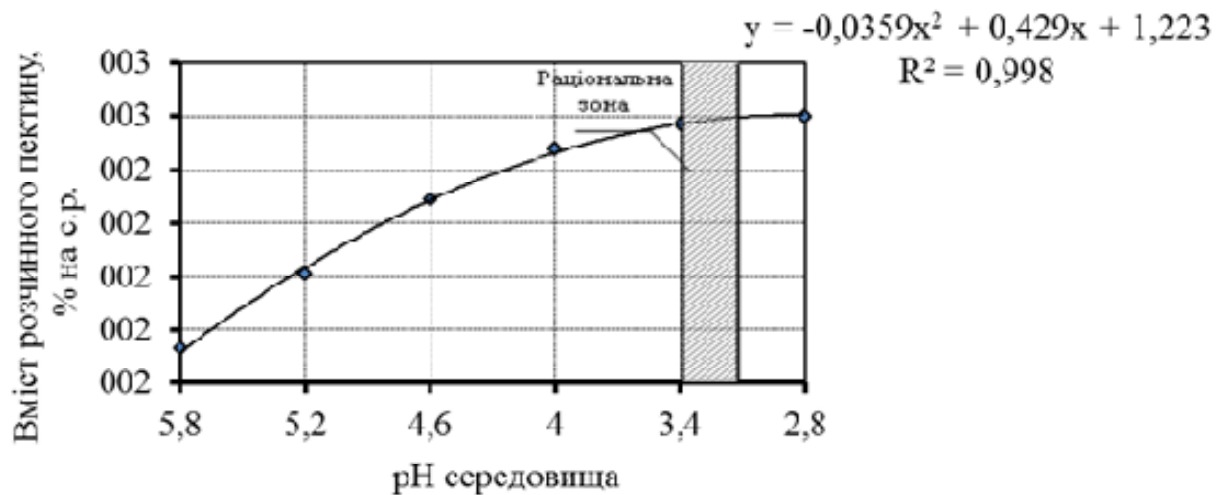


Рисунок 4.38 – Вплив рН середовища на вміст розчинного пектину в пюре з квасолі

Отже, на підставі отриманих даних визначено наступні режими та технологічні параметри виготовлення пюре з овочів: температура теплового оброблення овочів – $110 \pm 2^\circ\text{C}$, тривалість теплової обробки – $(10-15) \cdot 60\text{с}$ для шпинату, $(15-20) \cdot 60\text{с}$ для яблук і квасолі та $(25-30) \cdot 60\text{с}$ – для буряку, температура подрібнення овочів – $80 \pm 5^\circ\text{C}$, температура теплової обробки пюре – $75 \pm 5^\circ\text{C}$, тривалість теплової обробки – $(6-7) \cdot 60\text{с}$ та рН середовища – 3,0–3,4,

що дозволяють одержувати овочеві пюре з заданими функціонально-технологічними властивостями. Технологічну схему одержання пюре з овочів подано на рис. 4.39.

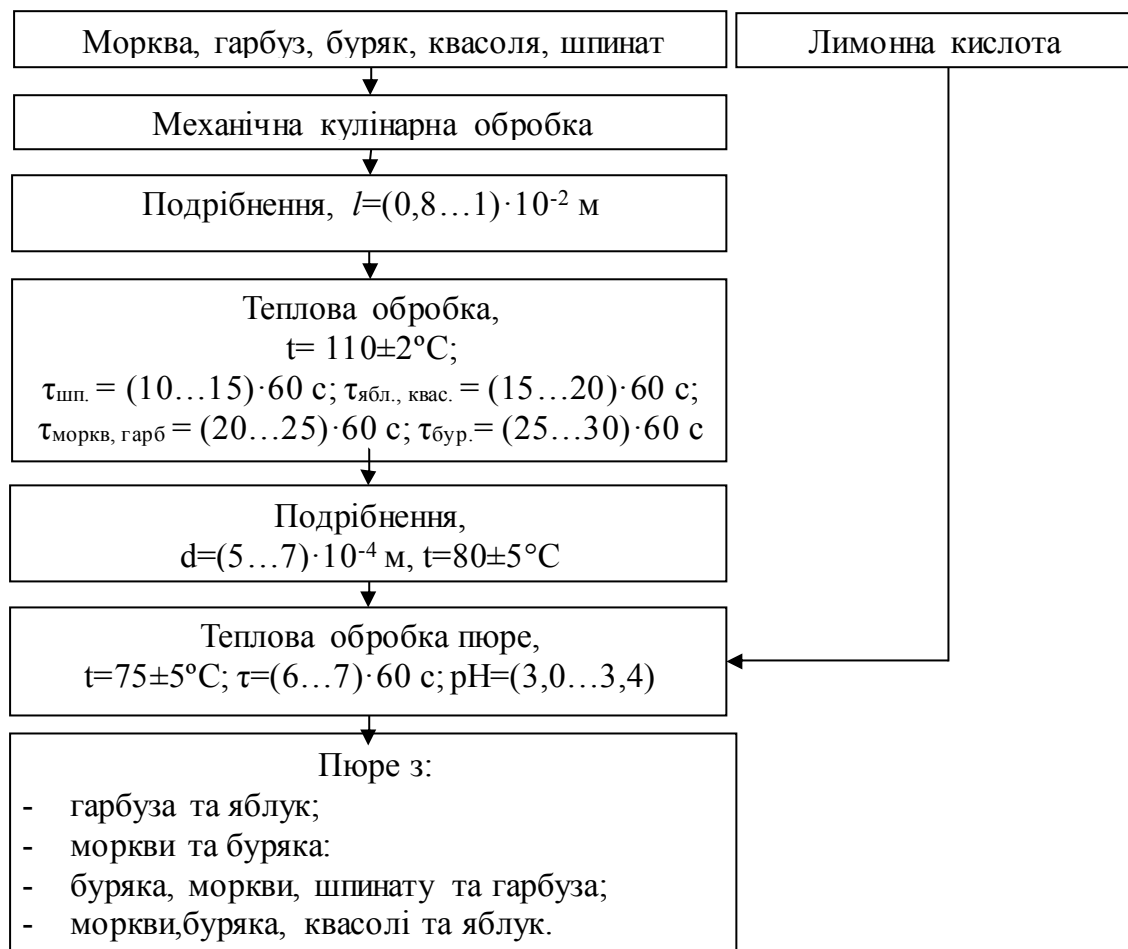


Рисунок 4.39 – Технологічна схема одержання пюре з овочів

Спосіб приготування пюре з овочів здійснюється наступним чином. Моркву сорту Шантене, гарбуз сорту Український багатоплідний, буряк сорту Бордо 237 та яблука сорту Екстра клас інспектують, промивають та очищують, подрібнюють кубиками з розміром ребра $l=(0,8-1) \cdot 10^{-2}$ м та здійснюють теплову обробку парою за температури $t=110 \pm 2^\circ\text{C}$ впродовж $\tau=(20-25) \cdot 60$ с – для моркви та гарбуза [29], $(10-15) \cdot 60$ с – для шпинату [17] $(15-20) \cdot 60$ с – для яблук і квасолі і $(25-30) \cdot 60$ с – для буряка. Подрібнення овочів здійснюють за температури $t=80 \pm 5^\circ\text{C}$

до розмірів $d=(5...7) \cdot 10^{-4}$ м. Теплова обробка пюре здійснюють за температури $t=75 \pm 5^\circ\text{C}$ протягом $\tau=(6-7) \cdot 60$ с при рН середовища – 3,0–3,4.

Консистенція розроблених овочевих пюре пластична і не розшаровується. Накопичення розчинного пектину відіграє роль стабілізатора структури та сприяє підвищенню в'язкості пюре з овочів, що дає нам змогу використовувати їх у технології овочевих паст з йодовмісною сировиною.

Для створення технології овочевих паст передбачено використання йодовмісної сировини (порошки з гідробіонтів та суха ламінарія у гідратованому вигляді) та екстракт інактивованих дріжджів, для забезпечення овочевих паст додатковою кількістю необхідних для ефективного засвоєння йоду вітамінів В₆ та В₉. При проведенні оптимізації було враховано отриманні математичні залежності щодо впливу вмісту рецептурних компонентів на ГНЗ овочевих паст з йодовмісною сировиною. У ході проведених розрахунків отримано наступні результати (табл. 4.25, 4.26).

Таблиця 4.25

Проект рецептури для гарбузово-яблучно-сирної пасти з порошком креветок та моркв'яно-буряково-сирної пасти з порошком сайди

	Змінні				Цільова функція	
Ім'я	x1	x2	x3	x4	y0(x)	
Значення	3,000	48,000	8,000	8,000	0,974	→ min
Обмеження						
Y (x1)	3,000	>=	2,500			
	3,000	<=	3,500			
Y (x2)	48,000	>=	37,500			
	48,000	<=	48,500			
Y (x3)	8,000	>=	7,500			
	8,000	<=	8,500			
Y (x4)	8,000	>=	7,500			
	8,000	<=	8,500			
Y (x1+ x2+ x3+ x4)	67,000	<=	100,000			

Проект рецептури для шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузової пасти з порошком крабів та моркв'яно-буряково-яблучно-квасолевої пасти з порошком тріски

	Змінні				Цільова функція	
Ім'я	x1	x2	x3	y0(x)		
Значення	3,000	48,000	8,000	0,988	→	min
Обмеження						
Y (x1)	3,000	>=	2,500			
	3,000	<=	3,500			
Y (x2)	48,000	>=	37,500			
	48,000	<=	48,500			
Y (x3)	8,000	>=	7,500			
	8,000	<=	8,500			
Y (x1+ x2+ x3)	59,000	<=	100,000			

За даними параметрами при допустимому відхиленні 5% розроблені пасти мають мінімальне значення ГНЗ. Таким чином, за допомогою багатofакторного експерименту визначено оптимальний рецептурний склад овочевих паст з йодовмісною сировиною, що наведено у табл. 4.27.

При визначенні можливих впливів на якість паст важливою стадією є процес перемішування компонентів пасти. Дослідження певного режиму перемішування компонентів дозволяє отримати раціональний режим роботи змішувача, протягом якого рівномірне розподілення компонентів паст досягається за мінімальний проміжок часу, що забезпечує виготовлення якісної пасти [29]. Отже, наступним нашим етапом було обґрунтування раціонального режиму виробництва овочевих паст з йодовмісною сировиною (рис. 4.40 – 4.43).

Отримані результати дослідження впливу тривалості перемішування на рівномірність розподілення рецептурних компонентів паст свідчать, що підвищення частоти обертання робочих органів прискорює процес

перемішування. Найінтенсивніше перемішування відбувається в змішувачі МВП II-I за частоти обертання робочого органу $6,2 \text{ с}^{-1}$. З рис. 4.40 – 4.43 видно, що найінтенсивніше перемішування рецептурних компонентів відбувається протягом перших $24 \cdot 10^2 \text{ с}$, під час яких рівномірність розподілення рецептурних компонентів збільшується на 18,0–40,0%. Протягом наступних $18 \cdot 10^2 \text{ с}$ розподілення компонентів пасти відбувається менш інтенсивно і рівномірність їх збільшується на 5,8–8% за частоти обертання робочого органу $2,8$ і $2,9 \text{ с}^{-1}$ та на 5,2–7,2% за частоти обертання $6,2 \text{ с}^{-1}$.

Таблиця 4.27

Оптимальний рецептурний склад МРФ, кг

Назва рецептурних інгредієнтів	Масова частка компонентів, кг			
	гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок	моркв'яно-бурюково-сирна паста з порошком сайди	шпинатно-моркв'яно-бурюково-гарбузова паста з порошком крабів	моркв'яно-бурюково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски
Гідратований порошок з ламінарії	3,0	3,0	3,0	3,0
Гідратований порошок з гідробіонтів	48,0	48,0	48,0	48,0
Пюре гарбузово-яблучне	33,0	-	-	-
Пюре моркв'яно-бурюкове	-	33,0	-	-
Пюре шпинатно-моркв'яно-бурюково-гарбузове	-	-	41,0	-
Пюре моркв'яно-бурюково-яблучно-квасолеве	-	-	-	41,0
Бринза овеча	8,0	8,0	8,0	8,0
к/м сир	8,0	8,0	-	-
Всього	100	100	100	100

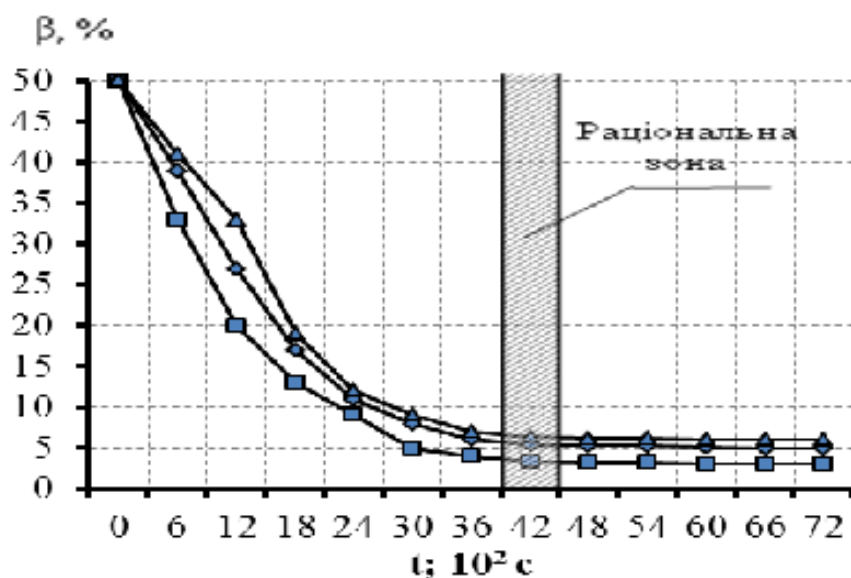


Рисунок 4.40 – Вплив тривалості перемішування на розподілення рецептурних компонентів гарбузово-яблучно-сирної пасті з порошком креветок:

- MBII-II-1 (6,2 c-1)
- ◆ MBII-II-1 (2,9 c-1)
- ▲ MC-8-150 (2,8 c-1)

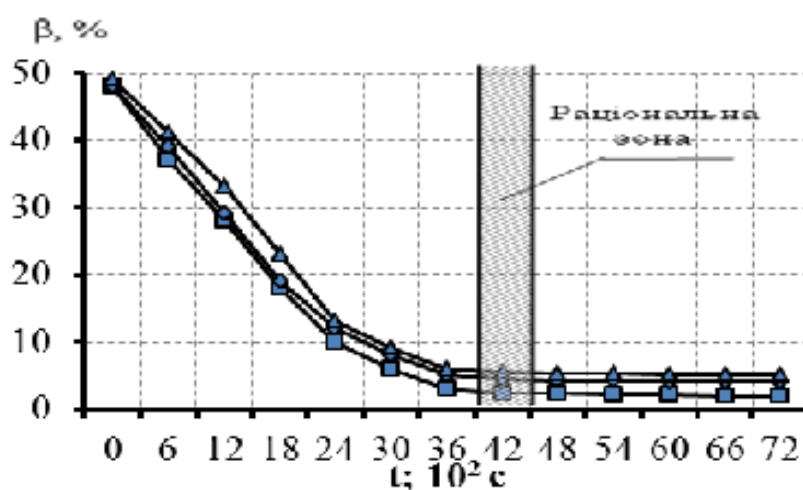


Рисунок 4.41 – Вплив тривалості перемішування на розподілення рецептурних компонентів моркв'яно-буряково-сирної пасті з порошком сайди:

- MBII-II-1 (6,2 c-1)
- ◆ MBII-II-1 (2,9 c-1)
- ▲ MC-8-150 (2,8 c-1)

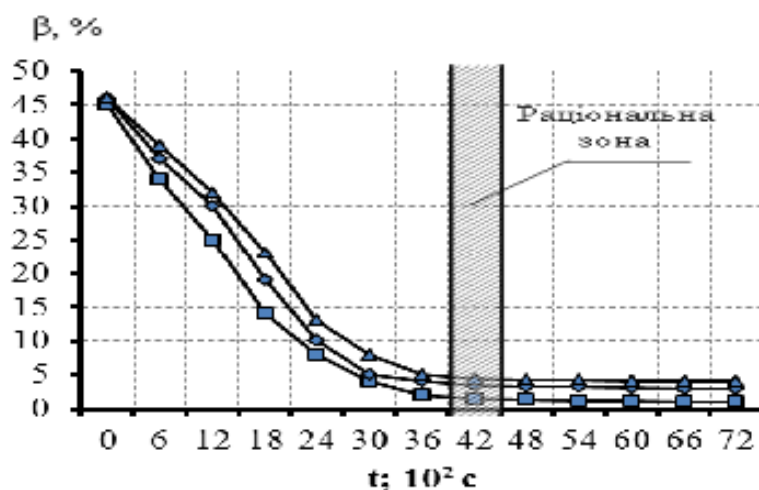


Рисунок 4.42 – Вплив тривалості перемішування на розподілення рецептурних компонентів шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузової пасти з порошком крабів:

—■—МВП-II-I (6,2 с⁻¹); —●— МВП-II-I (2,9 с⁻¹); —▲—МС-8-150 (2,8 с⁻¹)

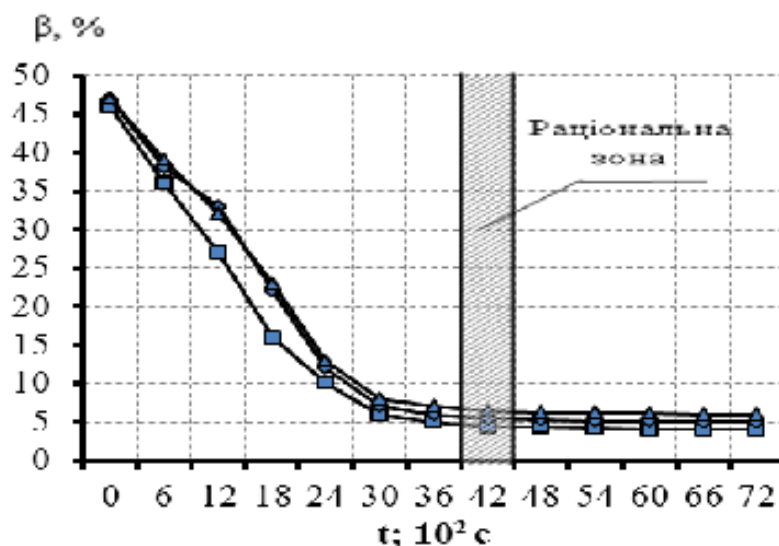


Рисунок 4.43 – Вплив тривалості перемішування на розподілення рецептурних компонентів моркв'яно-буряково-яблучно-квасолевої пасти з порошком тріски:

—■—МВП-II-I (6,2 с⁻¹); —●— МВП-II-I (2,9 с⁻¹); —▲—МС-8-150 (2,8 с⁻¹)

Починаючи з $42 \cdot 10^2$ с процесу, рівномірність розподілення рецептурних компонентів в усіх змішувачах майже однакова і відрізняється на 0,2–1,4%. Після $48 \cdot 10^2$ с ефективність перемішування, незалежно від типу змішувача, значно падає, а рівномірність розподілення рецептурних компонентів змінюється не більше ніж на 0,1–0,5% за $6 \cdot 10^2$ с.

В результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що раціональною тривалістю перемішування компонентів є $(42-48) \cdot 10^2$ с, що відповідає достатній рівномірності розподілення рецептурних компонентів в пастах при мінімальних затратах часу і, відповідно, енергії на перемішування.

Результати експериментальних досліджень лягли в основу розробки рецептур і технологічних схем виробництва овочевих паст з різними наповнювачами та йодовмісною сировиною (рис. 4.44).

Для приготування овочевої пасти сир кисломолочний протирають, бринзу натирають, та з'єднують з овочевим пюре, з гідратованими порошками ламінарії та гідробіонтів. Всі інгредієнти перемішують протягом $\tau = (42-48) \cdot 10^2$ с у змішувачі МВП II-I за частоти обертання робочого органа $\omega = 6,2$ с⁻¹.

Органолептичний аналіз передував фізико-хімічному, що дозволило оцінити якість розроблених продуктів, його результати враховували при відборі зразків для фізико-хімічних досліджень. Загальна органолептична оцінка визначалася як сума окремих органолептичних показників (зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак), представлених через цифрові індекси (бали).

На підставі узагальнення результатів визначено, що сенсорні оцінки дослідних зразків наближені до контрольних, за окремими одиничними показниками вони перевищують традиційні вироби.

Досліджено органолептичні властивості овочевих паст з гідратованими порошками з гідробіонтів та ламінарії, сиру кисломолочного, бринзи та овочевих пюре: гарбузово-яблучне, моркв'яно-бурякове, шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузове, моркв'яно-буряково-яблучно-квасолеве порівняно з овочевою пастою функціонального призначення [29].

На основі узагальнених експертних оцінок (табл. 4.28) встановлено, що органолептичні показники розроблених овочевих паст знаходяться на рівні контролю.

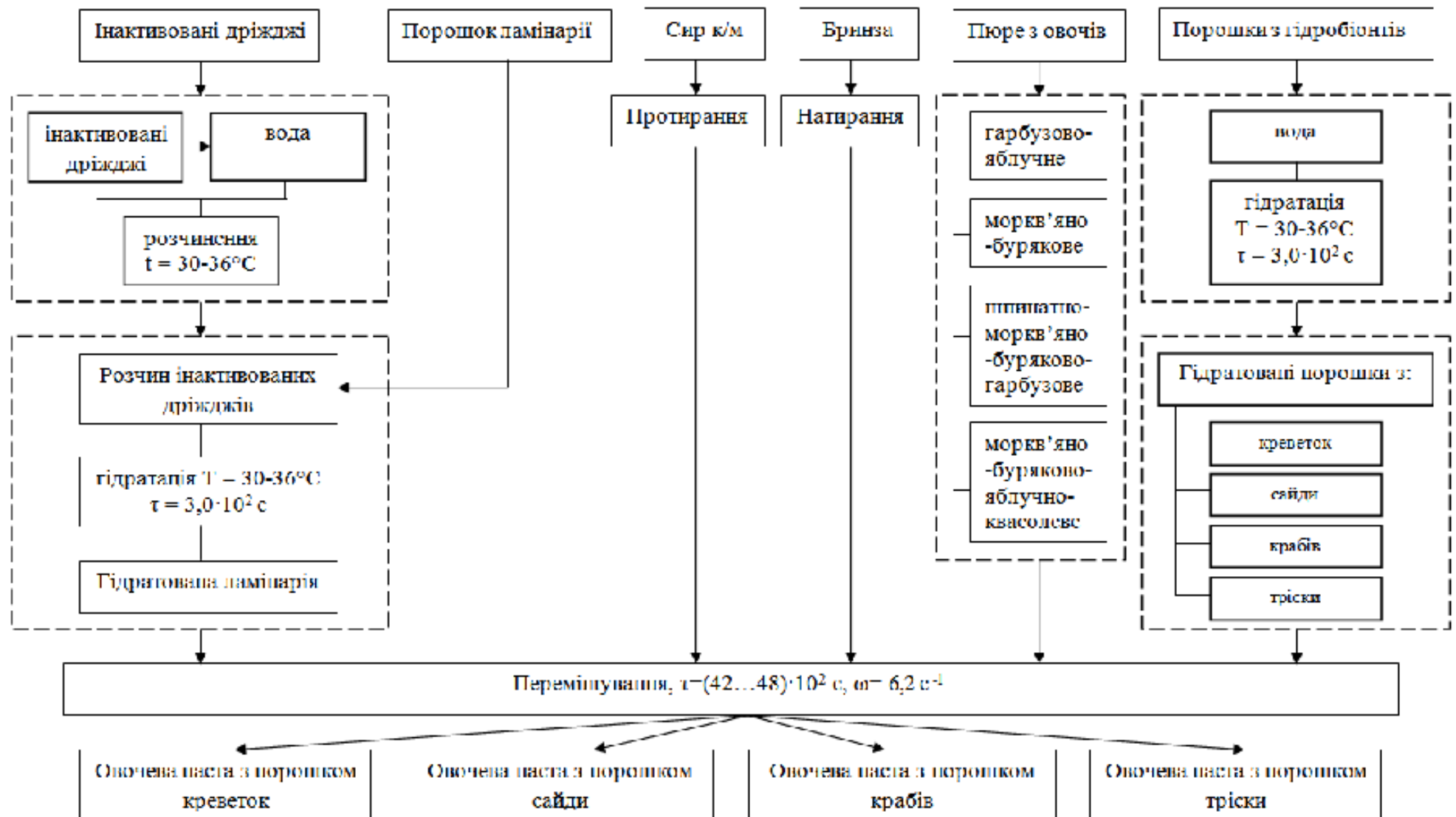


Рисунок 4.44 – Технологічна схема виробництва овочевих паст з йодовмісною сировиною

Слід відмітити, що позитивним є покращання смакових характеристик овочевих паст з порошку крабів, тріски та ламінарією ($4,95 \pm 0,10$ та $5,00 \pm 0,09$) в порівнянні з контрольним зразком ($4,90 \pm 0,09$) і при цьому показники консистенції та зовнішнього вигляду залишаються на рівні контролю.

Таблиця 4.28

Органолептична оцінка овочевих паст (n=4)*

Зразок	Органолептичні показники, бали					
	Зовнішній вигляд	Колір	Консистенція	Запах	Смак	Загальна оцінка, бали
Коефіцієнт вагомості	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	5
Овочева паста (контроль)	$4,90 \pm 0,09$	$5,00 \pm 0,09$	$4,90 \pm 0,10$	$5,00 \pm 0,09$	$4,90 \pm 0,09$	$4,94 \pm 0,09$
Дослід 1	$4,88 \pm 0,09$	$4,90 \pm 0,09$	$4,88 \pm 0,10$	$4,90 \pm 0,09$	$4,90 \pm 0,08$	$4,89 \pm 0,09$
Дослід 2	$4,90 \pm 0,08$	$5,00 \pm 0,09$	$4,90 \pm 0,08$	$5,00 \pm 0,09$	$4,95 \pm 0,09$	$4,95 \pm 0,08$
Дослід 3	$4,90 \pm 0,09$	$5,00 \pm 0,08$	$4,90 \pm 0,09$	$4,90 \pm 0,08$	$4,95 \pm 0,09$	$4,93 \pm 0,09$
Дослід 4	$4,95 \pm 0,09$	$5,00 \pm 0,09$	$4,90 \pm 0,08$	$5,00 \pm 0,09$	$5,00 \pm 0,09$	$4,97 \pm 0,09$

Примітка. * Різниця з контролем достовірна, $p \leq 0,05$

Контроль – овочева паста функціонального призначення

Дослід 1 – гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок та ламінарії

Дослід 2 – моркв'яно-буряково-сирна паста з порошком сайди та ламінарії

Дослід 3 – шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузова паста з порошком крабів та ламінарії

Дослід 4 – моркв'яно-буряково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски та ламінарії

Згідно з науковими принципами створення кулінарної продукції з йодовмісною сировини технологія їх виробництва повинна забезпечувати максимальне збереження та достатній вміст синергістів йоду у збагаченій ними продукції. Для підтвердження ефективності розробленої технології досліджено хімічний склад розробленої продукції (табл. 4.29).

Результати аналізу харчової цінності розроблених овочевих паст свідчать про підвищення їх поживної та біологічної цінності порівняно із контролем (табл. 4.29).

Аналіз біологічної та харчової цінності свідчить про покращення якості хімічного складу. Зокрема збільшення білків овочевих пастах на 8–14 г , що

становить 10–20% від добової потреби, що обумовлено в першу чергу використання порошоків з гідробіонтів та молочної сировини.

Таблиця 4.29

Харчова цінність овочевих паст з йодовмісною сировиною (г/100г) (n=4)*

Показник	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4
Овочеві пасти					
Білки, г	1,72	12,42	12,69	8,57	14,11
Жири, г	2,1	3,94	3,31	3,42	3,14
Вуглеводи, г	10,01	2,51	3,45	3,49	11,31

Примітка. * Різниця з контролем достовірна, $p \leq 0,05$

Контроль – овочева паста функціонального призначення

Дослід 1 – гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок та ламінарії

Дослід 2 – моркв'яно-буряково-сирна паста з порошком сайди та ламінарії

Дослід 3 – шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузова паста з порошком крабів та ламінарії

Дослід 4 – моркв'яно-буряково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски та ламінарії

Зменшення вуглеводів, зокрема дослідів 1–3 овочевих паст, на 8–7 г пов'язано з тим, що у контрольному зразку головним компонентом є топінамбур, який багатий харчовими волокнами, моно-дисахаридами та крохмалем. Незначне збільшення вуглеводів на 1 г у досліді 4, в порівнянні з контролем, пов'язано з тим, що в пасті присутня квасоля, яка містить значну кількість харчових волокон та крохмалю.

Незначне збільшення кількості жиру у овочевих пастах пояснюється тим, що в контрольній пасті основну кількість сировини складає овочева сировина, а в контрольних зразках – крім овочів ще і молочна сировина.

Досліджено вміст вітамінів та вітаміноподібних сполук овочевих паст з йодовмісною сировиною (табл. 4.30).

Встановлено, що вміст визначених вітамінів у дослідних зразках перевищує контроль завдяки використанню порошоків із гідробіонтів (з сайди, креветок, крабів та тріски), рослинної сировини (морква, буряк, гарбуз, яблуко, шпинат, квасоля, ламінарія) та екстракту дріжджів. Так, вміст вітаміну B₆ у розроблених пастах 1–4 перевищує контроль у 9.6; 10.4; 9.2 та 11.8 рази;

вітаміну В₂ у розроблених пастах 1–4 перевищує контроль у 10,34–12 рази; вітаміну В₉ – у 20,46 і 23,11 рази.

Таблиця 4.30

Вміст вітамінів та вітаміноподібних сполук овочевих паст з йодовмісною сировиною, мг(мкг)/100г (n=4)*

Показник	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4
Тіамін (віг. В ₁), мг	0,06	0,5	0,49	0,5	0,5
Рибофлавін (віг. В ₂), мг	0,06	0,65	0,72	0,63	0,62
Ніацин (віг. В ₃), мг	1,12	8	7,94	7,8	8,3
Пантотенова кислота (віг. В ₅), мг	0,13	0,5	0,54	0,52	0,53
Піридоксин (віг. В ₆), мг	0,06	0,48	0,52	0,46	0,59
Фолієва к-та (віг. В ₉), мкг	3,4	73,52	67,55	72,08	76,29
Ціанкобламін (віг. В ₁₂), мкг	0	0,99	0,83	0,89	1,05

Примітка. * Різниця з контролем достовірна, $p \leq 0,05$

Контроль – овочева паста функціонального призначення

Дослід 1 – гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок та ламінарії

Дослід 2 – моркв'яно-буряково-сирна паста з порошком сайди та ламінарії

Дослід 3 – шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузова паста з порошком крабів та ламінарії

Дослід 4 – моркв'яно-буряково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски та ламінарії

Досліджено мінеральний склад овочевих паст з йодовмісною сировиною та рулетів з їх використанням (табл. 4.31).

Додавання гідратованої ламінарії у екстракті дріжджів, порошоків із гідробіонтів та рослинної сировини до складу дослідних зразків дало змогу підвищити біологічну цінність паст. Так йоду у дослідних зразках паст 1–4 було відповідно у 3 рази більше за контроль, цинку – у 1,2–2,3 рази. Кальцію у дослідних зразках паст 1–4 було відповідно у 2,5–4,0 рази більше за контроль завдяки додаванню порошоків із гідробіонтів, бринзи овечої та кисломолочного сиру.

У дослідному зразку 1 збільшилась кількість міді у зв'язку з тим, що у пасту додаємо порошок з креветок, які містять найбільшу кількість міді, по зрівнянню з іншими зразками та контролем.

**Мінеральний склад овочевих паст з використанням йодовмісної сировини,
мг(мкг)/100 г (n=4)***

Показник	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4
Кальцій (Ca), мг	107,09	430,98	249,52	353,71	281,78
Магній (Mg), мг	26	44,36	50,28	44,88	42,93
Ферум (Fe), мкг	1056,6	2647,72	2489,32	1656,68	3570,73
Мідь (Cu) мкг	73,81	425,36	292,8	298,3	186,9
Йод (I), мкг	60,26	185,01	189,16	189,15	190,1
Цинк (Zn), мкг	180,65	200,65	270,14	225	261,68
Селен (Se), мкг	10	23,24	17,59	17,16	12,41

Примітка. * Різниця з контролем достовірна, $p \leq 0,05$

Контроль – овочева паста функціонального призначення

Дослід 1 – гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок та ламінарії

Дослід 2 – моркв'яно-буряково-сирна паста з порошком сайди та ламінарії

Дослід 3 – шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузова паста з порошком крабів та ламінарії

Дослід 4 – моркв'яно-буряково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски та ламінарії

За результатами досліджень розраховано ступінь забезпечення добової потреби у вітамінах та мінеральних елементах при споживанні 100 г розроблених овочевих паст з йодовмісною сировиною (табл. 4.32).

Встановлено, що забезпечення добової потреби у вітамінах при споживанні 100 г розроблених паст значно збільшується. Так, забезпечення добової потреби у вітаміні В6 збільшується в середньому у 4,5 разів, вітаміні В₂ – у 10,4 разів, вітаміні В₉ – у 21 раз; кальцію – у 3,5 разів; заліза – у 3 рази; мідь – у 4 рази, цинку – у 1,5 рази.

Вітаміну В₁₂ у контрольному зразку лише сліди, а дослідні зразки задовольняють добову потребу на 30%.

Для визначення раціональних термінів зберігання розроблених овочевих паст з йодовмісною сировиною, необхідно дослідити зміни органолептичних властивостей, що можуть погіршуватись у результаті активності ферментів різного походження.

**Забезпечення добової потреби у синергістах йоду, при споживанні 100 гр.
розроблених овочевих паст з йодовмісною сировиною, %**

Вміст нутрієнтів	Добова потреба, мг	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4
Піродоксін В ₆	2,00	2,84	23,98	25,87	23,00	29,30
Кобаламін В ₁₂	0,003	0,00	33,02	27,67	29,67	35,00
Рибофлавін В ₂	1,80	3,40	36,11	40,00	35,00	34,44
Фолацин В ₉	0,4	0,85	18,38	16,89	18,02	19,07
Кальцій	1100	9,74	39,18	22,68	32,16	25,62
Залізо	14	7,55	18,91	17,78	11,83	25,51
Мідь	1	7,38	42,54	29,28	29,83	18,69
Цинк	1,2	15,05	16,72	22,51	18,75	21,81
Селен	0,06	16,00	37,18	28,14	27,46	19,86

Примітка. * Різниця з контролем достовірна, $p \leq 0,05$

Контроль – овочева паста функціонального призначення

Дослід 1 – гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок та ламінарії

Дослід 2 – моркв'яно-буряково-сирна паста з порошком сайди та ламінарії

Дослід 3 – шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузова паста з порошком крабів та ламінарії

Дослід 4 – моркв'яно-буряково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски та ламінарії

Для визначення змін органолептичних показників овочевих паст з йодовмісною сировиною при зберіганні було розроблено шкалу сенсорної оцінки, що представлена графічно у вигляді окремих дескрипторів на органолептичних профілограмах, де величина кожної зі складових органолептичної оцінки відзначена за 50 бальною шкалою. Органолептичні показники паст, що зберігалися охолодженими досліджували через кожні 24 год. їх зберігання.

Профілі органолептичної оцінки якості контролю та паст з йодовмісною сировиною після їх зберігання протягом 24 і 48 годин наведено на рис 4.45.

Як свідчать результати дослідження (рис. 4.45), після 24 годин зберігання паст було відзначено погіршення смаку та зовнішнього вигляду, а саме зменшились чистота, натуральність та збалансованість смаку, відзначено незначну поява випресованої вологи. Після 48 годин з'явилися вади зовнішнього вигляду, а саме знизилась гладкість поверхні і блиск, було відзначено появу незначної кількості завітрянних ділянок, погіршення смаку та консистенції.

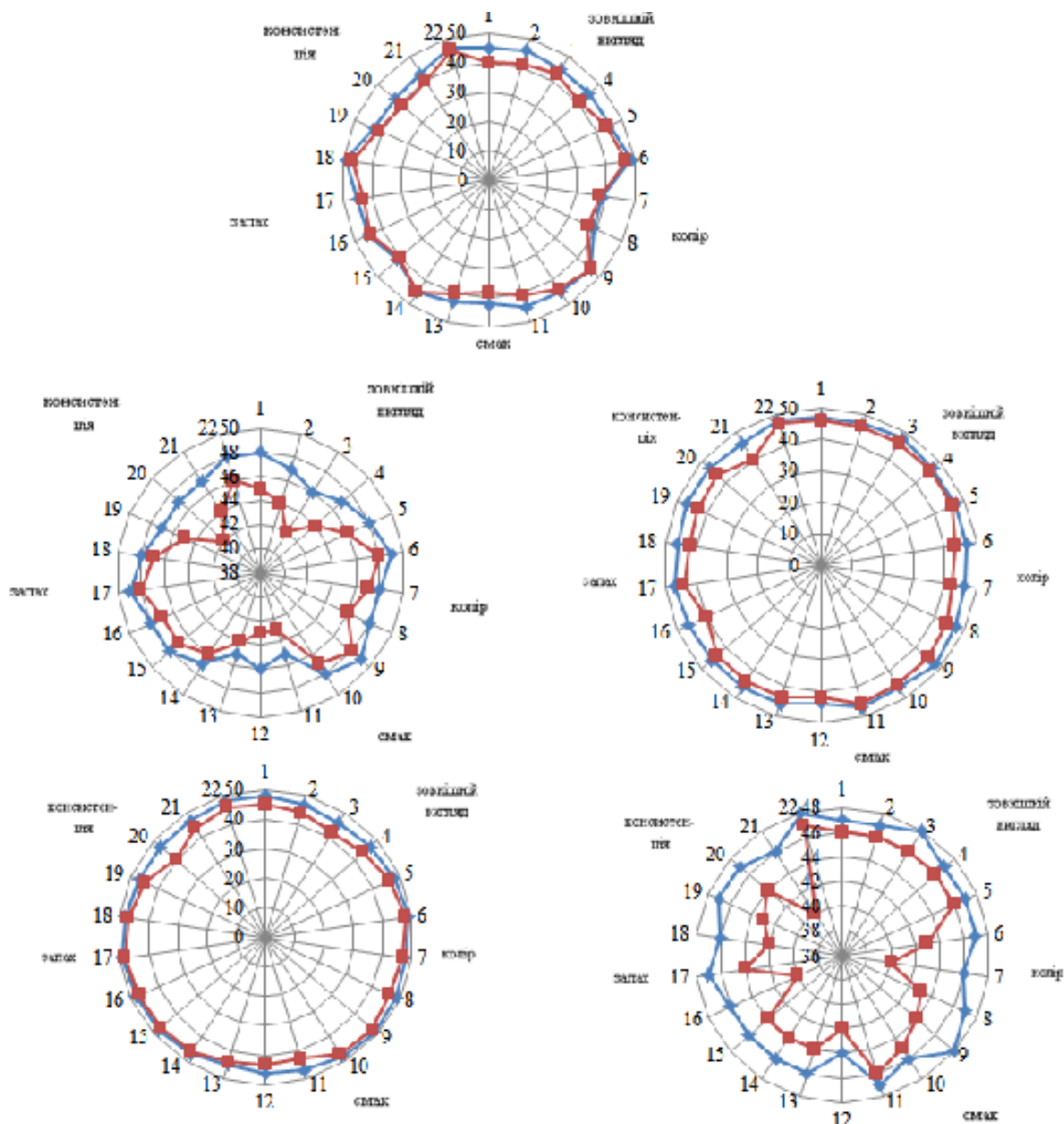


Рисунок 4.45 – Профілі органолептичної оцінки якості паст після їх зберігання:

- а) контроль
- б) – гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок та ламінарії;
- г) – шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузова паста з порошком крабів та ламінарії;
- - - - після 24 годин зберігання;

- в) – моркв'яно-буряково-сирна паста з порошком сайди та ламінарії;
- д) – моркв'яно-буряково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски та ламінарії
- ◆ - - - після 48 годин зберігання.

З виділенням відповідних дескрипторів:

зовнішній вигляд: 1 – гладкість поверхні; 2 – наявність блиску поверхні; 3 – відсутність випресованої вологи; 4 – відсутність завітрянних ділянок; 5 – відсутність грудочок; колір: 6 – однорідність; 7 – насиченість; 8 – натуральність; 9 – відповідність виду використаної сировини;

смак: 10 – насиченість; 11 – чистота; 12 – натуральність; 13 – збалансованість; 14 – відповідність виду використаної сировини;

запах: 15 – насиченість; 16 – чистота; 17 – натуральність; 18 – відповідність виду використаної сировини;

консистенція: 19 – однорідність; 20 – пластичність; 21 – здатність маститися; 22 – дрібно дисперсність. Оскільки уже після 48 годин зберігання паст проявляються значні погіршення органолептичних показників, то визначення змін органолептичних показників паст при подальшому їх зберіганні є недоцільним.

Якість та харчова цінність овочевих паст з йодовмісною сировиною залежать від органолептичних та структурно-механічних властивостей, зміна яких обумовлена складом, структурою та функціональними властивостями сировини, умовами зовнішнього впливу та внутрішніми біохімічними процесами.

Комплексний показник якості розроблених овочевих паст розрахований за даними хімічного складу та органолептичних показників з урахуванням коефіцієнтів вагомості. При розрахунку комплексного показника якості приймається до уваги безпечність розроблених продуктів (мікробіологічні показники, вміст солей важких металів, пестицидів, інших забруднювачів).

Комплексний показник якості контролю становить 0,31 од., дослідів – 1,10; 1,08; 1,07; 1,02 од. (рис. 4.46).

Розрахунок комплексного показника якості свідчить про підвищення якості розроблених виробів в основному за рахунок покращання мінерального та вітамінного складу, що відповідає поставленій меті (табл. 4.31).

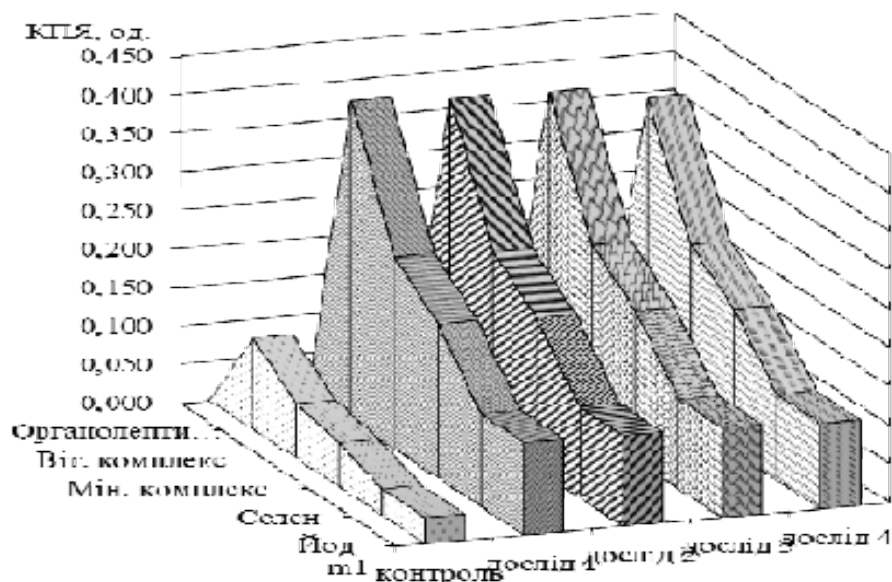


Рисунок 4.46 – Комплексний показник якості овочевих паст з йодовмісною сировиною

4.3.2. *Моделі овочевих паст з йодовмісною сировиною та їх конкурентоспроможність*

Практичне використання розробленої продукції виявило необхідність розрахунку економічних показників, які підтверджують економічну ефективність від впровадження розроблених виробів.

Для оцінки перспективної конкурентопридатності використано 100-бальну шкалу, що складається з чотирьох показників (комплексного показника якості (табл. 4. 33), рівня собівартості, рівня задоволення потреб споживачів, патентної захищеності), кожному з яких відповідають певні коефіцієнти вагомості, визначені експертним методом. На етапах розроблення нової продукції обчислюється її прогнозована собівартість. Для спрощення розрахунків при прогнозуванні собівартості виробів приймаємо, що впровадження здійснюється одним підприємством, розроблена технологія суттєво не відрізняється від традиційної (не зумовлює зростання витрат на енергію, основну заробітну плату виробників тощо), не потребує значних додаткових інвестицій.

Отже, різниця собівартості традиційних та розроблених виробів визначається, головним чином, витратами на сировину та основні матеріали. Витрати в статті

“Сировина й матеріали” можна безпосередньо обчислити на одиницю продукції відповідно до норм закладання та цін на сировину (табл. 4.34).

Таблиця 4.33

Розрахунок комплексного показника якості овочевих паст з йодовмісною сировиною

Показник	к вагом.	Контроль	дослід 1	дослід 2	дослід 3	дослід 4
Абсолютні показники						
Органолептична оцінка	0,25	4,94	4,89	4,95	4,93	4,97
Віт. комплекс	0,15	19,17	113,25	126,91	120,14	118,56
Мін. комплекс	0,2	14120,00	4961,50	4827,57	5474,54	5832,17
Селен	0,15	1	23,24	17,59	17,16	12,41
Йод	0,25	60,26	185,01	189,16	189,15	190,10
	1					
Відносні показники						
Органолептична оцінка	0,25	0,49	0,49	0,50	0,49	0,5
вітамін	0,15	1,92	11,32	12,69	12,014	11,85
мінеральні речовини	0,2	1412,00	496,15	482,76	547,45	583,22
Селен	0,15	0,10	2,32	1,76	1,72	1,24
Йод	0,25	6,03	18,50	18,92	18,92	19,01
	1					
Координата Y	c1=	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	c2=	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	c3=	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	c4=	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	c5=	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Координата Z	n1=	0,238	0,848	0,820	0,817	0,774
	n2=	0,037	0,022	0,019	0,020	0,019
	n3=	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	n4=	0,339	0,051	0,066	0,068	0,089
	n5=	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Комплексна оцінка		0,312	1,101	1,078	1,070	1,021
Органолептична оцінка	к1=	0,118	0,415	0,406	0,403	0,385
Віт. комплекс	к2=	0,071	0,249	0,244	0,242	0,231
Мін. комплекс	к3=	0,056	0,199	0,195	0,193	0,185
Селен	к4=	0,034	0,119	0,117	0,116	0,111
Йод	к5=	0,034	0,119	0,117	0,116	0,111
	Сума=	0,312	1,101	1,078	1,070	1,021

Застосований нами підхід обумовлений також тим, що у ресторанному господарстві поширений розрахунок роздрібних цін на продукцію за вартістю сировини та торговельною націнкою, розмір якої заклади ресторанного господарства встановлюють самостійно.

Таблиця 4.34

Розрахунок вартості сировинного набору для виробництва овочевих паст з йодовмісною сировиною

Сировина	Норма витрат на 10 кг виробу, кг					Планова ціна закупівлі без ПДВ, грн/кг					Вартість сировини, грн				
	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*
Топінамбур	5,65					15					84,75				
Селера	1,6					14,4					23,04				
Оливкова олія	0,2					87,9					17,58				
Сіль йодована	0,3					6,69					2,007				
Морква	2,5		2,2	1,5	1,3	3,5		3,5	3,5	3,5	8,75		7,7	5,25	4,55
Порошок креветок		0,8					94,22					75,376			
Вода		1,8	1,8	1,8	1,8		2,34	2,34	2,34	2,34		4,212	4,212	4,212	4,212
Сухі дріжджі		0,05	0,05	0,05	0,05		362,75	362,75	362,75	362,75		18,1375	18,1375	18,1375	18,1375
Морська капуста (сушена)		0,05	0,05	0,05	0,05		138,46	138,46	138,46	138,46		6,923	6,923	6,923	6,923
Сир кисломолочний не жирний		2,1	1,5				59,88	59,88				125,748	89,82		
Гарбуз		2,5		1,5			3,39		3,39			8,475		5,085	
Яблуко		1,2			1,5		9,2			9,2		11,04			13,8
Бринза		1,5	1,5	1,5	1,5		73,12	73,12	73,12	73,12		109,68	109,68	109,68	109,68
Порошок сайди			0,8					184,88					147,904		
Буряк			2,1	1,5	1,5			2,44	2,44	2,44			5,124	3,66	3,66
Порошок крабів				0,8					265,29					212,232	
Шпинат				1,3					57,9					75,27	
Порошок тріски					0,8					250					200
Квасоля					1,5					45,18					67,77
Разом											136,13	359,59	389,50	440,45	428,73
Відхилення, грн												223,46	253,37	304,32	292,61
Відхилення, %											100,00	164,16	186,13	223,56	214,95
Вартість грн./100 г											1,36	3,60	3,90	4,40	4,29

Примітка. * 1 – овочева паста функціонального призначення; 2 – гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок та ламінарії; 3 – моркв'яно-буряково-сирна паста з порошком сайди та ламінарії; 4 – шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузова паста з порошком крабів та ламінарії; 5 – моркв'яно-буряково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски та ламінарії

Калькулювання витрат на сировину для виготовлення 10 кг виробів здійснено за цінами оптово-роздрібної торговельної мережі “Метро Кеш енд Керрі” на 02.10.2014 р., так як ця мережа є найбільш поширеним центром закупівлі серед закладів ресторанного господарства.

Проведені розрахунки свідчать, що затрати на сировину для розроблених виробів становлять: для овочевої пасти з використанням порошку креветок та ламінарії 3,60 грн за 100 г, що більше ніж для контролю у 2,6 рази, для овочевої пасти з використанням порошку сайди та ламінарії 3,90 грн за 100 г, що менше ніж для контролю у 2,8 рази, для овочевої пасти з використанням порошку крабів та ламінарії 4,40 грн за 100 г, що більше ніж для контролю у 3,2 рази.

Затрати на сировину для розробленої овочевої пасти з використанням порошку тріски та ламінарії 4,29 грн за 100 г, що більше ніж для контролю у 3,1 рази. Порівняння ціни кулінарної продукції з ціною традиційних виробів показало, що вона є недостатньо конкурентоспроможною, оскільки перевищує традиційну. Проте, при визначенні конкурентоспроможності нових виробів слід врахувати, що вони мають більш високі якісні характеристики. У зв'язку з цим, доцільним є розрахунок соціальної ефективності овочевих паст з йодовмісною сировиною та рулетів з їх використанням. Розраховано комплексний показник конкурентопридатності для нової кулінарної продукції (табл. 4.35-4.36).

Аналіз отриманих даних свідчить, що конкурентоспроможність овочевих паст з йодовмісною сировиною вища, ніж традиційних (рис. 4.47), і належать до високоперспективної продукції (показник конкурентопридатності вищий ніж 85 од.).

Шкала оцінки конкурентопридатності нових виробів

Показник	Коефіцієнт вагомості, од.	Рівень конкурентопридатності, балів			Характеристика рівня конкурентопридатності продукції		
		Високий	Середній	Невисокий	Високий рівень (високоперспективна продукція)	Середній рівень (перспективна продукція)	Невисокий рівень (малоперспективна продукція)
КПЯ*	0,45	>85	70–85	<70	>85	70–85	<70
Рівень собівартості**	0,2	<100	100	>100	Собівартість нижча за собівартість традиційних виробів	Собівартість на рівні собівартості традиційних виробів	Собівартість вища за собівартість традиційних виробів
Рівень задоволення потреб споживачів*	0,2	>85	70–85	<70	Високий рівень >85	Середній рівень –70–85	Невисокий рівень –<70
Патентна захищеність оригінальної технології	0,15	100	67	33	Захищена патентом, розроблені та затверджені технічні умови	Не захищена патентом, розроблені та затверджені технічні умови	Відсутня (традиційний збірник рецептур)
Комплексний показник конкурентопридатності, од.		>85	70–85	<70	>85	70–85	<70

*Примітки:** Розрахований за сукупністю показників якості кваліметричним методом (як співвідношення значень фактичних показників якості до еталона з урахуванням коефіцієнтів вагомості).

** Розрахований попередньо як співвідношення фактичної собівартості дослідного виробу до собівартості традиційного.

*** Розрахований за даними анкетного опитування споживачів.

**Шкала оцінки конкурентоспроможності овочевих паст
з йодовмісною сировиною**

Показник	Коефіцієнт вагомості, т, од.	Еталон	Контроль*	1*	2*	3*	4*
Вихідні дані							
Комплексний показник якості	0,45	100	32,6	110,1	107,8	107	102,1
Рівень собівартості **	0,2	100	100	64,16	86,13	87,2	81,39
Патентна захищеність	0,15	100	33	100	100	100	100
Рівень задоволення потреб споживачів ***	0,2	100	70	95	96	95	97
Сума	1						
Розрахунок показника конкуренто придатності							
Комплексний показник якості	0,45	45	14,67	49,545	48,51	48,15	45,945
Рівень собівартості	0,2	20	20	12,83	17,22	17,00	16,27
Патентна захищеність	0,15	15	4,95	15	15	15	15
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	20	14	19	19,2	19	19,4
Показник конкурентопридатності, од.	1	100	53,62	96,375	99,93	99,15	96,615

Примітки: * Контроль – овочева паста функціонального призначення

1 – гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок та ламінарії

2 – моркв'яно-буряково-сирна паста з порошком сайди та ламінарії

3 – шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузова паста з порошком крабів та ламінарії

4 – моркв'яно-буряково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски та ламінарії

** При визначенні приведенного показника рівня собівартості (РС) враховували його обернений вплив на конкурентопридатність продукції. Визначено співвідношення відхилення в ціні до собівартості традиційного виробу

*** Розрахований за даними анкетного опитування споживачів.

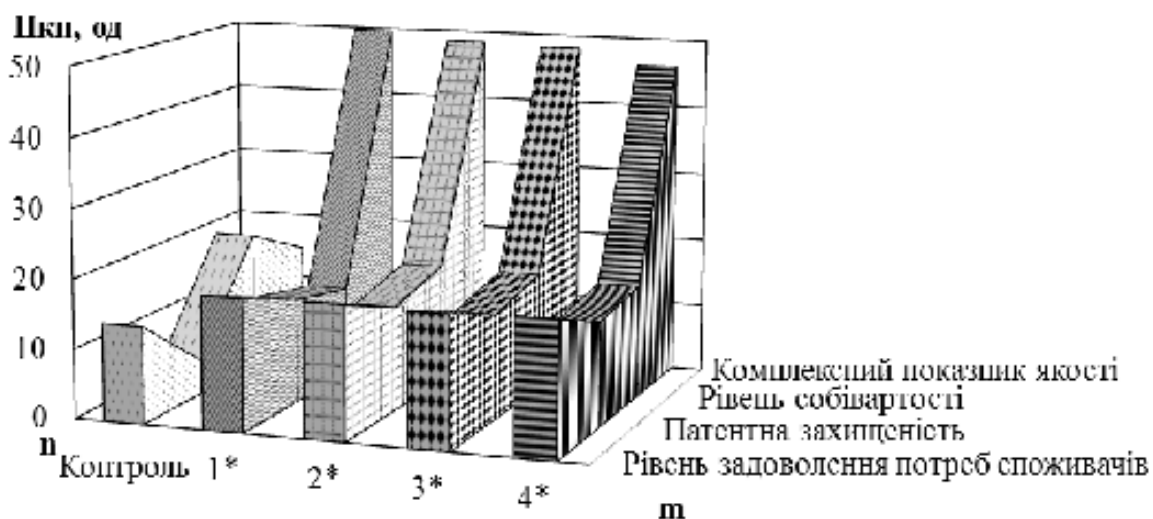


Рисунок 4.47 – Модель конкурентопридатності овочевих паст з йодовмісною сировиною: * Контроль – овочева паста функціонального призначення; 1* – гарбузово-яблучно-сирна паста з порошком креветок та ламінарії; 2* – моркв'яно-буряково-сирна паста з порошком сайди та ламінарії; 3* – шпинатно-моркв'яно-буряково-гарбузова паста з порошком крабів та ламінарії; 4* – моркв'яно-буряково-яблучно-квасолева паста з порошком тріски та ламінарії

4.4. Страви та гарніри із зернобобових продуктів ЕСО

Сучасна технологія переробки більшості видів зернової сировини не дозволяє в повному обсязі використати потенціал зерна: значна частина поживних і біологічно активних речовин переходить у побічні продукти.

Розроблена технологія ЕСО, порівняно з традиційною, має деякі особливості:

- як сировину використовують цільне зерно (завдяки ІЧ-нагріванню);
- значно прискорюється теплова кулінарна обробка продуктів;
- максимально зберігаються біологічно активні речовини у продуктах.

Технологія виробництва каш, оброблених ІЧ-опромінюванням представлена у технологічній схемі (рис. 4.48).

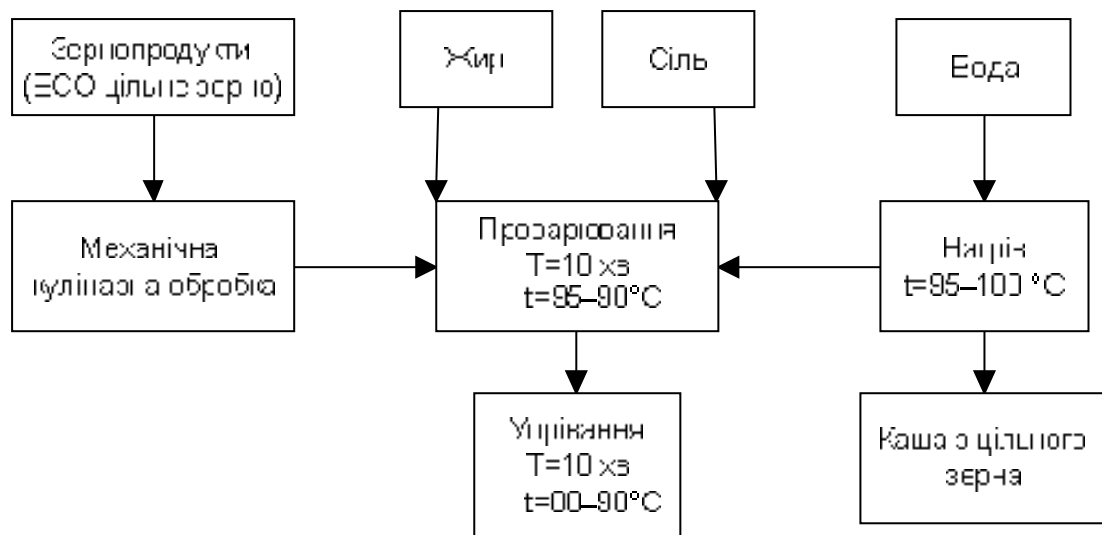


Рисунок 4.48 – Загальна технологічна схема виробництва страв із зернопродуктів ЕСО (цілого зерна)

При використанні круп ЕСО завдяки тривалості теплової кулінарної обробки значно скорочується технологічний процес. Вона прискорюється у 4,5 раза для крупи рисової і у 9,6 раза для каші гречаної.

Для приготування каші крупу пшеничну ЕСО змішують із водою, що попередньо доведена до кипіння, у співвідношенні 2:1, витримують 5-6 год заправляють вершковим маслом і порціонують (рис. 4.49).

Для приготування крупеника готову пшеничну кашу охолоджують до 60-70°C, додають протертий сир, цукор, маргарин, сирі яйця та перемішують.

Приготовану масу викладають на змащений маслом та посипаний сухарями лист, поверхню змащують сметаною та запікають. Подають із жиром або сметаною (рис. 4.50).

Для приготування бабки з кунжутом мікронізоване зерно ЕСО (гречка або кукурудза або овес або просо або пшоно або перлова крупа або вівсяна крупа або ячна крупа) з'єднують з мілкосой-1, замочують в $\frac{1}{2}$ частині молока. Через $\tau=7,2 \cdot 10^3$ с додають молоко, що лишилося і відварюють на слабкому вогні $\tau=3 \cdot 10^2$ с. Охолоджують та перемішують з кисломолочним сиром, яйцем, цукром та $\frac{2}{3}$ частиною кунжуту. Викладають в форми, посипавши $\frac{1}{3}$ частиною кунжуту

та готують на пару в пароконвектоматі при $t=70^{\circ}\text{C}$, $\tau=1,8 \cdot 10^3\text{с}$. Перед подачею проводиться теплову обробку при $t=160^{\circ}\text{C}$ $\tau=300\text{с}$. Подають бабку з соусом (рис. 4.51).



Рисунок 4.49 – Технологічна схема виробництва каші з крупи пшеничної ЕСО

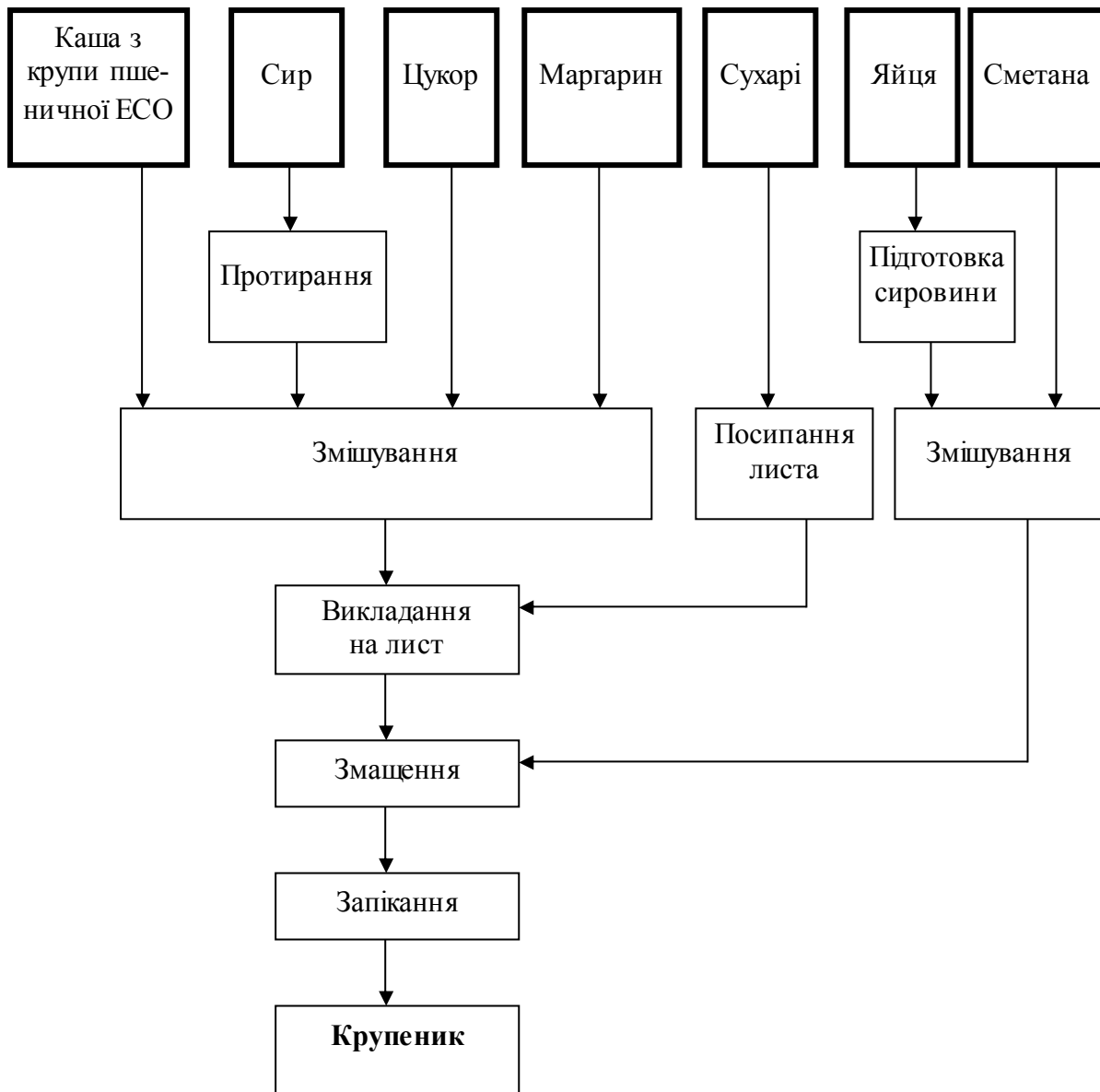


Рисунок 4.50 – Технологічна схема виробництва крупеника з крупи пшеничної ЕСО

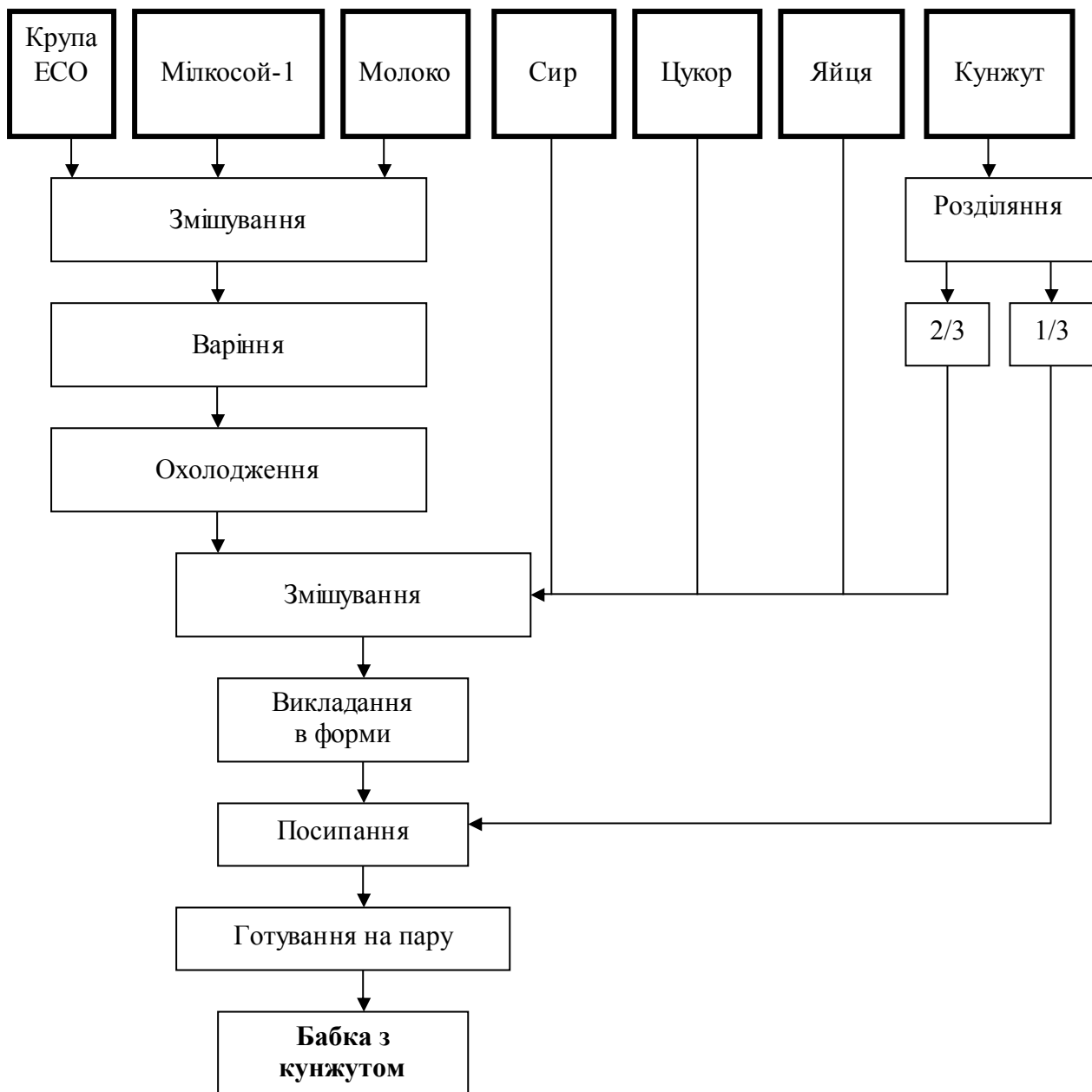


Рисунок 4.51 – Технологічна схема виробництва бабки з кунжутом на основі крупи ЕСО

Для приготування бабки з топінамбуром мікронізоване зерно ЕСО (гречка або кукурудза або овес або просо або пшоно або перлова крупа або вівсяна крупа або ячна крупа) потрібно з'єднати з мілкосой-1, замочити в $\frac{1}{2}$ частині молока. Через $\tau=7,2 \cdot 10^3$ с додати молоко, що лишилося і відварити на слабкому вогні $\tau=3 \cdot 10^2$ с. Охолодити та перемішати з порошком шипшини, яйцем, цукром та залишити на $\tau=1,2 \cdot 10^3$ с для гідратації порошку. Додати

топінамбур, нарізаний скибочками, перемішати, викласти в форми та готувати на пару в пароконвектоматі при $t=70^{\circ}\text{C}$, $\tau=1,8 \cdot 10^3\text{с}$. Перед подачею провести теплову обробку при $t=160^{\circ}\text{C}$ $\tau=300\text{с}$. Подати з соусом (рис. 4.52).

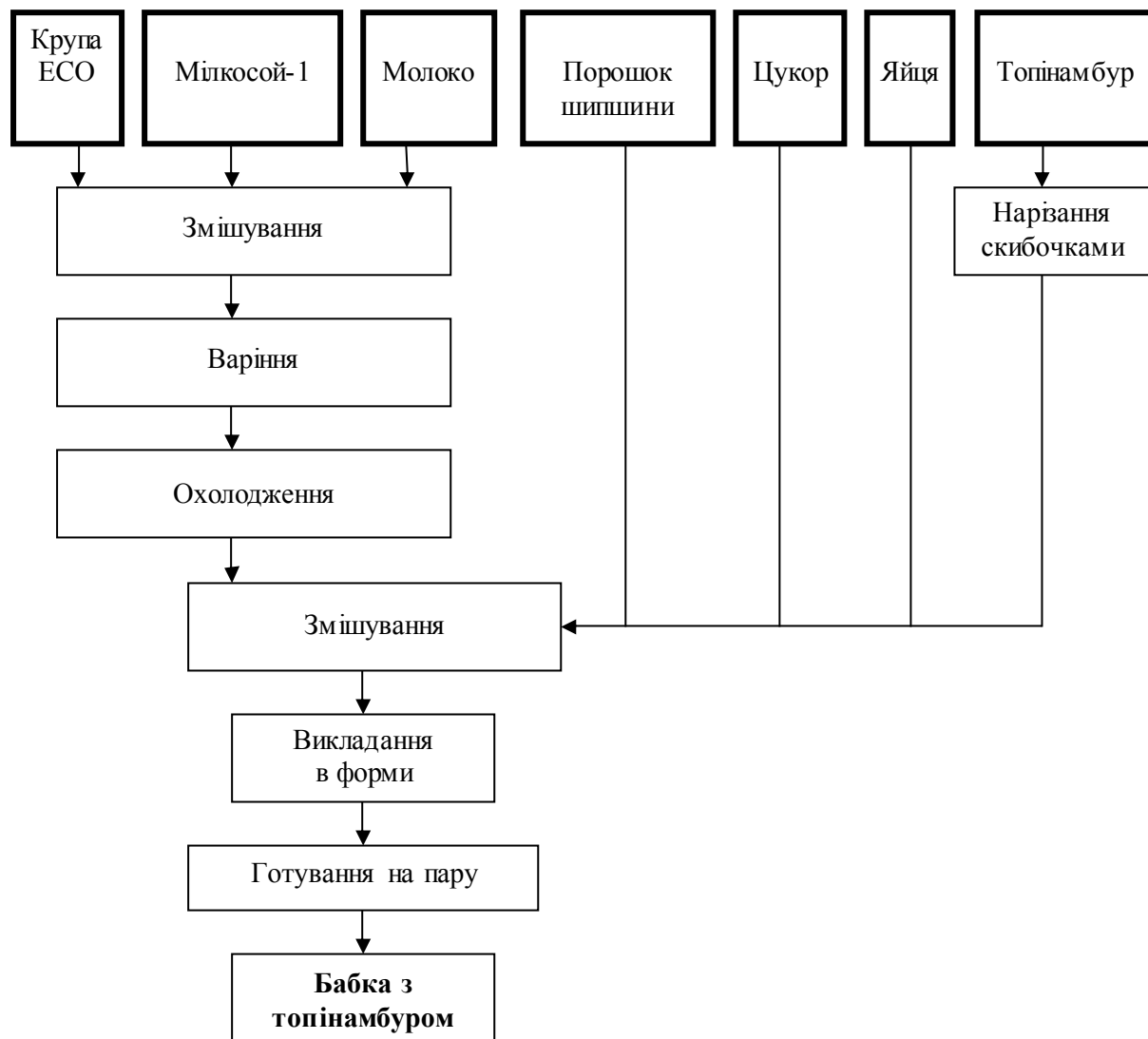


Рисунок 4.52 – Технологічна схема виробництва бабки з топінамбуром на основі крупи ЕСО

Для приготування крупеника з клітковиною мікронізоване зерно ЕСО (гречка або кукурудза або овес або просо або пшоно або перлова крупа або вівсяна крупа або ячна крупа) потрібно з'єднати з 2/3 частиною молока та відварити на слабкому вогні $\tau=3-6 \cdot 10^2\text{с}$. В 1/3 частину молока додати міпрівіт і

клітковину та залишити на $\tau=3,6 \cdot 10^3$ с для набухання. Охолоджену кашу з'єднати з міпрівітом і клітковиною, кисломолочним сиром та цукром. Викласти в форми та змазати яйцем, збитим зі сметаною. Готувати на пару в пароконвектоматі при $t=70^\circ\text{C}$, $\tau=1,8 \cdot 10^3$ с. Перед подачею провести теплову обробку при $t=160^\circ\text{C}$ $\tau=300$ с. Подати з соусом (рис.4.53).

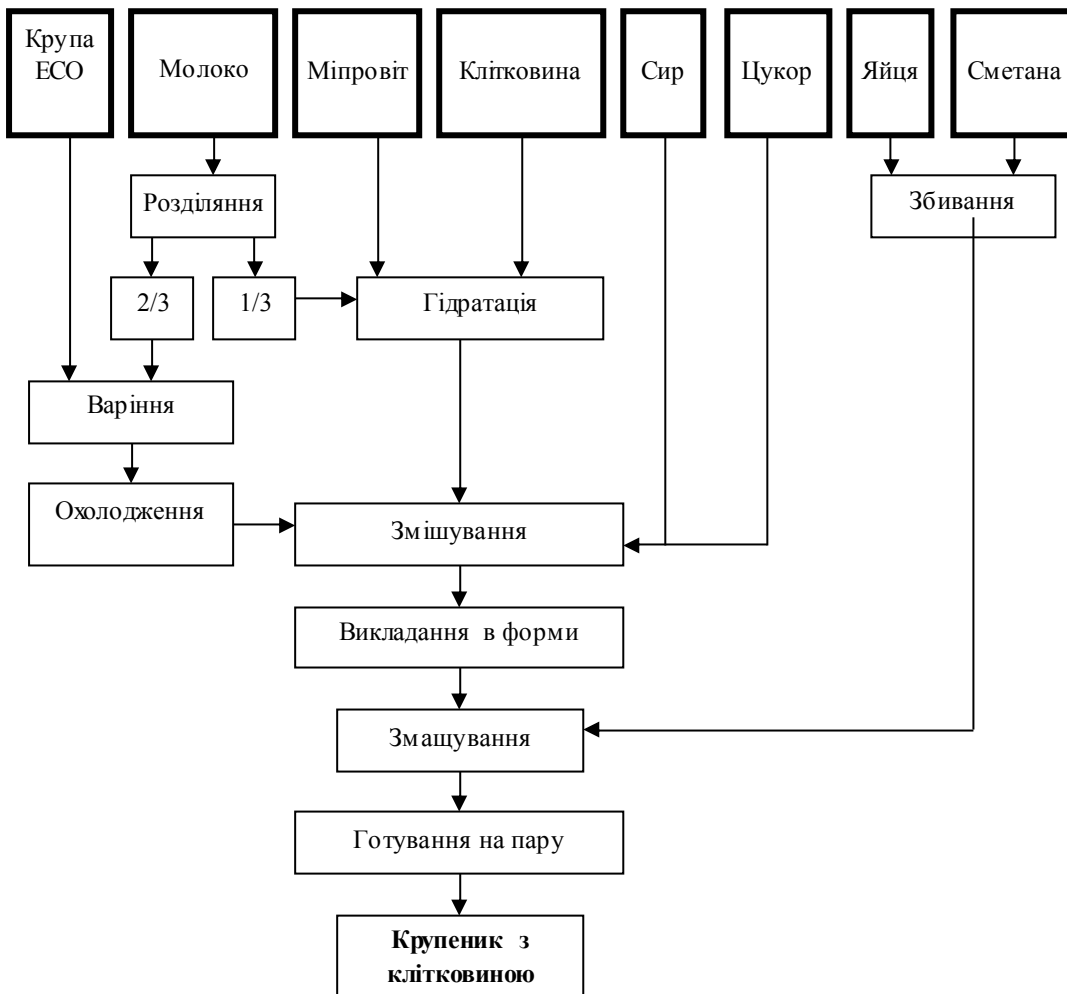


Рисунок 4.53 – Технологічна схема виробництва крупеника з клітковиною на основі крупи ЕСО

Використання продуктів ЕСО збагачує раціон харчування поліненасиченими жирними кислотами. Поліненасичені кислоти за своїми біологічними властивостями належать до життєво необхідних речовин і також

розглядаються як вітаміноподібні компоненти раціону. Вони позитивно впливають на обмін речовин, у тому числі холестерину, виявляють антисклеротичний ефект, забезпечують структурну цілісність клітинних мембран, беруть участь в енергозабезпеченні клітин і захисних реакціях організму.

Важливою особливістю продуктів ЕСО є швидка поява відчуття ситості при незначній кількості вжитої їжі з пробуджених зерен. При використанні крупів ЕСО скорочується технологічний процес завдяки зменшенню тривалості температурної обробки. Вона прискорюється у 4,5 раза для крупи рисової. У дослідних зразках зберігається значно вищий вміст клітковини: 2,3 г у каші пшеничної, 5,8 г у каші гречаній, тоді як у традиційних: 0,06 г (каша рисова) та 0,7 г (каша пшенична) (табл. 4.37).

Таблиця 4.37

**Хімічний склад страв із використанням зернопродуктів ЕСО,
(г у 100 г продукту)**

Найменування виробів	Білки	Жири	Крохмаль, моно і ди- сахариди	Клітко- вина	Зола	Тривалість теплової кулінарної обробки, хв
Каша пшенична	5,0	0,4	27,7	0,7	3,3	120
Каша пшенична ЕСО	5,2	0,5	27,2	2,3	3,6	20–25
Каша гречана	5,9	1,6	31,5	0,5	1,8	240
Каша гречана ЕСО	6,1	1,7	31,0	5,8	1,8	20–25
Каша рисова	1,0	0,06	10,5	0,06	0,9	90
Каша рисова ЕСО	1,0	0,06	10,6	4,4	0,9	15–20
Каша пшоняна ЕСО	5,8	0,2	27,3	5,0	1,4	15–20
Плов з рисовою крупою	1,0	0,06	10,5	0,06	0,9	90
Плов з рисовою крупою ЕСО	1,0	0,06	10,6	4,4	0,9	15–20

У стравах із використанням зерна ЕСО краще зберігаються мінеральні речовини. Кількість калію, кальцію, магнію фосфору та заліза збільшується у дослідних зразках з 104 до 207 мг, з 23 до 64 мг, з 68 до 92 мг, з 152 до 272 мг, з 1,5 до 4,5, тоді як у традиційних стравах ці показники є нижчими в середньому у 1–3 рази.

Застосована технологія сприяє збереженню вітамінів. Вітамін В₁ зберігається у дослідних зразках на 210% (каша рисова ЕСО) більше порівняно з традиційними стравами з крупів.

Вітаміни В₂ та РР зберігаються у стравах ЕСО у 1,25-3 рази (В₂), та 1,28-7,33 (РР) більше, ніж у контрольних зразках. Вітамін Е, який відіграє важливу роль у захисті при радіаційному забрудненні, краще зберігається у плові ЕСО: 8 мг (плов ЕСО), тоді як у контрольному 0,4.

Слід враховувати, що продукти ЕСО мають вологість 6%, тому при їх застосуванні потрібно зменшувати витрати борошна пшеничного і збільшувати витрати молока або води. Борошняні вироби виготовляють з борошна різних видів зерна, з додаванням молока або води, цукру, жиру, яєць сметани та деяких інших продуктів. Більшість борошняних виробів виготовляють з дріжджами.

Готові вироби мають гарні органолептичні показники та харчову й біологічну цінність. Вони містять у своєму складі багато життєво необхідних мінеральних речовин та вітамінів. Їх склад наведено у табл. 4.38, 4.39.

Таблиця 4.38

**Мінеральний склад виробів з дріжджового тіста з добавками
ІЧ-оброблених зерен пшениці та проса (мг/100г)**

Вироби з дріжджового тіста	Р	Са	Fe
Контроль	18,11	19,94	4,20
З пшеницею ІЧ-обробленою	94,5	22	1,34
З просом ІЧ-обробленим	19,63	21,50	1,49
Різниця з пшеницею (%)	121	110	32
Різниця з просом (%)	115	108	35

Отже, мінеральні речовини, що входять до складу тканин, а також, ті, що надходять з їжею (кальцій, магній, фосфор, залізо та інші) виявляють захисну дію при променевій хворобі. Із них життєво необхідні:

- кальцій – зміцнює кістки і конкурує при засвоєнні зі стронцієм-90;
- калій – сприяє регуляції кислотного балансу фізіологічних рідин організму, конкурує при всмоктуванні з цезієм-137;

Вітамінний склад виробів із дріжджового тіста з добавками ГЧ-оброблених зерен пшениці та проса (мг/100г)

Вироби з дріжджового тіста	В-каротин	В ₁	В ₂	В ₆	Е	Біотин	РР
Контроль	Сл.	0,11	0,03	0	0,236	Сл.	0,77
З пшеницею ГЧ-обробленою	Сл.	0,15	0,08	0,13	2,78	0,01	1,27
З просом ГЧ-обробленим	Сл.	0,13	0,07	0,11	1,12	0,008	0,9
Різниця з пшеницею, %	–	136	266	–	1178	–	165
Різниця з просом, %	–	118	233	–	475	–	117

- магній – допомагає утримувати кислотний баланс в організмі;
- залізо – сприяє утворенню еритроцитів, блокує поглинання плутонію;
- йод – зміцнює щитовидну залозу; є профілактичним засобом проти атеросклерозу; блокує поглинання радіоактивного ізотопу йоду-131;
- вітаміни В₁, В₂, біотин, Е – підвищують імунний статус організму;
- вітамін Е – активно впливає на захисні властивості організму при дії несприятливих факторів, у т.ч. іонізуючих випромінювань;
- β-каротин – має протипроменеву дію та сприяє збереженню нуклеїнових кислот (у першу чергу ДНК) і біологічних мембран.

4.5. Борошняні кулінарні вироби

Розроблено новітні технології борошняних виробів із використанням дієтичних добавок з високими функціонально-технологічними і біологічними властивостями, які сприятимуть посиленню оздоровчих властивостей організму.

Розроблена технологія млинчиків порівняно з традиційною має деякі особливості: використовується тістова маса з додаванням шпинату або свіжовижатого овочевого соку буряку (моркви), модифікованого крохмалю "Ні-таize" з високим вмістом харчових волокон та дієтичної добавки з мікронізованої сої "Мілкосої-1".

Для обґрунтування рекомендацій щодо використання дієтичної добавки з мікронізованої сої "Мілкосої-1" при виробництві млинчиків досліджено її функціонально-технологічні властивості, зокрема, водопоглинаючу здатність (табл. 4.40).

Таблиця 4.40

**Вологопоглинаюча здатність дієтичної добавки
з мікронізованої сої "Мілкосої-1"**

Період Т, хв	Вологопоглинаюча здатність дієтичної добавки з мікронізованої сої "Мілкосої-1" залежно від температури, °С							
	20 °С	30°С	40°С	50°С	60°С	70°С	80°С	90°С
20	0,28± 0,014	0,34± 0,016	0,40± 0,020	0,54± 0,027	0,49± 0,024	0,46± 0,023	0,35± 0,017	0,37± 0,018
30	0,30± 0,015	0,37± 0,018	0,44± 0,022	0,67± 0,033	0,54± 0,027	0,46± 0,023	0,39± 0,019	0,34± 0,017
40	0,36± 0,018	0,39± 0,019	0,46± 0,023	0,53± 0,026	0,47± 0,023	0,44± 0,022	0,33± 0,016	0,33± 0,016
50	0,31± 0,015	0,34± 0,017	0,35± 0,017	0,51± 0,025	0,48± 0,024	0,41± 0,020	0,34± 0,017	0,31± 0,015
60	0,31± 0,015	0,41± 0,020	0,48± 0,024	0,47± 0,023	0,41± 0,020	0,42± 0,021	0,35± 0,017	0,34± 0,017
70	0,35± 0,017	0,42± 0,021	0,46± 0,023	0,49± 0,024	0,42± 0,021	0,44± 0,022	0,34± 0,017	0,34± 0,017
80	0,40± 0,020	0,41± 0,020	0,42± 0,021	0,44± 0,022	0,38± 0,019	0,45± 0,023	0,33± 0,016	0,33± 0,016

Експериментально встановлено максимальну водопоглинаючу здатність дієтичної добавки з мікронізованої сої "Мілкосої-1" ($0,67 \pm 0,033$), оптимальні параметри гідратації, які включають тривалість гідратації (30 хв.) та температуру (50°С).

Для стабілізації структури при зменшенні кількості борошна із функціональної композиції та при введенні дієтичної добавки "Мілкосої-1" використовували натуральний харчовий високоамілозний крохмаль "Hi-maize", який є джерелом резистентного крохмалю з високим вмістом харчових волокон (60% на суху речовину, вологість 10-12%). На відміну від багатьох традиційних целюлозних волокон він не впливає на колір, смак і текстуру продукту.

Розроблено харчові композиції для напівфабрикатів млинчиків: зі свіжовижатим соком буряку у співвідношенні – борошно:модифікований крохмаль "Hi-maize": порошок "Мілкосої-1": сік буряку як 1:0,3:0,62:2,07 (рис. 4.54); зі свіжовижатим соком моркви у співвідношенні – борошно:модифікований крохмаль "Hi-maize": порошок "Мілкосої-1": сік моркви як 1:0,3:0,62:1,23 (рис. 4.55); зі шпинатом у співвідношенні – борошно:модифікований крохмаль "Hi-maize": порошок "Мілкосої-1": шпинат як 1:0,36:0,72:1 (рис. 4.56).

Технологія харчових композицій для млинчиків передбачає попереднє змішування борошна із модифікованим крохмалем "Hi-maize" у кількості 80:20% з наступним додаванням у гідратований "Мілкосої-1" (співвідношення Мілкосої-1: вода – 1:0,67).

В харчових композиціях для напівфабрикатів-млинчиків використано також шпинат, овочеві соки з буряку (моркви) для оптимізації хімічного складу продуктів та поліпшення органолептичних показників (кольору). Завдяки використанню шпинату, свіжовижатих соків буряку (моркви), добавки "Мілкосої-1" та модифікованого крохмалю "Hi-maize" підвищується вміст вітамінів Е, групи В та β-каротину, макро-і мікроелементів (кальцію, калію, магнію, фосфору, заліза тощо) та харчових волокон.

Проектування харчових композицій для млинчиків здійснено за допомогою комп'ютерного моделювання за принципами харчової комбінаторики: кількісним підбором основної і додаткової сировини, які в сукупності забезпечували формування заданих органолептичних, фізико-хімічних властивостей, а також поживної і біологічної цінності.

Для приготування млинчиків яйця, сіль, цукор розмішують, вводять харчову композицію 1 (2, 3) і збивають до отримання однорідної маси, поступово додаючи воду, що залишилася. Готове рідке тісто проціджують.

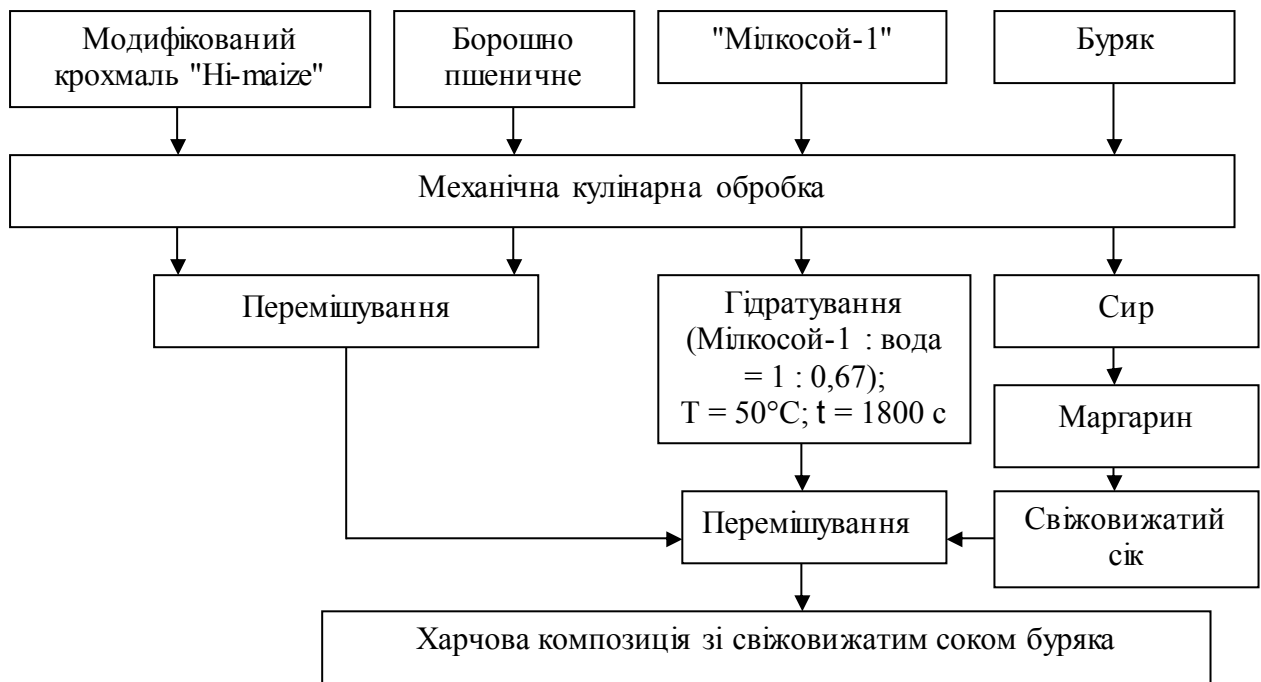


Рисунок 4.54 – Технологія харчової композиції для млинчиків зі свіжовижатим соком буряка

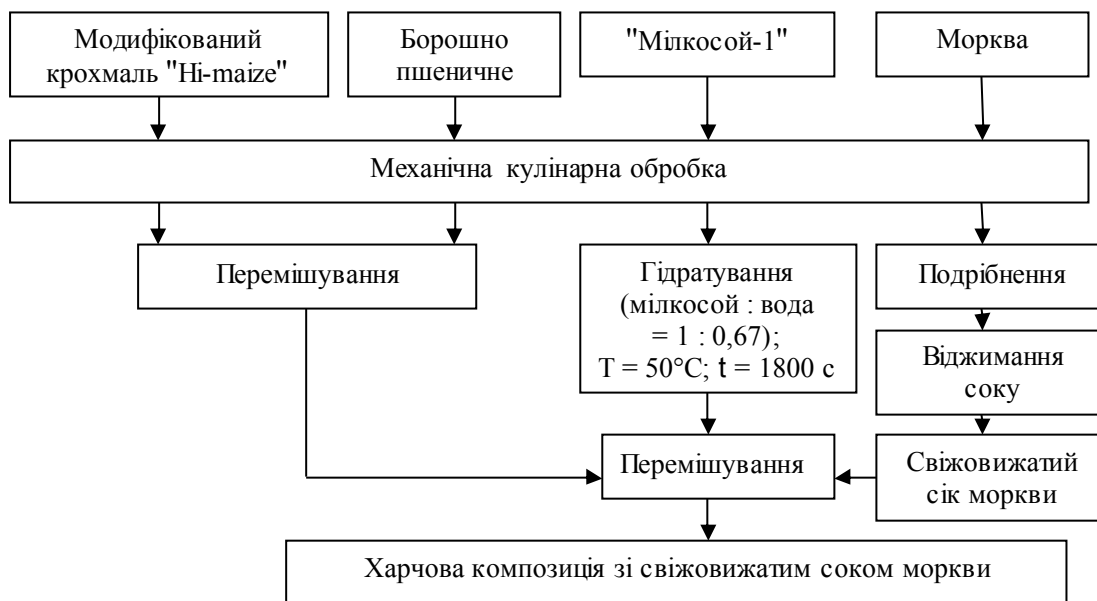


Рисунок 4.55 – Технологія харчової композиції для млинчиків зі свіжовижатим соком моркви

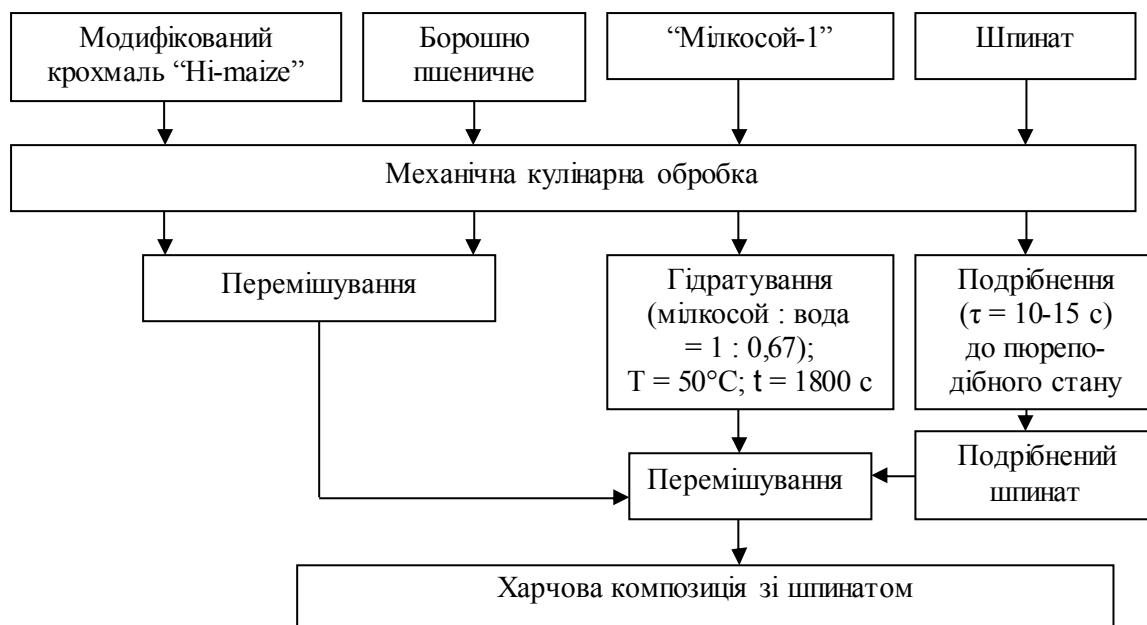


Рисунок 4.56 – Технологія харчової композиції для млинчиків зі шпинатом

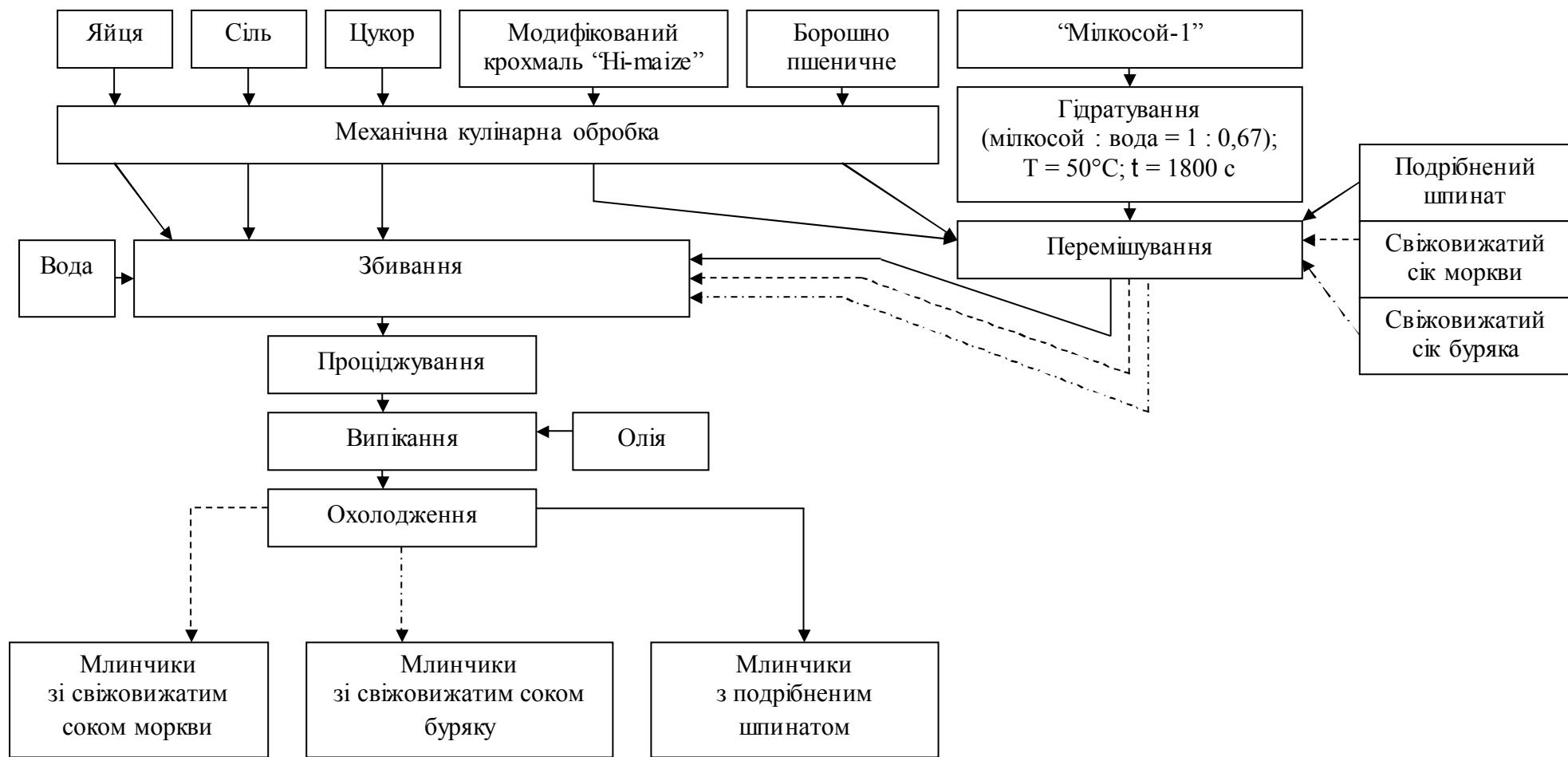
Млинчики смажать на змащених олією і розігрітих до $t=150^{\circ}\text{C}$ млинницях. Налите тісто розподіляють рівним шаром по всій поверхні і обсмажують з обох сторін, після чого млинчики знімають і охолоджують.

Загальну технологічну схему приготування млинчиків зі шпинатом (свіжовижатими овочевими соками) показано на рис. 4.57.

При вивченні структурно-механічних властивостей напівфабрикатів млинчиків з використанням пюре шпинату, свіжовижатого соку буряку (моркви), дієтичної добавки "Мілкосой-1" та модифікованого крохмалю "Hi-maize" досліджували їх пружньо-еластичні властивості.

За показник "консистенції" обрано інтегрований показник із значень величин межі пружності та межі міцності (зони еластичності продукту).

Консистенція дорівнює 100 балам при значеннях межі пружності $32,4 \pm 1,6$ кПа, межі міцності $39,0 \pm 2,2$ кПа, зона еластичності дорівнює 6,6 кПа та починається із значення 32,4 кПа (значення для контролю).



574

Рисунок 4.57 – Технологічна схема розроблених млинчиків функціонального призначення для харчування студентів

Досліджували введення раціональної кількості дієтичної добавки "Мілкосої-1" в напівфабрикат млинчиків, який вводили в тістові маси в концентрації від 5–50% від маси борошна.

Відмічено, що за концентрації понад 37,5% "Мілкосої-1" спостерігається погіршення структурно-механічних характеристик напівфабрикату млинчиків, знижується їхня пластичність та еластичність. Отже, раціональна кількість дієтичної добавки "Мілкосої-1" в тістовій масі не повинна перевищувати 37,5 %.

Регулювання структурно-механічних властивостей напівфабрикату млинчиків із використанням пюре шпинату, свіжовижатих овочевих соків здійснювали введенням модифікованого крохмалю "Hi-maize" у концентрації 19,2% до маси борошна (рис. 4.58).

Під дією модифікованого крохмалю підвищується пружність та еластичність напівфабрикату млинчиків. Напівфабрикати млинчиків з використанням шпинатного пюре (овочевих соків), дієтичної добавки з мікронізованої сої "Мілкосої-1" і крохмалю "Hi-maize" мають більш виражені пружно-еластичні властивості порівняно з контролем.

Досліджено можливість використання пюре зі шпинату (овочевих соків) у напівфабрикатах млинчиків. За результатами експериментальних досліджень встановлено раціональну кількість шпинатного пюре – 22%, морквяного соку – 32%, соку буряку – 54% до загальної маси води у технології напівфабрикатів млинчиків.

Введення соків та пюре у більшій кількості знижує якісні показники виробів: напівфабрикати млинчиків мають надмірно виражений смак та аромат, притаманний доданим сокам та пюре; підвищується міцність виробів. Це пояснюється присутністю в овочевих соках пектинових речовин (протопектинів), які частково поглинають вільну вологу і утримують її у трьохмірній структурі, сприяючи утворенню більш ущільненої, важкої консистенції (рис. 4.59 – 4.61).

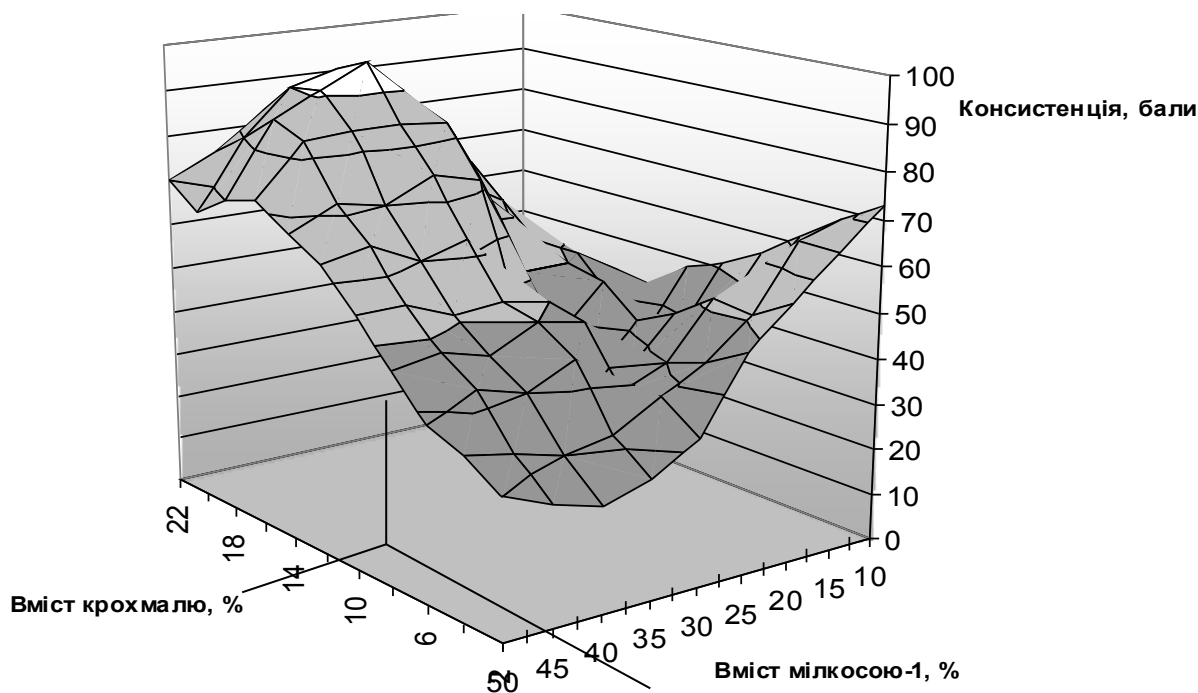


Рисунок 4.58 – Консистенція досліджуваних зразків напівфабрикатів млинчиків від вмісту "Мілкосой-1" та крохмалю "Hi-maize"

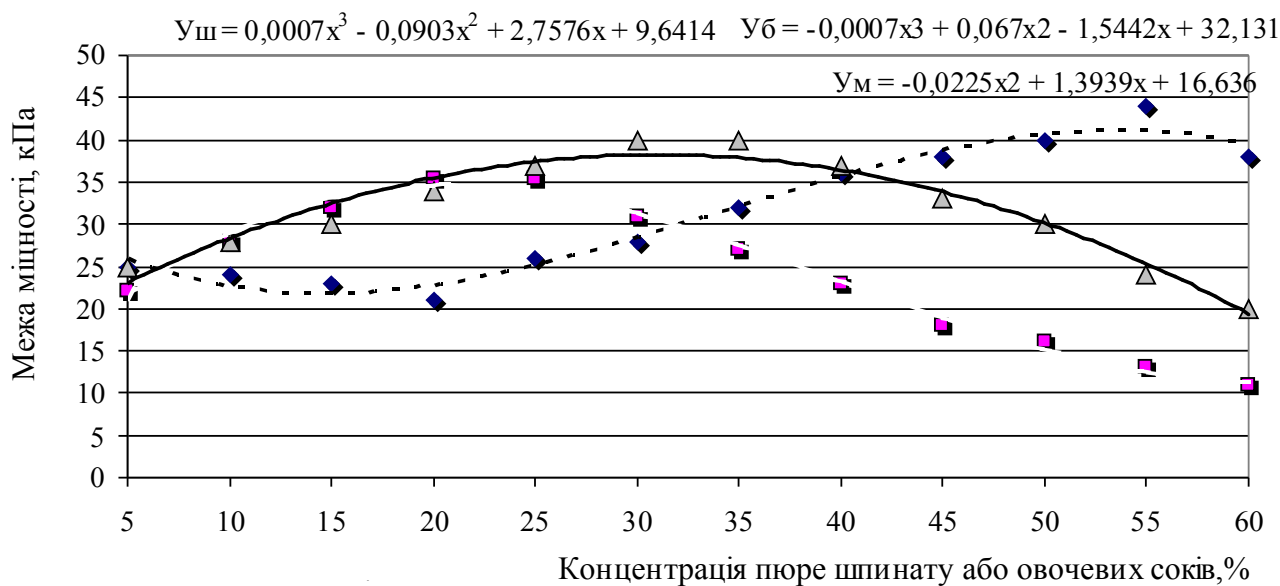


Рисунок 4.59 – Вплив шпинатного пюре та овочевих соків на межу міцності напівфабрикатів млинчиків (Уш – межа міцності напівфабрикату млинчиків з пюре шпинату, кПа; Ум – межа міцності напівфабрикату млинчиків із соком моркви, кПа; Уб – межа міцності напівфабрикату млинчиків із соком буряку, кПа): ◆ Сік буряку ■ Пюре шпинату △ Сік моркви

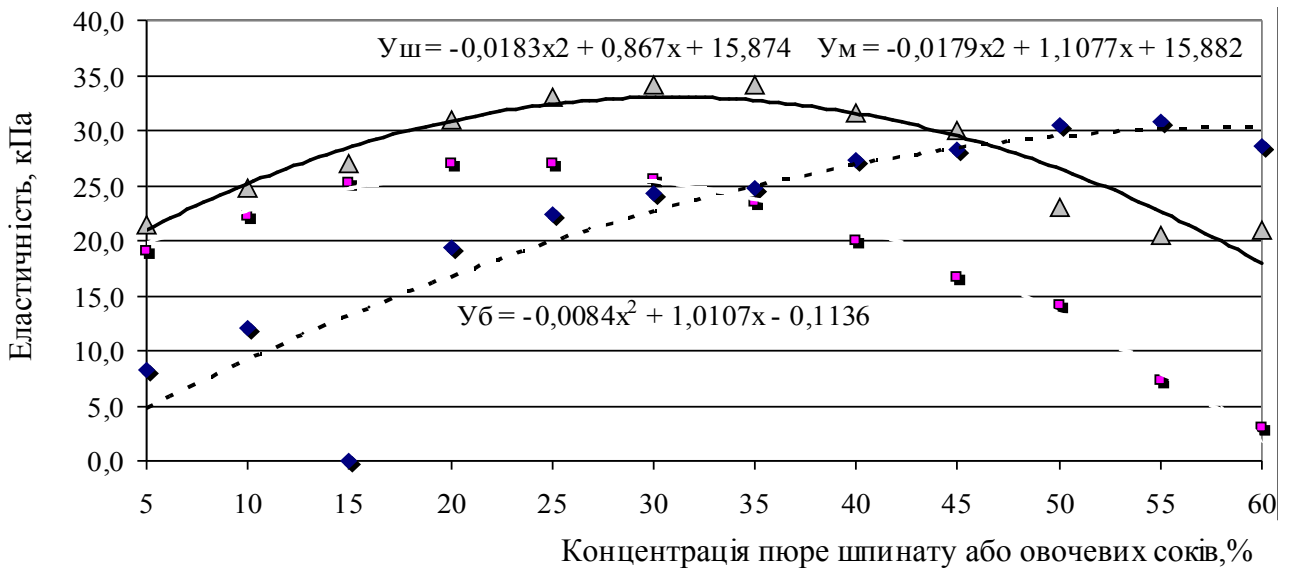


Рисунок 4.60 – Вплив шпинатного пюре та овочевих соків на еластичність напівфабрикатів млинчиків ($U_{ш}$ – еластичність напівфабрикату млинчиків з пюре шпинату, кПа; $U_{м}$ – еластичність напівфабрикату млинчиків із соком моркви, кПа; $U_{б}$ – еластичність напівфабрикату млинчиків із соком буряку, кПа): \blacklozenge Сік буряку \blacksquare Пюре шпинату \triangle Сік моркви

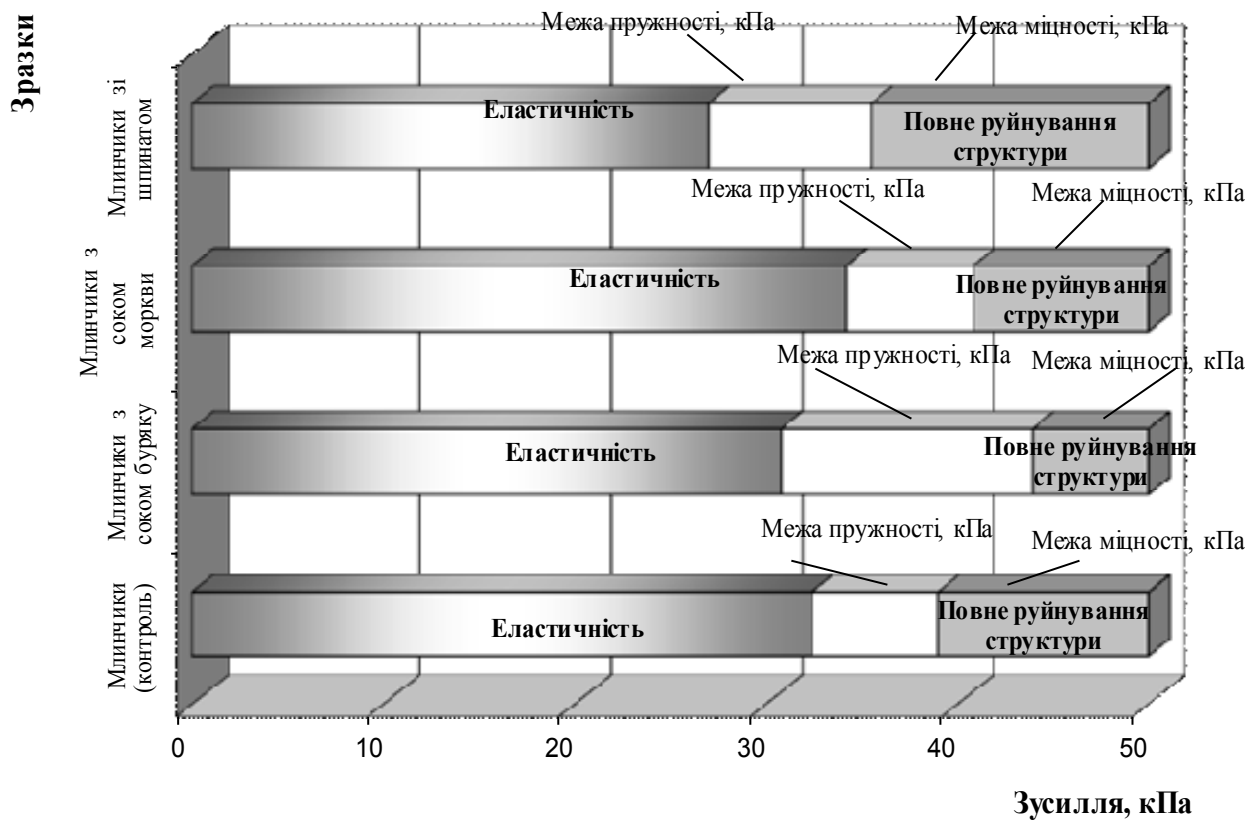


Рисунок 4.61 – Структурно-механічні властивості напівфабрикатів млинчиків

За результатами дослідження структурно-механічних властивостей розроблених напівфабрикатів млинчиків, можна стверджувати, що використання свіжовижатого соку буряку підвищує значення межі міцності (еластичність) продукту на 4% порівняно з контролем. Використання свіжовижатого соку моркви (пюре шпинату) зменшує еластичність продуктів на 5 та 12% відповідно, проте додавання пюре шпинату збільшує зону між межею пружності та межею міцності продукту. Руйнування структури напівфабрикату млинчиків зі свіжовижатим соком буряку (моркви) спостерігалось при більшому зусиллі порівняно з контролем.

Технологію розроблених борошняних кулінарних виробів підтверджено деклараційними патентами України на корисну модель: “Млинчики-напівфабрикат зі свіжовижатими соками з буряку та моркви” №60026–2011 та “Напівфабрикат млинчиків зі шпинатом” №60031–2011.

4.6. Страви з кисломолочного сиру

Страви з кисломолочного сиру – багаті на білок, жир, молочний цукор, вітаміни А₁, В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР та мінеральні речовини. Кисломолочний сир має дієтичні і лікувальні властивості. Це незамінний компонент повноцінного здорового раціону, корисний для людей будь-якого віку. Як ідеальне джерело легкозасвоюваного кальцію, фосфору та магнію, він особливо рекомендований дітям, підліткам, вагітним жінкам і літнім людям.

Розроблена технологія гомбовців з дієтичними добавками: зародки пшениці, толокно, модифікований крохмаль “Ні-maize”, еламін, кунжут та припущені овочі. Визначено раціональну кількість добавок для страв із кисломолочного сиру, %: зародки пшениці – 15, толокно – 5, еламін – 2, модифікований крохмаль “Ні-maize” – 3, овочі – 8, кунжут – 2.

Технологія виробництва гомбовців представлена у технологічній схемі (рис. 4.62). До складу страви з кисломолочного сиру з харчовими композиціями вводились також припущені овочі, у якості начинки: морква (1-й дослід), буряк

(2-й дослід), гарбуз (3-й дослід), які містять харчові волокна, бета-каротин, фосфор, магній, вітамін В₉.

Для приготування гомбовців з дієтичними добавками потрібно протерти кисломолочний сир, з'єднати його з яйцем, цукром, толокном та підсушеними зародками пшениці, все перемішати. У силіконові форми викладають ½ частину кисломолочного сиру з наповнювачем, зверху - овочеву начинку і залишившийся н/ф з кисломолочної маси, змащують яйцем, посипають кунжутом. Форму з гомбовцями ставлять у пароконвектомат і готують на пару при $t=100^{\circ}\text{C}$, $\tau=1,5 \cdot 10^3$ с. Після теплової обробки виймають вироби з форм, викладають на тарілку, подають з сметаною або джемом.

Технологія приготування фаршу овочевого. Овочі (гарбуз, буряк або морква) очищають, промивають і готують на пару $\tau=3 \times 10^2$ с, подрібнюють на блендері. До подрібнених овочів додають концентрат з морської капусти еламін та крохмаль "Hi-maize" і перемішують.

Досліджено хімічний склад розроблених страв із кисломолочного сиру (табл. 4.41), який свідчить про підвищення вмісту харчових волокон на 46,0–47,0 % порівняно з контролем. Мінеральний склад страви покращився, (%): вміст кальцію збільшився на 25,0–26,0; фосфору – на 94,70–96,10; кількість заліза збільшилась в 1,34–1,40 рази; магнію - в 1,91–2 рази. Аналогічно підвищився вміст вітамінів: кількість вітаміну В₁ зросла в 5 – 5,40 рази; вітаміну В₂ на 50,0 – 59,0%; вітаміну Е в 1,27– 1,32 рази. Енергетична цінність знизилась на 7% у всіх дослідних зразках.

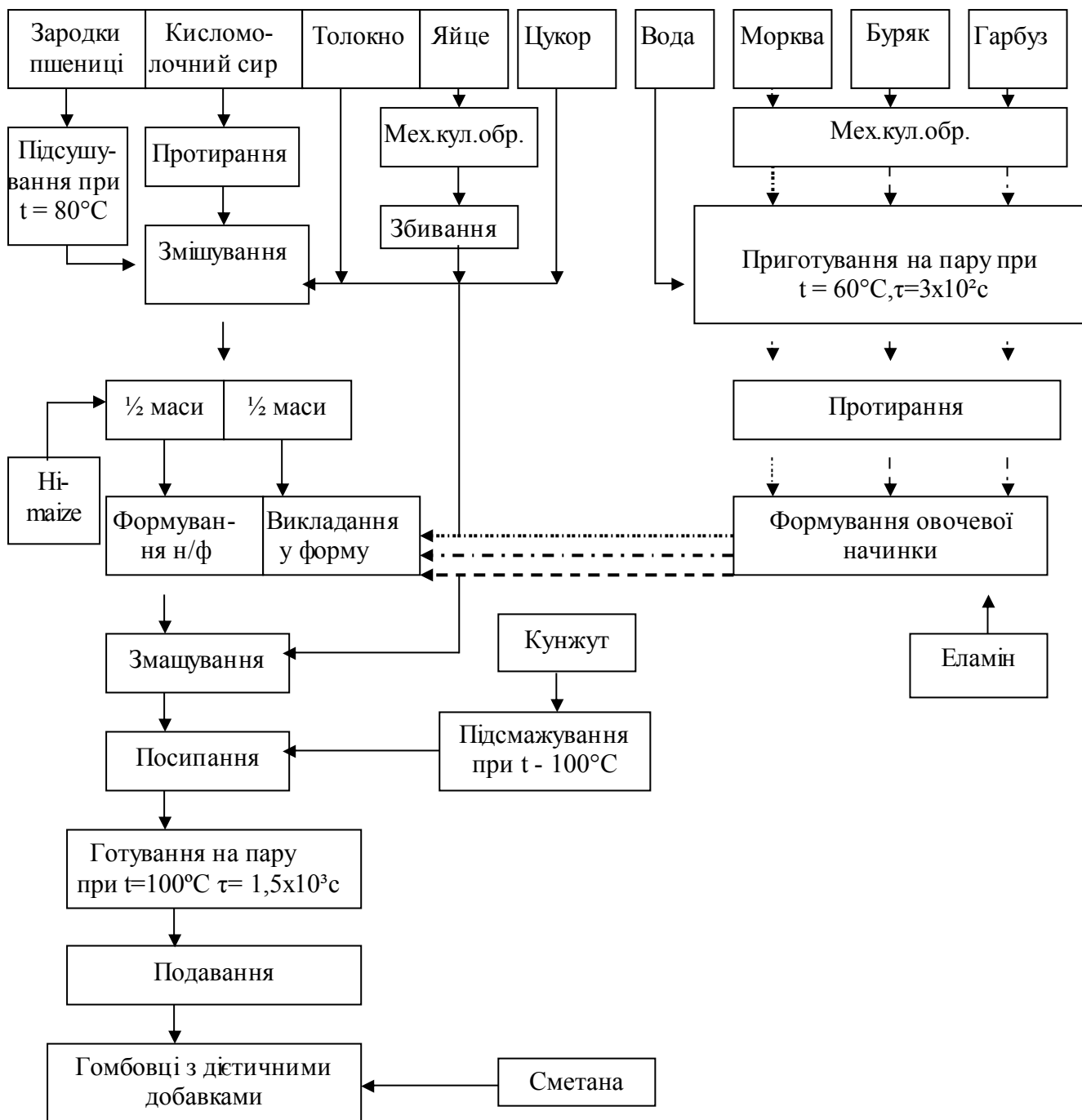


Рисунок 4.62 – Технологічна схема виробництва гомбовців з дієтичними добавками:

- ← гомбовці (контроль);
- ←..... гомбовці з дієтичними добавками та морквою ;
- ←- - - гомбовці з дієтичними добавками та буряком;
- ←- · - · гомбовці з дієтичними добавками та гарбузом.

**Хімічний склад гомбовців з дієтичними добавками,
(на 100 г)**

Речовини харчового складу	Добова потреба	Контр- роль	Дослід 1	Різниця, %	Дослід 2	Різниця, %	Дослід 3	Різниця, %
Блок, г	68	12,53	15,28	21,95	15,3	22,11	15,26	21,79
Жири, г	71	12,09	13,2	9,18	13,1	8,35	13	7,53
Вуглеводи, г	239	26,39	16,68	-36,79	16,83	-36,2	16,62	-37,02
Харчові волокна, г	20	0,1	4,64	4540	4,69	4590	4,72	4620
Se, мг	20	0,1	3,62	3520	3,6	3500	3,61	3510
Ca, мг	800	108,1	135,5	25,38	136,3	26,12	135,4	25,24
P, мг	800	168	329,5	96,14	328,6	95,57	327,1	94,71
Fe, мг	10	0,96	2,29	138,5	2,35	144,7	2,27	136,4
J, мкг	90	2	43,8	2090	44,04	2102	43,48	2074
Тіамін, мг	0,8	0,05	0,32	540	0,3	500	0,31	520
Рибофлавін, мг	1	0,22	0,34	54,55	0,35	59,09	0,33	50
Фолієва кислота, мкг	80	5,3	7,56	42,64	7,88	48,68	7,96	50,19
Аскорбінова к-та, мг	50	0,3	0,69	130	1,09	263,3	0,93	210
β-каротин, мкг	600	42	236,7	463,5	37,5	-10,7	156,7	273,1
Енергетична цінність, ккал	1875	255,7	237,9	-6,96	238,3	-6,8	236,9	-7,36

4.7. Хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби

Розроблення технологій хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів функціонального призначення здійснювали відповідно до встановлених завдань виготовлення виробів: з підсолоджувачами для харчування хворих на цукровий діабет та ожиріння; підвищеної поживної цінності на основі використання дієтичних добавок; репродуктивного призначення.

Технологія хлібобулочних виробів функціонального призначення

Одним з перспективних сучасних напрямів є розроблення новітніх технологій виробництва хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності.

Традиційний хліб випікається з борошна вищих сортів. Але при одержанні борошна із зерна відокремлюються біологічно цінні, утримуючі

мікроелементи частини, такі як зародок, зернова оболонка й алейроновий шар, воно втрачає біля половини вітамінів В₂, майже повністю відсутні вітаміни В₁ і РР, а також вітамін Е. Значно зменшується вміст таких елементів, як магній і калій, марганець, мідь і залізо. Такі втрати корисних речовин спонукали розробити альтернативні технології виробництва хліба, які дозволяють зберегти поживні речовини, що містяться в цілому зерні. Аналіз даних показав, що пророслі зерна рослинних культур – популярний натуральний продукт.

Пророщування зерна пшениці значно покращує кількість біохімічних показників зерна (табл. 4.42).

Таблиця 4.42

Вміст мікроелементів і вітамінів у зернових продуктах, мг/100г

Продукт	Мікроелементи						Вітаміни		
	Калій	Кальцій	Фосфор	Магній	Залізо	Цинк	В ₁	В ₂	В ₃
Борошно пшеничне	122	22	92	20	1,1	0,7	0,18	0,13	1,2
Зерно пшениці	350	45	423	145	3,9	4,1	0,45	0,23	5,1
Пророще не зерно пшениці	850	70	1100	400	10	20	2	0,7	4,5

Особливістю технології хліба з пророслого зерна пшениці, на відміну від традиційних способів приготування хлібобулочних виробів, є підготовка зерна включаючи його очищення, сортування, миття, замочування у воді, солодження (пророщування) і подрібнення. Подрібнення зерна для отримання однорідної маси – один з важливих етапів технології хліба з пророслого зерна пшениці. Від ступеня подрібнення залежить органолептична оцінка готового продукту: зовнішній вигляд, пористість м'якушки. Технологія виготовлення хліба із пророслої пшениці дозволяє зберегти в кінцевому продукті кількість вітамінів групи В і клітковини, які необхідні організму людини для підтримки нормального тонусу.

За результатами проведених досліджень зерно пророщували до отримання паростків довжиною 1,5 мм. Подальше проростання зерна на рекомендовано через ріст активності амілолітичних і протеолітичних ферментів, що може призвести до отримання хліба низької якості з липкою м'якушкою, яка заминається.

Предмет дослідження – житньо-пшеничний хліб (контроль), хліб житньо-пшеничний з пророслим зерном пшениці на хмельовій заквасці (дослід № 1), хліб житньо-пшеничний з пророслим зерном пшениці на хмельовій заквасці з гарбузовим пюре (дослід № 2), хліб житньо-пшеничний з пророслим зерном пшениці на хмельовій заквасці з шротом розторопші плямистої та концентратом квасного суслу (дослід № 3).

При виготовленні хлібобулочних виробів з пророслого зерна пшениці замість дріжджів використовували хмельову закваску. Адже, хліб на хмелю володіє цілющими властивостями, що здавна використовувалися в якості снодійного, протизапального засобу, а також для підвищення апетиту, при спазмах стравоходу.

У результаті експериментальних дослідження виявлено, що додавання гарбузового пюре в тісто приводить до поліпшення органолептичних показників, а саме: поліпшується колір виробів, пористість, еластичність м'якушки, форма готових виробів. Хлібобулочний виріб, де гарбузового пюре додано в кількості 50% від маси води, має більш високі органолептичні показники в порівнянні з іншими варіантами. Це обумовлює збільшення питомого обсягу, формоутримуючої здатності, утворення рівномірної пористості випечених бездріжджових хлібобулочних виробів.

Використання концентрату квасного суслу при приготуванні бездріжджових хлібобулочних виробів дає змогу не тільки виключити цукор із технології приготування хліба, зберігаючи при цьому солодкий смак продукту, але й збагатити його біологічно активними речовинами. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що використання концентрату

квасного сусла скорочує тривалість приготування тіста з 40 хв. до 30 хв., під час випікання отримано виріб із більш привабливим забарвленням, блискучою скоринкою, збільшеним об'ємом, ніжним м'якушем та полішеними смаковими властивостями випечених виробів. Концентрат квасного сусла підвищує газотримувальну здатність борошна і тим самим скорочує тривалість розстоювання, а також сприяє структуризації властивостей тіста. Отже, концентрат квасного сусла пом'якшує високу кислотність хліба, надає виробам збалансовану природну солодкість, натуральний смак і аромат, таким чином поліпшує органолептичні показники якості готових хлібобулочних виробів.

Так, як хлібобулочні вироби мають низьку біологічну цінність, високу калорійність і незначну кількість вітамінів, то доцільно використовувати у їх складі шрот розторопші плямистої.

На основі експериментальних досліджень проведено визначення раціональної кількості пророслого зерна пшениці, хмельової закваски, гарбузового пюре, концентрату квасного сусла, шроту розторопші плямистої, які доцільно використати у виробництві хлібобулочних виробів. Проведено дослідження щодо виробництва хлібобулочних виробів із використанням добавок (%): пророслого зерна пшениці (30), хмельової закваски (100), гарбузового пюре (50), концентрату квасного сусла (1), шроту розторопші плямистої (9). Із урахуванням проведених досліджень розроблено технологію виробництва хлібобулочних виробів із використанням пророслого зерна пшениці, хмельової закваски, гарбузового пюре, концентрату квасного сусла та шроту розторопші плямистої (рис. 4.63).

За основу прийнято технологічну схему виробництва виробів із дріжджового тіста за традиційною технологією.

Зерно пшениці очищають від домішок, миють, пророщують при $t=23-25^{\circ}\text{C}$ до отримання паростків довжиною 1,5 мм. Оптимальний час пророщування для пшениці при $t=24^{\circ}\text{C}$ складає $\tau=43,2 \cdot 10^3\text{c}$ (з моменту зливання води). Після пророщування пшеницю подрібнюють.

Для приготування опари беруть 60% норми рідини, 40% борошна, 1 % концентрату квасного суслу (для хліба житньо-пшеничного з пророслим зерном пшениці "Слов'янський") та хмельову закваску. У підігріту до $t=35-40^{\circ}\text{C}$ рідину додають хмельову закваску, просіяне борошно, концентрат квасного суслу (для хліба житньо-пшеничного з пророслим зерном пшениці "Слов'янський") і перемішують. Поверхню опари посипають тонким шаром борошна, діжу накривають кришкою і ставлять у тепле місце ($t=35-40^{\circ}\text{C}$) на $\tau=3,6 \cdot 10\text{c}$ для бродіння. У процесі бродіння опара збільшується в об'ємі у 2–2,5 рази, на всій поверхні з'являються бульбашки, які лопаються. Готовність опари визначають за зовнішніми ознаками: бродіння починає сповільнюватися, бульбашок на поверхні стає менше, опара осідає.

У готову опару додають решту рідини з розчиненою сіллю, проросле зерно пшениці (для хліба житньо-пшеничного з пророслим зерном пшениці "Сімейний"), гарбузове пюре, (для хліба житньо-пшеничного з пророслим зерном пшениці "Селянський"), шрот розторопші плямистої (для хліба житньо-пшеничного з пророслим зерном пшениці "Слов'янський") вимішують, всипають решту борошна, замішують $\tau=600-900\text{c}$. Перед закінченням замішування додають олію.

Діжу закривають кришкою і залишають в теплому місці на $\tau=3,6 \cdot 10^3-7,2 \cdot 10^3\text{c}$ для бродіння. За час бродіння тісто обминають 2–3 рази.

Готове тісто розробляють, формують, викладають у форми, змащені олією і ставлять у тепле місце на $\tau=1200-1800\text{c}$ для вистоювання.

Випікають вироби при $t=220^{\circ}\text{C}$, протягом $\tau=2400-3000\text{c}$. Готові вироби охолоджують.

Досліджено органолептичні властивості бездріжджових хлібобулочних виробів з дієтичними добавками за 5-бальною шкалою, які наведено в табл. 4.43.

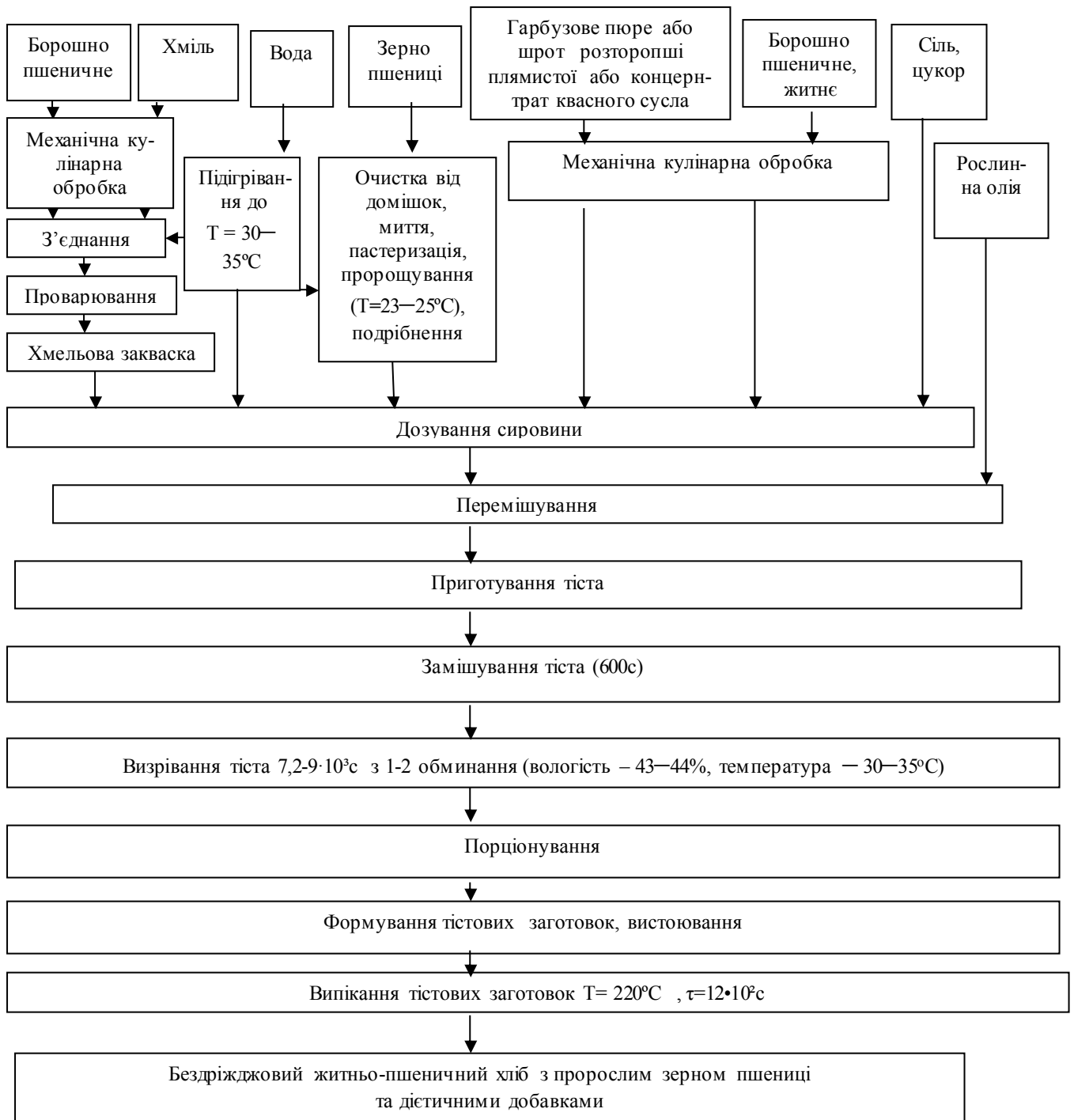


Рисунок 4.63 – Загальна технологічна схема приготування хліба житньо-пшеничного бездріжджового з пророслим зерном пшениці на хмельовій заквасці з дієтичними добавками

**Органолептичні показники якості бездріжджових хлібобулочних виробів
на хмельовій заквасці з пророслим зерном пшениці
та дієтичними добавками**

Зразок	Зовнішній вигляд	Колір	Консистенція	Запах	Смак	Пористість	Загальна оцінка, бали
Контроль	4,94	4,82	4,87	4,93	4,96	4,90	4,9
Дослід № 1	4,86	4,94	4,75	4,89	4,63	4,73	4,8
Дослід № 2	4,83	4,97	4,81	4,83	4,86	4,80	4,85
Дослід № 3	4,85	4,86	4,78	4,46	4,50	4,77	4,7

Проведені експериментальні дослідження свідчать, що введення в тісто пророслого зерна пшениці, хмельової закваски, гарбузового пюре, концентрату квасного сусла, шроту розторопші плямистої зумовлює позитивні зміни хімічного складу готових бездріжджових хлібобулочних виробів (табл. 4.44).

Таким чином аналіз харчової цінності бездріжджових хлібобулочних виробів показав, що при додаванні раціональної кількості пророслого зерна пшениці, хмельової закваски, гарбузового пюре, шроту розторопші плямистої та концентрату квасного сусла у тісто збільшилась кількість білків – від 29,4% до 34,8%, жирів – від 112,0% до 156,0 %, харчових волокон – від 4,8% до 6,4%, кальцію – від 13,1% до 32,5%, калію – від 29,9% до 41,5%, фосфору – від 104,4% до 108,1%, заліза – від 39,4% до 53,5%, магнію – від 151,5% до 157,7%. Збільшився вміст вітамінів: В₁ – від 107,6% до 115,4%, В₂ – від 111,1% до 122,2%, токоферолу – від 488,9% до 497,9%.

Резюмуючи вище викладене можна констатувати, що використання хмельової закваски, концентрату квасного сусла, гарбузового пюре, шроту розторопші плямистої, пророслого зерна пшениці у виробництві бездріжджових хлібобулочних виробів є перспективним напрямком, що дозволяє розширити асортимент хлібобулочних виробів функціонального призначення.

Розробка модельних функціональних композицій для борошняних кондитерських і булочних виробів з екстрактом "Стевіасан" та дієтичними добавками. Фізико-хімічні та технологічні характеристики екстракту "Стевіасан", карагенану дозволили прогнозувати можливість їхнього застосування у технологіях борошняних кондитерських і булочних виробів зі зниженим вмістом або без цукру для харчування хворих на цукровий діабет та ожиріння.

Досліджені реологічні характеристики тістових композицій для борошняних кондитерських виробів функціонального призначення. Кондитерське тісто є складною колоїдною дисперсною системою. Його механічні характеристики визначаються співвідношенням та властивостями окремих інгредієнтів. Важливо визначити, як вплине екстракт "Стевіасан" на структурно-механічні характеристики тістових композицій без цукру (табл. 4.44).

Таблиця 4.44

Хімічний склад житньо-пшеничного хліба на хмельовій заквасці з проросли зерном пшениці та дієтичними добавками

Нутрієнти	Контроль	Дослід № 1	Різниця, %	Дослід № 2	Різниця, %	Дослід № 3	Різниця, %	Забезпечення добової потреби у нутрієнтах, %		
								Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3
Білки, г	8,27	10,98	32,77	11,15	34,82	10,70	29,38	14,64	14,87	14,27
Жири, г	1,41	2,99	112,06	3,61	156,03	30,1	113,48	3,60	4,35	3,63
Харчові волокна, г	7,57	7,93	4,76	8,05	6,34	7,59	0,26	26,43	26,83	25,30
Ca, мг	31,97	36,18	13,17	42,38	32,56	38,97	21,90	3,62	4,24	3,90
P, мг	152,49	311,74	104,43	317,34	108,11	314,01	105,92	31,17	31,73	31,40
Fe, мг	2,41	3,48	44,40	3,71	53,94	3,37	39,83	24,86	26,50	24,07
Mg, мг	41,97	106,75	154,35	108,15	157,68	105,54	151,47	26,69	27,04	26,39
Na, мг	583,01	584,0	0,17	603,46	3,51	593,6	1,82	24,33	25,14	24,73
K, мг	231,06	309,79	34,07	326,99	41,52	300,07	29,87	8,85	9,34	8,57
V1, мг	0,26	0,55	111,54	0,56	115,38	0,54	107,69	36,67	37,33	36,00
V2, мг	0,09	0,19	111,11	0,2	122,22	0,19	111,11	10,56	11,11	10,56
E, мг	0,99	5,83	488,89	5,92	497,97	5,84	489,90	29,15	29,60	29,20

Реологічні характеристики тістових композицій ($p \leq 0,05$)

Модельні тістові композиції	Концентрація екстракту "Стевіясан"	Модуль зсуву, G ($\text{Па} \cdot 10^{-2}$)	Динамічна в'язкість ($\text{Па} \cdot \text{с} \cdot 10^{-4}$)	Піддатливість, ($\text{см}^2/\text{дин} \cdot 10^{-2}$)	Період релаксації, за Максвелом ($\text{с} \cdot 10^2$)	Пластичність, P (%)
Контроль	0	52,20	2,90	1,94	5,55	18,10
Дослід № 1	0,1	51,04	2,80	2,00	5,53	18,18
Дослід № 2	0,5	47,25	2,60	2,15	5,50	18,25
Дослід № 3	0,7	41,10	2,36	2,45	5,10	19,65
Дослід № 4	1,0	47,85	2,38	2,10	4,84	20,80
Дослід № 5	5,0	46,13	2,16	2,19	4,68	21,55
Дослід № 6	7,0	42,30	1,99	2,36	4,55	22,15

Примітка. Контроль – борошно 50 г + вода 25 г; дослід № 1–3 – модельні композиції з сухим екстрактом; дослід № 4–6 – модельні композиції з рідким екстрактом. Реологічні характеристики реєструвалися у режимі зсуву при постійній напрузі $T=1310$ дин/см². Концентрація екстракту "Стевіясан" зазначена у відсотках від маси борошна. У тістових композиціях кількість борошна та води залишалася незмінною.

Екстракт "Стевіясан" (сухий) сприяє зниженню пружно-еластичних показників тістових моделей від 2,3% до 21,3%, при застосуванні сиропу від 8,4 до 11,6%. Знижується і динамічна в'язкість на 3,5–18,6% у композиціях № 1–3 і на 18,0–31,4% у композиціях № 4-6. Разом з тим, необхідно відмітити підвищення піддатливості та пластичності: у зразках № 1–3 піддатливість збільшується на 3,0–26,3%, пластичність на – 0,4–8,6%, у зразках з сиропом (моделі № 4-6) піддатливість збільшується на 8,2–21,7%, пластичність – на 15,0-22,4% відповідно до контролю. Збільшення концентрації екстракту "Стевіясан" знижує модуль зсуву на 1,16–11,0 $\text{Па} \cdot 10^{-2}$, а у композиціях із сиропом, відповідно на 4,35–9,9 $\text{Па} \cdot 10^{-2}$.

Збільшення концентрації екстракту знижує граничну напругу зсуву від 0,48 до 0,26 $\text{Па} \cdot 10^{-2}$ (моделі №1–3), у моделях №4–6 від 0,52 до 0,40 0,26 $\text{Па} \cdot 10^{-2}$. Для підтвердження отриманих даних щодо впливу екстракту "Стевіясан" на структурно-механічні характеристики тістових композицій проведені дослідження на альвеографі (табл. 4.46).

Механічні характеристики модельних композицій ($p \leq 0,05$)

Найменування	Концентрація екстракту "Стевіасан"	Пружність, P(мм)	Розтяжність, L(мм)
Контроль	0	21,80±3,5	71,70±7,5
Дослід № 1	0,1	19,72±2,5	86,62±8,5
Дослід № 2	0,5	17,95±1,5	88,54±8,5
Дослід № 3	0,7	17,05±1,5	93,08±9,5
Дослід № 4	1,0	19,20±2,5	87,40±8,5
Дослід № 5	5,0	17,10±1,5	95,90±9,5
Дослід № 6	7,0	16,35±1,0	98,60±9,5

Примітка. Контроль – борошно 50 г + вода 25 г; дослід № 1–3 – модельні композиції з сухим екстрактом; дослід № 4–6 – модельні композиції з рідким екстрактом.

Пружність тіста дослідних зразків знижується на 7,6–19,5% (моделі № 1–3) і 13,5–33,0% (моделі № 4–6) та підвищується розтяжність на 20,8–29,8% і 21,9–37,5% відповідно. Аналіз альвеограм дозволив отримати механічні характеристики тістових композицій, які підтвердили, що екстракт "Стевіасан" пластифікує структуру – знижує пружність та підвищує пластичність тістових композицій, вірогідно, завдяки дитерпеновим глікозидам, що входять до його складу. Досліджений стан вологи у тістових композиціях. Структура тістових композицій залежить, як від умов формування клейковинного комплексу, так і від форм зв'язку вологи. Вилучення цукру суттєво впливає на клейковинний комплекс і форми зв'язку вологи. На наступному етапі досліджували вплив екстракту "Стевіасан" на стан вологи у тістових композиціях (табл. 4.47).

Аналіз отриманих даних свідчить, що зміна концентрації екстракту помітно впливає на співвідношення вільної і зв'язаної вологи у тісті. При підвищенні концентрації екстракту від 0,1 до 0,7% (дослід № 1-3) (відносний вміст зв'язаної вологи збільшується на 1,3% порівняно з контрольним зразком. У тістових композиціях з рідким екстрактом (дослід № 4-6) вміст зв'язаної вологи зростає на 1,1%.

Отримані результати свідчать, що екстракт підвищує вологоутримуючу здатність тістових композицій.

Кількісний і якісний вміст вологи у тістових композиціях

Вміст вологи, %	Тістові композиції						
	Контроль	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
загальний	40,950	40,850	40,250	39,850	40,450	40,100	39,850
у т.ч.: вільна волога (% від загального)	13,750	13,350	13,100	12,300	12,850	12,800	12,750
зв'язана волога	86,500	86,800	86,900	87,200	87,100	87,050	87,200

Примітка. Контроль – борошно 50 г + вода 25 г; дослід № 1–3 – модельні композиції з сухим екстрактом; дослід № 4–6 – модельні композиції з рідким екстрактом.

Досліджені властивості клейковини тістових композицій. Клейковина тіста визначає його структуру завдяки утворенню просторової пружно-еластичної сітки. Нерозчинні у воді білкові фракції – гліадинова і глютенінова утворюють пружну, пластичну, здатну до розтягування, масу. Цукор виявляє дегідратуючі властивості та зменшує набрякання білків. Властивості клейковини модельних композицій з екстрактом "Стевіасан" визначали за кількістю сирої і сухої клейковини, її гідратаційної здатності та за показниками пенітрометру й ІДК-I.

При збільшенні концентрації екстракту, кількість сирої клейковини зменшується на 4,0–4,8% (№ 1-3) і 0,4–4,0% (№ 4-6) відповідно. Найнижчий вміст сирої клейковини у зразках із максимальним вмістом екстракту та у моделі з цукром. Найвищі значення гідратаційної здатності у зразках з мінімальним вмістом екстракту (композиції № 2, № 5). Дитерпенові глікозиди, зменшують гідратацію протеїнових гелів борошна і сприяють зниженню пружності тіста.

Отримані показники якості клейковини корелюють з результатами реологічних досліджень тістових композицій і враховані при розробці нових технологій.

У модельних композиціях з екстрактом "Стевіасан", масову частку цукру, що вилучається, необхідно компенсувати іншими рецептурними компонентами, які б оптимізували хімічний склад за біологічною цінністю. З цією метою визначалася можливість використання борошна з зернопродуктів ЕСО. Лімітуючою амінокислотою у пшеничному борошні є лівин, амінокислотний скор якого – 45%.

З метою підвищення біологічної цінності розроблюваних борошняних кондитерських виробів вважали за доцільне застосовувати борошяну сировину з підвищеним вмістом лізину – вівсяне, соєве борошно ЕСО, а також рисове, просяне і зародки пшениці ЕСО.

Розраховували комплексний показник біологічної цінності (Кб) модельні композиції. Комплексний показник біологічної цінності (Кб) підвищувався із зростанням концентрації борошна ЕСО, обмежуючим фактором слугував комплексний показник органолептичних властивостей (табл. 4.48).

Аналогічним методом визначали раціональну концентрацію зародків пшениці ЕСО, просяного, соєвого та рисового борошна ЕСО у модельній композиції для пісочного, пряничного, кексового, бісквітного, листкового та дріжджового напівфабрикатів. Розрахований комплексний показник органолептичних властивостей пісочного напівфабрикату К1_о, пряничного напівфабрикату К2_о, кексового напівфабрикату К3_о, бісквітного напівфабрикату К4_о, листкового напівфабрикату К5_о, дріжджового напівфабрикату К6_о.

Таблиця 4.48

Коефіцієнт біологічної цінності (Кб) модельних композицій з вівсяним борошном ЕСО

Комплексний показник	Концентрація вівсяного борошна ЕСО, %						
	0	10	20	30	40	50	60
К ¹ _о (пісочний напівфабрикат)	1,0	1,15	1,30	1,45	1,60	1,75	1,85
К ² _о (пряничний напівфабрикат)	1,0	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,55
К ³ _о (кексовий напівфабрикат)	1,0	1,14	1,28	1,42	1,56	1,70	1,84
К ⁴ _о (бісквітний напівфабрикат)	1,0	1,17	1,34	1,51	1,68	1,85	1,95
К ⁵ _о (листяний напівфабрикат)	1,0	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30
К ⁶ _о (дріжджовий напівфабрикат)	1,0	1,20	1,40	1,60	1,80	1,90	1,95

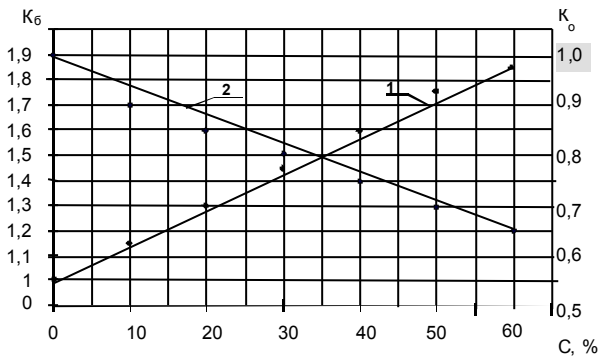


Рисунок 4.64 – Визначення раціональної концентрації борошна вівсяного ЕСО у модельній композиції для пісочного напівфабрикату: 1 – значення показника K_6 ; 2 – значення показника K_0

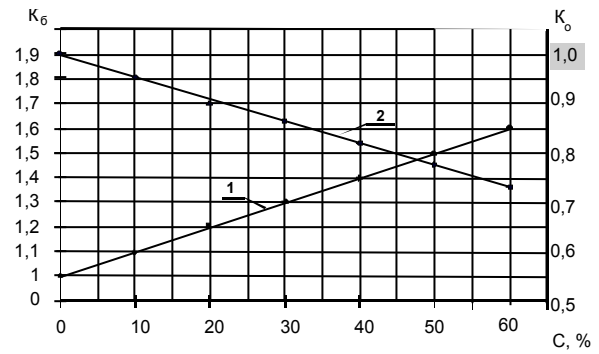


Рисунок 4.65 – Визначення раціональної концентрації борошна вівсяного ЕСО у модельній композиції для пряничного напівфабрикату: 1 – значення показника K_6 ; 2 – значення показника K_0

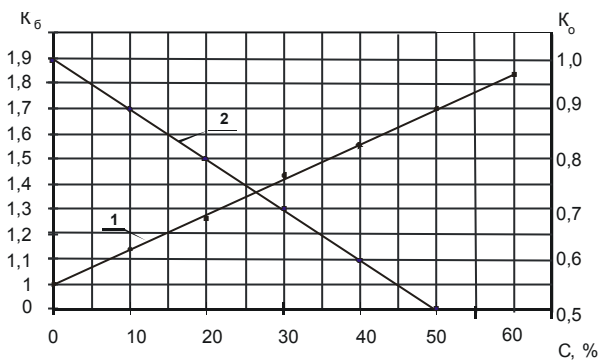


Рисунок 4.66 – Визначення раціональної концентрації борошна вівсяного ЕСО у модельній композиції для кексового напівфабрикату: 1 – значення показника K_6 ; 2 – значення показника K_0

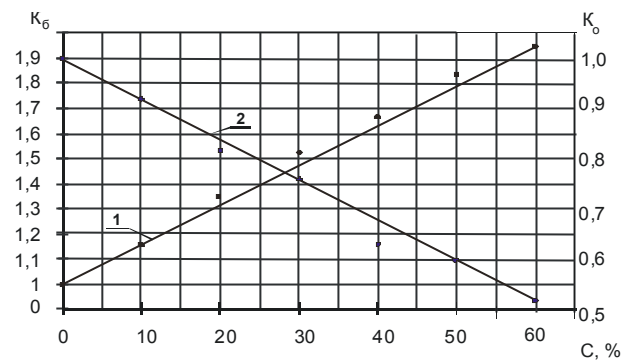


Рисунок 4.67 – Визначення раціональної концентрації борошна вівсяного ЕСО у модельній композиції для бісквітного напівфабрикату: 1 – значення показника K_6 ; 2 – значення показника K_0

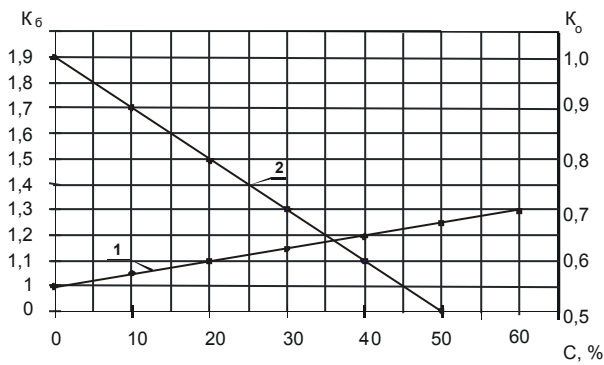


Рисунок 4.68 – Визначення раціональної концентрації борошна вівсяного ЕСО у модельній композиції для листкового напівфабрикату: 1 – значення показника K_b ; 2 – значення показника K_o

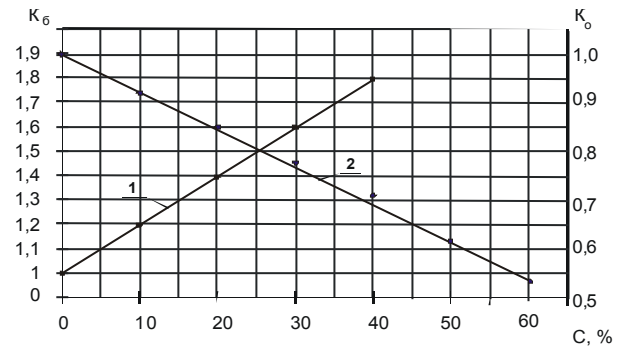


Рисунок 4.69 – Визначення раціональної концентрації борошна вівсяного ЕСО у модельній композиції для дріжджового напівфабрикату: 1 – значення показника K_b ; 2 – значення показника K_o

Графоматематичним методом визначена залежність біологічної цінності та органолептичних показників модельних композицій від концентрації борошна ЕСО ($K_o=f(c)$, $K_b=f(c)$), за якими визначено раціональне співвідношення пшеничного борошна в/г та борошна ЕСО.

Розроблені модельні композиції використані при конструюванні рецептур борошняних кондитерських виробів з екстрактом "Стевіасан" без цукру.

Досліджені фізико-хімічні характеристики модельних композицій для пісочного тіста. У формуванні структури пісочного тіста велике значення має цукор, його розчин підвищує осмотичний тиск у інтерміцелярній рідині, тому осмотичне набрякання білків майже не відбувається.

Зниженню набрякання білків сприяє і жирова складова тіста. Жир адсорбується на поверхні міцел клейковини, утворює плівки, які перешкоджають проникненню води у середину міцел. Внаслідок цього послаблюється зв'язок між міцелами білка, зменшується пружність клейковини та збільшується пластичність тіста. За результатами досліджень доведено доцільність використання борошняних продуктів ЕСО для підвищення біологічної цінності пісочного печива з екстрактом "Стевіасан".

**Комплексний показник органолептичних властивостей
(K_o) модельних композицій з вівсяним борошном ЕСО**

Комплексний показник	Концентрація вівсяного борошна ЕСО, %						
	0	10	20	30	40	50	60
K ¹ _o (пісочний напівфабрикат)	1,0	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
K ² _o (пряничний напівфабрикат)	1,0	0,95	0,90	0,86	0,82	0,78	0,74
K ³ _o (кексовий напівфабрикат)	1,0	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40
K ⁴ _o (бісквітний напівфабрикат)	1,0	0,92	0,84	0,76	0,68	0,60	0,52
K ⁵ _o (листяний напівфабрикат)	1,0	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40
K ⁶ _o (дріжджовий напівфабрикат)	1,0	0,93	0,85	0,78	0,71	0,64	0,57

Проведені дослідження структурно-механічних властивостей модельних композицій для пісочного печива з екстрактом "Стевіасан" і борошном ЕСО. Як контроль обрано тісто для печива пісочного. Графоматематичним методом встановлені їхні раціональні концентрації і вплив борошна ЕСО на структурно-механічні властивості пісочних тістових мас без цукру. За встановлених параметрів ($t=25^{\circ}\text{C}$, $\tau=7,2 \cdot 10^2$ с) заміщували тісто. Борошно ЕСО, отримане з ПЧ-обробленого зерна і зародки пшениці ЕСО послаблюють структуру пісочного тіста на 8,3% (зародок пшениці) і 2,5% (вівсяне борошно) відповідно. Це пояснюється тим, що борошно містить водорозчинні білки, які не утворюють клейковинний каркас тіста, а зародки пшениці ЕСО мають питому поверхню значно меншу від питомої поверхні пшеничного борошна, що призводить до послаблення взаємодії між частками твердої фази, збільшення прошарку рідкої фази, послаблення структури тіста. Разом з тим, зазначені добавки сприяють зміцненню структури тіста під час вистоювання; збільшенню граничної напруги зсуву, при вилученні цукру пояснюється підвищенням частки вільної вологи, завдяки якій триває набрякання білків і крохмалю борошна.

Як свідчать результати реологічних досліджень, у модельних композиціях для пісочного тіста з екстрактом "Стевіасан" і борошном ЕСО зменшуються модулі пружності та динамічної в'язкості, відповідно тістові системи мають нижчі міцнісні характеристики.

Раніше обґрунтовано необхідність включення у рецептуру пісочного тіста карагенану для корегування структурно-механічних характеристик модельних композицій при використанні борошняних продуктів ЕСО, тому вважали за доцільне визначити раціональну концентрацію і спосіб введення його у тісто, вплив на якість і вихід готової продукції. Одержання яєчно-цукрово-масляної емульсії є початковою технологічною операцією традиційного виробництва пісочного напівфабрикату. Вона передбачає з'єднання усіх рецептурних компонентів, крім борошна, і збивання їх протягом (15-20)·60 с до одержання однорідної маси. Лецитин жовтка як емульгатор сприяє зниженню поверхневої напруги на межі розподілу дисперсних фаз і підвищує дисперсність та стійкість емульсії. Карагенан додавали на стадії збивання емульсії. З урахуванням характеру впливу на структурно-механічні властивості тіста та показників стабілізації емульсійної системи визначена раціональна концентрація карагенану – 0,7% від маси яєчно-масляної емульсії. Відмінністю пісочного тіста є забезпечення короткочасного контактування борошняної сировини з вологовміщуючими компонентами під час замішування. Це запобігає формуванню міцного клейковинного каркасу і затягуванню консистенції готових виробів. Борошно і зародки пшениці ЕСО не утворюють клейковину і, таким чином, сприяють запобіганню затягнутої структури напівфабрикату. Одержання пісочного тіста з екстрактом "Стевіасан" високої якості при використанні борошна ЕСО потребує регулювання структурно-механічних властивостей. Введення карагенану в концентрації 0,7% від маси яєчно-масляної емульсії сприяє пластифікації тіста і наближенню, за якісними показниками, розроблених виробів до традиційних.

Досліджено фізико-хімічні характеристики модельних композицій для пряничного тіста. Для визначення впливу екстракту "Стевіасан" і борошняних

продуктів ЕСО на структурно-механічні властивості пряничного тіста готували модельні композиції. Гранична напруга зсуву дослідних модельних композицій на 8% менша ніж у контролі, що свідчить про послаблення структури тіста і негативно впливає на його формоутримуючу здатність. У дослідних зразках вільної вологи більше, ніж у тісті з цукром, що обумовлює послаблення його структури. Борошно ЕСО містить у своєму складі водорозчинні білки, які не утворюють клейковинний каркас, що послаблює структуру тіста. З метою наближення структурно-механічних характеристик дослідних зразків пряничного тіста до характеристик традиційних виробів, необхідно ущільнити структуру за рахунок введення карагенану. Вистоювання тістових мас сприяє зміцненню структури завдяки набряканню білків і формуванню клейковинного каркасу тіста. Введення у модельні композиції пряничного тіста сприяє збільшенню граничної напруги зсуву (табл. 4.50).

Таблиця 4.50

**Гранична напруга зсуву модельних композицій для пряничного тіста к Па
($P \leq 0,05$)**

Найменування	Гранична напруга зсуву			
	Час вистоювання, хв			
	30	60	90	120
Контроль	0,34	0,44	0,54	0,64
Дослід № 1	0,32	0,42	0,52	0,61
Дослід № 2	0,25	0,30	0,37	0,43
Дослід № 3	0,30	0,38	0,48	0,57
Дослід № 4	0,28	0,36	0,46	0,58
Дослід № 5	0,26	0,34	0,42	0,46

Примітка. Контроль – традиційне пряничне тісто для пряників "Детские" (№ 99 (14)) [89], дослід № 1 – пряничний напівфабрикат, виготовлений на основі вівсяного борошна ЕСО; дослід № 2 – пряничний напівфабрикат, виготовлений на основі просяного борошна ЕСО; дослід № 3 – пряничний напівфабрикат виготовлений на основі рисового борошна ЕСО; дослід № 4 – пряничний напівфабрикат, виготовлений на основі соєвого борошна ЕСО; дослід № 5 – пряничний напівфабрикат, виготовлений на основі зародків пшениці ЕСО.

Дослідження структурно-механічних характеристик пряничного тіста свідчать про збільшення пластичності системи. Це пояснюється здатністю екстракту "Стевіасан" послаблювати тістові структури.

Досліджені фізико-хімічні характеристики модельних композицій для кексового тіста. Для з'ясування впливу екстракту "Стевіасан" і борошна ЕСО на структурно-механічні властивості кексового тіста без цукру досліджували модельні композиції з вологістю 36% і температурою 20°C, при швидкості зсуву від 0,33 до 40,0 с⁻¹. Кексове тісто має аномалію в'язкості, яка пов'язана зі зміною в'язкості від швидкості та напруги зсуву. Зі збільшенням швидкості зсуву в'язкість структури знижується, а після повного руйнування вона залишається сталою і складає 200 Па·с. В'язкість традиційного кексового тіста з цукром вища за в'язкість тіста дослідних зразків (табл. 4.51).

Таблиця 4.51

**Ефективна в'язкість модельних композицій
для кексового тіста, Па·с**

Найменування зразків	Ефективна в'язкість, Па·с			
	D=0,33·с ⁻¹	D=0,6·с ⁻¹	D=9·с ⁻¹	D=16-40·с ⁻¹
Контроль	1330	920	220	200
Дослід № 1	1000	600	200	200
Дослід № 2	1250	850	250	200
Дослід № 3	1100	700	210	200
Дослід № 4	1300	900	205	200
Дослід № 5	1050	650	210	200

Примітка. Контроль – традиційне тісто для кексів; дослід № 1 – кексовий напівфабрикат, виготовлений на основі вівсяного борошна ЕСО; дослід № 2 – кексовий напівфабрикат, виготовлений на основі просяного борошна ЕСО; дослід № 3 – кексовий напівфабрикат, виготовлений на основі рисового борошна ЕСО; дослід № 4 – кексовий напівфабрикат, виготовлений на основі соєвого борошна ЕСО; дослід № 5 – кексовий напівфабрикат, виготовлений на основі зародків пшениці ЕСО.

Використання гідратованого карагенану сприяє збільшенню в'язкості системи на 10%. Реологічні константи тістового модуля збільшуються і наближаються до контрольних показників. Аналіз показників плинності дозволяє визначити основні реологічні характеристики модельних композицій для кексового тіста. Використання гідратованого карагенану сприяє збільшенню в'язкості системи на 10%. В'язкість гранично зруйнованої структури як в контролі так і в досліді складає 200 Па·с. Аналіз реограм плинності свідчить, що реологічні константи тістової модельної

композиції з екстрактом "Стевіасан", карагенаном і зародками пшениці ЕСО збільшуються і наближаються до контрольних показників.

Досліджені фізико-хімічні характеристики модельних композицій для бісквітного тіста. При виробництві бісквітного тіста важливо знизити пружні властивості, послабити і структурувати клейковину. Якісні показники клейковини сумішей пшеничного борошна і борошна ЕСО визначені у попередніх дослідженнях.

На стадії формування (розливу) і на початковому етапі випікання бісквітного напівфабрикату важливу роль для стійкості тіста відіграє в'язкість збитої маси, що значною мірою визначається в'язкістю клейстеру борошняної суспензії. На структурно-механічні властивості бісквітного тіста поряд із білковими речовинами суттєво впливають поліцукриди борошна, насамперед – крохмаль. Вода у бісквітному тісті знаходиться у зв'язаному стані, тому крохмальні зерна зв'язують воду, переважно, адсорбційно і їх об'єм збільшується незначно. Якість бісквітного тіста значною мірою залежить від вологопоглинальної (ВПЗ) та вологоутримуючої здатності (ВУ) борошняної суміші, тому визначення зазначених показників важливе з точки зору регулювання співвідношення рецептурних компонентів у борошняних сумішах.

ВПЗ борошняної суміші зі збільшенням концентрації борошна ЕСО зростає на 23–29%, що можна пояснити вищим вмістом поліцукридів, адже клейковина, яка також зв'язує воду і утворює каркас тіста у просяному борошні ЕСО. Винятком є зародково-пшенична суміш; її показники мають зворотну тенденцію, із збільшенням концентрації зародків пшениці вологопоглинальна здатність зменшується на 20%. Висока вологоутримуюча здатність борошна ЕСО дає можливість прогнозувати зниження упікання і збільшення виходу готової продукції. До важливих фізико-хімічних показників належить і час утворення тіста, який залежить від якісного складу білкової фракції борошна: чим швидше воно утворюється тим менше містить білка. Дослідні зразки з сумішей ЕСО мають вищі показники часу утворення тіста – 4,8·60 с, у контролі – 4,0·60 с, завдяки вищому вмісту білка – 12,5%. Стійкість до механічного впливу вища у контролі – 2,6·60 с, у модельній композиції – 1,8·60 с–

2,3-60 с. Тістові композиції з борошна ЕСО більш чутливі до механічного впливу, у їхньому складі незначний вміст гліадину та глютеніну, а містяться, переважно, водорозчинні білки, які не здатні утворювати пружньо-еластичний каркас тіста. При збільшенні концентрації борошна ЕСО у сумішах до 50% спостерігається зниження показників розрідження на 3–52% і еластичності на 5–49%, що також пояснюється кількісним і якісним складом білкових речовин. Тісто з еластичністю у межах 80-120 од.ф., забезпечує формування якісного бісквітного напівфабрикату (табл. 4.52).

Таблиця 4.52

Показники розрідження та еластичності модельних композицій з борошном ЕСО для бісквітного тіста (од.ф.)

Показник	Концентрація борошна ЕСО, %						
	0	10	20	30	40	50	60
Розрідження: просяно-пшеничної суміші ЕСО	165	160	156	148	124	108	102
рисово-пшеничної суміші ЕСО	165	155	150	140	135	110	100
соєво-пшеничної суміші ЕСО	165	160	155	150	145	130	115
зародково-пшеничної суміші ЕСО	165	145	140	128	115	96	85
Еластичність: просяно-пшеничної суміші ЕСО	122	116	110	98	90	82	71
рисово-пшеничної суміші ЕСО	122	110	104	92	85	70	62
соєво-пшеничної суміші ЕСО	122	117	113	110	106	100	89
зародково-пшеничної суміші ЕСО	122	105	94	82	74	65	58

У дослідних зразках різко зростає пружність (з 52 мм у контролі до 150 мм – у тісті з просяно-пшеничної суміші ЕСО (співвідношення 30:50) і знижується розтяжність (від 90 до 30мм). Заміна пшеничного борошна на борошно ЕСО понад 50% у технологіях бісквітних напівфабрикатів недоцільна через погіршення структурно-механічних і органолептичних властивостей готових виробів. Високий опір зразків при розтягуванні та гранична пружність не дозволили одержати результати альвеографічних досліджень з чистого борошна ЕСО. Рациона-

льна концентрація борошна ЕСО у борошняних сумішах до 30% за умови регулювання фізичних властивостей тіста за рахунок покращуючих добавок, зокрема карагенану. Розроблені модельні композиції для бісквітного тіста з карагенаном. Метою наступного етапу досліджень стало вивчення впливу карагенану на біополімери борошняних сумішей ЕСО, визначення його раціональної концентрації, можливості регулювання фізичних властивостей бісквітного тіста на основі борошняних сумішей ЕСО. Введення карагенану підвищує розтяжність клейковини і дозволяє регулювати реологічні характеристики тіста, наближуючи їх до контролю (табл. 4.53).

Таблиця 4.53

**Показники клейковини борошняних сумішей ЕСО
з карагінаном ($p \leq 0,05$)**

Зразки бісквітного тіста	Вміст сирії клейковини, %	Показники якості клейковини		
		показник ІДК, од. пр.	розтяжність над лінійкою, мм	гідратаційна здатність, %
Із пшеничним борошном ЕСО	27,5±0,5	95±3,0	15,0±0,5	210±5,0
Із просяним борошном ЕСО	17,3±0,5	65±2,0	10±0,5	185±5,0
Із рисовим борошном ЕСО	13,5±0,2	60±2,0	8,5±0,5	182±2,0
Із соєвим борошном ЕСО	15,5±0,3	75±3,0	10,5±0,2	190±3,0
Із зародками пшениці ЕСО	14,5±0,4	65±2,0	8,5±0,2	175±4,0
Із вівсяним борошном ЕСО	14,0±0,2	65±1,5	9,0±0,1	185±2,0

При додаванні карагенану зростає еластичність дослідних зразків, підвищується у кілька разів його стійкість до механічного впливу. Максимальне значення показника стійкості тіста (5,4-60 с) відповідає дослідним зразкам з концентрацією карагенану – 0,5%; надалі воно стабілізується. Карагенан сприяє збільшенню розтяжності зразків. У модельних композиціях розтяжність збільшується з 96 мм (у контрольному зразку) до 135 мм при концентрації карагенану 0,5% (табл. 4.54).

**Еластичність модельних композицій для бісквітного тіста
з борошном ЕСО, екстрактом "Стевіасан" і карагінаном (од. ф.)**

Бісквітне тісто	Концентрація карагінану, %	Концентрація борошна ЕСО, %					
		0	10	20	30	40	50
<i>Контроль 1</i>	0	115	110	106	100	92	85
Дослід № 1	0,1	117	112	108	104	98	87
Дослід № 2	0,2	119	114	110	108	98	90
Дослід № 3	0,3	120	117	114	110	102	92
Дослід № 4	0,4	122	119	116	112	101	94
Дослід № 5	0,5	125	122	119	114	105	96
<i>Контроль 2</i>	0	115	105	101	96	90	82
Дослід № 6	0,1	118	115	110	107	100	98
Дослід № 7	0,2	120	117	114	110	106	100
Дослід № 8	0,3	123	119	116	113	110	104
Дослід № 9	0,4	125	122	119	116	114	107
Дослід № 10	0,5	127	124	121	118	116	109
<i>Контроль 3</i>	0	115	108	106	104	101	86
Дослід № 11	0,1	116	111	108	106	104	89
Дослід № 12	0,2	118	116	113	110	107	93
Дослід № 13	0,3	121	119	116	114	111	96
Дослід № 14	0,4	124	121	118	115	112	99
Дослід № 15	0,5	127	123	120	118	115	103
<i>Контроль 4</i>	0	115	104	99	92	87	79
Дослід № 16	0,1	117	106	101	94	89	81
Дослід № 17	0,2	119	108	103	96	91	83
Дослід № 18	0,3	122	110	105	98	93	85
Дослід № 19	0,4	124	112	107	100	95	87
Дослід № 20	0,5	126	114	105	102	97	89

Примітка. Контроль 1 – просяне борошно ЕСО без карагінану; дослід № 1–5 – просяне борошно з карагінаном; контроль 2 – рисове борошно ЕСО без карагінану; дослід № 6–10 – рисове борошно ЕСО з карагінаном; контроль 3 – соєве борошно ЕСО без карагінану; дослід № 11–15 соєве борошно ЕСО з карагінаном; контроль 4 – зародкове борошно ЕСО без карагінану; дослід № 16–20 зародкове борошно ЕСО з карагінаном.

Карагінан, підвищуючи стійкість, дозволяє регулювати реологічні властивості тіста з борошняної суміші ЕСО, оскільки стійкість є основним

реологічним показником якості бісквітного тіста під час замішування і на початку випікання. Карагінан додавали у рецептурну суміш на стадії збивання меланжу та під час замішування тіста, разом з борошняною сумішшю ЕСО. Перший спосіб забезпечує більш рівномірне розподілення карагінану, який вводиться у низькій концентрації. Важливими показниками, що характеризують структуру бісквітного тіста є піноутворююча здатність і стійкість піни, тому досліджували вплив карагінану на піноутворюючу здатність меланжу – рідкої основи бісквітного тіста. Оптимальна в'язкість меланжу, що забезпечує високоякісні показники, складає 3,0 Па·с, при якій об'єм піни збільшується у 3 рази. При вилученні цукру піноутворююча здатність зростає, але спостерігається зниження стійкості піни (табл. 4.55).

Таблиця 4.55

Піноутворююча здатність і стійкість піни меланжу залежно від концентрації карагінану

Показник	Концентрація карагінану, %							
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Стійкість піни, %	70	82	88	92	95	96	94	92
Піноутворююча здатність, %	490	550	620	630	640	650	640	630

Для її підвищення використаний карагінан. Додавання до суміші цитринової кислоти (0,1% від маси меланжу) підвищує стійкість піни і сприяє збільшенню її в об'ємі.

Зі збільшенням концентрації карагінану до 0,5% стійкість піни підвищується на 37%, піноутворююча здатність на 32% порівняно з контролем. Подальше підвищення концентрації призводить до поступового зниження цих показників. Рациональна концентрація карагінану становить 0,5% від маси меланжу, при якій піноутворююча здатність підвищується на 33% порівняно з контролем.

Важливим показником якості бісквітного тіста є густина (табл. 4.56). Експериментальні дані свідчать, що зі збільшенням концентрації борошна ЕСО від 10 до 30% у суміші густина тіста підвищується від 400г/см³, до 485 г/см³, тобто на 21%.

При додаванні 0,5% карагенану у меланж (від маси меланжу) і 1% у борошняну суміш (від маси суміші) сприяє підвищенню показника густини на 26%, яка становить 505 г/см³.

Таблиця 4.56

**Структурно-механічні показники рецептурних модулів
бісквітного тіста на основі борошняних сумішей ЕСО**

№	Зразки бісквітного тіста	Максимальна гранична в'язкість	Мінімальна гранична в'язкість	Ступінь руйнування структури
1	Контроль (з пшеничного борошна)	21,45±1,5	4,48±0,5	0,68
2	Із просяно-борошняної суміші ЕСО	28,10±2,5	9,30±1,2	0,64
3	Із рисово-пшеничної суміші ЕСО	31,40±2,8	10,50±1,5	0,61
4	Із соєво-пшеничної суміші ЕСО	29,50±2,5	9,80±1,2	0,63
5	Із зародково-пшеничної суміші ЕСО	19,40±1,5	4,10±0,5	0,70
6	Із вівсяного борошна ЕСО	29,60±2,3	6,5±0,8	0,60

Цей факт зумовлюється більш високою вологопоглинальною здатністю просяного борошна ЕСО і карагенану порівняно з пшеничним борошном.

Пінна структура збитої суміші піддається перемішуванню з борошном і розливанню тіста у форми, що знижує стійкість піни. За таких умов необхідно не тільки одержати пінну систему із заданими характеристиками, але й зберегти їх протягом технологічного процесу. Відповідно до цього важливою реологічною властивістю пінної структури є стійкість до руйнування і максимальна в'язкість бісквітного тіста.

Плинність системи починається вже за мінімальних значень швидкості зсуву (\bar{D}), але максимально знижується в'язкість у межах $\bar{D}=1,2-4 \cdot \text{с}^{-1}$ (на 350–450%). При подальшому підвищенні \bar{D} в'язкість знижується більш повільно і набуває сталих значень при $\bar{D} \geq 5 \cdot \text{с}^{-1}$. Максимальні значення ефективної в'язкості при визначених \bar{D} відмічені у бісквітному тісті на основі просяно-пшеничної суміші ЕСО і карагенану (табл. 4.57).

**Ефективна в'язкість і напруга зсуву в рецептурних модулях
на основі борошняних сумішей ЕСО**

Зразки бісквітного тіста	Швидкість зсуву, с ⁻¹							
	1		2		4		6	
	Ефективна в'язкість,	Напруга зсуву, Па·с	Ефективна в'язкість,	Напруга зсуву, Па·с	Ефективна в'язкість,	Напруга зсуву, Па·с	Ефективна в'язкість,	Напруга зсуву, Па·с
Контроль (з пшеничного борошна)	80	35	50	45	28	64	20	72
Дослід (з просяно-пшеничної суміші ЕСО)	140	40	120	60	58	82	30	95
Дослід (з рисово-пшеничної суміші ЕСО)	155	50	145	55	60	70	45	80
Дослід (з соєво-пшеничної суміші ЕСО)	160	60	150	65	55	75	50	85
Дослід (з зародково-пшеничної суміші ЕСО)	75	30	45	45	25	50	18	65

Вищу стійкість має бісквітне тісто на основі просяно-пшеничної суміші ЕСО з екстрактом "Стевіасан" і карагенаном. Ступінь руйнування структури складає 0,60. Контрольний зразок із пшеничного борошна має вищий ступінь руйнування структури ($\alpha=0,68$). Використання просяного борошна ЕСО, екстракту "Стевіасан" і карагенану сприяє підвищенню ефективної в'язкості бісквітного тіста і збільшує стійкість системи до руйнування.

У результаті досліджень фізико-хімічних властивостей модельних композицій тісту з борошном ЕСО і карагенаном встановлено:

– Вилучення цукру з рецептур модельних композицій бісквітного тіста сприяє збільшенню вільної і гідратної вологи, яка, насамперед, бере участь у гідратації і набряканні колоїдів борошна та знижує осмотичний тиск у рідкій фазі тіста, що сприяє збільшенню набрякання колоїдів борошна.

– Додавання у бісквітне тісто 0,7–0,8% NaCl від маси борошняної суміші збільшує гідратацію клейковини, і відповідно, кількість сирової клейковини. Вона

стає більш м'якою, розтяжною і розпливчатою. При зазначеному дозуванні солі збільшується осмотичне набрякання білків борошна.

- Фізичні властивості тіста покращуються, воно стає міцнішим.

- Встановлено, що при зниженні концентрації цукру в рецептурі бісквітного тіста на 1%, водопоглинальна здатність борошняної суміші збільшується на 0,6%. Зменшення клейковини у борошняній суміші вимагає короткочасного замісу тіста (10 с). Замішування протягом більш тривалого часу, внаслідок набрякання білків клейковини призводить до затягування тіста, вироби набувають твердої затягнутої структури.

- Зниження вологопоглинальної здатності борошняних сумішей ЕСО з карагеном дозволяє уникнути зміцнення і затягування консистенції виробів.

- Борошняні суміші ЕСО мають більш високу вологопоглинальну здатність порівняно з пшеничним і утворюють тісто з низькою еластичністю і розтяжністю, що призводить до суттєвого зміцнення структури, погіршення структурно-механічних властивостей. Введення карагану сприяє розслабленню клейковини, збільшенню її розтяжності, еластичності та стійкості тіста, збільшенню температурного інтервалу клейстеризації і максимальної в'язкості клейстеру.

- Карагеном є дегідратуючим агентом щодо біополімерів борошна, він знижує вологопоглинальну здатність суміші та підвищує її здатність утримувати вологу. Поліпшуюча дія карагану дозволяє прогнозувати підвищення стікості бісквітного тіста, зменшення упікання, покращання структурно-механічних характеристик готової продукції.

- Визначена раціональна концентрація борошна ЕСО у суміші – 30%, карагану – 1,5% (0,5% від маси меланжу і 1% від маси борошняної суміші ЕСО).

Досліджені фізико-хімічні характеристики модельних композицій для листового тіста. Структурно-механічні властивості листового тіста залежать від структурно-механічних властивостей прісного тіста і жирової композиції,

тому для визначення раціональної концентрації карагенану у борошняних сумішах ЕСО і жирових композиціях досліджувались їхні структурно-механічні властивості та вологість. Попередніми дослідженнями визначено, що карагінан зміцнює клейковину тіста. За однакових значень швидкості зсуву (50 c^{-1}) показники ефективної в'язкості тістових композицій зростають з підвищенням концентрації карагенану. Ефективна в'язкість модельної композиції на основі борошна ЕСО без карагінану склала ($1,5 \text{ кПа}\cdot\text{c}^{-1}$ при $\bar{D}=50\text{c}^{-1}$), у модельній композиції з 0,1% поліцукриду – $1,8 \text{ кПа}\cdot\text{c}^{-1}$, при подальшому підвищенні концентрації вона зросла до $5,9 \text{ кПа}\cdot\text{c}^{-1}$, тоді як у контролі, за тих же умов до $2,5 \text{ кПа}\cdot\text{c}^{-1}$). Близькі до контролю значення має модельна композиція з 0,5% карагенану. При збільшенні вмісту карагінану понад 1% утворюється тісто з високою ефективною в'язкістю, що ускладнює його розробку. Після вистоювання (12 год) ефективна в'язкість модельних композицій без карагінану знижується на 21% у контролі – на 15%. У зразках з карагінаном (№ 2–6) ефективна в'язкість, навпаки, підвищується на 15, 25, 30, 23 і 11%. Формоутримуючу здатність модельних композицій визначали за розпливанням кульки тіста протягом 240 хв. (час технологічного процесу). Визначено, що розпливання зменшується з підвищенням концентрації карагенану. У модельній композиції на основі борошна ЕСО без карагінану воно становило 50%, у контролі – 35%, у зразках із карагінаном – 30% (дослід 2), 20% (дослід 3), 15% (дослід 4), 5% (дослід 5), 1,5% (дослід 6), на кінець дослідження кульки склали: 100, 60, 50, 30, 22, 10 і 3% відповідно, що свідчить про зміцнення структури. За результатами досліджень структурно-механічних характеристик модельних композицій для прісного тіста на основі борошняної суміші ЕСО визначена раціональна концентрація карагінану – 0,5% від маси борошняної суміші, за такої концентрації дослідні зразки прісного тіста максимально наближені до контрольних. Жировою складовою листового традиційного напівфабрикату є вершкове масло (82,5% жиру). З метою зниження вмісту жиру в листових кондитерських виробках досліджувалась можливість використання

маргарину. Надлишкову вологу, що міститься у маргарині, передбачалось зв'язувати за рахунок карагенану. Рациональну його концентрацію визначали за показниками структурно-механічних характеристик жирових композицій. Внесення 0,1% карагенану підвищувало ефективну в'язкість композицій з 0,65 до 0,74 кПа·с⁻¹. При підвищенні концентрації поліцукриду ефективна в'язкість зростає на 20–85% відповідно. Ефективна в'язкість вершкового масла становила 0,76 кПа·с⁻¹. Найбільш близькі значення має жирова композиція на основі маргарину із 0,25% карагінану. Після 24 год вистоювання у зразках, виготовлених на маслі вершковому, ефективна в'язкість знизилась на 6%, на маргарині без карагенану на 11% (з 0,70 до 0,60 кПа·с⁻¹), у дослідних зразках (№ 2–6) вона збільшилась на 2–30% відповідно. За результатами проведених досліджень структурно-механічних характеристик компонентів листових напівфабрикатів: прісного тіста на основі борошняної суміші ЕСО і жирової композиції на основі маргарину рациональна концентрація карагінану становила 0,5% від маси борошна і 0,25% від маси маргарину (табл. 4.58).

Таблиця 4.58

**Реологічні характеристики борошняних модельних композицій
для листового тіста**

Найменування	Концентрація карагенану, %	Ефективна в'язкість η кПа·с ⁻¹ , $\dot{D}=50\text{с}^{-1}$		Розпливання кульки тіста, %	
		після виготовлення	після 12 год вистоювання	після виготовлення	після 240 хв вистоювання
Контроль	-	2,1	1,9	35	100
Дослід № 1	-	1,5	1,0	50	60
Дослід № 2	0,1	1,8	2,0	30	50
Дослід № 3	0,25	2,0	2,5	22	30
Дослід № 4	0,5	2,5	3,6	15	22
Дослід № 5	0,75	3,5	4,7	5	10
Дослід № 6	1,0	5,9	6,5	1,5	3

Примітка. Контроль – модельна композиція на основі пшеничного борошна в/г; дослід № 1 – модельна композиція на основі борошняної суміші ЕСО; дослід № 2–6 – модельна композиція на основі борошняної суміші ЕСО і карагінану.

Пінна структура збитої суміші піддається перемішуванню з борошном і розливанню тіста у форми, що знижує стійкість піни. За таких умов необхідно

не тільки одержати пінну систему із заданими характеристиками, але й зберегти їх протягом технологічного процесу. Відповідно до цього важливою реологічною властивістю пінної структури є стійкість до руйнування і максимальна в'язкість бісквітного тіста.

Плинність системи починається вже за мінімальних значень швидкості зсуву (\bar{D}), але максимально знижується в'язкість у межах $\bar{D}=1,2-4 \cdot \text{c}^{-1}$ (на 350-450%). При подальшому підвищенні \bar{D} в'язкість знижується більш повільно і набуває сталих значень при $\bar{D} \geq 5 \cdot \text{c}^{-1}$.

Максимальні значення ефективної в'язкості при визначених \bar{D} відмічені у бісквітному тісті на основі просяно-пшеничної суміші ЕСО і карагінану.

Вищу стійкість має бісквітне тісто на основі просяно-пшеничної суміші ЕСО з екстрактом "Стевіасан" і карагінаном. Ступінь руйнування структури складає 0,60. Контрольний зразок із пшеничного борошна має вищий ступінь руйнування структури ($\alpha=0,68$).

Використання просяного борошна ЕСО, екстракту "Стевіасан" і карагінану сприяє підвищенню ефективної в'язкості бісквітного тіста і збільшує стійкість системи до руйнування.

У жировій композиції з маргарином і карагенаном втрати води починаються при температурі 50°C, а при 110°C вони становлять 30%. Отримані дані дають підставу стверджувати, що карагенан підвищує вміст зв'язаної вологи, випаровування починається при більш високій температурі, коли прошарки тіста ущільнилися, що сприяє збільшенню об'ємного виходу напівфабрикатів.

Досліджені фізико-хімічні характеристики модельних композицій для дріжджового тіста. Для розробки технології дріжджових булочних виробів використані модельні композиції, що складаються з борошна ЕСО, екстракту "Стевіасан", карагінану і біостару.

Структурно-механічні властивості слугували об'єктивними критеріями визначення раціональної концентрації окремих компонентів у модельних

композиціях. У дослідних зразках ефективна в'язкість тіста знижується повільніше при зростання напруги зсуву і за найменших значень відповідає максимальному ступеню руйнування структури, що свідчить про її зміцнення. Спостерігається зменшення граничної напруги зсуву, що пояснюється збільшенням вмісту вільної вологи у тісті (табл. 4.59).

Таблиця 4.59

**Показники ефективної в'язкості модельних композицій
для дріжджового тіста, Па·с**

Найменування зразків	Градiєнт напруги зсуву, Dτ(c)						
	0	5	10	15	20	25	30
Контроль	6,2	2,9	1,9	1,5	1,3	1,1	1,0
Дослід № 1	9,5	4,8	3,2	2,8	2,0	1,9	1,8
Дослід № 2	11,5	6,0	4,7	4,0	3,2	2,9	2,8
Дослід № 3	10,3	5,4	3,5	2,9	2,2	2,0	1,9
Дослід № 4	10,0	5,1	3,8	3,1	2,4	2,1	2,0
Дослід № 5	9,8	6,4	4,2	3,6	3,0	2,5	2,2

Примітка. Контроль – дріжджове тісто з пшеничного борошна, дослідні зразки, виготовлені з екстрактом "Стевіасан", біостаром і карагенаном на основі борошняних сумішей ЕСО: дослід № 1 – із просіяним борошном ЕСО, дослід № 2 – із соєвим борошном ЕСО, дослід № 3 – із зародками пшениці ЕСО, дослід № 4 – із вівсяним борошном ЕСО, дослід № 5 – із рисовим борошном ЕСО.

Визначені в'язко-пластичні властивості тіста. У дослідних зразках розпливання кульки тіста зменшується на 2,5–3% відносно контролю.

Показники титрованої та активної кислотності є важливими характеристиками дріжджового тіста. Від них залежить активність дріжджів і ферментів тіста, біохімічні, мікробіологічні процеси. У зв'язку з цим досліджували титровану й активну кислотність модельних композицій дріжджового тіста. На початку бродіння кислотність тіста дослідних зразків менша на 0,4–0,6 град. від контролю (табл. 4.60). Різниця показників титрованої кислотності у контрольному і дослідних зразках становила – 0,4–0,6°Т, після витримки впродовж трьох годин вона зменшилась до 0,1–0,3°Т. У кінці бродіння титрована кислотність контрольного зразка зросла на 1,4 °Т, дослідних – на 1,6–1,9 °Т, що свідчить про більш активне кислотонакопичення у тісті з біостаром.

Титрована й активна кислотність рецептурних модулів дріжджового тіста

Зразок	Тривалість бродіння, хв							
	0		60		120		180	
	°Т	рН	°Т	рН	°Т	рН	°Т	рН
Контроль	2,2	5,81	2,7	5,72	3,3	5,53	3,6	5,48
Дослід № 1	1,8	5,85	2,2	5,75	2,8	5,64	3,4	5,53
Дослід № 2	1,6	5,89	2,1	5,77	2,9	5,60	3,5	5,50
Дослід № 3	1,7	5,87	2,0	5,74	2,7	5,55	3,3	5,46
Дослід № 4	1,8	5,85	2,2	5,75	2,8	5,64	3,4	5,53
Дослід № 5	1,6	5,89	2,1	5,77	2,9	5,60	3,5	5,50

Примітка. Контроль – дріжджове тісто з пшеничного борошна, дослідні зразки виготовлені з екстрактом "Стевіасан", біостаром і карагенаном на основі борошняних сумішей ЕСО: дослід № 1 – із просяним борошном ЕСО, дослід № 2 – із соєвим борошном ЕСО, дослід № 3 – із зародками пшениці ЕСО, дослід № 4 – із вівсяним борошном ЕСО, дослід № 5 – із рисовим борошном ЕСО.

Показники активної кислотності дослідних зразків вже на початку бродіння достовірно вищі, ніж у контролі. Це можна пояснити особливостями хімічного складу біостару. Він містить значну кількість мінеральних речовин у вигляді солей, утворених слабкою кислотою і сильною основою, що сприяє підвищенню значень рН середовища. Борошно ЕСО сприяє зниженню кислотності тіста, тому його сумісне використання з біостаром забезпечує показники кислотності, наближені до контрольних.

Водопоглинальна здатність модельних композицій вища на 4,0–8,6%, збільшується час утворення тіста на 1,0–3,0 хв, стійкість – на 0,5–2,0 хв, еластичність і розрідження зменшуються порівняно з контролем на 17 і 10 од. пр. відповідно.

Показники процесу бродіння дріжджового тіста. Під час бродіння дріжджового тіста утворюються леткі кислоти і спирт. У дослідних зразках вищі інтенсивність зброджування цукрів, вміст летких кислот і спирту порівняно з традиційним тістом (табл. 4.61). Під кінець бродіння вміст летких кислот у дослідних зразках вищий за контроль на 12,5–25,0%, спирту на 6,0–

17,6%, кількість зброджених цукрів на 2,4–12,5%, що свідчить про інтенсифікацію процесу бродіння.

Таблиця 4.61

Фізико-хімічні показники модельних композицій дріжджового тіста

Зразок	Вміст летких кислот, % від загальної кількості		Вміст спирту, у перерахунку на СР, %		Витрати цукрів на бродіння, у перерахунку на СР, %	
	Початок бродіння	Кінець бродіння	Початок бродіння	Кінець бродіння	Початок бродіння	Кінець бродіння
Контроль	11	16	0,62	1,70	1,25	2,80
Дослід № 1	11	19	0,62	1,85	1,25	3,15
Дослід № 2	13	18	0,63	1,95	1,24	3,20
Дослід № 3	15	20	0,61	2,00	1,25	3,24
Дослід № 4	14	17	0,60	1,80	1,23	2,95
Дослід № 5	13	18	0,63	1,95	1,24	3,20

Примітка. Контроль – дріжджове тісто з пшеничного борошна, дослідні зразки, виготовлені з екстрактом "Стевіасан", біостаром і карагенаном на основі борошняних сумішей ЕСО: дослід № 1 – із просяним борошном ЕСО, дослід № 2 – із соєвим борошном ЕСО, дослід № 3 – із зародками пшениці ЕСО, дослід № 4 – із вівсяним борошном ЕСО, дослід № 5 – з рисовим борошном ЕСО.

Мікробіологічні та біохімічні процеси у модельних композиціях для дріжджового тіста. У дослідних зразках кількість дріжджових клітин після 3 год бродіння перевищила показник контрольного зразка на 5,7-11,7% (табл. 4.62). Збільшення кількості дріжджових клітин у дослідних зразках, підвищення їхньої зимазної і мальтазної активності та підйомної сили свідчить про інтенсифікацію бродіння, скорочення тривалості вистоювання напівфабрикатів (табл. 4.62).

У контролі цукор знижує консистенцію тіста і його пружність. У дослідних зразках ці показники вищі (табл. 4.63-64).

Визначені якісні показники клейковини модельних композицій для дріжджового тіста. Склад більшості борошняних кондитерських виробів переважаний простими вуглеводами, частка цукру в рецептурах складає до 50%.

Таблиця 4.62

Кількість дріжджових клітин у тісті на основі модельних композицій

Показники	Вміст дріжджових клітин у тісті, млн/г					
	Контроль	Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3	Дослід № 4	Дослід № 5
Початок бродіння	100,9	101,2	102,3	105,8	101,2	102,3
Кінець бродіння	107,8	113,9	114,5	120,4	113,9	114,5

Примітка. Контроль – дріжджове тісто з пшеничного борошна, дослідні зразки виготовлені з екстрактом "Стевіасан", біостаром і карагенаном на основі борошняних сумішей ЕСО: дослід № 1 – із просяним борошном ЕСО, дослід № 2 – із соєвим борошном ЕСО, дослід № 3 – із зародками пшениці ЕСО, дослід № 4 – із вівсяним борошном ЕСО, дослід № 5 – з рисовим борошном ЕСО.

Таблиця 4.63

Підйомна сила модельних композицій для дріжджового тіста

Модельні композиції	Підйомна сила, хв		
	Початок бродіння	Кінець бродіння	Після вистоювання
Контроль	22	11	8
Дослід № 1	20	10	7
Дослід № 2	17	8	7
Дослід № 3	18	7	6
Дослід № 4	20	10	7
Дослід № 5	18	7	6

Примітка. Контроль – дріжджове тісто з пшеничного борошна, дослідні зразки, виготовлені з екстрактом "Стевіасан", біостаром і карагенаном на основі борошняних сумішей ЕСО: дослід № 1 – із просяним борошном ЕСО, дослід № 2 – із соєвим борошном ЕСО, дослід № 3 – із зародками пшениці ЕСО, дослід № 4 – із вівсяним борошном ЕСО, дослід № 5 – із рисовим борошном ЕСО.

**Фізико-хімічні показники модельних композицій
для дріжджового тіста**

Показник	Контроль	Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3	Дослід № 4	Дослід № 5
Кислотність, град., початкова	2,9	1,5	1,7	1,6	1,6	1,7
Кислотність, град., кінцева	3,2	2,3	2,9	2,8	2,8	2,9
Газоутворення, см ³ /100	695	505	675	450	454	675
Газоутримуюча здатність, % до початкової	315	300	342	325	320	342
Розпличчатість, % до початкової	206	190	192	185	195	192
Час розстоювання, хв	35	55	40	45	50	40
Час бродіння, хв	165	190	170	180	175	170
pH тіста (початкове)	6,0	5,86	5,90	5,86	5,87	5,90
pH (кінцеве)	5,10	5,52	5,45	5,56	5,57	5,45
Консистенція	500	580	620	578	742	620
Час утворення тіста, хв	2,0	2,4	2,7	3,5	3,8	2,7
Пружність, од. приладу	125	130	145	135	165	145
Розріджуваність, од.	220	228	260	335	245	260
Напруга зсуву тіста, Па	190	190	190	195	190	190
Еластичність, од.	145	138	160	165	150	160
Вологопоглинальна здатність, %	56,5	58,4	60,8	65,0	61,3	60,8
Стійкість, хв	0,8	1,0	1,6	1,2	1,4	1,6
Підйомна сила, хв (початок бродіння)	22	20	17	18		17

Примітка. Контроль – дріжджове тісто з пшеничного борошна, дослідні зразки, виготовлені з екстрактом "Стевіасан", біостаром і карагенаном на основі борошняних сумішей ЕСО: дослід № 1 – з просяним борошном ЕСО, дослід № 2 – з соєвим борошном ЕСО, дослід № 3 – із зародками пшениці ЕСО, дослід № 4 – із вівсяним борошном ЕСО, дослід № 5 – з рисовим борошном ЕСО.

**Показники клейковини модельних композицій
для дріжджового тіста ($p \leq 0,05$)**

Показник	Контроль	Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3	Дослід № 4	Дослід № 5
Вміст сирової клейковини, %	32,5	25,00	29,94	23,00	17,50	18,84
Вміст сухої клейковини, %	12,4	9,60	7,88	7,20	6,95	6,22
Гідратаційна здатність клейковини, % на сухі речовини	200,0	175,0	152,0	145,0	139,0	141,5
Розтяжність, см	17,50	15,50	14,50	12,40	7,8	8,2
Стискуваність на ІДК, од. прил.	76	74	70	63	58	60

Примітка. Контроль – дріжджове тісто з пшеничного борошна, дослідні зразки виготовлені з екстрактом "Стевіасан", біостаром і карагенаном на основі борошняних сумішей ЕСО: дослід № 1 – із просяним борошном ЕСО, дослід № 2 – із соєвим борошном ЕСО, дослід № 3 – із зародками пшениці ЕСО, дослід № 4 – із вівсяним борошном ЕСО, дослід № 5 – з рисовим борошном ЕСО.

Використання екстракту "Стевіасан" дозволяє повністю або частково вилучити з рецептури цукор. При вилученні цукру виникає необхідність у розробці принципово нових технологічних рішень, адекватне збільшення масової частки інших рецептурних компонентів, за рахунок застосування сировини підвищеної біологічної цінності, борошняних продуктів (вівсяних, просяних, рисових, соєвих, із зародками пшениці ЕСО) (рис. 4.70).

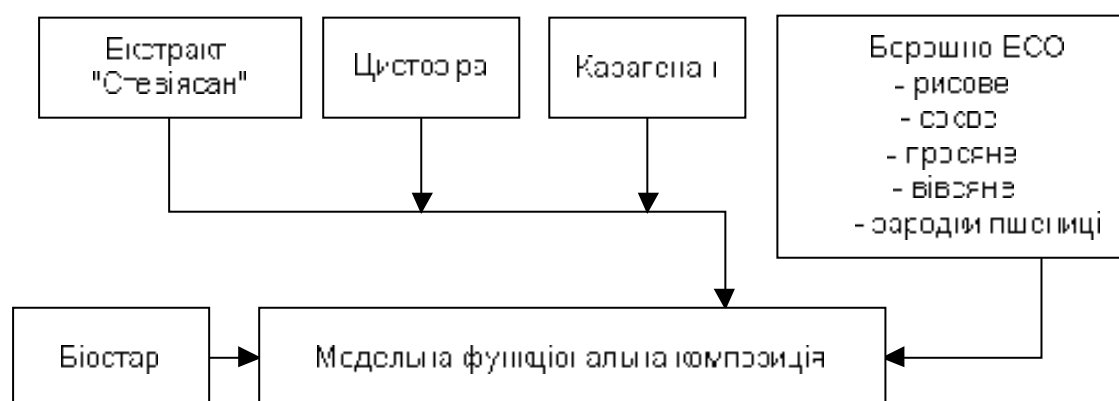


Рисунок 4.70 – Схема модельної композиції для дріжджових булочних виробів

На початковому етапі відпрацьовано рецептури тістових композицій і досліджено їхні фізико-хімічні властивості з метою визначення можливості застосування їх у технологіях нових видів борошняних кондитерських виробів (рис. 4.71–4.73).

Розроблена технологія борошняних кондитерських виробів із заварного тіста із зостерою з кремами зі зниженим вмістом цукру або без цукру – тістечка заварні "Стевіасан".

Тістечко заварне "Стевіасан" з кремом "Шарлотта 1". Приготування тіста для заварного напівфабрикату: нарізане на шматки масло вершкове, сіль і воду нагрівають до кипіння. У киплячу масу, ретельно перемішуючи лопаткою, поступово додають борошно і проварюють 300 с до отримання однорідної маси. Вологість завареної маси 38–39%. Отриману масу охолоджують ($t=60-70^{\circ}\text{C}$), після чого, при перемішуванні або збиванні, при невеликій кількості обертів поступово додають меланж та зостеру та замішують тісто протягом $0,9 \cdot 10^3 - 1,2 \cdot 10^3$ с з вологістю 52–56%. Для формування напівфабрикатів тісто відсаджують з кондитерського мішка з насадкою ($d=18$ мм) на кондитерські листи, змащені жиром. Тісто відсаджують у вигляді паличок довжиною 10 см, шириною 15 мм на відстані 3–4 см одна від одної. Напівфабрикати випікають $2,1 \cdot 10^3 - 2,4 \cdot 10^3$ с при $t=180-200^{\circ}\text{C}$. Випечений заварний напівфабрикат заповнюють розробленими кремами.

Розроблена технологія борошняних кондитерських виробів функціонального призначення із пісочного тіста. Технологія пісочного печива (контроль – печиво пісочне № 8). Відповідно до вимог нутриціології та враховуючи попередні дослідження щодо впливу екстракту "Стевіасан", борошна ЕСО на реологічні й органолептичні характеристики тістових мас, розроблена технологія та рецептури нових видів пісочного печива (табл. 4.66, 4.67, рис. 4.72, 4.73).

Процес випікання – сушіння пісочних напівфабрикатів є завершальною стадією виробництва. Під час випікання, під впливом високої температури відбуваються складні фізико-хімічні процеси, тісто втрачає вологу, змінюються

структурно-механічні й органолептичні властивості. Випечені вироби характеризуються твердістю і поруватістю, забарвленою поверхнею, запахом. Вироби випікали впродовж 900 с при температурі 200°C. Процес інтенсивного видалення вологи відбувається при температурі 105–150°C.

Для приготування тіста у тістомісильну машину кладуть вершкове масло, додають екстракт "Стевіасан", меланж, двовуглекислий натрій, вуглекислий амоній, сіль, есенцію і перемішують протягом $1,2-1,8 \cdot 10^3$ с при температурі замісу 25°C, до отримання однорідної маси (рис. 4.71).

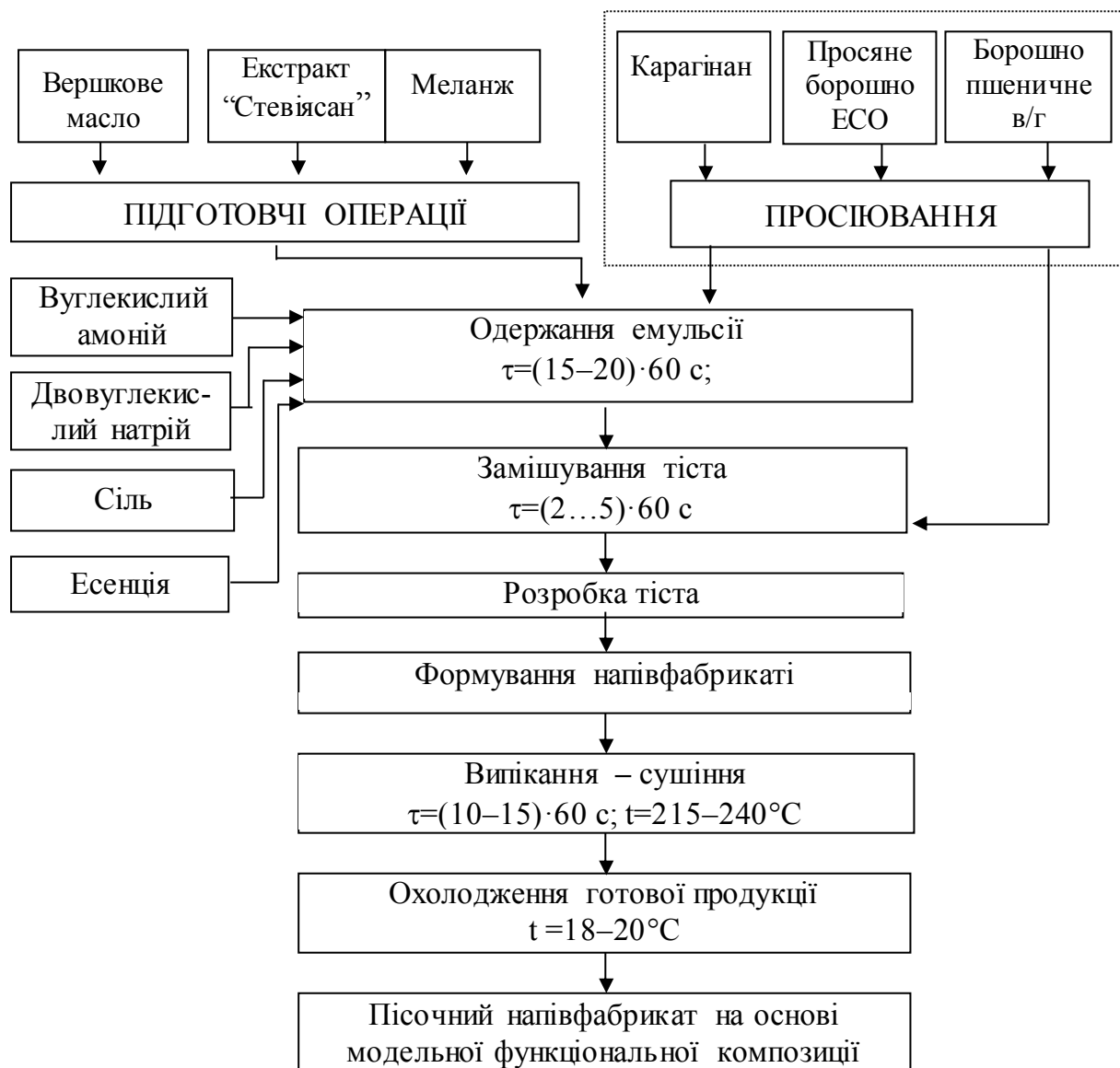


Рисунок 4.71 – Загальна технологічна схема пісочного напівфабрикату на основі модельних функціональних композицій (МФК)

Технологічна карта

Печиво здобне на основі модельних функціональних композицій

Сировина	Витрати сировини на 10 кг виробів		
	Здобне печиво (контроль)	Печиво “Зародкове”	Печиво “Вівсяне”
Борошно пшеничне в/г	5000	3025	2750
Зародки пшениці ЕСО		2450	–
Борошно вівсяне ЕСО	–	–	2750
Екстракт стевії	–	6,67	6,67
Цукор	2000	–	–
Маргарин	3000	90	90
Меланж	900	80	80
Сода	5	10	10
Карагенан		54,75	54,75
Амоній	10	30	30
Ванільна пудра	30	30	30

Таблиця 4.67

Технологічна карта

Печиво пісочне на основі модельних функціональних композицій

Найменування сировини	Витрати сировини на 10 кг виробів		
	Печиво пісочне (контроль)	Печиво пісочне “Зародкове”	Печиво пісочне “Вівсяне”
Борошно пшеничне в/г	5154,0	4325,53	4683,53
Борошно пшеничне в/г (для підпили)	412,0	412,0	412,0
Борошно вівсяне ЕСО		-	2525,60
Зародки пшениці ЕСО		2883,65	-
Екстракт стевії		6,87	6,87
Цукор-пісок	2062,0	-	-
Масло вершкове	3093,0	3093,0	3093,0
Яйця	722,0	722,0	722,0
Натрій двовуглекислий	5,2	5,2	5,2
Амоній вуглекислий	5,2	5,2	5,2
Есенція	20,7	20,7	20,7
Сіль	20,6	20,6	20,6
Усього	11494,7	11494,7	11494,7
Вихід	10000,0	10000,0	10000,0

Примітка. Вологість 5,5±1,5%.

Потім всипають суміш пшеничного борошна в/г і борошна ЕСО (дослід № 1-5) і продовжують заміс тіста близько 2 хв. Пісочне тісто повинно мати гладку поверхню без грудочок і слідів непромісу, колір від світло-жовтого до світло-коричневого, приємний запах і легкий аромат есенції. Вологість тіста 18,5–19,5%.

Для формування виробів тісто нарізають на шматки по 3–4кг і розкочують пластами завтовшки 5–6 мм. Потім пласти розрізають, переносять на кондитерські листи і формують вироби. Поверхню тіста перед випіканням проколюють. Тривалість випікання пласта при $t=200\text{--}225^{\circ}\text{C}$ протягом $0,6 \cdot 10^3\text{--}0,9 \cdot 10^3$ с. Готові вироби охолоджують.

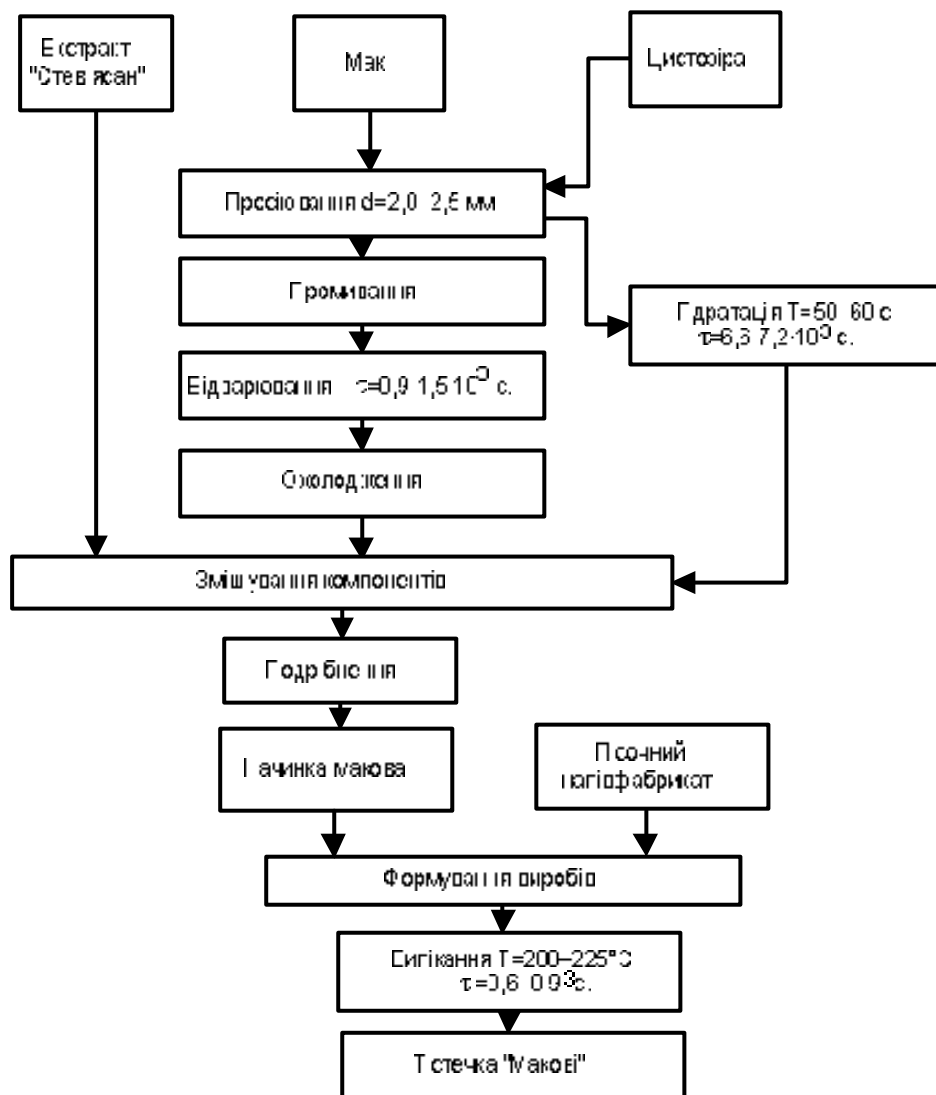


Рисунок 4.72 – Технологічна схема тістечок "Макових" на основі МФК

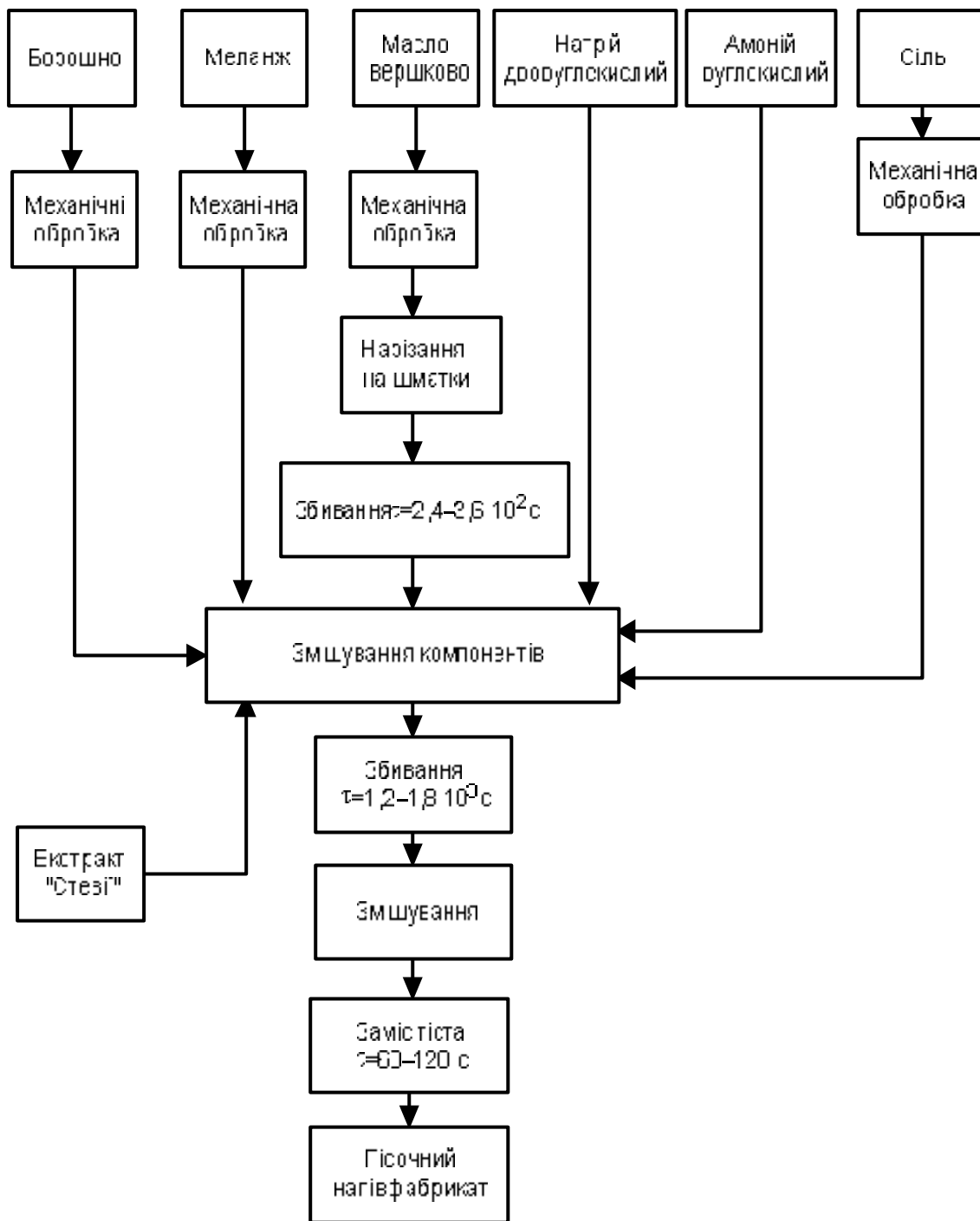


Рисунок 4.73 – Технологічна схема пісочного напівфабрикату тістечок "Макових" на основі МФК

Враховуючи результати досліджень щодо впливу екстракту "Стевіасан", борошна ЕСО на реологічні характеристики тістових мас для пряничного тіста, органолептичні, структурно-механічні характеристики модельних композицій, розроблені технологія і рецептури нових видів пряників (табл. 4.68–4.69).

Для приготування пряників екстракт "Стевіасан" розчиняють у воді при 75°C, охолоджують до 35–40°C, перемішують 1,2–1,8·10² с з паленим цукром, яйцями, есенцією, додавали амоній, суміш борошна пшеничного 1/г і борошна ЕСО та замішували тісто протягом 0,6–0,9·10³ с. Готове тісто мало вологість 23–25%. Тісто розкочували пластами завтовшки 11–13 мм і формували напівфабрикати, які викладали на кондитерські листи, змащували яйцями t=200-240°C τ=0,6–0,7·10³ с.

Таблиця 4.68

**Технологічна карта
Пряники на основі модельних функціональних композицій**

Сировина	Витрати сировини на 10 кг виробів		
	Пряники “Детские” (Контроль)	Пряники “Зародкові”	Пряники “Вівсяні”
Борошно пшеничне 1/г	3455,0	5593,2	6081,8
Борошно пшеничне 1/г (на підпил)	270,0	270,0	270,0
Обрізки від тортів, тістечок і кексів	2868,0	–	–
Зародки пшениці ЕСО	–	3908,80	–
Вівсяне борошно ЕСО	–	–	3420,20
Яйця (у тісто)	795,0	795,0	795,0
Яйця (для змащування)	138,0	138,0	138,0
Екстракт стевії	–	10,60	10,60
Амоній вуглекислий	24,2	24,2	24,2
Палений цукор № 66 (у тісто)	111,0	111,0	111,0
Цукор пісок	3179,0	–	–
Есенція	58,7	58,7	58,7
Усього	10898,9	10898,9	10898,9
Вихід	10000,0	10000,0	10000,0

Примітка. Вологість 14,00±1,5%.

Технологічна карта
Пряники на основі модельних функціональних композицій

Сировина	Витрати сировини на 10 кг виробів		
	Пряники “Детские” (Контроль)	Пряник “Зародково- яблучний”	Пряник “Вівсяно- яблучний”
Борошно пшеничне 1/ г	3455,00	6176,0	6352,0
Борошно пшеничне 1/ г (на підпил)	270,0	270,0	270,0
Обрізки від тортів, тістечок і кексів	2868,0	–	–
Зародки пшениці ЕСО	–	4117,0	–
Вівсяне борошно ЕСО	–	–	3420,0
Порошок яблучний	–	660,0	990,0
Екстракт стевії	–	11,0	11,0
Амоній вуглекислий	24,2	40,0	40,0
Палений цукор № 66 (у тісто)	111,0	111,0	111,0
Цукор-пісок	3179,0	–	–
Есенція	58,7	58,7	58,7
Усього	10898,9	10898,9	10898,9
Вихід	10000,0	10000,0	10000,0

Для приготування пряників "Яблучних" екстракт "Стевіасан" розчиняли у воді при $t=75^{\circ}\text{C}$, охолоджували до 40°C , додавали палений цукор, яйця, есенцію, амоній, яблучний кріопорошок, суміш пшеничного борошна 1/г і борошна ЕСО і замішували тісто ($\tau=0,9 \cdot 10^3\text{c}$). Сформовані вироби викладали на кондитерські листи, змащували яйцями і випікали при температурі $200\text{--}240^{\circ}\text{C}$ протягом 10–12 хв (рис. 4.74).

Враховуючи дослідження щодо впливу екстракту "Стевіасан" та борошняних сумішей ЕСО на реологічні й органолептичні характеристики модельних композицій для кексів, розроблені рецептури та технології нових видів кексів (табл. 4.70, 4.71).

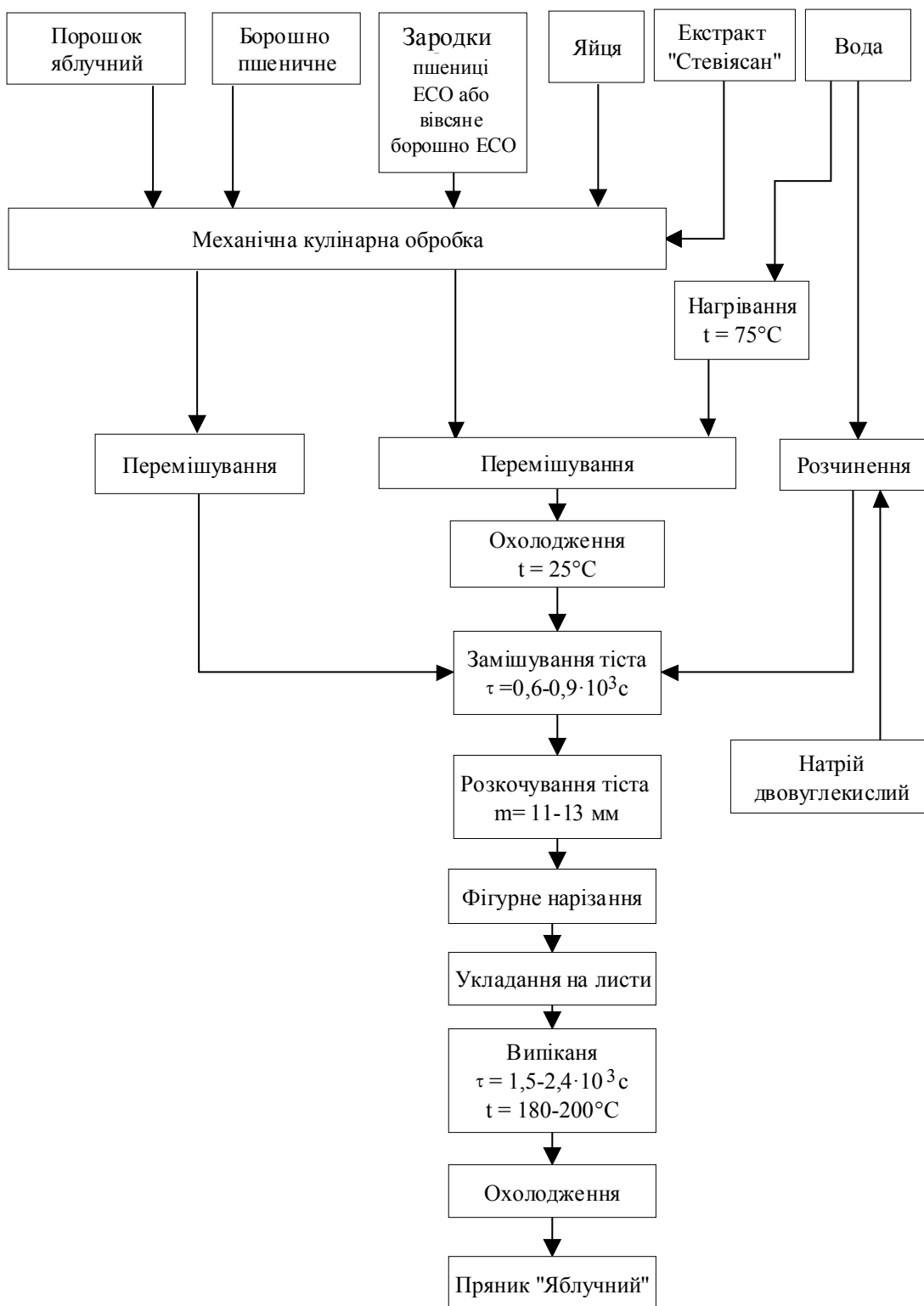


Рисунок 4.74 – Технологічна схема пряничних виробів на основі МФК

Розм'якшене вершкове масло збивали $\tau=0,4-0,6 \cdot 10^3$ с, додавали екстракт "Стевіасан" і продовжували збивання $\tau=0,2-0,3 \cdot 10^3$ с, поступово вливаючи меланж. До збитої маси додавали підготовлені родзинки, есенцію, амоній і сіль,

ретельно перемішували, всипаючи суміш з пшеничного борошна і борошна ЕСО та замішували тісто. Вологість готового тіста 23–25%. Тісто розкладали у форми, попередньо змащені маслом, і випікали ($t=205-215^{\circ}\text{C}$, $\tau=1,5-1,8 \cdot 10^3\text{c}$).

Таблиця 4.70

**Технологічна карта
Кекс на основі модельних функціональних композицій**

Сировина	Витрати сировини на 10 кг виробів		
	Кекс (контроль)	Кекс “Зародковий”	Кекс “Вівсяний”
Борошно пшеничне в/г	3215,0	2332,0	2730,0
Борошно вівсяне ЕСО	–	–	2730,0
Зародок пшениці ЕСО			1511,58
Екстракт стевії	–	1908,0	–
Цукор	2411,25	–	–
Маргарин	2411,25	3180,0	3150,0
Меланж	1896,85	2501,6	2478,0
Сіль	9,65	12,72	12,6
Сода	3,86	5,09	5,04
Вуглеамонійна сіль	20,90	27,56	27,3
Есенція	28,94	38,16	37,8

Розроблена технологія булочних виробів з екстрактом "Стевіасан", карагінаном і борошном ЕСО (рис. 4.75, 4.76). Тісто готували безопарним та опарним способом. Для приготування дріжджового тіста у діжу тістомісильної машини вливали підігріту до $t=35-40^{\circ}\text{C}$ воду і розчиняли у ній екстракт "Стевіасан", дріжджі, сіль, додавали меланж або яйця, суміш з пшеничного та соєвого або просяного борошна ЕСО і перемішували $\tau=0,4-0,5 \cdot 10^3\text{c}$, додавали розтоплений маргарин і продовжували замішування, до утворення однорідної консистенції. Тісто залишали на $\tau=12,6-14,4 \cdot 10^3\text{c}$ для бродіння ($t=35-40^{\circ}\text{C}$), після збільшення в об'ємі в 1,5 раза його обминали $\tau=60-120\text{c}$, залишали для бродіння, повторювали обминання двічі. Вологість готового тіста 38%.

Для здобних булочних виробів готували опарне тісто. У діжу тістомісильної машини вливали підігріту до $35-40^{\circ}\text{C}$ воду (60–70% від загальної кількості), додавали підготовлені дріжджі, борошняну суміш ЕСО 35–60% від загальної кількості та вимішували до отримання однорідної маси.

**Технологічна карта
Кекс на основі модельних функціональних композицій**

Сировина	Витрати сировини на 10 кг виробів		
	Кекс “Столичний” (контроль)	Кекс “Зародковий”	Кекс “Яблучний”
Борошно пшеничне в/г	2339,0	2505,6	2339,0
Зародки пшениці ЕСО	-	1670,4	1515,15
Цукор пісок	1755,0	-	-
Екстракт стевії	-	5,85	5,85
Масло вершкове	1754,0	1754,0	1754,0
Яблучний порошок	-	-	234,0
Меланж	1404,0	1404,0	1404,0
Сіль	7,1	7,1	7,1
Родзинки	1754,0	1754,0	1754,0
Пудра рафінадна	82,0	82,0	82,0
Есенція	7,1	7,1	7,1
Амоній вуглекислий	7,1	7,1	7,1
Усього	9109,3	9109,3	9109,3
Вихід	7500,0	7500,0	7500,0

Примітка. Вологість $12\pm 2\%$; маса одного виробу 75 г.

Опару залишали для бродіння при температурі $35\text{--}40^\circ\text{C}$ на $\tau=9\text{--}10,8\cdot 10^3\text{с}$. Коли опара збільшувалась в об'ємі у 2,5 раза, додавали залишок рідини з розчиненими сіллю, екстрактом "Стевіасан", меланж або яйця та залишок борошняної суміші і замішували тісто. Перед закінченням замісу додавали маргарин і залишали ще на $\tau=7,2\text{--}9,0\cdot 10^3\text{с}$. для бродіння (рис. 4.77.)

Розроблена технологічна схема борошняних кондитерських виробів з листкового тіста (табл. 4.72).

За схемою карагінан, попередньо гідратований, додавали у борошняну суміш ЕСО на стадії замішування тіста, яке тривало $\tau=0,9\text{--}1,2\cdot 10^3\text{с}$., до отримання однорідної маси. тісто повинно бути рівномірно перемішаним, без грудочок і слідів непромісу. вологість тіста 41–44%.

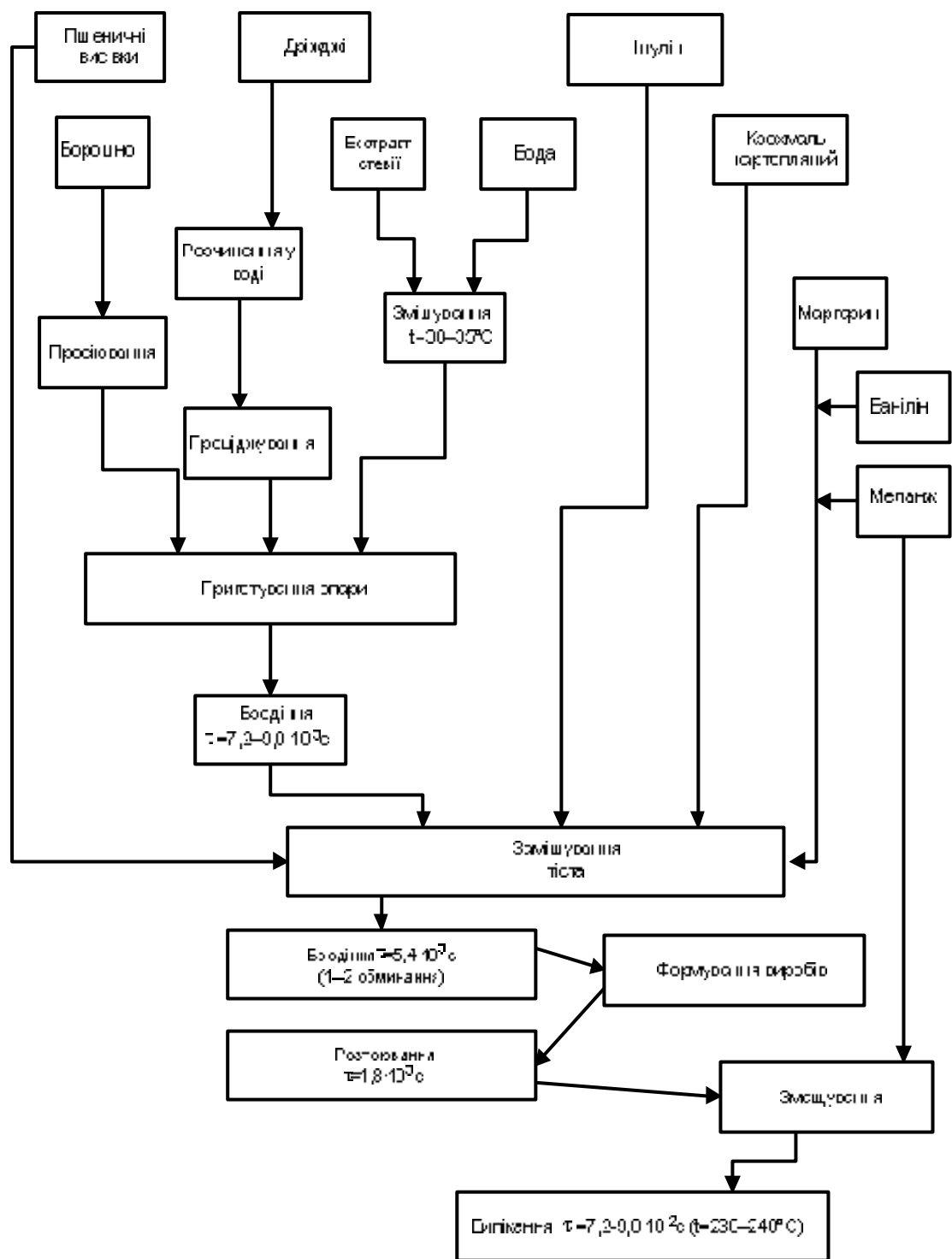


Рисунок 4.75 – Технологічна схема булочки дріжджової на основі модельних функціональних композицій

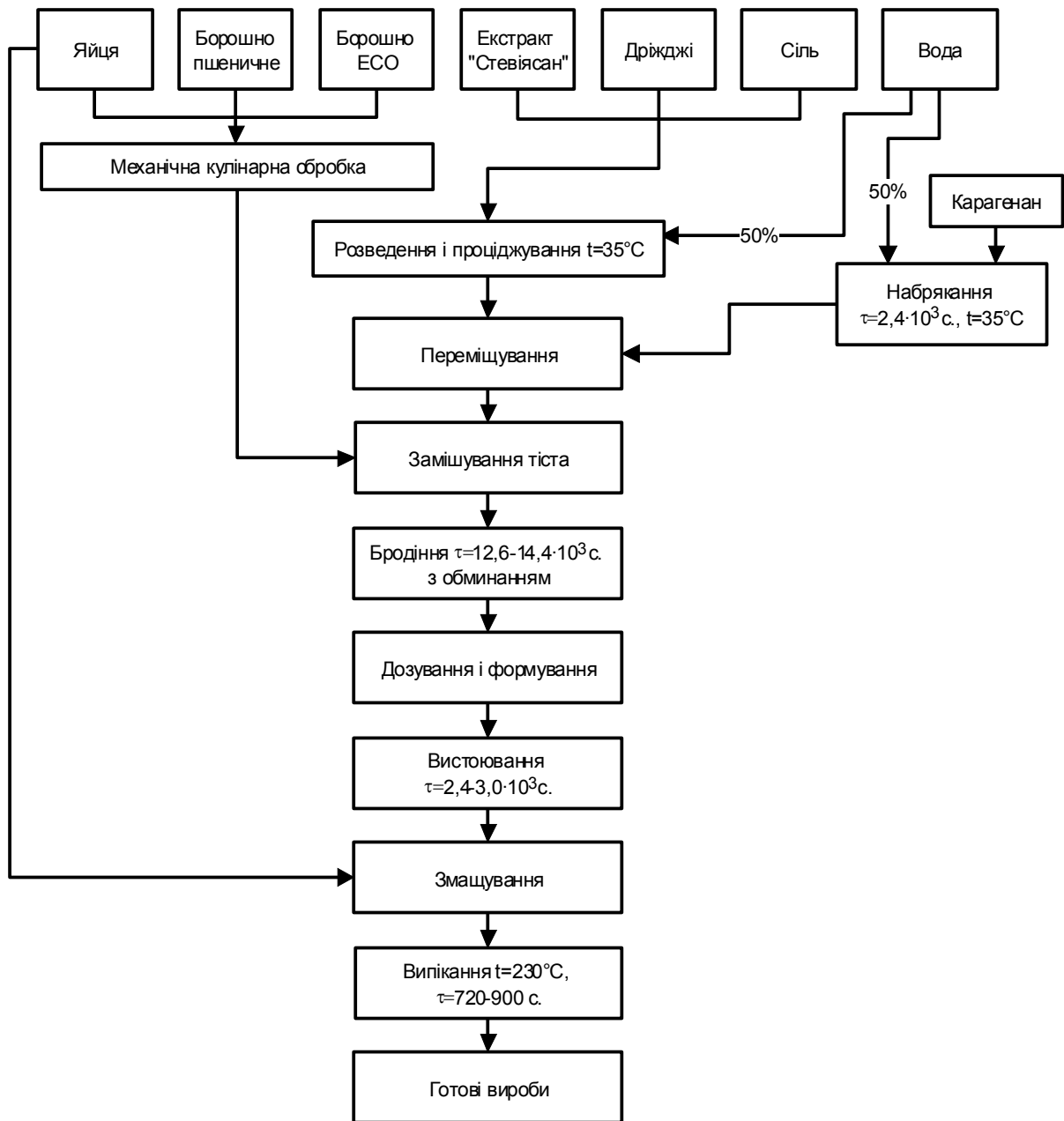


Рисунок 4.76 – Технологічна схема виробництва дріжджової булочки з борошном ЕСО, екстрактом "Стевіасан" і карагенаном

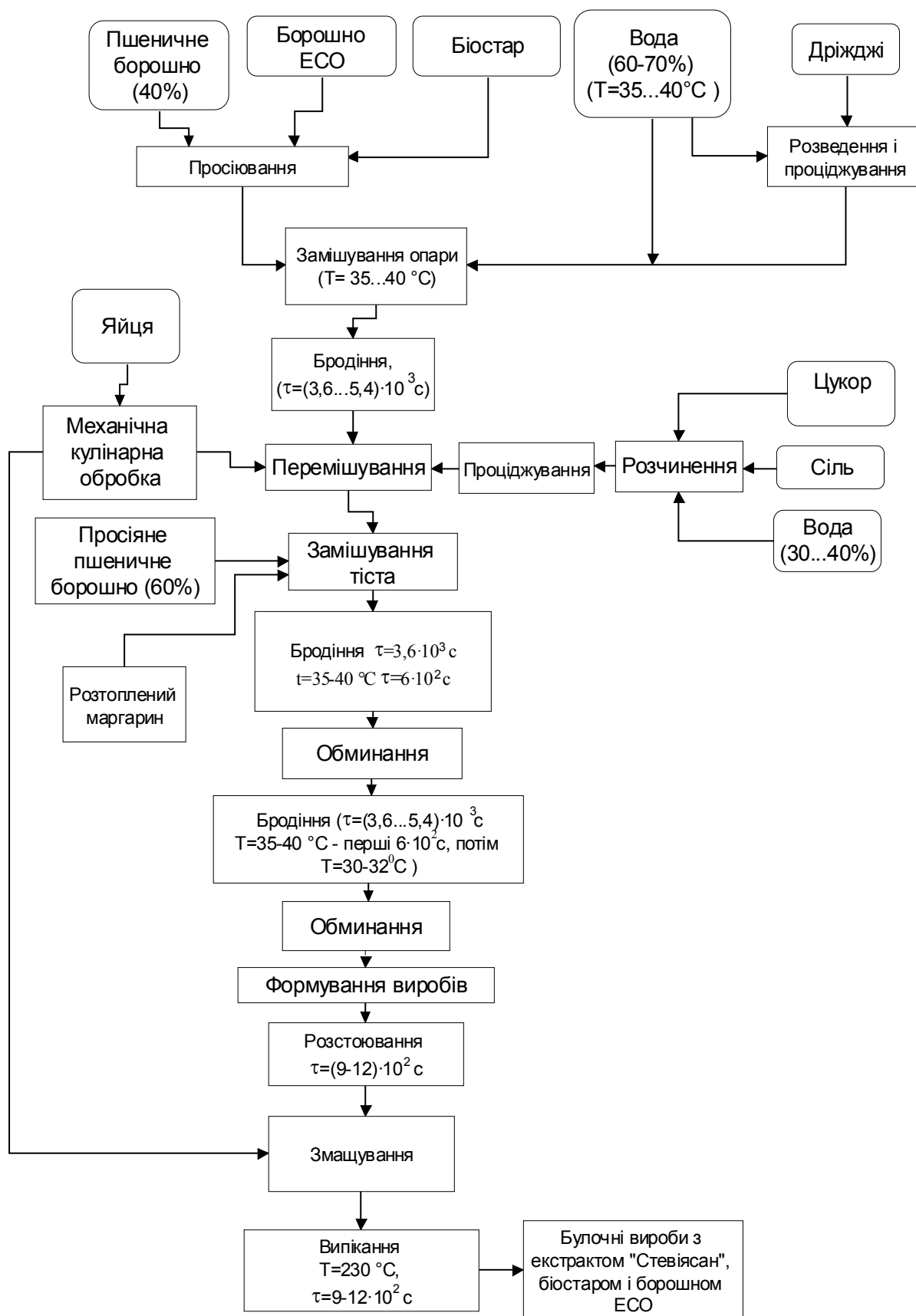


Рисунок 4.77 – Технологічна схема булочних виробів на основі модельних функціональних композицій

Технологічна карта

Листковий напівфабрикат на основі модельних функціональних композицій

Сировина	Витрати сировини на 10 кг виробів		
	Листковий	“Соєвий”	“Рисовий”
Борошно пшеничне в/г	6579	4934,25	4934,25
Борошно соєве ЕСО	–	1644,75	–
Борошно рисове ЕСО	–	–	1644,75
Масло вершкове	4386,0	–	–
Маргарин	–	4375,0	4375,0
Меланж	333,0	333,0	333,0
Сіль	52,6	52,6	52,6
Кислота лимонна	8,7	8,7	8,7
Карагенан	–	33,0	33,0
Усього	11359,3	11359,3	11359,3
Вихід	10000,0	10000,0	10000,0

Тісто залишали на $\tau=1,8 \cdot 10^3$ с. для набрякання карагінану і білків борошняної суміші ЕСО. Під час замішування і вистоювання карагенан взаємодіє з білками борошняної суміші та сприяє зміцненню клейковини та зв'язуванню вологи. Для приготування жирової композиції з маргарину і карагенану суміш перемішували з борошном ЕСО у співвідношенні 10:1 до утворення однорідної маси. В жировій композиції карагенан зв'язує вологу, що міститься в маргарині, зміцнюючи структуру. Подальше приготування листового напівфабрикату відбувається за традиційною технологічною схемою. Підготовлену жирову композицію поділяють на шматки. Надають форму прямокутників завтовшки 20 мм і охолоджують $\tau=1,8-2,4 \cdot 10^3$ с. до $t=12-14^\circ\text{C}$.

Тривалість випікання листового напівфабрикату $\tau=2,1 \cdot 10^3$ с. При $t=240-250^\circ\text{C}$. Досліджені якісні показники дослідних зразків з листового тіста. Висота підйому дослідних зразків становила 40 мм (у контролі – 39,4 мм), об'ємний вихід – 285 (у контролі – 275). Вихід готових виробів збільшився порівняно з контролем, що свідчить про підвищення вмісту зв'язаної

карагінаном вологи. При зберіганні протягом 48 год вологість у дослідних зразках знизилась до рівня контролю (свіжовиготовленого напівфабрикату).

Технологія виготовлення борошняних кондитерських виробів з бісквітного тіста проводиться за розробленою технологічною схемою (табл. 4.73, 4.74).

Виготовлення бісквітного напівфабрикату на основі просяно-пшеничної суміші та карагенану здійснюється у два етапи. На першому етапі збивається яєчна маса з поступовим додаванням гідратованого карагенану і розчину екстракту “Стевіасан” (рис. 4.78).

Таблиця 4.73

Технологічна карта

Бісквіт на основі модельних функціональних композицій

Сировина	Витрати сировини на 10 кг виробів			
	Бісквіт			
	Контроль	“Яблучний” (I)	“Яблучний” (II)	“Яблучний” (III)
Борошно пшеничне в/г	2812,0	2312,0	2312,0	2812,0
Просяне борошно ЕСО	500,0	500,0		
Крохмаль картопляний	694,0	694,0	694,0	694,0
Цукор-пісок	3471,0	3297,0	3124,0	2950,0
Меланж	5785,0	5496,0	5206,0	4917,0
Есенція	34,7	–	–	–
Порошок яблучний	–	463,0	926,0	1389,0
Мед натуральний	–	–	–	–
Маргарин	–	–	–	–
Натрій двовуглекислий	–	–	–	–
Есенція	–	–	–	–
Амоній вуглекислий	–	–	–	–
Усього	12796,7	12796,7	12796,7	12796,7
Вихід напівфабрикату	10000	10000	10000	10000

Технологічна карта

Бісквіт на основі модельних функціональних композицій

Найменування сировини	Витрати сировини на 10 кг напівфабрикату, г					
	Бісквіт					
	просяний		просяний (круглий)		просяний з какао-порошком	
	в натурі	у сухих речовинах	в натурі	у сухих речовинах	в натурі	у сухих речовинах
Борошно просяне ЕСО	2246,9	1921,1	1850,0	1581,8	1792,2	1532,3
Борошно пшеничне	923,4	789,5	1850,0	1581,8	736,5	629,3
Карагелан	6,2	5,9	–	–	14,7	14,2
Цукор	3471,0	3465,8	3419,0	3413,9	3098,0	3093,4
Меланж (яйця)	5785,0	1561,9	–	–	6866,0	1853,8
Жовтки яєчні	–	–	3419,0	1572,7	–	–
Білки яєчні	–	–	5128,0	615,4	–	–
Масло вершкове	–	–	–	–	784,0	658,6
Какао-порошок	–	–	–	–	–	–
Есенція	34,0	0,0	22,0	0,0	–	–
Кислота цитринова	–	–	15,0	14,9	–	–
Разом	12478,8	7756,5	15703,0	8780,5	13311,0	7801,2
Вихід	10000,0		10000,0		10000,0	

На другому етапі пшеничне і просяне борошно ЕСО змішують, просіюють і вводять у збиту суміш, обережно перемішують, розливають у форми і випікають. Випечений бісквіт охолоджують, виймають з форм, залишають для дозрівання, після чого папір знімають, бісквіт зачищують.

За результатами встановлених статистично достовірних залежностей та закономірностей розроблено технології борошняних кондитерських та булочних виробів функціонального призначення, рекомендованих, насамперед, для харчування хворих на цукровий діабет та ожиріння (рис. 4.79).

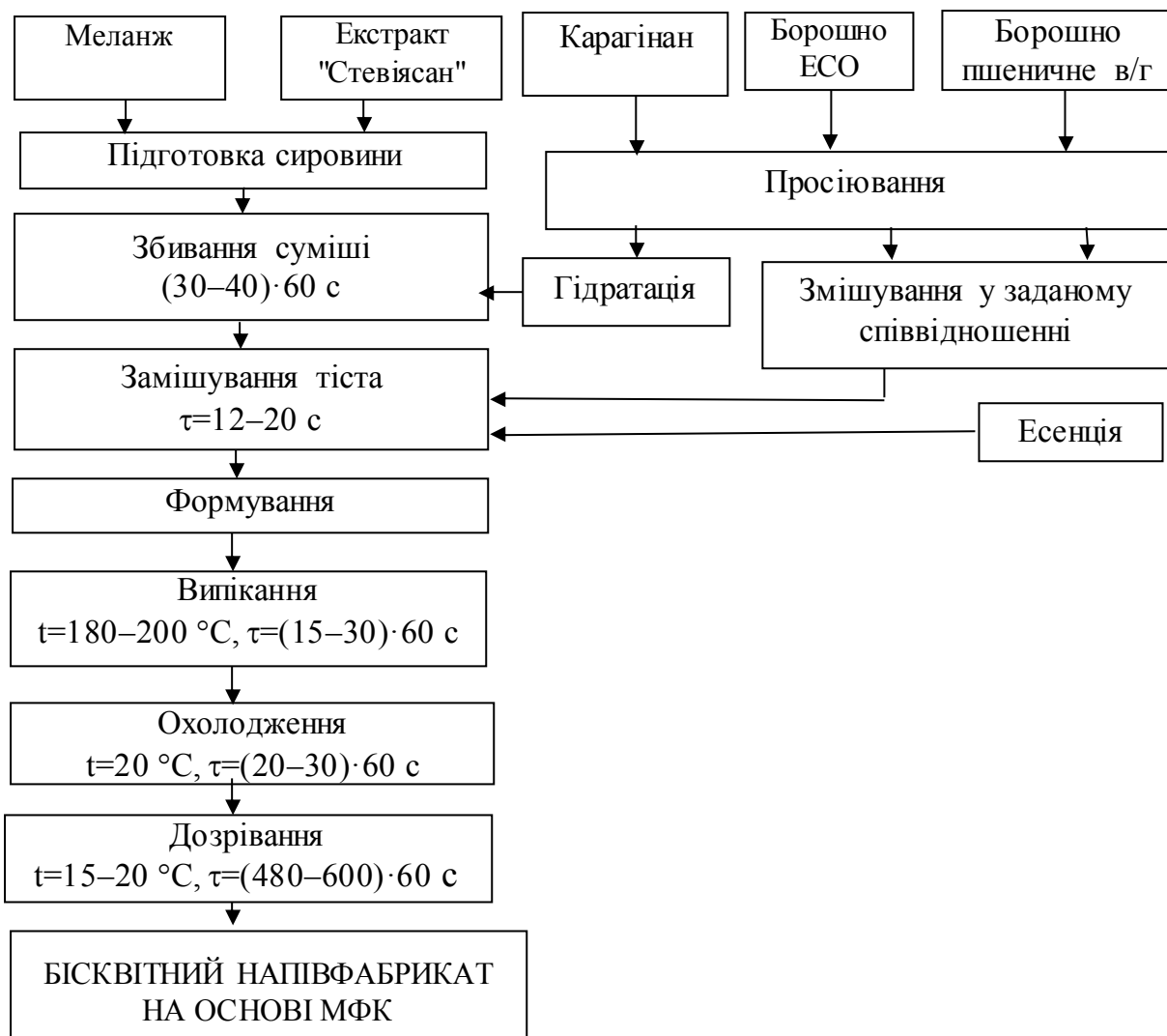


Рисунок 4.78 – Загальна технологічна схема бісквітного напівфабрикату на основі модельних функціональних композицій (МФК)

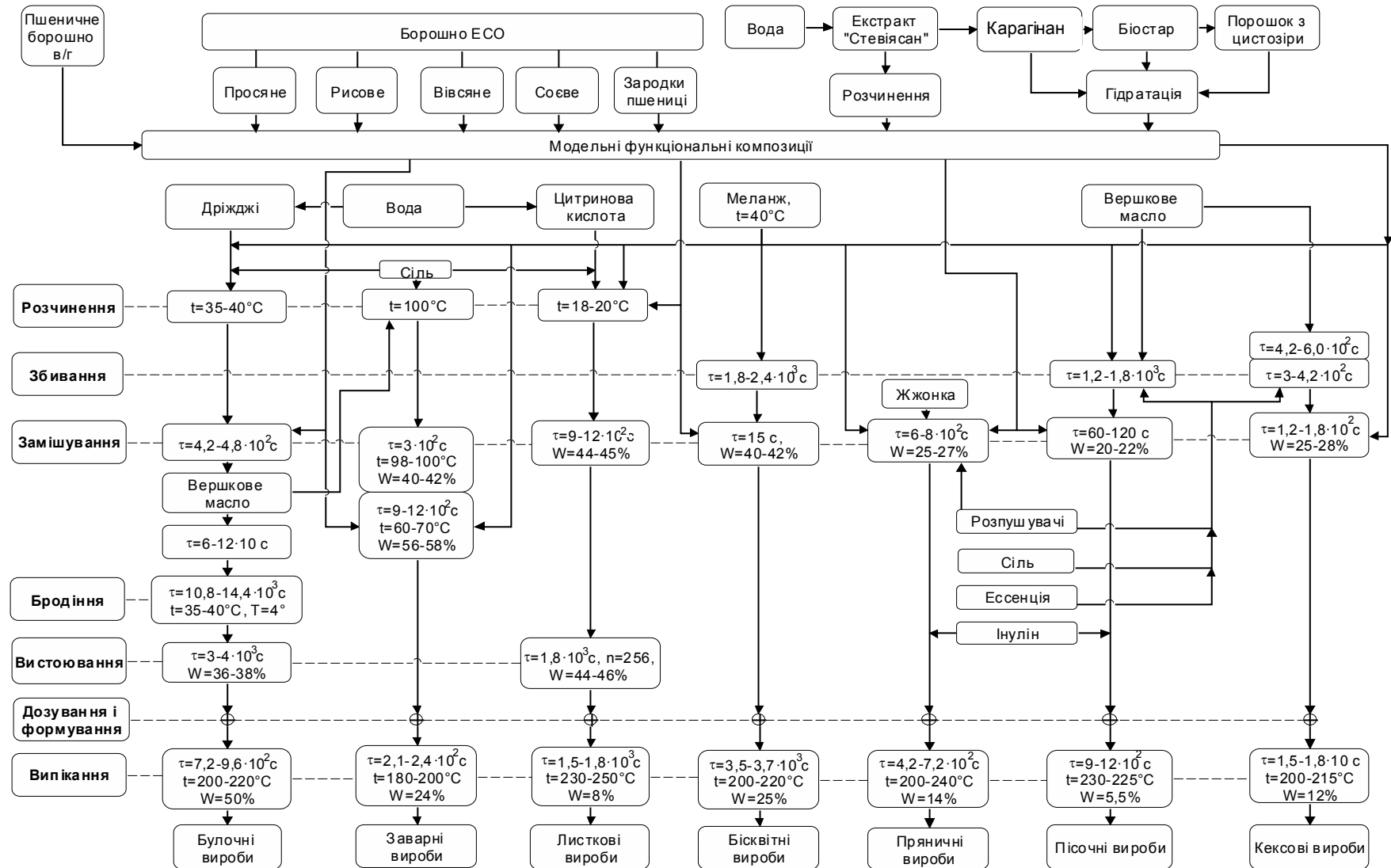


Рисунок 4.79 – Принципова параметро-технологічна схема виробництва борошняних кондитерських і булочних виробів функціонального призначення для харчування хворих на цукровий діабет та ожиріння

1. Колесникова Г. Н. Разработка технологий комбинированных продуктов с использованием добавок полифункционального действия : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 "Товароведение пищевых продуктов и технология продуктов общественного питания" / Колесникова Г. Н. – Москва, 2005. – 21 с.

Модельні харчові композиції пісочного тіста. Органолептичні, фізико-хімічні та технологічні властивості сировини для виробництва пісочного тіста.

Оцінка якості вихідної сировини для виробництва пісочного печива передбачала вивчення органолептичних та фізико-хімічних показників селеновмісних добавок. Результати дослідження органолептичних властивостей олії льняної та олії розторопші з селеном наведені у табл. 4.75.

Таблиця 4.75

**Органолептичні властивості льняної олії з селеном
та олії розторопші з селеном**

Органолептичні показники	Льняна олія з селеном	Олія розторопші з селеном
Прозорість	прозора без осаду	прозора без осаду
Колір	золотисто-жовтуватий	світло-жовтий
Смак та запах	приємний запах льону, з присмаком легкої гіркоти.	слабо виражений присмак розторопші, без запаху

Біологічна цінність ліпідів визначена їх жирнокислотним складом. Результати досліджень наведені у табл. 4.76.

Важливим критерієм біологічної цінності є вміст поліненасичених жирних кислот (ПНЖК). Найбільш важливі з жирних кислот ліолева (ω -6) та α -ліноленова (ω -3).

Фізіологічне значення ПНЖК забезпечується їхньою здатністю забезпечувати синтез арахідонової кислоти, а також, впливом ПНЖК на ліпідний склад та атерогенний потенціал крові, який пов'язаний з відношенням ПНЖК/НЖК. Оптимальним співвідношенням ω 6/ ω 3 для повсякденного харчування є 4:1, для лікувально-профілактичного харчування – від 2:1 до 0,5:1.

Як видно з табл. 4.76, жирнокислотний склад олії льняної та олії розторопші з селеном характеризується великою кількістю ненасичених жирних кислот. Більш високим вмістом загальної кількості поліненасичених жирних кислот відрізняється олія льняна. Домінуючими жирними кислотами в олії льняній є ліолева кислота (C18 : 2) ω 6 – 30,04%, та ліноленова (C18 : 3) – 21,34 %.

Жирнокислотний склад рослинних олій з селеном (n=12, p[≤] 0,05)

Кислота	Масова частка жирних кислот %	
	Льняна олія з селеном	Олія розторопші з селеном
1	2	3
<i>1. Насичені</i>	20,30	20,71
Міристинова (C14: 0)	0,090±0,011	0,10±0,013
Пентадеканова (C15: 0)	0,022±0,003	0,020±0,003
Пальмітинова (C16 : 0)	9,99±1,06	10,92±1,06
Маргаринаова (C17: 0)	0,06±0,008	0,081±0,010
Стеаринова (C18: 0)	7,1±0,8	6,30±0,7
Арахінова (C20: 0)	1,06±0,12	1,61±0,18
Генеїкозанова (C21: 0)	1,10±0,13	0,058±0,007
Бегенова (C22: 0)	0,89±0,10	1,71±0,18
<i>2. Мононенасичені</i>	26,40	29,72
Пальметоолеїнова (C16 : 1)	0,41±0,05	0,52±0,07
Кептадеценова (C17 : 1)	0	0,042±0,005
Олеїнова (C18 : 1)	25,4±2,8	28,57±3,31
Гондова (C20 : 1)	0,56±0,07	0,59±0,07
<i>3. Поліненасичені</i>	53,30	49,57
Лінолева (C18 : 2) ω6	30,04±4,08	37,98±4,17
Лінолева (C18 : 2) ω4	1,04±0,14	2,7±0,3
Ліноленова (C18 : 3)	21,34±3,03	7,8±0,9
Арахідонова (C20 : 4)	0,52±0,07	0,50±0,07
Докозадієнова (C22 : 2)	0,090±0,012	0
Докозапентаєнова (C22 : 5)	0,27±0,04	0,54±0,07

Олія розторопші з селеном має більш високий вміст лінолевої кислоти (37,98%). у порівнянні з олією льняною, однак значно менший вміст ліноленової кислоти (7,8%).

Загальний вміст мононенасичених жирних кислот є більшим у олії розторопші з селеном. Серед насичених жирних кислот олій переважають пальмітинова та стеаринова.

Основні компоненти льняної олії альфа-лінолева і ліноленова жирні кислоти, які необхідні людському організму протягом всього життя. З цих кислот складається значна частина людського мозку, а ліноленова кислота і продукти її перетворення містяться в материнському молоці. Ця кислота є обов'язковим компонентом мембранних утворень на клітинному рівні а льняна олія має високий вміст ліноленової кислоти.

Олія розторопші містить значну кількість незамінних ПНЖК – до 50 %, лінолевої кислоти, ліноленової – до 8% [10, 33]. Серед переваг олії розторопші слід відмітити високий вміст токоферолів, каротиноїдів і флаволідганів, які, як відомо, знижують інтенсивність впливу отрут і лікарських препаратів, гальмують процеси перекисного окислення ліпідів.

Показником біологічної цінності ліпідів є відношення С18 : 2 : С18 : 1, що має становити не менше 0,25. У досліджуваних оліях відношення С18: 2: С18 : 1 становить 1,41 для олії льняної та 2,38 для олії розторопші. Нами було розраховано також коефіцієнт ефективності ліпідів олій, який дозволяє оцінити повноту засвоювання ліпідів організмом людини. Коефіцієнт ефективності ліпідів олії льняної становить 0,61, олії розторопші – 0,62.

Вміст вітаміну Е та β-каротину та ретинолу. Результати дослідження наведені на рис. 4.80.

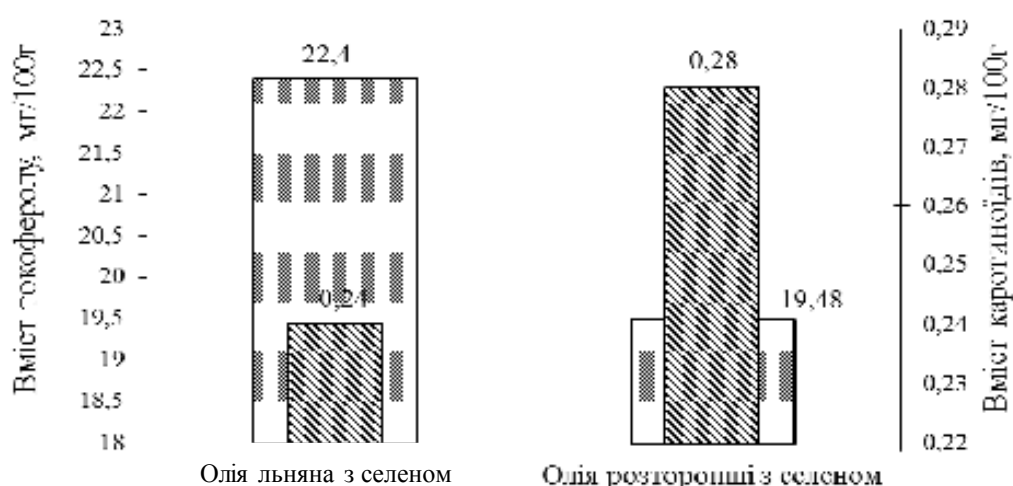


Рисунок 4.80 – Вміст каротиноїдів та токоферолу в оліях з льону та розторопші

Як видно з наведених даних, досліджувані олії характеризуються досить високим вмістом токоферолу. Олія льняна з селеном містить 22,4 мг/100 вітаміну Е, олія розторопші – 19,48 мг/100г. Споживання 100 г досліджуваних олій дозволяє задовольнити потребу у токоферолі більше ніж на 100%. Каротиноїдів та ретинолу міститься дещо більше в олії розторопші – 0,28 мг/100г, в олії льняній їх вміст складає 0,24 мг/100г. При споживанні 100 г олій розторопші задовольняється 28% добової потреби у каротиноїдах та вітаміні А, при споживанні олій льняної – 24%.

Значення фізико-хімічних показників, наведених в табл. 4.77 знаходяться в межах, які відповідають вимогам стандартів. Коефіцієнт заломлення залежить від природи жиру, від властивостей жирних кислот. Величина показника заломлення є дещо вищою у олії льняної з селеном, що пояснюється більш високим вмістом поліненасичених жирних кислот у даній олії. Даний показник виявився більшим у олії льняної з селеном, що корелює з результатами органолептичних показників. Значення йодного, кислотного та перекисного чисел були у межах встановлених норм, хоча дещо більшими дані показники виявилися у олії льняної з селеном.

Таблиця 4.77

Фізико-хімічні показники олій льняної та олій розторопші з селеном (n=7, $p \leq 0,05$)

Показник	Олія льняна	Олія розторопші
Показник заломлення	1,4746±0,0018	1,473±0,004
Колірне число (мг I ₂)	8,6±0,8	4,4±0,3
Йодне число (мг I ₂ на 10г води)	224,3±4,3	134,8±3,9
Кислотне число (мг КОН/1г)	0,46±0,12	0,38±0,08
Перекисне число (ммоль/кг ½ O)	3,84±0,26	3,06±0,19
Вологість (%)	0,12±0,03	0,10±0,02

При виробництві пісочного печива з метою покращення його жирутримуючої здатності нами було використано модифікований крохмаль, який отримують внаслідок хімічної та фізичної обробки кукурудзяного крохмалю.

За традиційною рецептурою до складу пісочного печива входить вершкове масло, борошно, меланж тощо.

Жирнокислотний склад вершкового масла різних виробників з метою обрання масла, що має найбільш оптимальний жирнокислотний склад. Результати досліджень наведені у табл. 4.78.

Як видно з табл. 4.78, масло "Вершкова долина" ЗАТ "Укрпродукт" має у своєму складі 61,3% насичених, 29,86% мононасичених і 8,87% поліненасичених жирних кислот.

Комплексна та оцінка вихідної сировини наводиться мінеральний склад борошна пшеничного різних виробників. Результати наведені у табл. 4.79.

Таблиця 4.78

Жирнокислотний склад досліджуваних видів вершкового масла (n=12, p ≤ 0,05)

Найменування кислот	Масова частка жирних кислот %		
	Масло "Селянське" ЗАТ "Галактон"	Масло "Вершкова долина" ЗАТ "Укрпродукт"	Масло "Яготинське" ВАТ "Яготинський молокозавод"
1	2	3	4
<i>1. Насичені</i>	63,0	61,3	59,5
Масляна (C4: 0)	0,6±0,07	0	0,60±0,06
Капронова (C6: 0)	0,090±0,011	0,36±0,04	0,34±0,04
Каприлова (C8: 0)	0,92±0,08	0,68±0,07	0,46±0,05
Капринова (C10: 0)	3,3±0,4	1,72±0,19	2,10±0,22
Ундецилова (C11: 0)	0,037±0,05	0,032±0,004	0
Лауринова (C12: 0)	4,2±0,5	5,5±0,6	2,60±0,27
Тридеканова (C13: 0)	0,106±0,013	0	0
Міристинова (C14: 0)	13,97±1,06	9,65±1,03	8,9±0,9
Ізоміристинова (C14: 0)	0,19±0,03	0	0,081±0,008
Пентадеканова (C15: 0)	1,72±0,21	0,92±0,11	0,80±0,008
Пальмітинова (C16 : 0)	21,89±2,14	23,6±2,4	31,54±3,23
Ізопальмітинова (C16 : 0)	0,35±0,4	0	0,62±0,07
Маргарінова (C17: 0)	1,10±0,15	1,01±0,12	0,31±0,03

1	2	3	4
Стеаринова (C18:0)	13,7±1,5	15,7±1,6	10,42±1,09
Арахінова (C20:0)	0,75±0,08	0,94±0,08	0,70±0,07
Генекозанованова (C21:0)	0,065±0,008	1,01±0,12	0
Бегенова (C22:0)	0,057±0,007	0,13±0,14	0
<i>2. Мононенасичені</i>	27,3	29,8	36,8
Лауролейнова (C12:1)	0,27±0,03	0,153±0,021	0
Міристолейнова (C14:1)	1,67±0,18	0,62±0,06	0,70±0,07
Пальмітолейнова (C16:1)	3,6±0,4	2,24±0,25	0,85±0,09
Олейнова (C18:1)	20,96±2,21	26,0±2,7	35,6±3,6
Гондова (C20:1)	0,81±0,09	0,81±0,08	0
<i>3. Поліненасичені</i>	9,70	8,9	3,7
Тетрадекадієнова (C14:2)	0,79±0,08	0,45±0,05	0,062±0,006
Гексадекадієнова (C18:2)	0,87±0,09	0,51±0,06	0
Лінолева (C18:2) ω6	6,8±0,7	6,9±0,7	2,97±0,28
Лінолева (C18:2) ω4	0,27±0,03	0,112±0,016	0,24±0,03
Ліноленова (C18:3)	0,49±0,06	0,56±0,06	0,44±0,05
Арахідонова (C20:4)	0,24±0,03	0,142±0,024	0
Ейкозатрієнова (C21:3)	0,071±0,008	0	0
Докозадієнова (C22:2)	0,022±0,003	0	0
Докозатрієнова (C22:3)	0,052±0,006	0	0
Докозатетраєнова (C22:4)	0,074±0,008	0	0
Докозапентаєнова (C22:5)	0,048±0,005	0,140±0,022	0

Дані свідчать, що мінеральний склад досліджуваних зразків борошна характеризується значним вмістом сірки (від 2212,4мг/100г – зразок №2, до 2682,3 мг/100 г – зразок №3). Також спостерігається достатньо високий вміст калію.

Таким чином, дослідження фізико-хімічних властивостей традиційної сировини рекомендовано сировинні компоненти, які найбільш придатні для виробництва пісочного печива з селеновмісними добавками.

**Вміст мінеральних елементів у досліджуваних зразках борошна,
мг/100 г (n=3, p[≤] 0,05)**

Хімічний елемент	Вміст елементу								
	Борошно №1 ВАТ "ВВК"			Борошно №2 Вінницький КХП №2			Борошно №3 ВАТ "КиївМлин"		
Калій	116,2	±	9,4	163,4	±	12,6	137,6	±	16,7
Кальцій	8,3	±	0,6	22,82	±	1,14	6,2	±	0,3
Сірка*	2346,2	±	161,4	2212,4	±	147,3	2682,3	±	202,4
Магній	8,50	±	0,26	18,2	±	0,5	6,23	±	0,12
Залізо	2,30	±	0,16	2,15	±	0,06	0,95	±	0,08
Марганець	0,42	±	0,03	0,92	±	0,23	0,57	±	0,04
Селен	0	±	0	0,002	±	0,0004	0,001	±	0,0001
Йод	0,001	±	0,0003	0,001	±	0,00017	0,003	±	0,0004
Стронцій	0,61	±	0,03	0,84	±	0,04	0,17	±	0,03
Свинець	0	±	0	0,05	±	0,003	0,008	±	0,0006

*Примітка.** включаючи сірку цистеїну та метіоніну.

Технології модельних харчових композицій. Нами були проведені дослідження по визначенню втрат різних форм селену під час термічної обробки.

На даному етапі розвитку ринку селеновмісних продуктів харчування в Україні домінуючі позиції займають пивні дріжджі, спіруліна з селеном та олії – льняна і з росторопші [87, 113].

Визначення кількості селену проводилося за температурного діапазону від 800°C до 1400°C з інтервалом 200. Дослідження не проводилися при температурі більше 1400°C, в зв'язку з тим, що продукт зазнавав значних хімічних змін, а при температурі нижче 800°C втрати селену знаходилися в межах статистичної похибки.

Результати дослідження наведені на рис. 4.81. Абсолютна похибка складає 9,48 мкг/кг зразку.

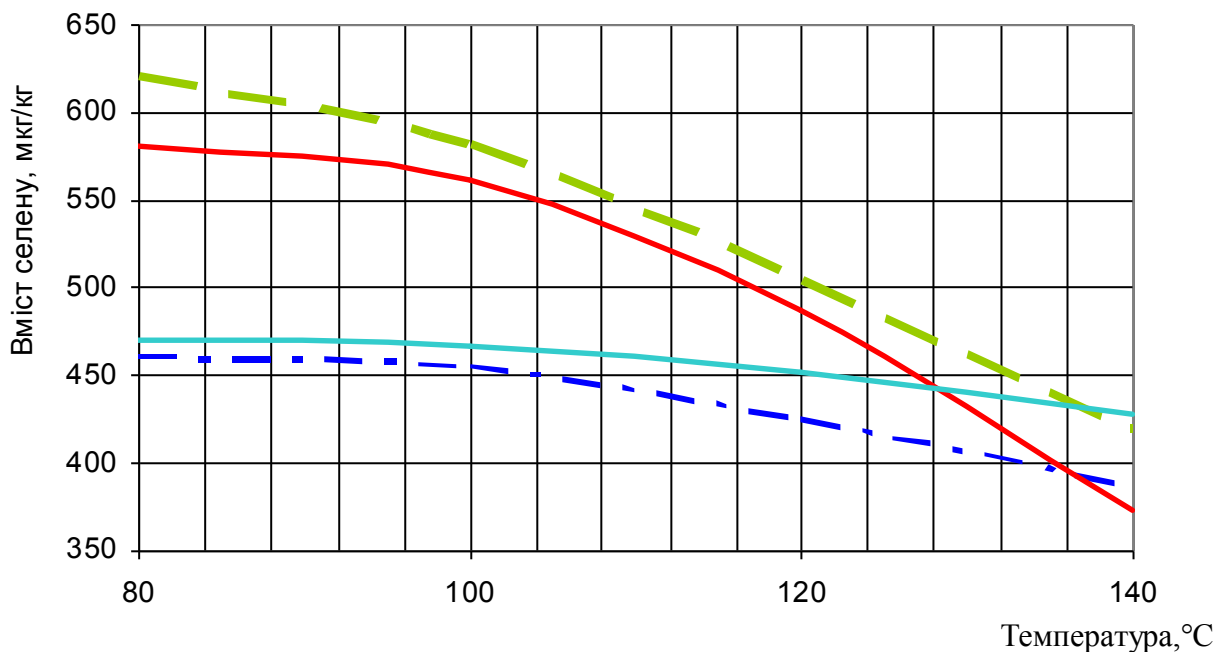
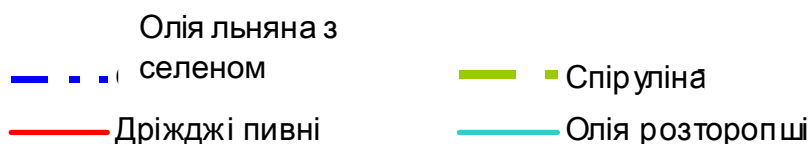


Рисунок 4.81 – Динаміка втрат селену під час теплової обробки:



В результаті проведених досліджень нами виявлена залежність втрат селену під час термічної обробки олії льняної та олії розторопші з селеном, спіруліни та пивних дріжджів. Встановлено, що втрати синтетичного антиоксиданту селенопірану в олії льняній складають $15,87 \pm 2,34\%$, в олії розторопші – $9,14 \pm 1,27\%$, втрати селеновмісних амінокислот із спіруліни та пивних дріжджів складають відповідно $32,56 \pm 3,08\%$ та $35,86 \pm 2,91\%$. Селенопіран вигідно відрізняється від антиоксидантів, які використовуються на сьогодні, сумісністю з будь-якими харчовими інгредієнтами і добавками, захищає їх від окисної деструкції, що особливо актуально при тепловій обробці.

Таким чином, можна зробити висновок, що синтетична добавка “селенопіран” більш стійка до термічної обробки ніж селеновмісні амінокислоти селеноцистеїн та селенометіонін, окрім того при термічному розпаді селеновмісних амінокислот виділяється токсична сполука H_2S , а при термічному розпаді селенопірану виділяються слаботоксичні мінеральні сполуки.

Слід зазначити, що використання багатих на ПНЖК жирів у виробництві продукції, яка потребує термічної обробки, пов'язане з небезпекою окиснювальної деструкції ненасичених жирних кислот. Тому, окрім визначення втрат селену під час термічної обробки олій, нами вивчалися інші показники олій.

З метою вивчення можливостей зниження якості олій, на першому етапі, олії піддавалися термічній обробці: їх нагрівали при температурі 98–105° протягом 2–10 хв. в ємкості з нержавіючої сталі. Товщина шару досліджуваних олій не перевищувала 3 см. Температура та тривалість термічної обробки підбиралися у відповідності до параметрів всередині печива під час термічної обробки. Дослідження проводили з інтервалом 2 хв.

На основі цих даних були побудовані графіки залежності показника заломлення від часу термічної обробки для олій розторопші та льняної з селеном (рис. 4.82, 4.83).

Наведені рівняння регресії свідчать, що селенопіран, токофероли, флаволігнани, каротиноїди запобігають швидкому окисненню досліджуваних олій.

Як зазначалося, важливим показником, що характеризує наявність в олії ненасичених жирних кислот та ступінь їх ненасиченості є йодне число. За йодним числом можна визначити природу жиру і його чистоту. Під час зберігання жирів йодне число зменшується внаслідок процесів окиснення.

Нами було визначено йодне число досліджуваних зразків олій з метою вивчення його змін в процесі термічної обробки (табл. 4.80). Як видно з табл. 4.80, йодне число олії льняної нижче встановленої норми, яка складає не менше 175–206 мг I₂.

Йодне число олії льняної з селеном за 10 хв. термічної обробки знаходиться в межах норми. В той самий час термічна обробка протягом 4 хв. всіх зразків олії льняної не виявила відхилень даного показника від норми.

Для олії розторопші відхилення йодного числа від норми (104–136 мг I₂) не спостерігалось.

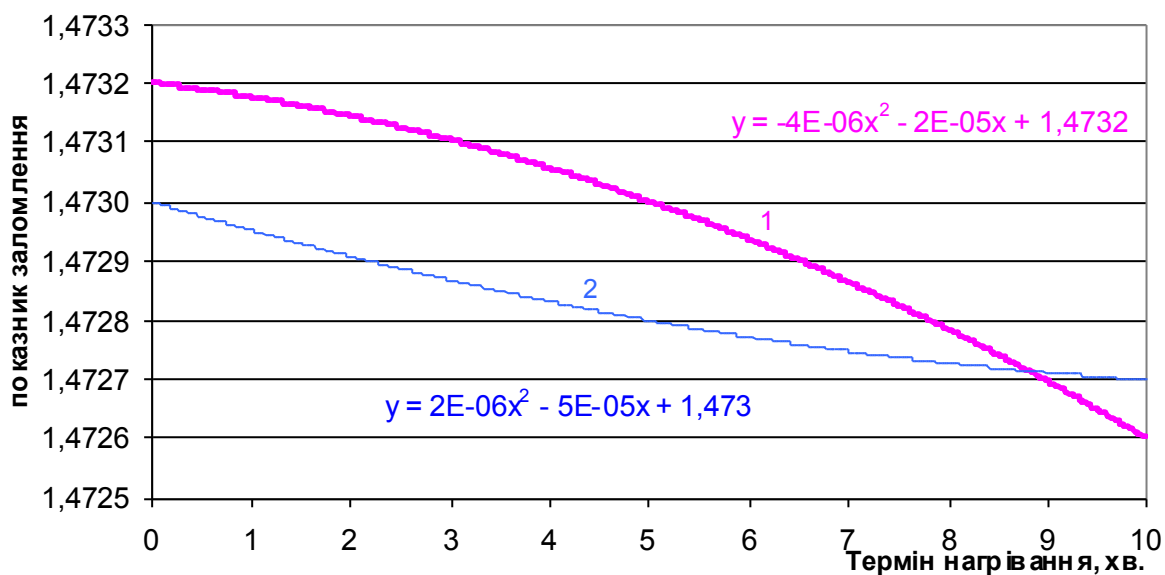


Рисунок 4.82 – Зміни показника заломлення олії з розторопші під час термічної обробки: 1 – олія розторопші, 2 – олія розторопші з селеном

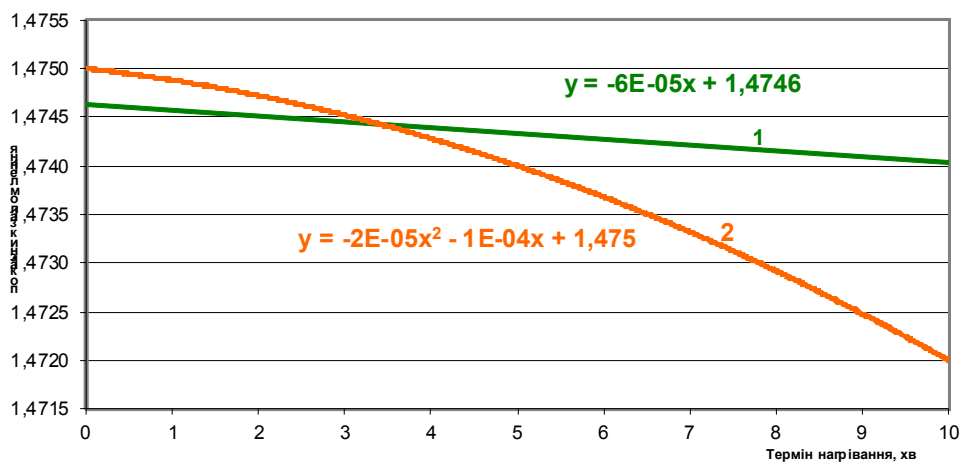


Рисунок 4.83 – Зміни показника заломлення олії льняної під час термічної обробки: 1 – олія льняна з селеном, 2 – олія льняна

**Зміни йодного числа досліджуваних олій в процесі термічної обробки,
мг I₂ на 100г (n=7, p[≤] 0,05)**

Час термічної обробки, хв.	Зразок			
	Олія льняна	Олія льняна з селеном	Олія розторопші	Олія розторопші з селеном
Без термічної обробки	221,0±5,2	224,3±4,3	141,4±3,2	134,8±3,9
4	214,2±6,0	213,6±5,4	137,7±4,1	132,3±4,4
8	184,6±8,4	190,3±8,6	120,1±4,6	125,4±5,7
10	162,5±9,7	184,3±10,2	106,3±5,8	122,0±6,2

Показник йодного числа олії розторопші на 15% менше йодного числа олії розторопші з селеном та на 6,3% більше нормованого значення. Це дає нам можливість стверджувати про небажаність термічної обробки олії розторопші без антиоксидантів протягом 10 хв.

Результати проведених досліджень і обрахунків показників рефракції олії льняної та олії з розторопші засвідчили, що антиоксидант селенопіран інгібує деструкційні процеси окиснення ПНЖК, властиві жирам з високим вмістом ненасичених жирних кислот.

Використання селенопірану дозволяє зберігати активність основних компонентів жирів і, таким чином, відкриває широкі можливості застосування рослинних олій з високим вмістом жирних кислот груп ω-3 і ω-6 у кондитерській промисловості.

Таким чином, на основі проведених досліджень встановлено можливість використання олії льняної та олії розторопші з селеном в технології борошняних кондитерських виробів з пісочного тіста, що дозволить розширити асортимент продуктів підвищеної біологічної цінності для оздоровчого та лікувально-профілактичного харчування.

Проведено технологічні проробки тіста пісочного печива з використанням селеновмісних олій. В результаті технологічних відпрацювань розроблено модельні харчові композиції пісочного тіста із селеновмісними оліями (табл. 4.81).

Модельна харчова композиція пісочного тіста із селеновмісними оліями

№ з/п	Вміст компонентів, %								
	Масло вершкове	Олія з селеном	Модифікований крохмаль (МК)	Цукор	Борошно пшеничне	Меланж	Сіль	КЛ	ФЕ
	Пісочне тісто з льняною олією								
1	20	4	1	16	43,5	14	0,3	0,2	1
2	20	4	1,5	15	42	16	0,3	0,2	1
3	20	4	2,5	14	40	18	0,3	0,2	1
4	16	8	1	16	43,5	14	0,3	0,2	1
5	16	8	1,5	15	42	16	0,3	0,2	1
6	16	8	2,5	14	40	18	0,3	0,2	1
7	12	12	1	16	43,5	14	0,3	0,2	1
8	12	12	1,5	15	42	16	0,3	0,2	1
9	12	12	2,5	14	40	18	0,3	0,2	1
10	8	16	1,5	16	43	14	0,3	0,2	1
11	8	16	2,5	15	41	16	0,3	0,2	1
12	8	16	3,5	14	39	18	0,3	0,2	1
Пісочне тісто з олією розторопші									
1	18	6	1	14	47,5	13	0,5	0	0
2	18	6	2	15	46,5	12	0,5	0	0
3	18	6	3	16	45,5	11	0,5	0	0
4	11	13	1	14	47,5	13	0,5	0	0
5	11	13	2	15	46,5	12	0,5	0	0
6	11	13	3	16	45,5	11	0,5	0	0
7	4	20	1,5	14	47	13	0,5	0	0
8	4	20	2,5	15	46	12	0,5	0	0
9	4	20	3,5	16	45	11	0,5	0	0
10	0	24	2,5	14	46	13	0,5	0	0
11	0	24	3,5	15	45	12	0,5	0	0
12	0	24	4,5	16	44	11	0,5	0	0

Розроблена еталонна модель функціональних композицій пісочного печива з селеновмісними оліями (табл. 4.82). Як еталон розроблено умовний продукт, який відповідає поставленим науковим завданням: створити функціональний харчовий продукт харчування з високими органолептичними показниками та підвищеним вмістом есенціальних нутрієнтів у найбільш раціональних для засвоєння співвідношеннях.

Проектування пісочного печива функціонального призначення

Показник	Еталон	Брак	Пісочне печиво			
			з льняною олією		з олією розторопші	
			абсолютний показник	відносний показник, %	абсолютний показник	відносний показник, %
Органолептика, бали	5	2,5	4,75	95	4,75	95
Задоволення добової потреби у (%):						
ПНЖК	70	15	59,5	85	63	90
токоферолі	50	10	37,5	75	40	80
каротиноїдах	25	5	20	80	18,75	75
селені	25	5	20	80	22,5	90

При проектуванні пісочного печива функціонального призначення врахували одиничні показники якості модельної харчової композиції пісочного печива диференціальним методом по відношенню до розробленого еталону.

За контроль було взято рецептуру печива пісочного "Суворівське" № 185. рецептури готових виробів наведено в таблиці 4.80.

Уп'ік печива пісочного з олією льняною складає 17,1%, це на 1,9% більше ніж уп'ік печива пісочного з олією розторопші, що ймовірно обумовлено випаровуванням льняної олії під час термічної обробки напівфабрикатів.

Вологість готового виробу становить $5,5 \pm 1,5\%$ у контролі, $5,0 \pm 1,3\%$ у печиві з олією розторопші та $4,5 \pm 0,8\%$ у печиві пісочного з льняною олією. Таким чином вологість дослідних зразків зменшилася на 0,5–1%, за рахунок зменшення гідрофільно-ліпофільного балансу поверхнево-активних речовин, що призвело до формування стабільної дисперсної системи.

Процес виробництва пісочного печива з селеновмісними оліями складається з наступних операцій: підготовка сировини, приготування тіста пісочного, формування печива, випікання і охолодження печива, оздоблення печива, маркування, зберігання. Технологічна схема приготування печива пісочного з олією льняною наведено в рис. 4.84 печива пісочного з олією розторопші – на рис. 4.85.

Рецептура печива пісочного з підвищеним вмістом селену

Найменування компонентів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г			
		печиво з олією розторопші		печиво з льняною олією	
		Натурально	В сухих речовинах	Натурально	В сухих речовинах
Борошно пшеничне	85,5	432	369,4	460	393,3
Масло вершкове	84,0	81	68,0	184	154,6
Олія розторопші з селеном	99,99	135	135,0	-	-
Олія льняна з селеном	99,99	-	-	92	92,0
Меланж	27,0	108	29,2	207	55,9
Цукор	99,85	135	134,8	184	183,7
Модифікований крохмаль	94,0	6,3	5,9	5,75	5,4
Фруктова есенція (ФЕ)	62,85	-	-	11,5	7,2
Кислота лимонна (КЛ)	99,85	-	-	2,3	2,3
Сіль	99,0	2,7	2,7	3,45	3,4
Олія соняшникова (на змащування дека)	99,9	27	27,0	27	27,0
Шоколад кондитерський	99,1	225	223,0	-	-
Вихід напівфабрикату, г		1152,0		1171	
Вологість, %		5,0±1,3		4,5±0,8	
Вихід готової продукції, г		1000		1000	

Вплив піноподібної маси на структурно-механічні властивості пісочного тіста. Пісочне тісто з фізико-хімічної точки зору являє собою складну систему з білків, жирів, вуглеводів, кислот, мінеральних речовин, води та повітря, в якій всі речовини знаходяться в різних станах: у вигляді колоїдів, розчинів, суспензій, емульсій та аерозолів.

Якість готового пісочного печива залежить від ефективності проведення не лише стадії замісу тіста, а перш за все, від стадії підготовки піни для приготування тіста. Тому однією з найважливіших стадій приготування пісочного тіста є стадія приготування піноподібної маси. Однорідна, добре диспергована піна підвищує якість готових виробів шляхом рівномірного

розподілення компонентів. Суміш масла, яєць, цукру та інших компонентів для приготування пісочного тіста являє собою емульсії типу масло у воді і водночас аерозоль повітря в водо-жировій емульсії.

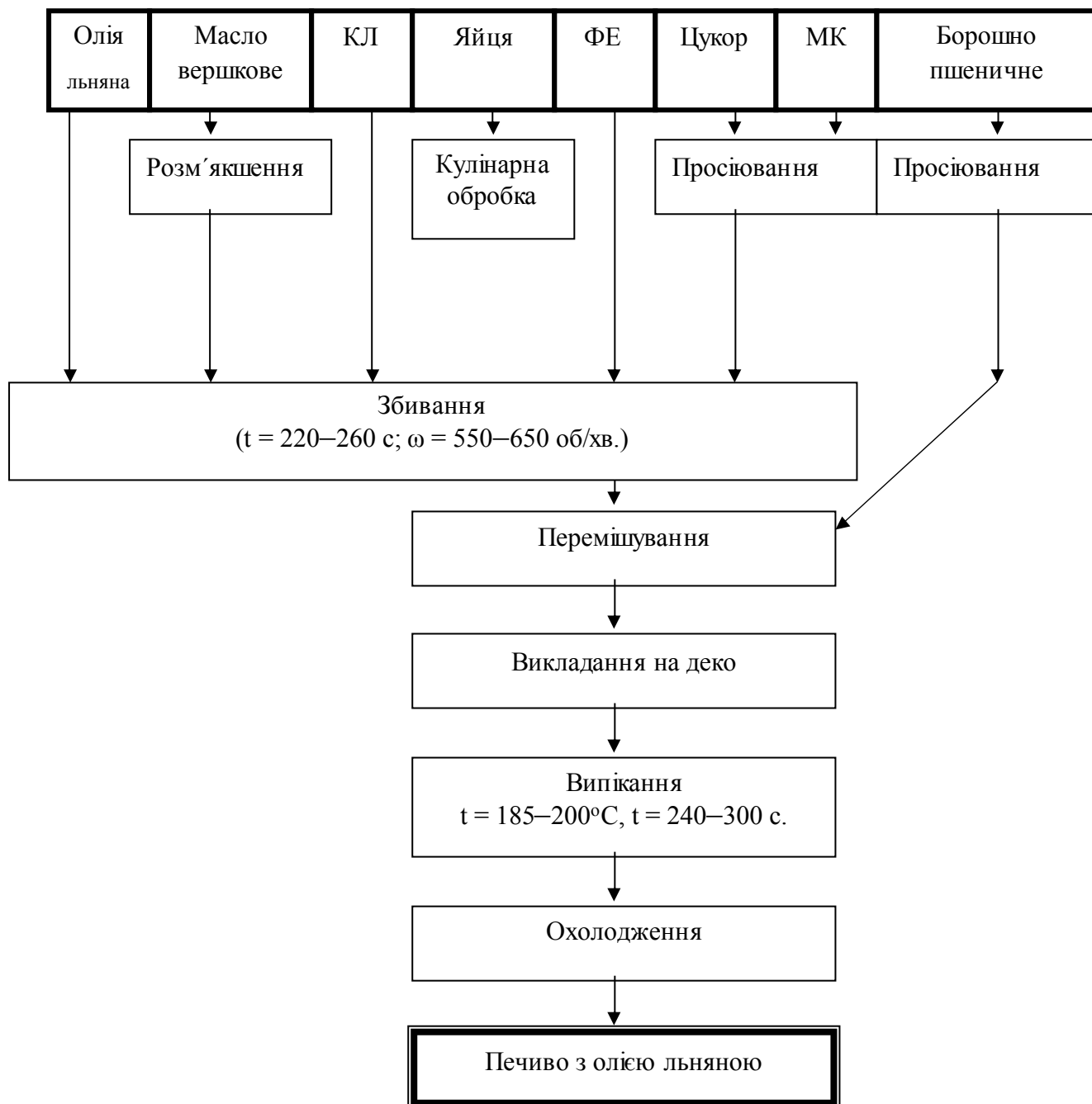


Рисунок 4.84 – Технологічна схема приготування печива пісочного з льняною олією

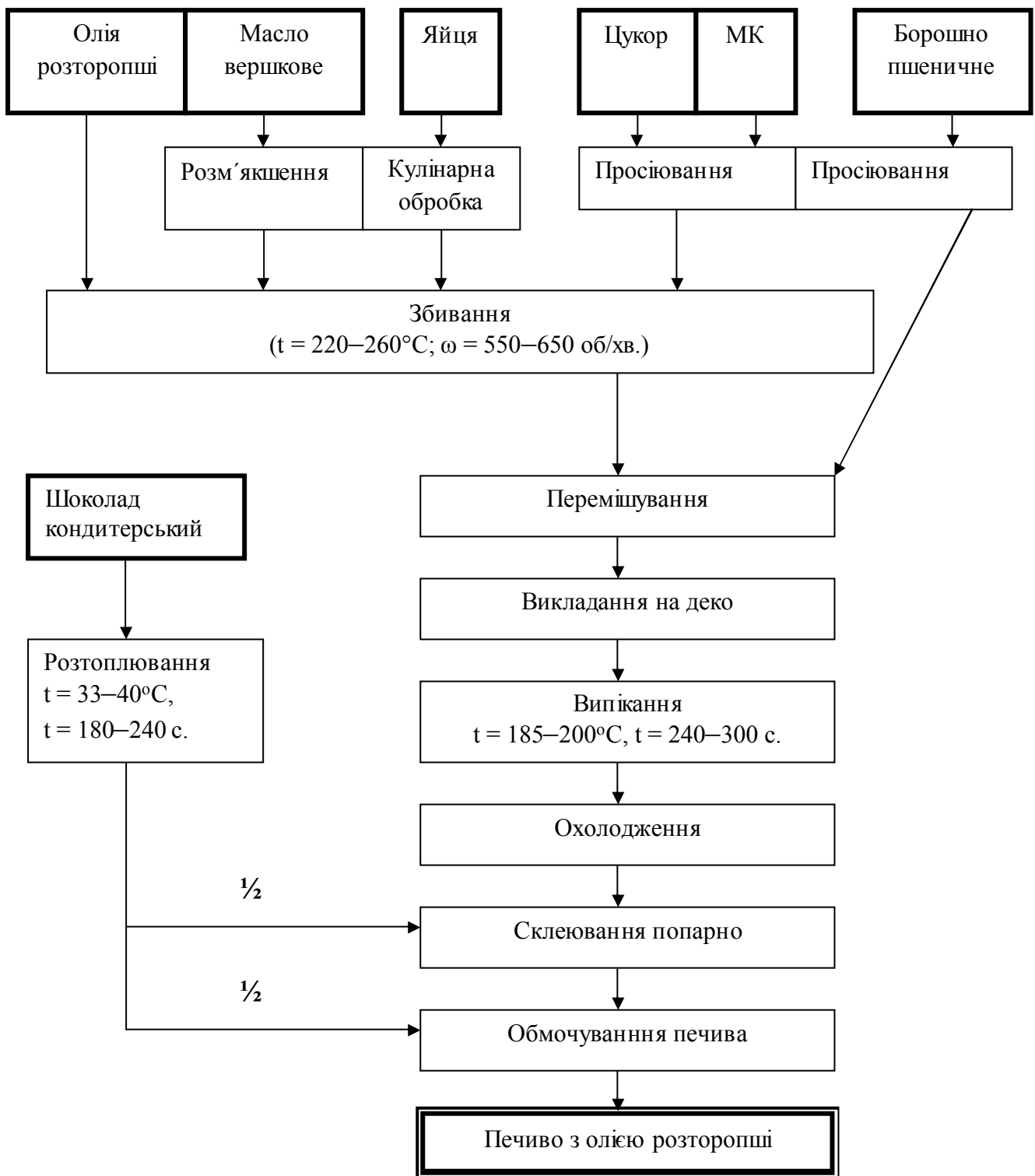


Рисунок 4.85 – Технологічна схема приготування печива пісочного з олією розторопші

Приготування піни відбувалося за наступною технологією: охолоджена олія збивалася з меланжем, маслом вершковим, цукром, модифікованим крохмалем та сіллю при швидкості робочого органу збивальної машини 550–650 об/хв. до збільшення об'єму в 2,5 рази.

Для оцінки якості піни визначалися наступні показники: стійкість піни, хв., дисперсність аерозолу (піни), %, дисперсність емульсії, %.

Нами визначалася залежність стійкості піни від кількості рослинних олій та модифікованого крохмалю (додаток П). Залежність стійкості піни для печива пісочного від кількості олії розторопші та модифікованого крохмалю визначається наступним рівнянням:

$$Y = -6,6787X_1 + 0,2654X_1X_2 + 0,1374X_2 + 10,249,$$

де Y – стійкість піни, с;

X_1 – кількість олії розторопші, %;

X_2 – кількість модифікованого крохмалю, %.

На рис. 4.86, 4.87 наведено залежність стійкості піни від кількості олії з селеном та модифікованого крохмалю. Залежність стійкості піни для печива пісочного від кількості олії льняної та модифікованого крохмалю визначається наступним рівнянням:

$$Y = -2,044X_1^2 + 0,285X_1X_2 + 0,1577X_1 + 0,115X_2 + 2,205,$$

де Y – стійкість піни, с; X_1 – кількість льняної олії, %;

X_2 – кількість модифікованого крохмалю, %.

Аналіз рівнянь регресії та рис. 4.86, 4.87 показав, що на стійкість піни найбільше впливає кількість модифікованого крохмалю, в меншій мірі – міжфакторна взаємодія дозування рослинних олій та стабілізатора, незначним виявився вплив кількості рослинних олій. При збільшенні кількості модифікованого крохмалю збільшується стійкість піни, знижується ймовірність коалесценції жирових крапель, що зв'язано з механізмом дії стабілізатора, а саме адсорбцією молекул крохмалю на межі фаз жир-вода та підвищенням в'язкості емульсії, і як наслідок зміна консистенції утвореної піни.

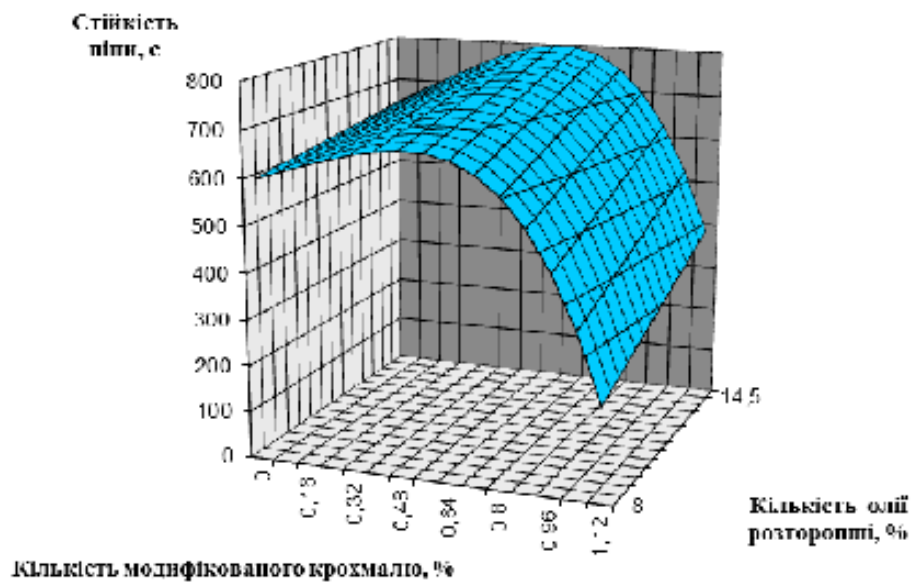


Рисунок 4.86 – Вплив кількості модифікованого крохмалю та олії розтопленої на стійкість піни

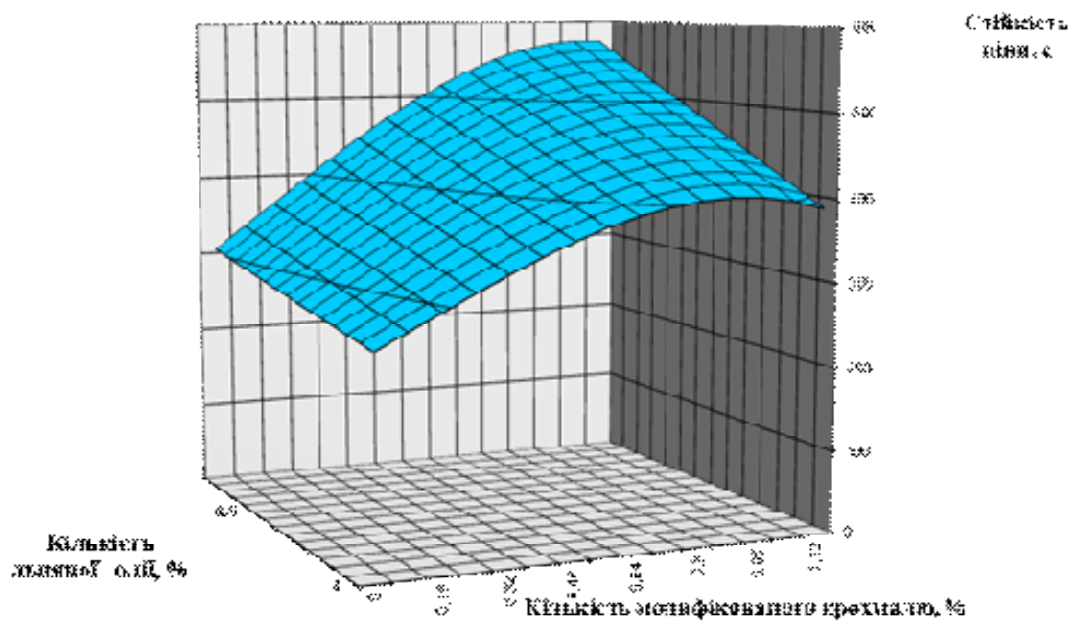


Рисунок 4.87 – Вплив кількості модифікованого крохмалю та льняної олії на стійкість піни

Аналізуючи динаміку залежності стійкості піни від кількості стабілізатора та рослинних олій, слід зазначити, що найбільша стійкість піни спостерігається при концентрації модифікованого крохмалю 0,4–0,7% для емульсії печива з олією розторопші та 0,8–1,2% для емульсії печива з льняною олією. Слід також відзначити більшу стійкість піни печива з олією розторопші (до 600–780с.), що пов'язано з більшим вмістом модифікованого крохмалю, при якому суттєво не змінюються смак та запах готової продукції.

Додавання 0,4% модифікованого крохмалю для печива з олією льняною та 0,8% для печива з олією розторопші незначно зменшило дисперсність жирових крапель, але водночас значно зменшило розмір бульбашок повітря (збільшилася дисперсність піни), як наслідок відбувалося накопичення крапель жиру однакового розміру. При цьому дозуванні компонентів значно покращилася однорідність дисперсної фази та збільшувалася стійкість піни. При введенні 1,2% модифікованого крохмалю для печива з олією льняною та 1,3% для печива з олією розторопші знижувалася однорідність піни, різко зростала в'язкість, збільшився розмір бульбашок повітря та крапель жиру. Це зв'язано з тим, що висока в'язкість дисперсного середовища перешкоджає нормальному розподілу жирової фази у вигляді окремих крапель.

При кількості модифікованого крохмалю понад 1,2% до маси тіста емульсія переходить в гель, що робить неможливим формування пісочного тіста з необхідними структурно-механічними властивостями.

Залежність дисперсності емульсії та дисперсності піни від кількості модифікованого крохмалю наведена на рис. 4.88 та 4.89.

Аналізуючи отримані дані, можна сказати, що внесення до складу рецептури 0,6–1,2% модифікованого крохмалю та 7–15% рослинних олій дозволяє отримати піну з необхідними структурно-механічними властивостями.

При такому дозуванні піноподібна маса характеризується високою стійкістю, має однорідний розмір жирових крапель та в'язкість, яка забезпечує формування необхідних структурно-механічних властивостей пісочного печива.

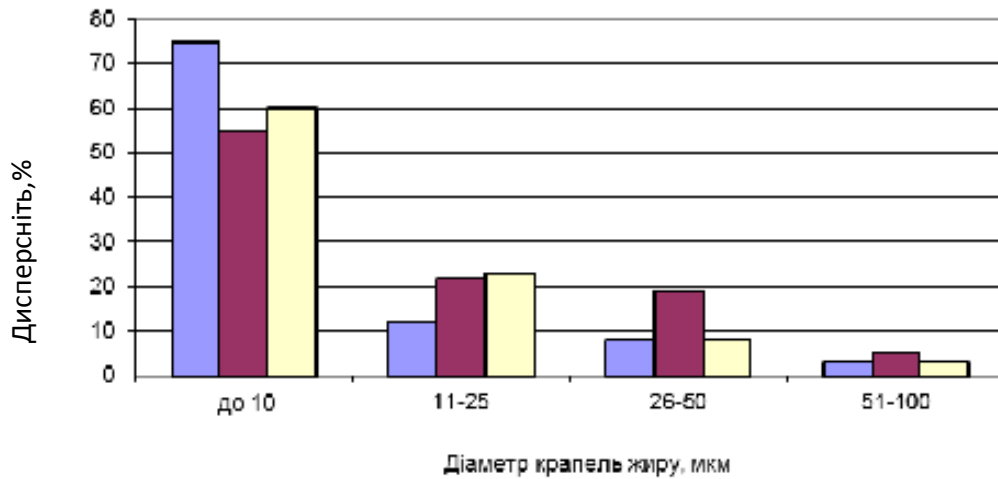


Рисунок 4.88 – Діаграма розподілу дисперсії емульсії напівфабрикату

пісочного тіста: ■ 0,5% МК ■ 1% МК ■ 1,5% МК

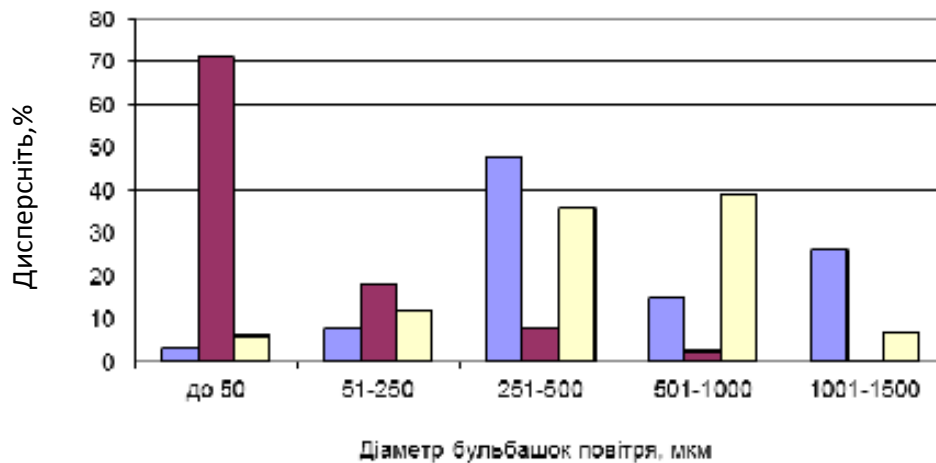


Рисунок 4.89 – Діаграма розподілу дисперсності піни напівфабрикату

пісочного тіста: ■ 0,5% МК ■ 1% МК ■ 1,5% МК

Регулюючи процес замісу тіста шляхом введення до рецептури різної кількості рослинних олій та модифікованого крохмалю, можна отримати тісто з оптимальними структурно-механічними властивостями.

Нами були проведені дослідження залежності граничних напруг зсуву (ГНЗ) тіста від вмісту модифікованого крохмалю та рослинних олій з селеном. За отриманими даними ГНЗ було проведено гравічно-математичний аналіз.

Залежність значення ГНЗ від вмісту модифікованого крохмалю та льняної олії з селеном описується наступним рівнянням:

$$Y = 983,99X_1 - 78,74X_2 + 1225,68,$$

де Y – гранична напруга зсуву, Па;

X_1 – кількість модифікованого крохмалю, %;

X_2 – кількість льняної олії з селеном, %.

Залежність граничної напруги зсуву від вмісту модифікованого крохмалю та олії розторопші описується наступним рівнянням:

$$Y = 527,62X_1 - 32,36X_2 + 1461,13,$$

де Y – гранична напруга зсуву, Па;

X_1 – кількість модифікованого крохмалю, %;

X_2 – кількість олії розторопші з селеном, %.

Для визначення меж оптимального вмісту рослинних олій та модифікованого крохмалю за вищенаведеними рівняннями було побудовано поверхні відгуку. Через фігуру поверхні відгуку проведено горизонтальні зрізи, на рівнях ГНЗ кратних 600 Па (рис. 4.90, 4.91).

Аналіз рівнянь регресії та поверхонь відгуку показав, що на ГНЗ пісочного тіста впливають всі фактори. При збільшенні кількості стабілізатору ГНЗ зростає, збільшення ж вмісту рослинних олій зменшує ГНЗ, що відповідає теорії – збільшення вмісту рідких жирів збільшує пластичність пісочного тіста.

Із збільшенням вмісту рослинних олій комбінована жирова фаза має меншу твердість і краще розподіляється між частинками борошна, обволікаючи їх тонкою плівкою жиру, що запобігає намоканню клейковини та збільшує пластичні властивості тіста.

Замішуючи пісочне тісто з вмістом модифікованого крохмалю з 0,6 до 1,2% можна отримати тісто з рівномірно розподіленими внутрішніми напругами, що зв'язано з рівномірним розподіленням компонентів,

додавання вищої кількості крохмалю призводить до значного підвищення ГНЗ та утворення нерівномірностей (грудочок), що зв'язано з високою водопоглинаючою здатністю стабілізатора. Модифікований крохмаль, що вноситься на стадії збивання, зв'язує значну кількість вологи та збільшує в'язкість системи, що в подальшому перешкоджає процесу формування пісочного тіста.

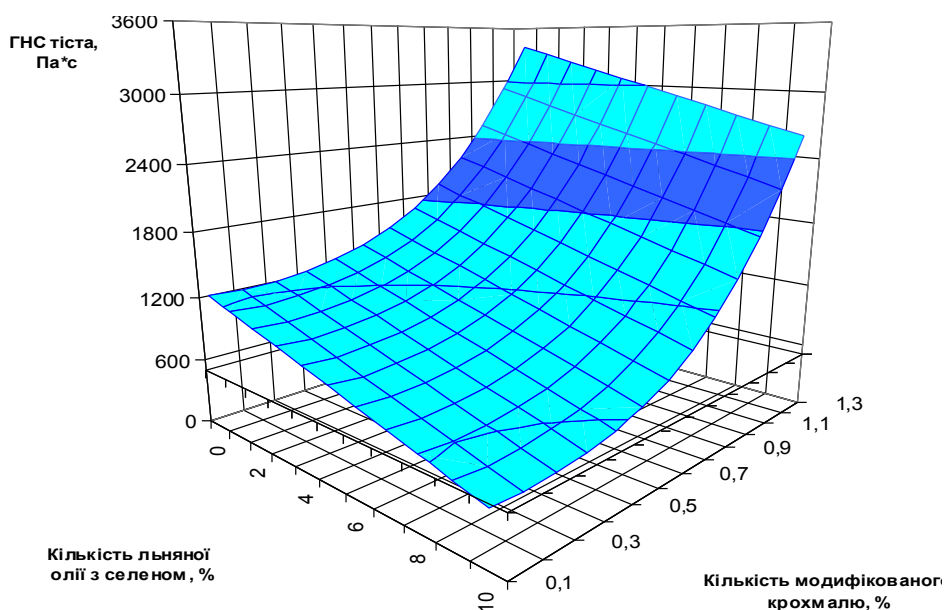


Рисунок 4.90 – Залежність ГНЗ тіста від вмісту модифікованого крохмалю та льняної олії з селеном

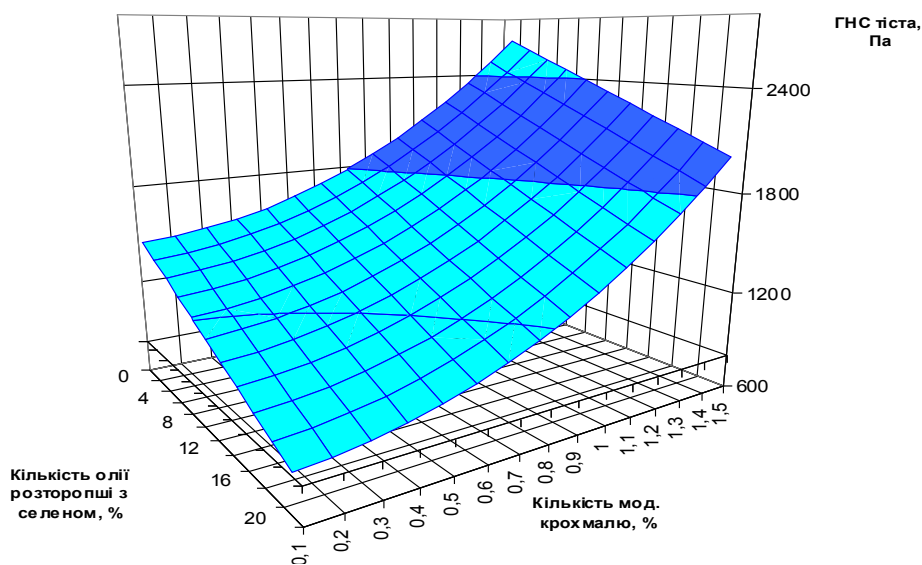


Рисунок 4.91 – Залежність ГНЗ тіста від вмісту модифікованого крохмалю та олії розтопленої з селеном

Аналіз результатів показав, що при ГНЗ 1800-2400 Па пісочне тісто мало необхідні структурно-механічні властивості, вироби легко формувалися, при випічці печиво не деформувалось, його поверхня залишалася рівномірною без тріщин та розламів.

Отже, для отримання пісочного тіста з необхідними структурно-механічними властивостями вміст модифікованого крохмалю повинен бути в межах 0,6–1,2%, льняної олії – 6–10%, олії розторопші – 8–16 %.

Олія льняна та олія розторопші з селеном містять широкий спектр біологічно цінних речовин, зокрема ПНЖК, токофероли, каротиноїди тощо. Домінуючими жирними кислотами в досліджуваних оліях є лінолева та ліноленова кислоти.

Встановлено, що антиоксидант селенопіран інгібує деструкційні процеси окиснення ПНЖК, властиві жирам з високим вмістом ненасичених жирних кислот. Під час термічної обробки, засвідчили, що втрати синтетичного антиоксиданту селенопірану в олії розторопші та льняній олії є найменшими, порівняно з іншими селеновмісними добавками, і складають відповідно $9,14 \pm 1,27$ та $15,87 \pm 2,34\%$.

Якість пісочного тіста. Якість пісочного тіста зумовлює споживні властивості готового печива, тому важливим є визначення загального хімічного складу, фізико-хімічних та структурно-механічних показників пісочного тіста з використанням селеновмісних олій.

Дані, наведені на рис 4.92 свідчать, що найбільший вміст масової частки вологи виявився у контрольному зразку тіста. Це можна пояснити додаванням до складу контролю вершкового масла, яке містить від 20 до 35% вологи. В свою чергу вміст вологи в рослинних оліях складає менше 1%.

Масова частка жиру була найбільшою у тіста з олією розторопші (23,45%). Тісто з льняною олією характеризувалося також значним вмістом жиру, що на 26% перевищувало контроль.

З метою визначення змін жирних кислот в процесі теплової обробки (табл. 4.84).

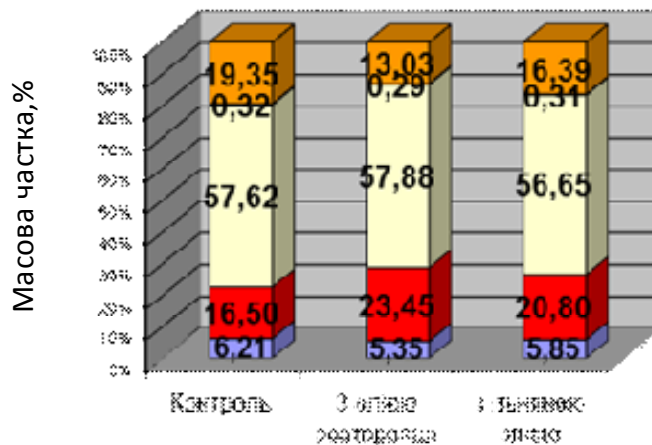


Рисунок 4.92 – Загальний хімічний склад досліджуваних зразків пісочного тіста: ■білки; ■жири; ■вуглеводи; ■зола; ■вода

Результати досліджень засвідчили, що співвідношення насичених, мононенасичених та поліненасичених кислот в дослідних зразках тіста становить 0,5:0,5:1.

Співвідношення вмісту жирних кислот ω -3 до ω -6 для тіста з льняною олією становить 1:1,1, для тіста з олією розто­ро­п­ші 1:2,4. Відношення вмісту жирних кислот лінолевої (ω -6) до олеїнової (ω -9) становить для тіста з олією розто­ро­п­ші 2,13, для тіста з льняною олією 0,78.

Важливом показником якості пісочного тіста є лужність. За показником лужності всі зразки тіста відповідали вимогам стандарту. Лужність тіста з льняною олією складала 1,220, що на 0,1 град.менше контролю. Даний показник у пісочному тісті з олією розто­ро­п­ші склав 1,280.

Дослідження структурно-механічних показників тіста показало, що якість печива змінюється за показником крихкості. Крихкість кондитерських виробів є похідною величиною межі міцності тіста.

Значення межі міцності дослідних та контрольного зразків тіста для деформації розтягу наведено на рис. 4.93. З наведених даних видно, що печиво, виготовлене із тіста з рослинними оліями має більш крихку структуру, що пояснюється утворенням тоншої плівки жиру в масложировій емульсії, та, відповідно зменшенням межі міцності пісочного тіста.

Жирнокислотний склад досліджуваних зразків тіста

Кислота	Масова частка жирних кислот %		
	тісто з льняною олією	тісто з олією розторопші	тісто контроль
1	2	3	4
<i>1. Насичені</i>	21,77	23,45	52,05
Капронова (C6: 0)	0,11	0	0,15
Каприлова (C8: 0)	0,32	0,42	0,92
Капринова (C10: 0)	0,84	0,81	2,18
Лауринова (C12: 0)	2,27	1,62	5,10
Міристинова (C14: 0)	3,14	3,67	8,27
Пентадеканова (C15: 0)	0,70	0,12	1,06
Пальмітинова (C16 : 0)	6,92	7,25	19,86
Маргаринаова (C17: 0)	0,94	0,65	1,40
Стеаринова (C18: 0)	5,47	6,89	11,50
Арахінова (C20: 0)	0,64	1,15	1,13
Бегенова (C22: 0)	0,42	0,87	0,48
<i>2. Мононенасичені</i>	26,73	26,66	26,31
Міристилеїнова (C14 : 1)	1,72	1,64	2,91
Пальметолеїнова (C16 : 1)	6,24	5,17	9,34
Олеїнова (C18 : 1)	16,92	19,04	11,55
Гондова (C20 : 1)	0,82	0,81	1,34
Нервонова (C24 : 1)	1,03	0	1,17
<i>3. Поліненасичені</i>	51,50	49,89	21,64
Тертадекадієнова (C14 : 2)	0,72	0,43	1,02
Гексадекадієнова (C15 : 2)	0	0,47	0
Лінолева (C18 : 2) ω6	21,68	30,08	7,92
Лінолева (C18 : 2) ω4	1,20	2,16	0
Ліноленова (C18 : 3)	19,43	12,60	5,82
Октадекатетраєнова (C18 : 4)	4,62	1,56	2,15
Арахідонова (C20 : 4)	3,85	0,82	3,81
Докозатераєнова (C22 :4)	0	1,15	0,64
Докозагексаєнова (C22 : 6)	0	0,62	0,28

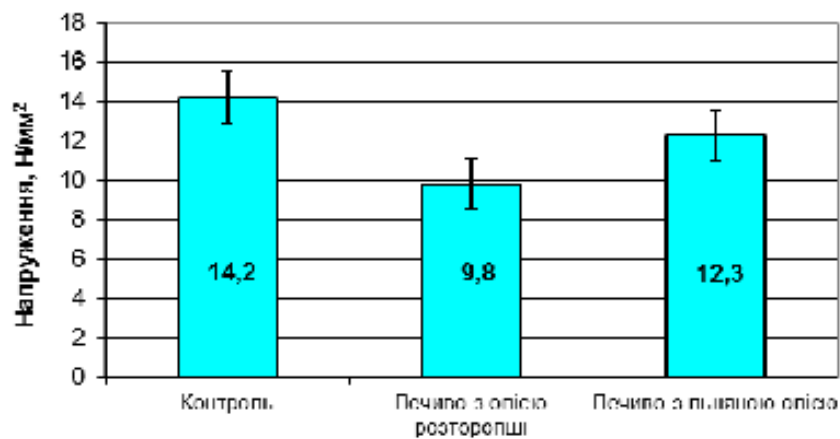


Рисунок 4.93 – Межа міцності досліджуваних зразків пісочного тіста

На наступному етапі було визначено залежність адгезійного напруження від часу контакту напівфабрикату досліджуваних зразків печива із робочим органом формувальної машини, виготовленим із нержавіючої сталі (рис. 4.94).

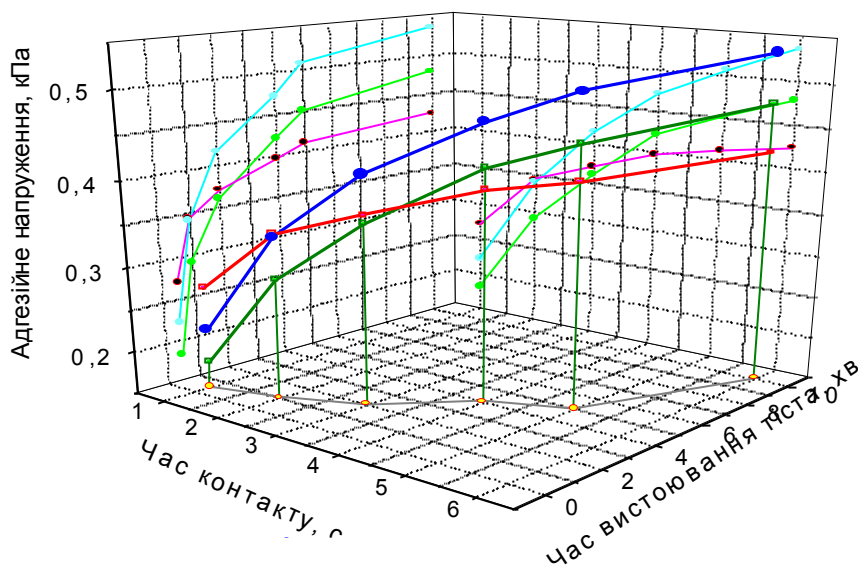


Рисунок 4.94 – Залежність адгезії від часу контакту тістових заготовок та робочого органу машини: ■ контроль; ● з льняною олією; ■ з олією розторопші

Дослідження адгезії тістових заготовок показали, що на величину адгезійного напруження, значною мірою, впливає час контакту заготовки з робочим органом

машини. При часу контакту більше 6 с, значного збільшення адгезійного напруження не відбувалося.

Якість харчових продуктів передбачає збереженість його споживних властивостей протягом гарантованого терміну зберігання, тому нами на даному етапі визначалися органолептичні, фізико-хімічні показники та показники безпеки нових видів печива. Органолептична оцінка пісочного печива з селеновмісними оліями проводилася за розробленою нами п'ятибальною шкалою. Також була проведена органолептична оцінка печива впродовж встановленого терміну зберігання з метою вивчення їх можливих якісних змін.

Органолептична оцінка з урахуванням коефіцієнтів вагомості контрольного та розроблених зразків пісочного печива наведена в табл. 4.85. Як видно з табл. 4.85, за результатами комплексної органолептичної оцінки зразки печива з олією льняною та олією розторопші з селеном отримали майже кількість балів (по 4,5).

Таблиця 4.85

Органолептична оцінка розроблених видів печива у порівнянні з контролем (n=7 p<0,05)

Показник	Коеф. вагом.	Зразок		
		Контроль	Печиво з льняною олією	Печиво з олією розторопші
Зовнішній вигляд	0,3	4,7±0,5	4,5±0,4	4,5±0,4
Смак	0,2	4,7±0,4	4,0±0,4	4,4±0,5
Запах	0,2	4,6±0,3	4,7±0,3	4,5±0,3
Колір	0,15	4,60±0,21	4,70±0,25	4,60±0,22
Консистенція	0,15	4,8±0,3	4,6±0,3	4,4±0,3
Загальна оцінка	1	4,7	4,5	4,5

Контрольний зразок печива, виготовлений без додавання рослинних олій та модифікованого крохмалю, був оцінений у 4,7 бали. Слід зазначити, що печиво пісочне з льняною олією мало світлий, з легким золотистим відтінком колір поверхні, приємний смак з легким присмаком льону. Консистенція була розсипчаста, готові вироби мали пористу структуру. Колір на зламі білий, ближче до поверхні з'являвся золотистий відтінок.

Печиво пісочне з олією розторопші склеєне шоколадом попарно, поверхня

наполовину вкрита шоколадною глазур'ю. Частина поверхні, що не вкрита шоколадом мала насичений жовтий колір. На зламі колір жовтий без помітних крапель та нерівностей. Смак печива характеризувався як приємний, властивий шоколаду, без сторонніх присмаків. Консистенція була розсипчастою, крихкою.

Зміни основних органолептичних показників досліджуваних зразків печива процесі зберігання при температурі від 15 до 21°C та відносній вологості повітря не більше 75% наведені в табл. 4.86.

Слід зазначити, що високі органолептичні властивості розроблених зразків печива були характерні для усього терміну їх зберігання. Результати дегустаційної оцінки засвідчили, що найкращі сенсорні показники спостерігалися у всіх видах печива, яке зберігалось від 7 до 21 доби.

Таблиця 4.86

Органолептичні показники досліджуваних зразків печива (n=7)

Виріб	Показник	Термін зберігання, днів			
		7	21	30	60
Контроль	Зовнішній вигляд	4,5	4,4	4,3	4,1
	Смак	4,5	4,5	4,2	4,1
	Запах	4,5	4,4	4,2	4,1
	Колір	4,6	4,5	4,5	4,5
	Консистенція	4,8	4,4	4,2	4,2
Печиво з льняною олією	Зовнішній вигляд	4,6	4,6	4,4	4,2
	Смак	4,5	4,3	4,0	3,9
	Запах	4,6	4,4	4,4	4,3
	Колір	4,8	4,8	4,7	4,6
	Консистенція	4,6	4,5	4,4	4,4
Печиво з олією розторопші	Зовнішній вигляд	4,6	4,5	4,4	4,2
	Смак	4,6	4,5	4,3	4,2
	Запах	4,7	4,5	4,4	4,3
	Колір	4,6	4,5	4,5	4,4
	Консистенція	4,7	4,5	4,5	4,3

При подальшому зберіганні відбувалися незначні зміни їх органолептичних властивостей, які в цілому не погіршували якість виробів. Це підтверджується рівняннями регресії.

Динаміка комплексного органолептичного показника в процесі зберігання наведена на рис. 4.95.

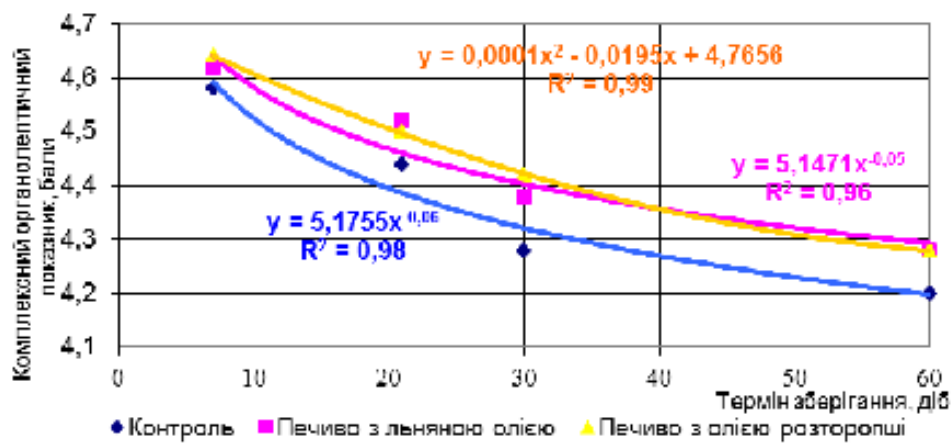


Рисунок 4.95 – Залежність комплексного органолептичного показника зразків печива від терміну зберігання: *x – термін зберігання; y – комплексний органолептичний показник; R² – рівень достовірності апроксимації (R²_{max}=1)

Відповідно до рис. 4.95, найбільше зниження органолептичних показників дослідних зразків під час зберігання характерне для печива з олією розторопші, що можна пояснити більшим вмістом даної олії за рецептурою. При зберіганні печива з рослинними оліями більше 60 діб спостерігається утворення специфічного запаху, характерного для продуктів, які утворюються при прогрітці жирів, а також посилюється присмак олій. У контрольному зразку прогрітий запах також відчувався упродовж терміну зберігання, який перевищував 60 діб.

Таким чином, зразки пісочного печива з підвищеним вмістом селену характеризувалися високими оцінками за комплексом органолептичних показників. Слід зазначити, що завдяки додаванню модифікованого крохмалю органолептичні показники розроблених видів печива не поступалися за показником консистенції контролю, а за іншими органолептичними показниками перевищували його.

З метою комплексної оцінки якості зразків печива нами було визначено їх загальний хімічний, жирнокислотний, вітамінний та мінеральний склад. Хімічний склад зразків печива наведено в табл. 4.87. Вміст масової частки вологи виявився найбільшим у контрольному зразку печива. Це пов'язане з тим, що до складу контролю входить вершкове масло, яке містить від 20 до 35% вологи. В свою чергу вміст вологи в рослинних оліях складає менше 1%.

За вмістом вуглеводів переважав також контрольний зразок. Зразок печива з олією розторопші містив на 6,7% вуглеводів менше, порівняно з контролем, відповідно вміст вуглеводів у печиві з льняною олією був на 3,8% менше, ніж у контролі. Масова частка жиру була найбільшою у печива з олією розторопші (26,34%), оскільки дана олія містить значну кількість жиру. Печиво з льняною олією характеризувалося також значним вмістом жиру, який склав 22,4%, що на 25% перевищувало контроль. Вміст білків в печиві з олією розторопші зменшився на 22,6%. За вмістом мінеральних речовин найбільше відрізнявся зразок печива з розторопшею (вміст мінеральних речовин у даному зразку був на 8,1% більше, ніж у контролі). Печиво з льняною олією містило на 2,3% більше мінеральних речовин, порівняно з контролем.

Таблиця. 4.87

Загальний хімічний склад зразків печива, % ($p \leq 0,05$)

Показник	Контроль	З олією розторопші	З льняною олією
Білки*	9,4±0,7	7,8±0,6***	8,4±0,7
Жири,* в т.ч.:	17,92±1,27	26,34±1,9***	22,4±1,7***
насичені	10,78	10,43	7,82
мононенасичені	4,34	6,61	6,08
поліненасичені	2,81	10,15***	8,49***
Вуглеводи,* в т.ч.:	65,06±3,20	61,12±3,12***	63,22±3,16***
моно-, дисахариди	21,65	15,22***	17,45***
полісахариди	42,57	45,14***	44,95
харчові волокна	0,84	0,76	0,82
Зола*	0,86±0,05	0,901±0,06	0,88±0,06
Вологість**	6,74±0,16	3,83±0,08***	5,12±0,10

Примітка.* n=7, ** n=5, *** різниця з контролем достовірна

Харчова цінність борошняних кондитерських виробів визначається калорійністю, вмістом вітамінів, мінеральних елементів та есенціальних жирних кислот.

Енергетична цінність виробів наведена на рис 4.96.

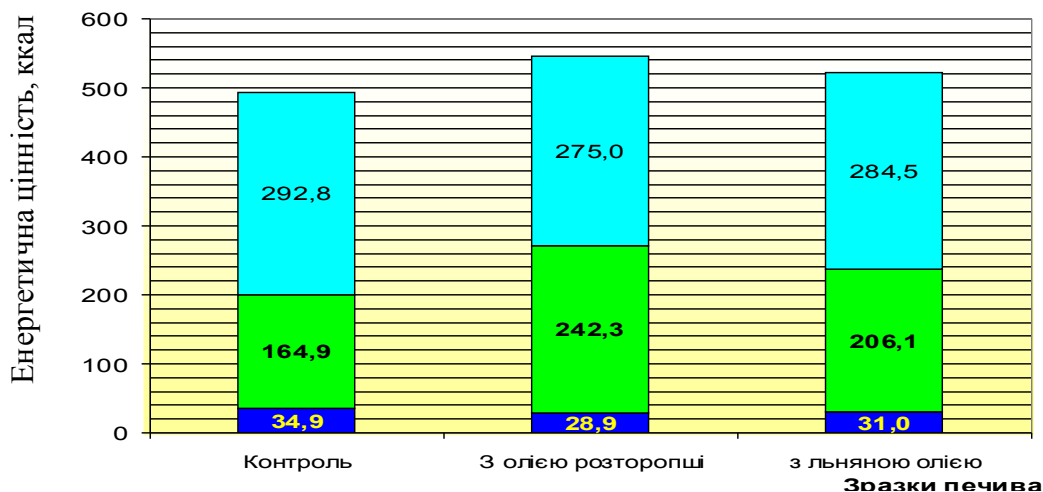


Рисунок 4.96 – Енергетична цінність зразків печива, ккал:

■ білки; ■ жири; ■ вуглеводи

Енергетична цінність печива з олією розторопші з селеном перевищує контроль на 10,08%, відповідно енергетична цінність печива з олією льняною з селеном більше контрольного зразка на 5,06%. Серед інших фізико-хімічних показників, які визначають якість печива, нами оцінювалася намочуваність дослідних зразків і контролю. Намочуваність печива з олією розторопші складає 158%, що на 8% менше намочуваності контролю, тоді як відповідний показник для печива з льняною олією 162% (5,3% намочуваності контролю).

Намочуваність печива з олією розторопші на 2% менше мінімальної намочуваності для печива, ця різниця знаходиться в межах статистичної похибки. Такі дані, очевидно, пов'язані з різним вмістом жиру у досліджуваних зразках продукту. Нами було розраховано показник кореляції між вмістом жиру у пісочному печиві та його намочуваністю, який складає – 0,96. Це підтверджує обернену залежність між вмістом жиру в готовому печиві та намочуваністю.

Внесення олії льняної та олії розторопші до складу печива призвело до значного збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот у складі готових виробів. Як зазначалося, поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) відносяться до незамінних компонентів харчування і їхня кількість повинна відповідати 3–4% енергетичної цінності харчових раціонів. Фізіологічно, найбільш важливими

групами ПНЖК є жирні кислоти родин Омега-3 та Омега-6.

В повсякденному раціоні здорової людини співвідношення ω -3 до ω -6 повинно становити 1:4, у профілактичних раціонах харчування позитивний ефект досягається при співвідношеннях від 1:2 до 1:0,5. Аналіз фактичного повсякденного харчування свідчить, що реальне співвідношення жирних кислот ω -3 до ω -6 становить від 1:15 до 1:25. Одним з найбільш вагомих джерел жирних кислот групи ω -3 є льняна олія. З метою дослідження біологічної цінності ліпідів печива нами досліджувався жирнокислотний склад готових виробів (табл.4.88).

Співвідношення насичених мононенасичених та поліненасичених кислот в розроблених зразках печива становить 0,9:0,7:1, в контрольному зразку – 4:1,5:1.

Співвідношення вмісту жирних кислот ω -3 до ω -6 для печива з льняною олією становить 1:1,7, для печива з олією розторопші 1:3,4, для контролю 1:1,5, що відповідає не тільки нормам повсякденного харчування (до 1:4), а й наближається до цього показника для раціону харчування людей із спадковим ризиком серцево-судинних захворювань (1:1). Слід зазначити, що вміст жирних кислот ω -3 в 100г печива з льняною перевищує аналогічний показник контролю в 3,5 рази та складає 2,55г на 100г печива. Відношення вмісту жирних кислот лінолевої (ω -6) до олеїнової (ω -9) становить для печива з олією розторопші 1,06, для печива з льняною олією 0,91, для контролю 0,4, що відповідає рекомендованій величині цього показника як для повсякденного харчування (понад 0,25) так і для лікувально-профілактичного та дитячого харчування (понад 0,4). Одним із показників якості та безпечності комбінованих жирів є частка жирних кислот з непарною кількістю атомів вуглецю у ланцюзі: чим вона менша, тим вища якість жиру. На рис. 4.97 наведено відсоток таких кислот від загальної кількості жирних кислот у печиві. На рис. 4.97 також можна проаналізувати додаткові параметри, зокрема вміст жиру в досліджуваних зразках (проекція графіку на площину, що утворена осями "Вміст жиру, %" та "Зразки"); залежність вмісту жирних кислот з непарною кількістю атомів вуглецю від вмісту жиру у печиві (проекція графіку на площину, що утворена осями "Вміст жиру, %" та "Вміст жирних кислот").

Жирнокислотний склад зразків печива (n=12, p<0,05)

Кислота	Масова частка жирних кислот %		
	печиво контроль	печиво з льняною олією	печиво з олією розторопші
1	2	3	4
1. Насичені	60,1	34,9	36,4
Масляна (C4: 0)	0,15±0,02	0,12±0,02	0,042±0,005
Капронова (C6: 0)	0,26±0,03	0,27±0,03	-
Каприлова (C8: 0)	1,24±0,15	0,52±0,05	0,83±0,06
Капринова (C10: 0)	2,30±0,23	1,34±0,12	1,06±0,12
Лауринова (C12: 0)	5,6±0,6	3,5±0,3	2,37±0,22
Міристинова (C14: 0)	9,68±1,03	6,05±0,5	4,2±0,3
Пентадеканова (C15: 0)	1,15±0,12	0,57±0,5	0,65±0,5
Пальмітинова (C16 : 0)	22,5±2,4	10,1±0,9	12,7±1,3
Ізопальмітинова (C16 : 0)	0,12±0,02	0,063±0,005	0,063±0,006
Маргарінова (C17: 0)	1,82±0,16	1,23±0,11	0,72±0,06
Стеаринова (C18: 0)	13,56±1,25	9,3±0,8	11,05±1,03
Арахінова (C20: 0)	1,26±0,13	1,02±0,09	1,65±0,10
Бегенова (C22: 0)	0,51±0,04	0,82±0,08	1,08±0,09
2. Мононенасичені	24,2	27,2	25,1
Лауролейнова (C12 : 1)	0,43±0,03	-	0,45±0,04
Міристилейнова (C14 : 1)	2,34±0,21	1,23±0,11	1,21±0,11
Пальметолейнова (C16:1)	6,9±0,5	4,5±0,4	3,1±0,3
Олейнова (C18 : 1)	10,7±0,9	18,0±1,6	19,1±1,6
Гондова (C20 : 1)	1,82±0,16	1,23±0,10	1,22±0,11
Нервонова (C24 : 1)	2,05±0,18	2,14±0,21	-
3. Поліненасичені	15,7	37,9	39,8
Тертадекадієнова (C14: 2)	0,92±0,08	0,62±0,05	0,34±0,03
Гексадекадієнова (C14: 2)	-	-	0,30±0,03
Лінолева (C18 : 2) W6	6,4±0,5	19,7±1,7	28,1±2,4
Лінолева (C18 : 2) W4	-	0,84±0,08	1,03±0,09
Ліноленова (C18 : 3)	4,1±0,4	11,32±1,19	8,1±0,8
Октадекатетраєнова (C18:4)	0,71±0,06	2,82±0,26	-
Єкозодієнова (C20 : 2)	-	-	0,36±0,03
Арахідонова (C20 : 4)	2,68±0,25	2,49±0,23	0,34±0,03
Докозадієнова (C22 : 2)	-	0,043±0,004	-
Докозатетраєнова (C22 :4)	0,80±0,07	-	0,83±0,07
Докозагексаєнова (C22 : 6)	-	0,062±0,005	0,42±0,03

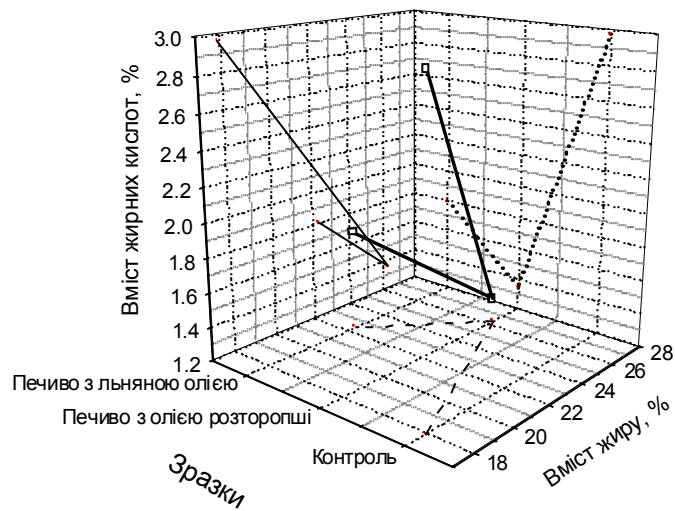


Рисунок 4.97 – Вміст жирних кислот з непарною кількістю атомів вуглецю, % до маси тригліцеридів

Задоволення добової потреби людини при дієтичному та лікувально-профілактичному харчування в жирних кислотах груп $\omega 3$ та $\omega 6$ при споживанні 100г печива наведено на рис. 4.98.

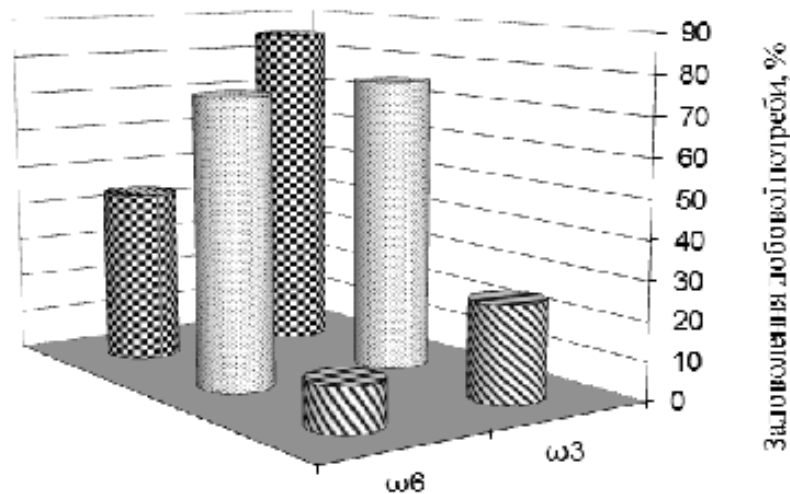


Рисунок 4.98 – Задоволення добової потреби в ПНЖК $\omega 3$ та $\omega 6$ при споживанні 100г печива, %: \square печиво з льняною олією; \square печиво з олією розторопші; \square печиво контроль

При споживанні 100г печива з олією льняною добова потреба людини в ПНЖК $\omega 3$ задовольняється майже на 85%, в ПНЖК $\omega 6$ – на 44,17%, що перевищує аналогічні значення контрольного зразка більш ніж в 3,4 та 3,8 рази відповідно.

Печиво з олією льняною містить 0,9% ізомерів жирних кислот, в тому числі 0,84% ω -4 лінолевої, для печива з олією розторопші ці показники складають відповідно 1,09% та 1,03%. В контролі лінолева кислота ω -4 відсутня, натомість печиво містить 0,12% ізопальмітинової жирної кислоти.

Було розраховано коефіцієнти ефективності ліпідів для всіх зразків печива. Коефіцієнт ефективності ліпідів печива з олією розторопші на 54,9 % перевищує контроль та становить 0,73, аналогічний показник для печива з льняною олією – 0,81, що досягається завдяки збільшенню частки поліненасичених жирних кислот у печиві з селеновмісними рослинними оліями.

Відомо, що під час зберігання харчових продуктів жири піддаються окиснювальному та гідролітичному прогріканню. В результаті цих процесів з'являються перекиси, альдегіди та кетони, що надають виробам характерний неприємний смак та запах прогріклого жиру. Збільшенню швидкості прогрікання жирів сприяють висока температура, контакт з іонами металів, інтенсивне світлове випромінювання та інші фактори. Продукти деструкції жирів є автокаталітичними, тому після їх утворення процес прогрікання прискорюється.

Для вивчення змін, що відбуваються в жировій фазі пісочного печива в процесі зберігання було визначено якість жиру зразків пісочного печива в процесі зберігання. Цей показник оцінювали за кислотним та перекисним числами, які визначали протягом 60 днів зберігання при температурі 15–21°C з інтервалом 10 днів. Отримані результати наведені на рис. 4.99, 4.100.

Як видно з рис. 4.99, 4.100, кислотне і перекисне числа протягом перших 20 днів зберігання практично не змінювалися, потім відбувалося значне підвищення кислотного числа з 20 до 45 днів зберігання, перекисного числа з 20 до 50 днів зберігання.

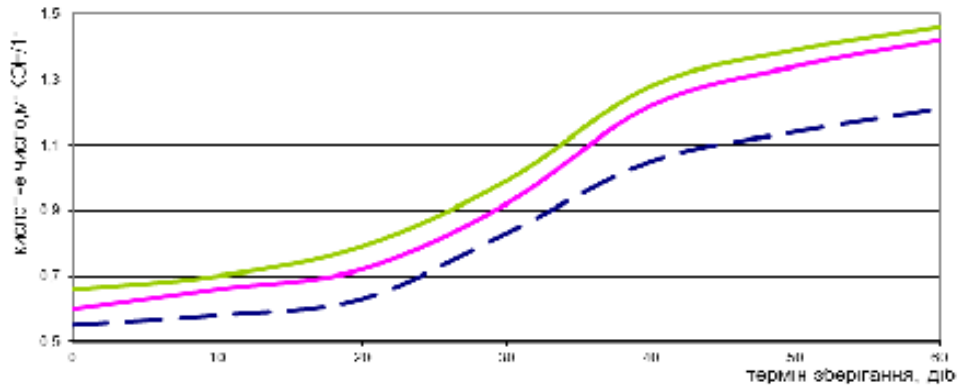


Рисунок 4.99 – Динаміка змін кислотного числа жиру досліджуваних зразків пісочного печива:

— Контроль — Печиво з льняною олією — Печиво з олією розторопші

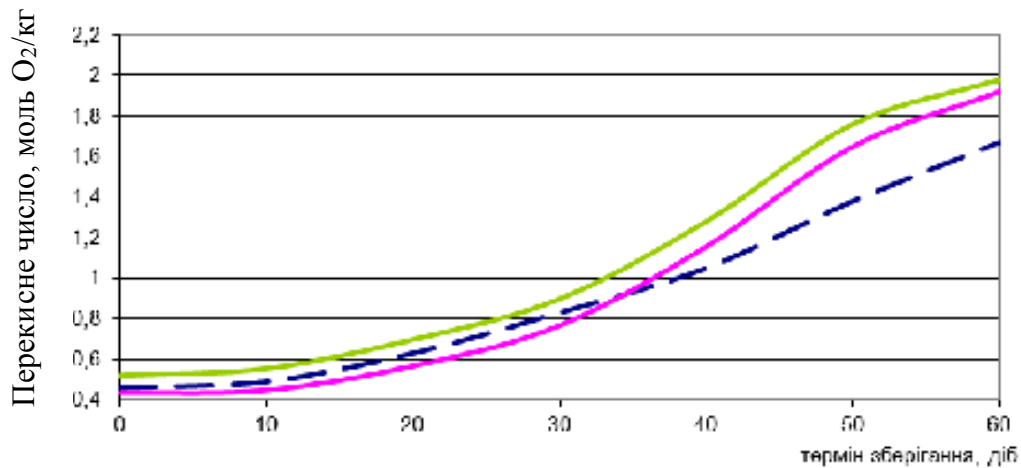


Рисунок 4.100 – Динаміка змін перекисного числа жиру досліджуваних зразків пісочного печива:

— Контроль — Печиво з льняною олією — Печиво з олією розторопші

Причиною цього було накопичення значної кількості продуктів деструкції жирів – перекисів та вільних жирних кислот. Слід зазначити, що швидкість накопичення цих продуктів у контрольному та дослідних зразках практично не відрізнялася.

Після зберігання зразків протягом 60 днів, кислотне число жиру печива з льняною олією було на 17,4% більше за відповідне значення контролю, хоча на

момент виготовлення печива з льняною олією його кислотне число було більшим лише на 9,1%; для жиру печива з олією розторопші цей показник залишався практично незмінним -20,1% на початку зберігання та 20,7 після 60 діб зберігання.

Значення перекисного числа для жиру печива з льняною олією у порівнянні з контролем на початку зберігання було меншим на 5,3%, в кінці – більшим на 14,9%, для жиру печива з олією розторопші відповідно більшим на 13,1% - одразу після виготовлення та більшим на 18,56% після 60 діб зберігання.

Заміна частини вершкового масла на олію льняну та розторопші з селеном впливає на процеси окиснення жирової фази пісочного печива, але значення кислотного та перекисного чисел дослідних зразків протягом терміну зберігання знаходяться в межах, що відповідають вимогам стандарту. Це можна пояснити впливом природних антиоксидантів – токоферолів, стеролів, каротиноїдів, які містяться в оліях з льону та розторопші, а також наявністю мікроелемента селену, який є антиоксидантом, інгібує дію вільних радикалів на жирні кислоти, особливо поліненасичені.

Отже протягом 60 діб зберігання значення кислотного та перекисного чисел для всіх видів печива не перевищували значень, нормованих для продуктів дитячого та дієтичного харчування (кислотне не більше 4,0 мг КОН на 1г, перекисне не більше 2,5 моль O_2 на 1 кг жиру).

Враховуючи важливість мінеральних елементів у підтриманні іонної рівноваги в організмі, активації діяльності ферментів, регуляції обміну вуглеводів в енергетичному обміні нами було досліджено мінеральний склад зразків печива. Мінеральний склад досліджуваних виробів наведений в табл. 4. 89.

Як видно таблиці різниця вмісту всіх досліджуваних мінеральних речовин, окрім селену, у контрольному та дослідних зразках лежить в межах статистичної похибки. Вміст селену у порівнянні з контролем в печиві з льняною олією збільшився більш ніж в 11 разів, в печиві з олією розторопші у 17,5 разів.

Мінеральний склад досліджуваних виробів, мг/100г (n=5, p[≤] 0,05)

Хімічний елемент	Печиво контроль	Печиво з лляною олією	Печиво з олією розторопші
Калій	107,8 ± 9,2	105,6 ± 9,6	103,5 ± 8,3
Кальцій	14,4 ± 0,9	12,6 ± 0,6	12,8 ± 0,6
Сірка**	1452,1 ± 145,6	1328,6 ± 83,9	1262,4 ± 112,6
Залізо	0,42 ± 0,05	0,46 ± 0,05	0,41 ± 0,05
Марганець	0,182 ± 0,017	0,161 ± 0,011	0,156 ± 0,012
Селен	0,0035 ± 0,0004	0,039* ± 0,003	0,061* ± 0,007

Примітки.*різниця з контролем достовірна; **включаючи сірку цистеїну та метіоніну.

Нами було розраховано частку задоволення добової потреби дорослої людини у селені при споживанні 100г печива, з урахуванням зазначеної виробником засвоюваності селенопірану (близько 35 %) (рис. 4.101). Добова потреба дорослої людини у селені згідно з вимогами ФАО/ВООЗ складає 75 мкг. Безпечна кількість печива для дорослої людини при одноразовому вживанні складає 9,35 кг для печива з олією розторопші та 14,65 кг для печива з лляною олією.

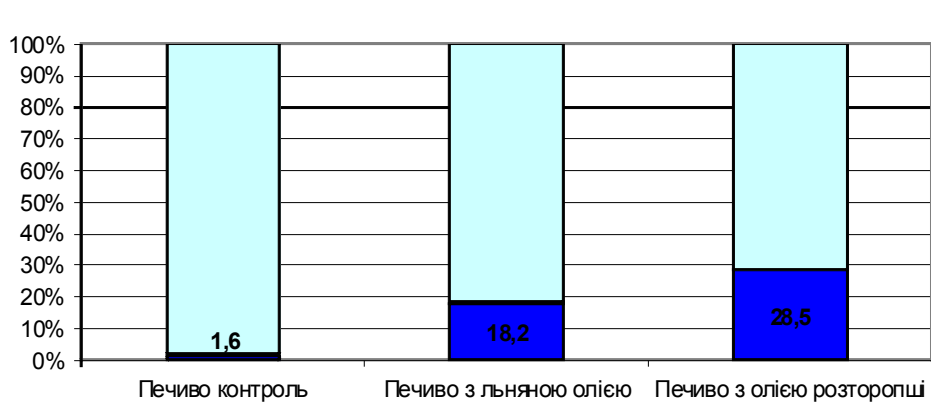


Рисунок 4.101 – Задоволення добової потреби дорослої людини в селені при споживанні 100г досліджуваних зразків печива

Отже, можна зробити висновок, що після внесення до складу рецептури печива пісочного рослинних олій з селеном та модифікованого крохмалю вміст

всіх мікроелементів, окрім селену, залишився практично без змін. Вміст селену збільшився більш ніж у 10разів, що дозволяє задовольнити відповідно 18,2 та 28,5% добової потреби у цьому важливому мікроелементі.

Дослідження вітамінного складу показали, що нові види печива містять значну кількість жиророзчинних вітамінів (табл. 4.90).

Частка задоволення добової потреби дорослої людини у вітамінах при споживанні 100г досліджуваних зразків пісочного печива наведена на рис. 4.102.

Таблиця 4.90

Вміст вітамінів у досліджуваних зразках печивах, мг/100г

Вітамін	Добова потреба, мг	Контроль	Печиво з льняною олією	Печиво з олією розтопленою
Каротиноїди та ретинол (ретиноловий еквівалент)	1	--	0,052	0,0895
Токоферол (E)	15	1,27	7,241	8,165

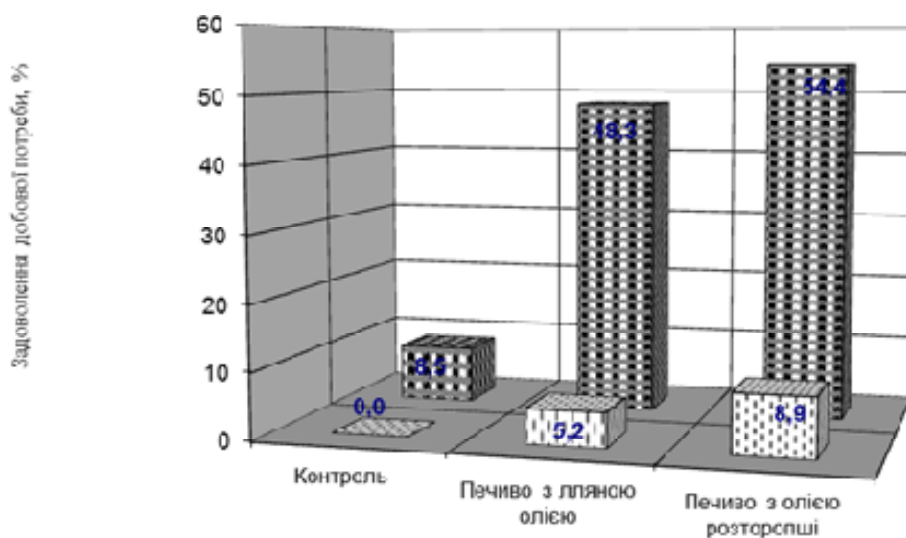


Рисунок 4.102 – Задоволення добової потреби людини у вітамінах:

■ каротиноїди та ретинол(ретиноловий еквівалент); ■ токоферол (E)

Як видно з рис. 4.102, за умови споживання пісочного печива з олією льняною з селеном задовольняється 5,2% потреби у каротиноїдах та 48,3% добової

потреби у токоферолі. Споживання пісочного печива з олією розторопші з селеном задовольняє відповідно 8,9% добової потреби у каротиноїдах та 54,4% потреби у вітаміні Е. Присутність в значних кількостях токоферолів попереджає процес окиснення ненасичених жирних кислот ліпідів.

Олії льону та розторопші з селеном збагачують також печиво каротиноїдами, які були відсутні у контрольному зразку. Каротиноїди характеризуються значною харчовою і фізіогічною цінністю.

Таким чином, завдяки підвищеному вмісту ПНЖК, токоферолів та селену споживання розроблених зразків пісочного печива з селеновмісними добавками може бути рекомендоване для повсякденного харчування в якості функціонального продукту з метою профілактики хворим на серцево-судинні захворювання, а також здоровим людям.

Показники безпеки. З метою оцінки харчової безпеки пісочного печива нами проводилося визначення масової частки токсичних елементів та визначення вмісту мікроорганізмів. Результати досліджень наведені у табл. 4.91, 4.92.

Таблиця 4.91

Вміст токсичних елементів у пісочному печиві мкг/кг (n=5, $p \leq 0,05$)

Хімічний елемент	ГДК (не більше)*	Печиво контроль	Печиво з льняною олією	Печиво з олією розторопші
Свинець	0,5	0,052 ± 0,006	0,049 ± 0,006	0,184** ± 0,013
Кадмій	0,1	-	-	-
Миш'як	0,3	0,022 ± 0,003	0,024 ± 0,003	0,026 ± 0,003
Ртуть	0,02	-	-	-
Мідь	10,0	2,5 ± 0,3	2,4 ± 0,3	2,2 ± 0,3
Цинк	30,0	3,3 ± 0,4	3,4 ± 0,4	6,8** ± 0,7

Примітки.* згідно з ДСТУ 3781-98;

** різниця з контролем достовірна

Як видно з таблиці 4.91 різниця вмісту токсичних елементів контрольного та дослідного зразків знаходиться в межах статистичної похибки, виняток складає вміст Pb та Zn у печиві з олією розторопші.

Дослідження усіх зразків печива на вміст токсичних елементів

засвідчили, що їх кількість знаходиться у межах, які не перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК).

Одним із важливих показників безпечності харчових продуктів є вміст мікроорганізмів. Слід зазначити, що наявність, кількість та видовий склад мікроорганізмів у продуктах не лише визначають їх безпечність для споживачів, а й можуть впливати на їх якість та споживні властивості.

Нами визначався вміст МАФАНМ, БГКП, сальмонел, плісняви у всіх зразках пісочного печива протягом 60 діб зберігання.

Таблиця 4.92

**Мікробіологічні показники якості досліджуваного печива
в процесі зберігання**

Показник	Вироби	Термін зберігання, діб				Допустимий рівень
		0	14	30	60	
МАФАНМ, КОЕ, в 1 г	Контроль	1,5x10	1,5x10	2,5x10 ²	3,5x10 ²	1x10 ³
	Печиво з льняною олією	1,1x10	1,1x10	1,5x10 ²	1,8x10 ²	1x10 ³
	Печиво з олією розторопші	1x10	1,1x10	1,5x10 ²	2x10 ²	1x10 ³
БГКП, в 1 г	Контроль	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	1,0
	Печиво з льняною олією	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	1,0
	Печиво з олією розторопші	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	1,0
Патогенні, в т.ч. сальмонели на 25 г	Контроль	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не допускаються
	Печиво з льняною олією	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не допускаються
	Печиво з олією розторопші	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не допускаються
Плісняви, КОЕ на 1 г	Контроль	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не допускаються
	Печиво з льняною олією	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не допускаються
	Печиво з олією розторопші	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Не допускаються

Як видно з таблиці 4.92 використання селеновмісних олій у виробництві пісочного печива не погіршує динаміки його мікробіологічних показників. Протягом 60 зберігання всі мікробіологічні показники відповідали встановленим вимогам.

Таким чином, за показниками безпечності зразки пісочного печива з селеновмісними оліями відповідають “Медико-біологічним вимогам і санітарним нормам якості продовольчої сировини і харчових продуктів”, затверджених Міністерством охорони здоров’я № 5061-89 від 01.08.89.

Для оцінки якості розроблених зразків пісочного печива були використані методи кваліметрії. За результатами проведених досліджень органолептичних показників, визначення жирнокислотного, вітамінного та мінерального складу, використовуючи методику М.І. Пересічного було побудовано профіліякості печива з льняною олією, печива з олією розторопші та контрольного зразка пісочного печива (рис. 4.103, 4.104). За еталон взято умовний продукт, споживання 100г якого задовольняє 25% добової потреби людини в каротиноїдах та селені, 50% добової потреби у токоферолі та має загальну органолептичну оцінку “відмінно”.

З рис. 4.103–4.105 видно, що дослідні зразки печива поступаються контролю за органолептичними показниками (4,5 для печива з олією льняною та розторопші з селеном і 4,7 для контролю). При цьому дослідні зразки печива значно перевищують контроль за такими показниками, як задоволення добової потреби людини у мікроелементі селені, жиророзчинних вітамінах (каротиноїдах, токоферолі) та поліненасичених жирних кислотах.

Під час аналізу діаграми якості визначено, що площа профілю якості печива з олією розторопші на 8,2% більша за площу профілограми якості печива з олією льняною і становить 74,1% площі профілю еталону.

Також було обраховано комплексний показник якості розроблених виробів та контролю (табл. 4.93).

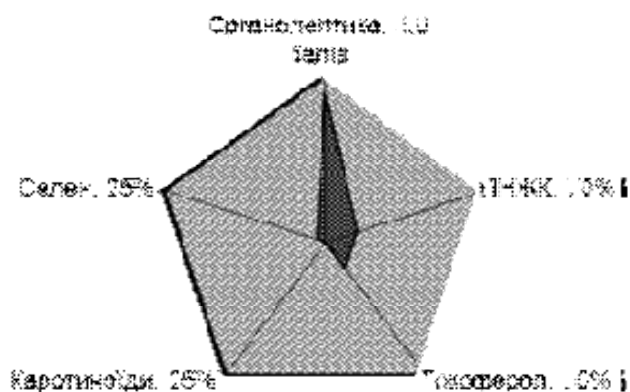


Рисунок 4.103 – Профіль якості печива контролю: ■ еталон; ■ контроль

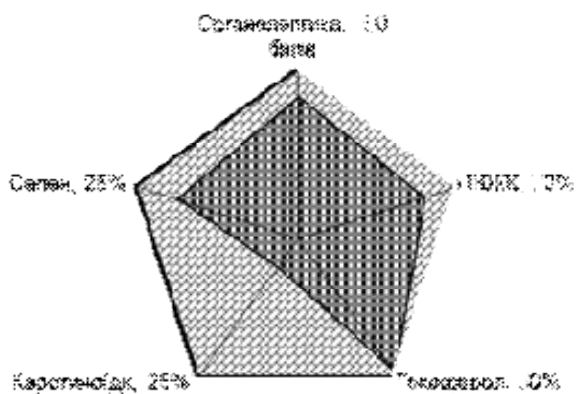


Рисунок 4.104 – Профіль якості печива з льняною олією:
 ■ еталон; ■ печиво з льняною олією

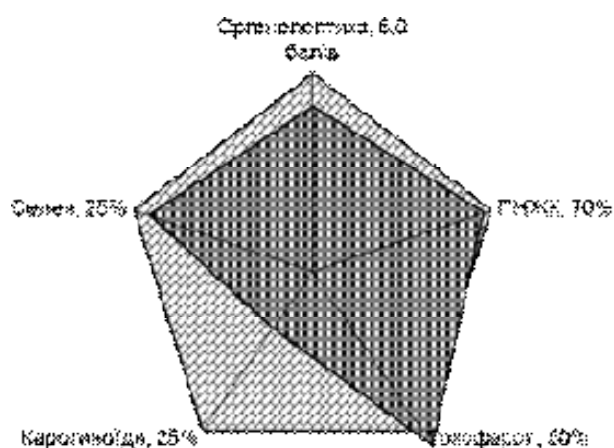


Рисунок 4.105 – Профіль якості печива з олією розто­ропші: ■ еталон;
 ■ печиво з олією розто­ропші

Розрахунок комплексного показника якості досліджуваних виробів

Показник	Коефіцієнт вагомості	Контроль		Печиво з льняною олією		Печиво з олією розторопші	
Органолептична оцінка, балів	45	4,70	0,90	4,50	0,83	4,50	0,83
Задоволення добової потреби людини у(%):							
ПНЖК	20	18,74	0,20	56,61	0,78	67,66	0,96
Токоферолі	10	8,46	0,20	48,24	0,96	54,41	1,09
Каротиноїдах	10	0,00	0,00	5,23	0,21	8,95	0,36
Селені	15	1,30	0,05	18,60	0,74	27,40	1,10
Комплексний показник якості	100	45,76		74,08		84,89	

Таким чином, як видно з таблиці комплексний показник якості печива з льняною олією на 61,9% перевищує аналогічний показник контролю. Комплексний показник якості печива з олією розторопші становить 84,88% еталону, що на 85,5% вище за комплексний показник якості контролю.

На основі отриманих даних, за методикою професора М.І. Пересічного, [33] було побудовано модель конкурентнопридатності контролю, печива з льняною олією та печива з олією розторопші. На першому етапі було нами була розроблена шкала.

Далі кожен виріб був оцінений відповідно до шкали з урахуванням коефіцієнтів вагомості. Отримана за 100 бальною шкалою оцінка була розділена на роздрібну ціну 1 кг пісочного печива.

Відповідно до шкали проводимо розрахунок конкурентнопридатності функціональних виробів. (табл. 4.94).

Побудовано модель конкурентнопридатності досліджуваних виробів (рис. 4.106).

Проаналізувавши дані рис. 4.106, можна зазначити, що конкурентнопридатність розроблених зразків печива перевищує контроль за всіма показниками.

**Розрахунок конкурентнопридатності пісочного печива
функціонального призначення**

Показник	k вагом.	Контроль	Печиво з льняною олією	Печиво з олією розторопші
КПЯ	0,3	48,76	78,94	90,62
Нова сировина	0,3	50,00	75,00	75,00
Оптимізація рецептури	0,2	75,00	80,00	80,00
Патентна захищеність	0,2	33,00	75,00	75,00
Координата Y	c1=	1,3582E-09	5,5412E-10	4,8560E-10
	c2=	1,3582E-09	5,5412E-10	4,8560E-10
	c3=	9,0546E-10	3,6942E-10	3,2374E-10
	c4=	6,0364E-10	2,4628E-10	2,1582E-10
Координата Z	n1=	0,00016808	0,00024936	0,00021852
	n2=	0,00016391	0,00026246	0,00026403
Відносне значення	n3=	0,00007285	0,00016403	0,00016502
кожної ознаки	n4=	0,00011037	0,00011665	0,00011735
Комплексна оцінка		0,025497	0,061240	0,061608
КПЯ	k1=	8,195344	19,684168	19,802471
Нова сировина	k2=	8,195344	19,684168	19,802471
Оптимізація рецептури	k3=	5,463562	13,122778	13,201648
Патентна захищеність	k4=	3,642375	8,748519	8,801098
	Сума =	25,496625	61,239633	61,607689

Таким чином, можна зробити висновок щодо соціальної та економічної ефективності пісочного печива, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами та мікроелементом селеном.

З метою створення борошняних кондитерських та булочних виробів з підвищеним вмістом мікронутрієнтів і харчових волокон досліджували можливість використання у їхньому складі дієтичних добавок – продуктів переробки овочево-фруктової сировини, зародків і висівків пшеничних, продуктів переробки морських водоростей. Плодово-ягідній овочеві порошки помітно виділяються серед інших консервованих продуктів. Порошки мають багато переваг. Харчова та біологічна цінність порошоків із фруктів і овочів полягає в широкому наборі важливих для здоров'я людини вітамінів, мінеральних солей, цінних вуглеводів – фруктози, сахарози, специфічних речовин (хлорофіл, фенольні сполуки з Р-вітамінною активністю, пектинові речовини, клітковина).

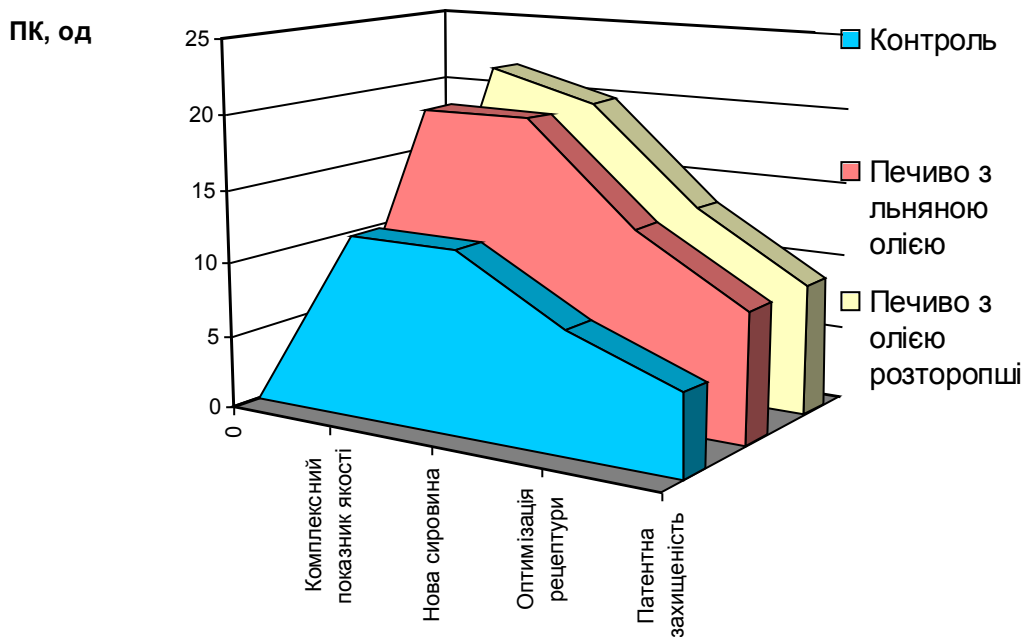


Рисунок 4.106 – Модель конкурентнопридатності печива пісочного

Кріопорошки з фруктів і ягід можна використовувати як біодобавки високого ступеня готовності у різні продукти харчування: напої, коктейлі, креми, желе, муси, приправи, дитячі суміші, кондитерські вироби (зефір, киселі), борошняні кондитерські та булочні вироби при дотриманні основної вимоги – не піддавати кріопорошки впливу високих температур.

Медико-біологічними дослідженнями встановлена радіозахисна дія кріопорошку календули. Результати ескперименту з визначення динаміки накопичення Cs-137 біологічними тест-об'єктами (щурами) показали, що на 31-й день досліду накопичення радіонуклідів у тварин контрольної групи перевищує аналогічний показник тварин дослідних груп, які споживали біологічно активні добавки КК на 22,4%. Для КК даний факт можна пояснити тим, що при кріоподрібненні у кінцевому продукті залишається клітковина, вітаміни та інші біологічно активні речовини у нативному, майже не зруйнованому, до того ж у концентрованому стані, що зумовлює значний біологічний ефект від вживання даної добавки. Великий вміст вітамінів, незамінних амінокислот та біологічно активних компонентів покращує цільність клітинних

мембран, що в результаті зменшує накопичення радіонуклідів. Таким чином, добавки кріопорошку календули мають виражений радіозахисний ефект.

Визначена залежність динаміки накопичення радіонуклідів у тілі тварин залежно від тривалості споживання їжі з добавками кріопорошку та побудовані графіки даних залежностей (рис. 4.107).

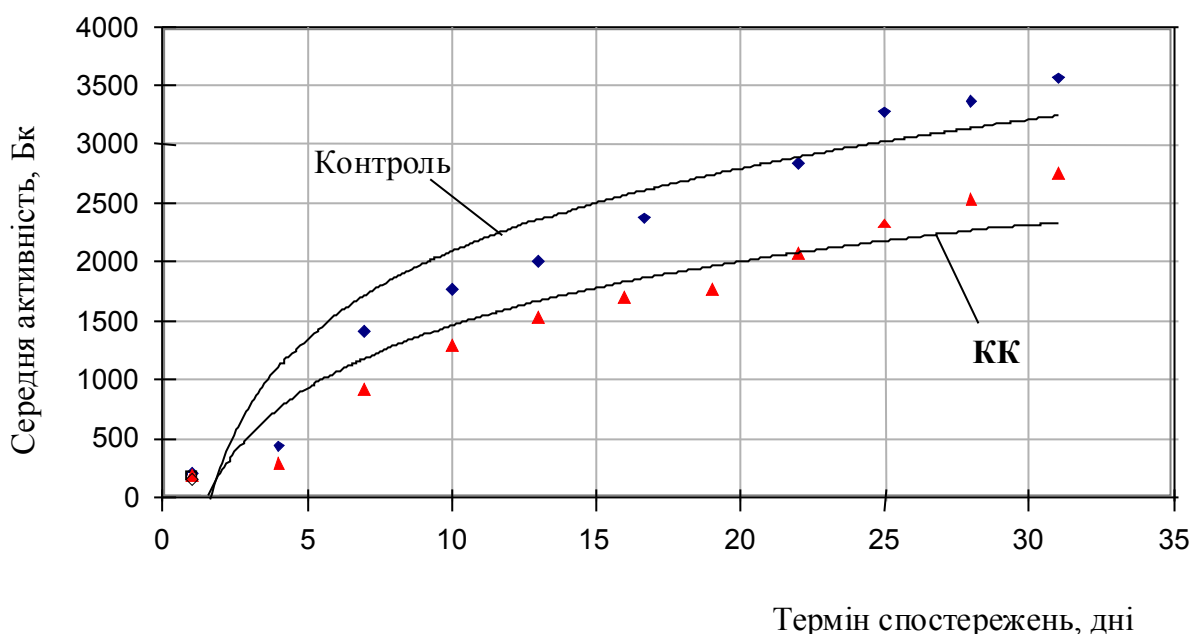


Рисунок 4.107 – Вплив кріопорошку календули на динаміку накопичення Cs-137 в організмі піддослідних тварин

Середнє зменшення накопичення радіонуклідів тваринами дослідної групи, які споживали кріопорошок впродовж усього експерименту, становило 26,3%. Отже, можна дійти висновку, що для кріопорошків календули властивий виражений радіозахисний ефект, який виявляється у нормалізації життєдіяльності клітин (та їх компонентів) живих організмів. Проведені дослідження свідчать про виражену радіозахисну дію добавок кріопорошку календули, що надає можливість їх широкого використання у складі продуктів харчування радіозахисного призначення, зокрема булочних виробів.

Проведено експериментальні дослідження щодо визначення можливості використання кріопорошку календули (КК) при виробництві булочних виробів із дріжджового тіста.

Перед використанням кріопорошок календули просіюють крізь дрібне сито. У подальшому він не потребує додаткової обробки. При приготуванні булочних виробів із дріжджового тіста кріопорошок календули перемішують з необхідним за рецептурою борошном, яке потім використовують згідно з традиційною технологією приготування тіста дріжджового (рис. 4.108).

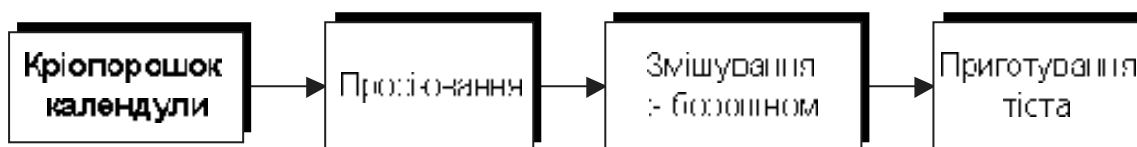


Рисунок 4.108 – Загальна технологічна схема підготовки кріопорошку календули

При проведенні досліджень щодо визначення раціональної кількості добавки кріопорошку календули у булочні вироби враховували, що:

- використання добавок не повинно погіршити органолептичних показників готових виробів;
- кількість добавки кріопорошку календули має забезпечити лікувально-профілактичний та радіозахисний ефект;
- використання добавки не повинно ускладнювати технологічний процес.
- визначена раціональна кількість кріопорошку календули, що додається у тісто 0,5–2% (табл. 4.95).

Таблиця 4.95

Органолептична оцінка булочних виробів із кріопорошком календули

Найменування виробів	Кількість добавки, %								
	0	0,5	1	2	3	5	8	10	15
Контроль	4,63	–	–	–	–	–	–	–	–
Булочні вироби з КК	–	4,63	4,65	4,44	–	–	–	–	–

Максимальна органолептична оцінка для виробів із кріопорошком календули відповідала 1%-й кількості добавки.

При збільшенні кількості добавки кріопорошку понад 1,0% погіршується смак готових виробів (з'являється гіркота, властива календулі).

На основі експериментальних досліджень проведено визначення оптимальної кількості кріопорошку календули, зародків пшениці та еламіну, яку доцільно використовувати при виробництві булочних виробів.

Проведені дослідження щодо виробництва булочних виробів з дозуванням (%): кріопорошку календули – 0,5–4%; зародків пшениці – 5–20%; еламіну – 1–10%. Органолептична оцінка готових виробів (табл. 4.96) визначила припустиму кількість добавок: у виробках з кріопорошком календули – 0,5–3%, із зародками пшениці – 7–15%, з еламіном – 3–8%.

Застосовуючи метод найменших квадратів проведено уточнення оптимальної кількості добавок залежно від комплексного показника якості (Кпя) готових виробів. Для визначення комплексного показника якості обрані одиничні показники: органолептична оцінка, формостійкість, пористість, питомий об'єм, коефіцієнт виведення радіонуклідів.

Після розрахунку Кпя склали систему рівнянь для кожної добавки і визначали графічним методом оптимальну кількість використання кріопорошку календули (рис. 4.109), зародків пшениці та еламіну.

Булочні вироби із кріопорошком календули:

$$\begin{cases} a + 0,5b + 0,25c = 7,667; \\ a + b + c = 7,765; \\ a + 2b + 4c = 7,730. \end{cases} \quad (4.14)$$

$$Y_{\text{жжж}} = -0,154x^2 + 0,427x + 7,492, \quad (4.15)$$

Булочні вироби із зародками пшениці:

$$\begin{cases} a + 5b + 25c = 7,823; \\ a + 10b + 100c = 7,871; \\ a + 15b + 225c = 7,767. \end{cases} \quad (4.16)$$

Залежність комплексного показника якості (Кпя) борошняних булочних виробів залежно від кількості добавок

Борошняні булочні вироби	Показники якості										Кпя
	Органо-лептична оцінка		Формостійкість		Пористість		Питомий об'єм		Коефіцієнт виведення		
	бал	б/п*	умов. один.	б/п	%	б/п	г/см ³	б/п	одиниць	б/п	
	Коефіцієнти вагомості										
	0,3		0,1		0,2		0,2		0,2		
Контроль	4,63	4,63	0,54	5,4	80	0,8	410	4,1	1,0	1,0	7,387
з кріопорошками календули											
0,5%	4,63	4,63	0,55	5,5	80,7	0,807	415	4,15	1,1	1,1	7,667
1,0%	4,65	4,65	0,56	5,6	80,9	0,809	424	4,24	1,13	1,13	7,765
2,0%	4,44	4,44	0,50	5,0	81,5	0,815	418	4,18	1,14	1,14	7,730
із зародками пшениці											
5%	4,65	4,65	0,55	5,5	82,3	0,823	441	4,41	1,12	1,12	7,823
10%	4,74	4,74	0,56	5,6	80,7	0,807	445	4,45	1,16	1,16	7,871
15%	4,29	4,29	0,51	5,1	80,2	0,802	457	4,57	1,17	1,17	7,767
з еламіном											
3%	4,65	4,65	0,54	5,4	81,0	0,810	425	4,25	1,10	1,10	7,695
5%	4,73	4,73	0,57	5,7	82,0	0,820	434	4,34	1,19	1,19	7,980
8%	4,69	4,69	0,58	5,8	82,6	0,826	449	4,49	1,2	1,2	8,044

Примітка. б/п – безрозмірний показник.

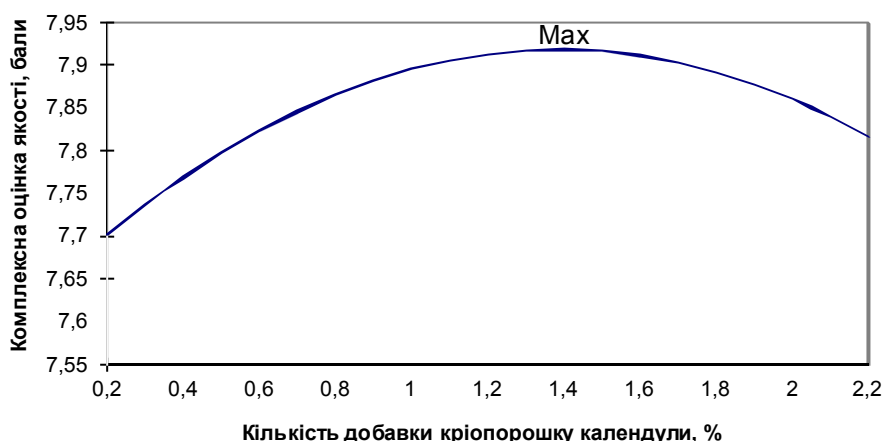


Рисунок 4.109 – Залежність Кпя булочних виробів від кількості кріопорошку календули

$$Y_n = -0,00304x^2 + 0,552x + 7,623. \quad (4.17)$$

Булочні вироби з еламіном:

$$\begin{cases} a + 3b + 9c = 7,695; \\ a + 5b + 25c = 7,980; \\ a + 8b + 64c = 8,044. \end{cases} \quad (4.18)$$

$$Y_{f_0} = 0,328 \ln X + 7.7102. \quad (4.19)$$

На основі рівнянь (4.14-4.19) будували залежність $y=f(x)$ (м) і знаходили оптимальну кількість кріопорошку календули, зародків пшениці та еламіну. Оптимальна кількість добавок дорівнювала: кріопорошку календули –1,4%, зародків пшениці – 9%, еламіну – 5,6%.

Із урахуванням проведених досліджень розроблено технологію виробництва булочних виробів із використанням кріопорошку календули, зародків пшениці та еламіну. За основу прийнято технологічну схему виробництва виробів із дріжджового тіста за традиційною технологією. При використанні кріопорошків календули їх просіювали, додавали у борошно та добре перемішували (рис. 4.110). У виробництві булочок із зародками пшениці застосовували такий спосіб замішування тіста: опара готується з 40% борошна та 70% дріжджів, необхідних за рецептурою, з додаванням певної кількості цукру, солі та рідини. Після того як опара підійшла, додавали компоненти, які залишилися. Усе добре перемішували, додавали залишок борошна і замішували тісто. Еламін при приготуванні булочних виробів додавали у тісто після бродіння опари (рис. 4.111).

На основі утвореної суміші заміщується тісто, яке залишається для бродіння на 1–1,5 год у теплому місці (30–40°C) після чого проводиться обминання. Тісто знову залишають для бродіння на 1–1,5 год, здійснюється обминання і продовжується бродіння. З утвореного тіста формують вироби у вигляді булочок, розстоюють їх на деках протягом 15–20 хвилин. Випікають у пекарських шафах при температурі 215–225°C 20-25 хвилин.

При приготуванні булочок з еламіном його додають у опару після бродіння і ретельно перемішують (рис. 4.112).

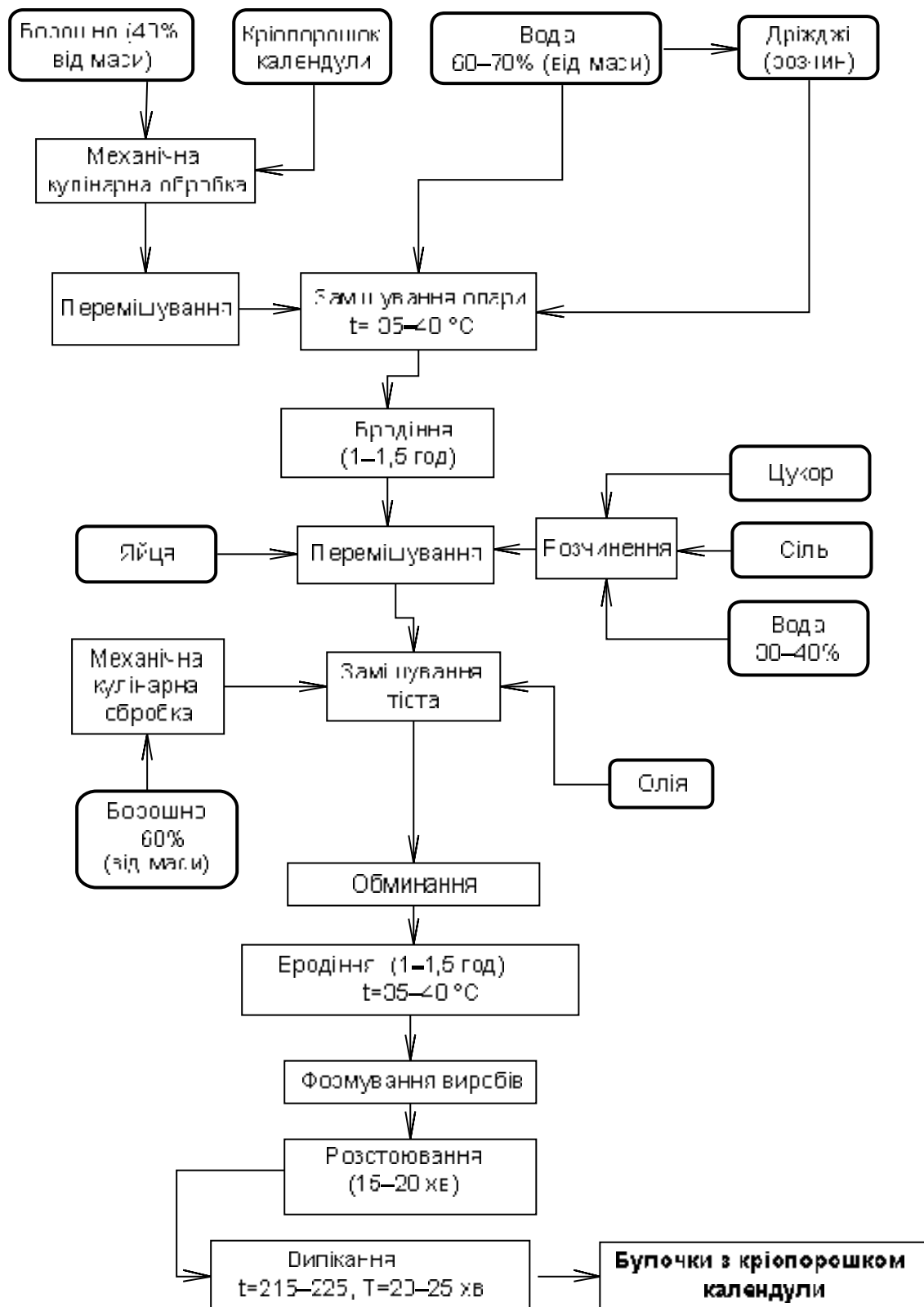


Рисунок 4.110 – Загальна технологічна схема булочних виробів з кріопорошком календули

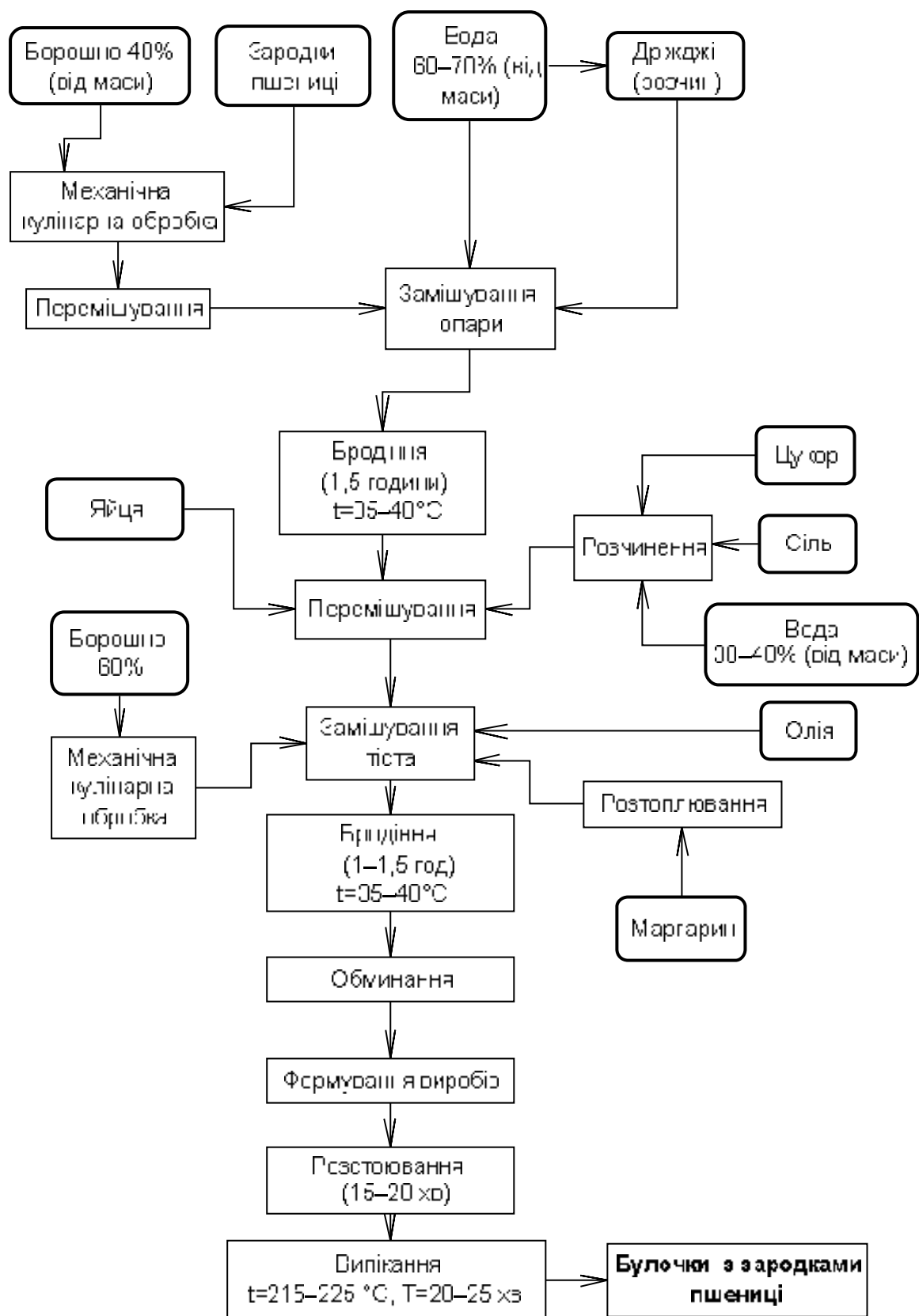


Рисунок 4.111 – Загальна технологічна схема булочних виробів із зародками пшениці

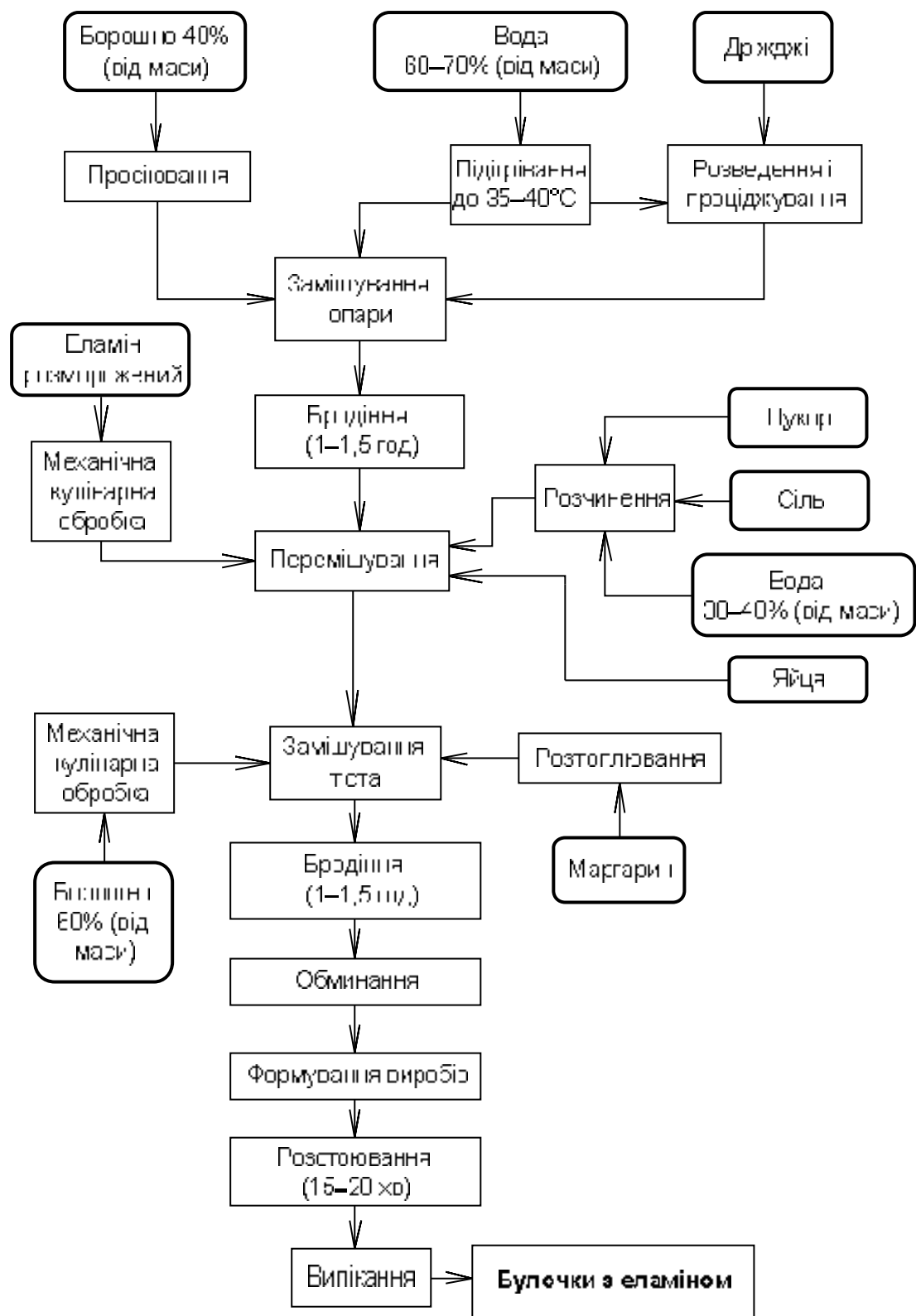


Рисунок 4.112 – Загальна технологічна схема булочних виробів з еламіном

Технологія подальшого виробництва булочок із дріжджового тіста з еламіном аналогічна технології виробництва булочок з зародками пшениці та кріопорошком календули.

Особливістю застосування кріопорошку при виробництві дріжджового тіста полягає в тому, що його просіюють та одразу добре перемішують з усією кількістю борошна, передбаченою за рецептурою. На основі одержаної суміші робиться заміс тіста, і воно залишається для бродіння на $(1-1,5) \cdot 602$ с у теплому приміщенні, після чого здійснюється обминання. Тісто знову залишають для бродіння на $(1-1,5) \cdot 602$ с, після завершення якого здійснюють формування виробів у вигляді булочок і їх розстоювання на деках протягом $(15-20) \cdot 601$ с. Випікання проводять у пекарських шафах при температурі $215-225^{\circ}\text{C}$ протягом $(20-25) \cdot 601$ с.

Заварні напівфабрикати із зостерою. Борошняні кондитерські вироби з додаванням морських водоростей зостери, ламінарії, цистозіри мають підвищену поживну цінність завдяки збільшенню вмісту складних вуглеводів та мінеральних речовин, що сприяє загальному зміцненню організму людини, посилює захисну дію імунної системи і таким чином підвищує опірність організму людини до несприятливих факторів зовнішнього середовища.

У дослідженнях використовували морську водорість зостеру (*Zostera marina*) висушену (ТУ У 15-011655.001-92) виробництва ТОВ “Фортуна”, м. Каховка. Проведено дослідження мінерального складу сухої подрібненої зостери. Визначено, що зостера є цінним харчовим продуктом з високим вмістом макро- та мікроелементів. На основі норм фізіологічних потреб у харчових речовинах для різних груп населення та отриманих нами експериментальних даних щодо вмісту мінеральних елементів у зостері встановлено, що 1–2 г порошку зостери забезпечує добову потребу людини у йоді та інших мінеральних елементах, що дозволяє рекомендувати її для використання у виробництві харчових продуктів, зокрема борошняних виробів.

При вивченні технологічних властивостей та біологічно активних речовин зостери ставилось завдання визначення кількості та форми їх використання у борошняних кондитерських виробках, зокрема у заварному напівфабрикаті та начинці маковій.

Згідно з нормами фізіологічних потреб у харчових речовинах для різних груп населення та отриманими даними щодо наявності великої кількості йоду в зостері рекомендовані добові дози зостери в перерахунку на йод становили 2,0–4,0 г. Розроблюючи новітні технології кондитерських виробів, виходили з того, що середня добова потреба у йоді становить 150-200 мкг на добу, а при тепловій обробці та у процесі зберігання борошняні кондитерські та хлібобулочні вироби втрачають до 80% цього мікроелемента. У зв'язку з цим під час експериментальних досліджень зостеру використовували в кількості 0,5–4,0% від маси борошна.

Процес приготування заварного тіста супроводжується складними фізико-хімічними та механічними процесами, які впливають на його структурно-механічні властивості. Фізичні властивості тіста залежать від сировини, внесених добавок, параметрів технологічного процесу. Структурно-механічні властивості заварного тіста характеризуються пружно-еластичними властивостями і в'язко-пластичними характеристиками.

При розробленні технології використання зостери у виробництві заварних напівфабрикатів вивчали закономірності зміни якісних показників тіста і готових напівфабрикатів залежно від дозування зостери, підготовки її до виробництва, способу приготування тіста.

Спочатку дослідили вплив різних дозувань зостери на технологічні показники і якість заварних напівфабрикатів з метою визначення раціональної її кількості, яка поряд із збагаченням необхідними біологічно активними речовинами забезпечила необхідну якість готової продукції.

Сушу подрібнену зостеру дозували у кількості 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0% від маси борошна. Для виготовлення заварних напівфабрикатів

зостеру додавали при заварюванні з борошном. Готові вироби оцінювались за органолептичними показниками.

У результаті попередніх експериментальних досліджень встановлено, що додавання 0,5–1,0% зостери від маси борошна при приготуванні заварного тіста незначно впливає на органолептичні показники якості заварного напівфабрикату і водночас суттєво покращує його вітамінний та мінеральний склад. При збільшенні концентрації добавки більше 1,5% від маси борошна погіршується органолептична оцінка напівфабрикатів, які набувають зеленувато-бурого кольору. Так, загальна балова оцінка заварних напівфабрикатів з 2,0% зостери від маси борошна становить 4,62 бала, з 2,5; 3,0; 3,5 та 4,0% – відповідно 4,45; 4,34; 4,21 та 4,03 бала, що пояснюється значним погіршенням кольору та відповідно зовнішнього вигляду виробів. При дозуванні зостери понад 2,0% відчувається легкий присмак йоду, який посилюється при збільшенні кількості водорості.

Таким чином можна зробити висновок, що найбільш високі органолептичні показники мають вироби, виготовлені з використанням зостери 0,5–1,0%. Вносити зостеру у заварні напівфабрикати більше 1,5% недоцільно, що узгоджується з даними інших дослідників.

Під час експериментальних досліджень з'ясовано, що дисперсність зостери суттєво впливає на якість заварних напівфабрикатів: подрібнена до порошкоподібного продукту – більш інтенсивно забарвлює вироби у зелено-бурий колір, а надто великі частинки цієї добавки тверді при розжовуванні. Отже, важливо встановити раціональний ступінь подрібнення сухої зостери, що забезпечує належну якість заварних напівфабрикатів. З цією метою 100 г зостери подрібнювали з середньою швидкістю обертання (300 об./хв) протягом 60, 120, 180 та 240 с і розсіювали на системі сит. Виходячи з відсоткового вмісту окремих її гранулометричних складових, розраховували середній розмір частинок.

Встановлено, що зі збільшенням часу подрібнення сухої водорості зростає ступінь її дисперсності: з 1,34 мм після 60 с подрібнення до 0,36 мм після 240 с, тобто у 3,7 рази.

Вивчено вплив зостери з різним ступенем подрібнення на якісні показники заварних напівфабрикатів (табл. 4.97). Зостеру використовували в кількості 1,0 % від маси борошна.

Встановлено, що ступінь подрібнення зостери впливає на питомий об'єм виробу та порожнини заварних напівфабрикатів, які зростають пропорційно збільшенню дисперсності водорості. Стосовно споживних властивостей виробів доцільно використовувати зостеру з середнім розміром частинок 0,92 мм, оскільки в цьому випадку зберігається потрібний баланс між смаковими характеристиками, кольором та зовнішнім виглядом заварних напівфабрикатів.

При відпрацюванні раціональної технології заварного тіста разом із борошном додавали зостеру в сухому та гідратованому стані, для чого попередньо визначали водопоглинальну здатність водорості. Водопоглинальна здатність зостери становить $4,70 \pm 0,29$ г води/г зостери, що на 70,3% вище, ніж аналогічний показник борошна пшеничного.

Вплив сухої та гідратованої зостери на структурно-механічні властивості тіста визначали за такими показниками: водопоглинальна здатність борошняно-зостерової суміші, термін утворення тіста, його стійкість, розрідження, розраховували валориметричну оцінку тіста.

Для визначення впливу зостери на фізичні властивості тіста готували модельні системи: без добавок (контроль), з додаванням 0,5–3,0% сухої водорості від маси борошна (з інтервалом 0,5%) із середнім розміром частинок 0,92 мм та аналогічні композиції з гідратованою зостерою (зостеру гідратували $1,2 \cdot 10^3$ с у співвідношенні з водою – 1:4,7). За отриманими даними проводили характеристику фаринограм (табл. 4.98). Із збільшенням дозування сухої зостери від 0,5 до 3,0%, підвищується водопоглинальна здатність тіста на 0,25–

1,8%, тривалість його утворення зменшується на 12–30 с, стійкість знижується до 6 с, а розрідження – на 12,5–25% порівняно з контролем.

Таблиця 4.97

Якісні показники випечених заварних напівфабрикатів із зостерою

№ пор.	Показники	Контроль	Дослідні зразки із зостерою із середнім діаметром частинок, мм			
			0,36	0,57	0,92	1,34
1	Питомий об'єм порожнини, $10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$	1,70±0,11	1,74±0,11	1,71±0,14	1,68±0,14	1,62±0,14
2	Питомий об'єм виробу, $10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$	5,43±0,20	5,45±0,25	5,43±0,25	5,40±0,25	5,36±0,25
3	Відношення питомий об'єм порожнини / питомий об'єм виробу, %	31,3±2,0	31,93±3,15	31,49±2,83	31,11±2,55	30,22±2,98
4	Колір	Світло-жовтий	Бурий	Бурий	Сіруватий із вкрапленнями зостери	Сіруватий із вкрапленнями зостери
5	Смак	Притаманний заварним напівфабрикатам, без сторонніх присмаків				Відчуття добавки, твердість при розжовуванні

Це пояснюється тим, що із збільшенням концентрації доданої зостери у тісті зменшується кількість вільної води, частка клейковини залишається негідратованою, внаслідок чого зростає пружність тіста, а показники еластичності та розрідження знижуються, що узгоджується з даними інших дослідників.

При додаванні зостери до 2% валориметрична оцінка тіста залишається на рівні контролю, а при збільшенні концентрації добавки відмічається її зростання на 4,5%, що свідчить про відносне зміцнення структури тіста.

Зі збільшенням дозування сухої зостери від 0,5 до 3,0%, підвищується водопоглинальна здатність тіста на 0,25–1,8%. Тривалість його утворення зменшується на 12–30 с, стійкість знижується до 6 с, а розрідження – на 12,5–25% порівняно з контролем.

Показники фаринограм тіста залежно від дозування зостери

Моделльні композиції	Показник				
	Водопоглинальна здатність тіста, %	Час утворення, с	Стійкість, с	Розрідження, од. ф.	Валориметрична оцінка, %
Контроль	56.5	120	42	80	44
Суша зостера:					
0,5%	56.5	120	42	70	43
1,0%	56.7	120	30	70	43
1,5%	57.2	108	24	70	44
2,0%	57.9	90	18	60	45
2,5%	58.0	90	12	60	46
3,0%	58.3	90	6	60	46
Гідратована зостера:		0	0		
0,5%	54.6	90	18	80	42
1,0%	53.7	90	18	70	42
1,5%	51.2	90	12	70	42
2,0%	50.9	96	12	70	43
2,5%	49.5	108	6	70	44
3,0%	48.9	120	6	70	44

Це пояснюється тим, що зі збільшенням концентрації доданої зостери у тісті зменшується кількість вільної води, частка клейковини залишається негідратованою, внаслідок чого зростає пружність тіста, а показники еластичності та розрідження знижуються, що узгоджується з даними інших дослідників.

При додаванні зостери до 2% валориметрична оцінка тіста залишається на рівні контролю, а при збільшенні концентрації добавки відмічається її зростання на 4,5%, що свідчить про відносне зміцнення структури тіста.

Водопоглинальна здатність тіста з додаванням від 0,5 до 3% гідратованої зостери знижується на 1,9–7,6%. Тривалість утворення тіста з 0,5–1,5 % зостери на 25% менша, ніж у контрольного зразка. Проте зі збільшенням кількості добавки час утворення тіста зростає і при концентрації 3% знаходиться на рівні контролю. Розрідження тіста знижується повільніше при додаванні гідратованої зостери, і при її концентрації від 1 до 3% цей показник на 12,5% нижчий за контрольний.

Зменшення водопоглинальної здатності тіста з гідратованою зостерою пояснюється тим, що внаслідок використання водорості загальна кількість борошна

у композиції менша, ніж у контролі, та відповідно менша частка поглинутої ним води. Крім того, використання гідратованої зостери унеможливує активність її гідрофільних складових до зв'язування води. При додаванні 0,5–1,5% зостери валориметрична оцінка тіста на 4,5% нижча порівняно з контролем, але при додаванні 2,5–3,0% водорості наближається до рівня показника контрольного зразка.

За отриманими даними побудована динаміка зміни водопоглинальної здатності, валориметричної оцінки тіста з різною концентрацією зостери .

Результати проведених досліджень свідчать, що додавання зостери більше 1,0–1,5% погіршує пружно-еластичні властивості тіста, оскільки призводить до значного зниження його еластичності та розрідження, зміцнення структури.

За результатами досліджень В.І. Дробот та І.П. Ситнік встановлено, що при використанні зостери зміцнюється клейковина тіста, зменшується вміст сирої клейковини, її гідратація, розтяжність, показник ІДК, що пояснює отримані дані щодо зміцнення структури тіста. Тому при приготуванні заварних напівфабрикатів із зостерою з борошна із сильною клейковиною доцільно підвищувати вологість тіста з метою отримання готового виробу з високими органолептичними показниками.

Підсумовуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що у складі заварних напівфабрикатів доцільно використовувати суху зостеру в кількості до 1,5%, оскільки це сприяє отриманню тіста вищої якості (з вищою водопоглинальною здатністю та вищою валориметричною оцінкою). Смакові властивості заварних напівфабрикатів, приготованих із використанням 1,0% сухої та гідратованої зостери (з розміром частинок 0,92 мм), ідентичні й відрізняються від контролю наявністю легкого сіруватого відтінку.

З огляду на здатність мікроелемента йоду до руйнування під впливом температури, а також на можливе покращання структури заварних напівфабрикатів при використанні полісахаридів (зокрема, з морської водорості зостери) на стадії змішування з меланжем (зміцнення структури тіста, поліпшення якісних

характеристик випеченого напівфабрикату) встановлено необхідність визначення раціонального способу приготування заварного тіста (стадію внесення зостери). Так, для виготовлення заварних напівфабрикатів суху зостеру в кількості 1,0% від маси борошна додавали на різних стадіях приготування заварного тіста: при заварюванні з борошном; на стадії змішування охолодженої завареної маси з меланжем.

При додаванні зостери безпосередньо з борошном під час заварювання тіста якісні показники заварних напівфабрикатів залишаються недостатньо високими порівняно з аналогічними показниками заварних напівфабрикатів, приготованих при додаванні зостери після охолодження завареної маси з меланжем. Особливо цінним є більш високий вміст йоду при другому способі приготування напівфабрикатів (на 12,2%), що пояснюється додатковим руйнуванням цього мікроелемента в тісті під час заварювання борошна з домішкою зостери. Важливим результатом, на наш погляд, є поліпшення вигляду виробів на зламі, про що свідчить збільшення абсолютного значення відношення питомого об'єму порожнини напівфабрикатів до їх загального питомого об'єму на 8,6%.

Таблиця 4.98

Органолептичні та фізико-хімічні показники випечених заварних напівфабрикатів з 1,0% зостери від маси борошна

№	Показник	Контроль	Дослідні зразки		Відхилення, % (D ₁ / D ₂)
			додавання з борошном (D ₁)	додавання з меланжем (D ₂)	
1	Органолептична оцінка, бали	4.95 ± 0,12	4.84 ± 0,13	4.87 ± 0,15	0,62
2	Питомий об'єм порожнини, 10 ⁻³ м ³ /кг	1.70 ± 0,11	1.74 ± 0,11	1.89* ± 0,14	8,62
3	Питомий об'єм виробу, 10 ⁻³ м ³ /кг	5.43 ± 0,20	5.45 ± 0,25	5.56 ± 0,25	2,02
4	Відношення питомий об'єм порожнини / питомий об'єм виробу, %	31.3 ± 2,0	31.93 ± 3,15	34.0* ± 2,8	2,07
5	Вихід випеченого напівфабрикату, %	67.5 ± 0,23	69.9 ± 0,28	70.6 ± 0,19	0,70
6	Вміст йоду, мкг/100 г	9,68 ± 0,31	75,5* ± 5,4	85,9* ± 2,3	12,16

Примітка. * Різниця з контролем є статистично достовірною (P < 0,05).

Це пояснюється позитивним впливом наявності у заварному тісті пектин-зостерину, здатність якого зв'язувати вологу вища, ніж у меланжу.

У результаті використання зостери під час змішування охолодженої завареної маси та меланжу відбувається зміцнення та додаткова стабілізація заварного тіста, внаслідок чого тістові заготовки краще відсаджуються, не розпливаються на поді перед посадкою у піч, а за теплової обробки утворюють тонкостінний напівфабрикат з добре сформованою порожниною. Застосування цього способу сприяє збереженню більшої кількості йоду у складі заварних напівфабрикатів після теплової обробки.

На підставі одержаних даних визначено, що найбільш високі органолептичні та фізико-хімічні показники якості мають заварні напівфабрикати, виготовлені з використанням зостери під час замішування заварного тіста (змішування меланжу та охолодженої завареної маси).

Досліджено в'язко-пластичні властивості заварного тіста з додаванням 0,5, 1,0 та 1,5% сухої зостери на стадії змішування з меланжем та тіста, виготовленого за традиційною технологією (контроль) (рис. 4.113). Зостеру додавали з діаметром частинок 0,92 мм. У дослідах використовували циліндр S-3 та режим В-2.

Встановлено, що при збільшенні концентрації зостери потрібно докласти більше напруги, щоб зруйнувати структуру дослідних зразків заварного тіста.

При використанні 0,5–1,0% зостери від маси борошна криві течії заварного тіста знаходяться на рівні контролю (рис. 4.113).

У досліджуваних системах ефективна в'язкість залежить від напруги та швидкості зсуву, що вказує на їх належність до неньютонівських псевдопластичних рідин.

Експериментально встановлено, що у заварному тісті із зостерою ефективна в'язкість знижується при зростанні напруги зсуву повільніше, ніж у тісті без добавки. Результатом змін, що відбуваються, є зниження міцності та пружності тіста внаслідок руйнування його структури.

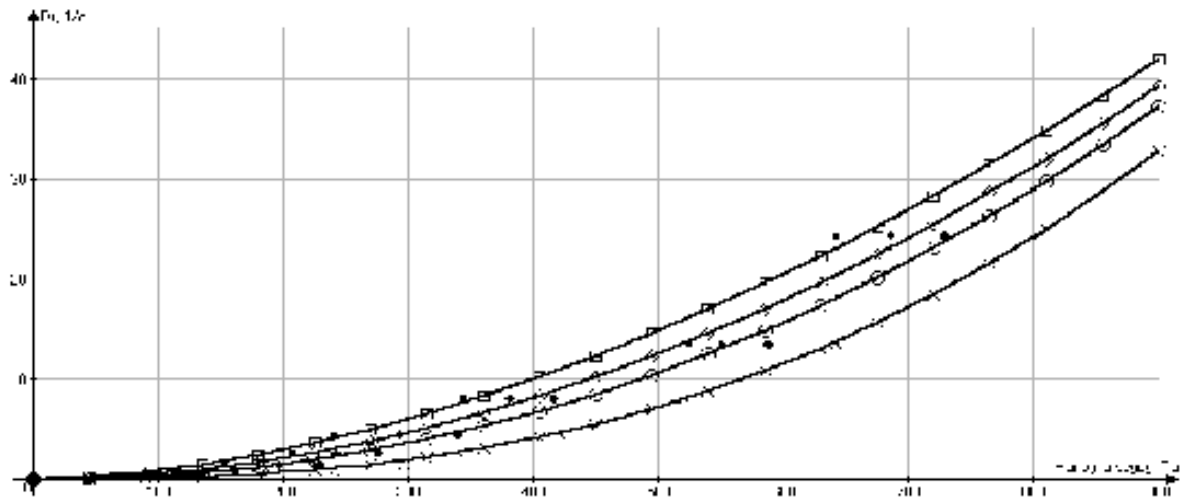
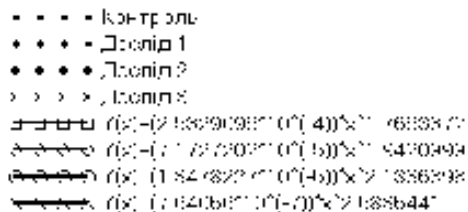


Рисунок 4.113 – Залежність напруги від швидкості зсуву заварного тіста із зостерою: К – контроль; дослід 1 – 0,5%; дослід 2 – 1,0%; дослід 3 – 1,5%



В'язкість тіста із зостерою значно перевищує в'язкість контрольного зразка, що особливо помітно при низьких значеннях напруги зсуву.

В'язкість тіста з 1,0% зостери значно перевищує в'язкість контрольного зразка, що особливо помітно при низьких значеннях напруги зсуву. При напрузі зсуву 50 Па ефективна в'язкість заварного тіста із зостерою становить 132,1 Па·с (у 2,1 раза вища за контроль), при напрузі зсуву 200–250 Па, яка є характерною для заварного тіста при відсаджуванні, ефективна в'язкість дослідного зразка становить 84,7–72,5 Па·с (на 34,4% та 15,1% відповідно вище за контроль), що покращує технологічні властивості тіста – при досить легкому відсаджуванні воно зберігає форму. Проведені експериментальні дослідження свідчать про зміцнення структури заварного тіста з додаванням зостери, що можна пояснити наявністю у ній природнього полісахариду – пектин-зостерину, який має вищу вологоутримуючу здатність порівняно з білками борошна.

Під час приготування заварних напівфабрикатів відмічено, що тістові заготовки з зостерою (1,0% від маси борошна) краще (за контрольні зразки)

відсаджуються, не розпливаються на поді перед посадкою в піч, що є результатом додаткової стабілізації структури тіста з водоростю. Таким чином можна зробити висновок, що використання зостери позитивно впливає на консистенцію заварного тіста.

Результати проведених досліджень структурно-механічних характеристик заварного тіста із зостерою свідчать про можливість проведення раціонального технологічного процесу його приготування з використанням сухої подрібненої зостери з середнім розміром частинок 0,92 мм у кількості 1,0% від маси борошна на стадії змішування меланжу та охолодженої завареної маси. При визначеній концентрації зостери органолептичні та структурно-механічні характеристики заварного тіста знаходяться на рівні контролю.

При приготуванні заварних напівфабрикатів на стадії введення меланжу проводять додаткову технологічну операцію змішування сухої подрібненої зостери із завареною масою напівфабрикату, причому порошок зостери додають у кількості 1,0% від маси борошна за традиційною технологією, внаслідок чого кількість борошна за новою технологією відповідно зменшується (рис. 4.114).

Виробництво заварного напівфабрикату з зостерою включає такі операції:

1. *Приготування тіста.* Нарізане на шматки масло вершкове, сіль і воду нагрівають до кипіння. У киплячу рідину, ретельно перемішуючи лопаткою, поступово додають борошно і проварюють 300 с до отримання однорідної маси. Вологість завареної маси – 38–39%. Отриману масу охолоджують до 60–70°C після чого, при неперервному помішуванні або збиванні при невеликій швидкості обертання, поступово додають меланж та суху подрібнену зостеру в кількості 1% від маси борошна, замішують тісто протягом $0,9–1,2 \cdot 10^3$ с.

Готове тісто повинно бути рівномірно перемішаним, без грудочок. Вологість тіста – 52–56%.

2. *Формування.* На листи, змащені жиром, з кондитерського мішка з круглою трубкою діаметром 18 мм відсаджують тісто у вигляді паличок довжиною 10 см, шириною 15 мм на відстані 3–4 см одна від одної.

3. *Випікання.* Заварні напівфабрикати випікають упродовж $1,2-1,8 \cdot 10^3$ с при температурі $180-200^\circ\text{C}$.

Випечений заварний напівфабрикат із зостерою наповнюють кремом або начинкою та оздоблюють ним поверхню тістечок.

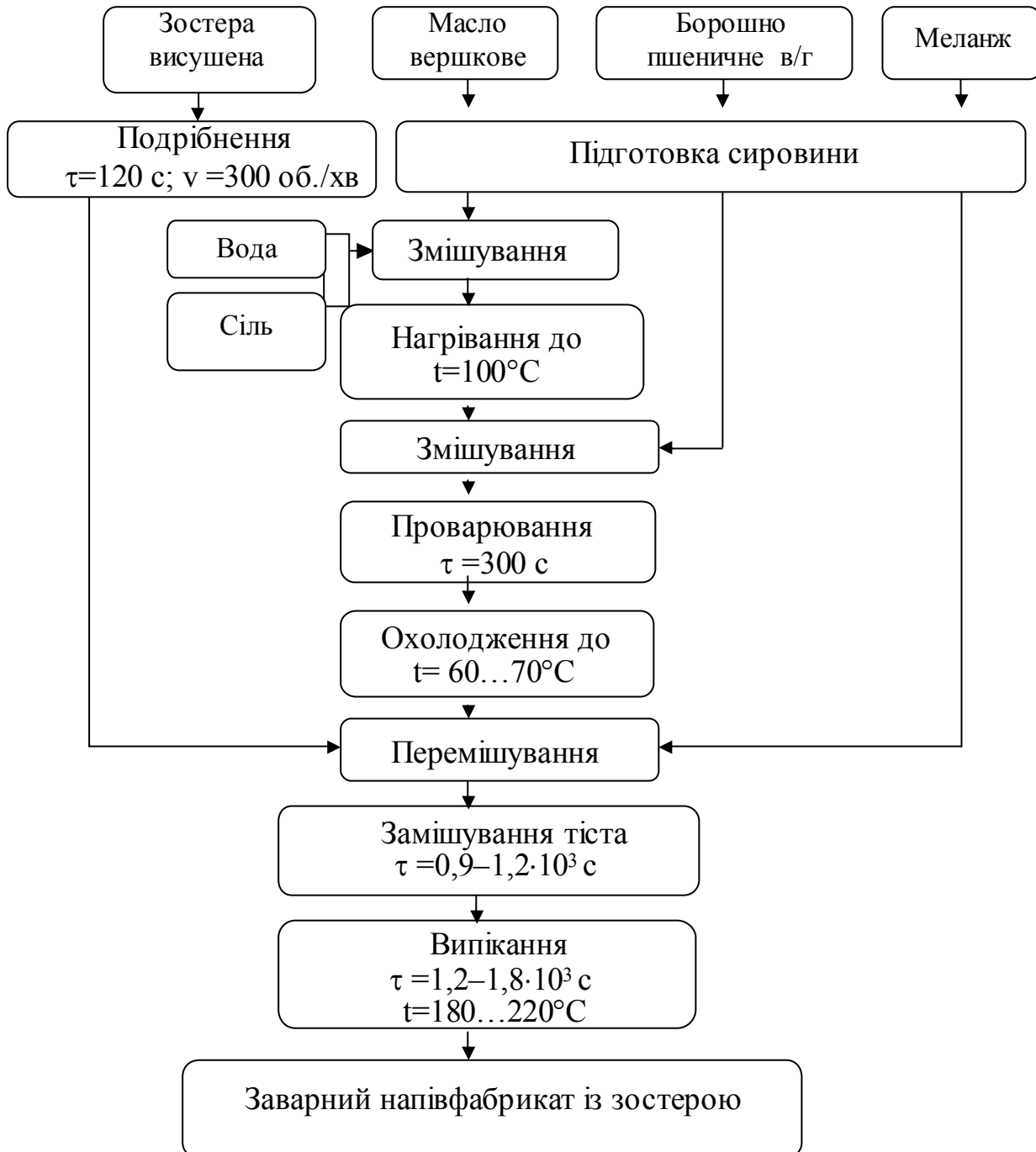


Рисунок 4.114 – Технологічна схема виробництва заварних напівфабрикатів із зостерою

Вироби з пісочного тіста з зостерою. Визначення раціональної концентрації зостери в пісочно-маковому і пісочно-яблучному печиві проводили експериментально, додаючи зостеру в кількості 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12% до маси основної сировини. Така кількість добавки дозволяє встановити більш чітку межу між максимально можливою та мінімально ефективною кількістю зостери. Результати експериментів дозволили встановити раціональну її кількість:

- у пісочно-маковому печиві – 10% до маси основної сировини (мак);
- у пісочно-яблучному печиві – 1% до маси основної сировини (яблука).

Аналізуючи органолептичну оцінку розроблених страв із зостерою, відмічається, що пісочно-яблучне печиво з 1% зостери не погіршує свої якості, а пісочно-макове печиво покращує свої смакові якості при додаванні до 10% зостери.

При підвищенні добавки у більшій кількості, ніж зазначено, у пісочно-яблучному печиві з'являється темний колір, не властивий основному продукту, а в пісочно-маковому печиві – гіркота.

Раціональна кількість добавки визначалася математичними методами на основі аналізу зміни комплексного показника якості виробів від вмісту добавки (табл. 4.100; рис. 4.115, 4.116).

Таблиця 4.100

Визначення раціональної кількості зостери

Виріб	Кількість добавки %	Комплексний показник якості, Кпя (бали)	Система рівнянь	Оптимальна кількість, %
Печиво пісочно-макове із зостерою	8	3,546	$64a+8b+c=3,546$	10
	10	3,627	$100a+10b+c=3,627$	
	12	3,286	$144a+12b+c=3,286$	
Печиво пісочно-яблучне із зостерою	0,5	3,517	$0,25a+0,5b+c=3,517$ $a+b+c=3,612$ $4a+2b+c=3,240$	1
	1,0	3,612		
	2,0	3,240		
	1,0	3,627		
	2,0	3,443		

Технологія макової начинки із зостерою для пісочно-макового тістечка.

Готують начинку: перебраний та просіяний мак подрібнюють на кавомолці, з'єднують з просіяною зостерою, додають збиті з цукром білки та змішують (рис. 4.117).

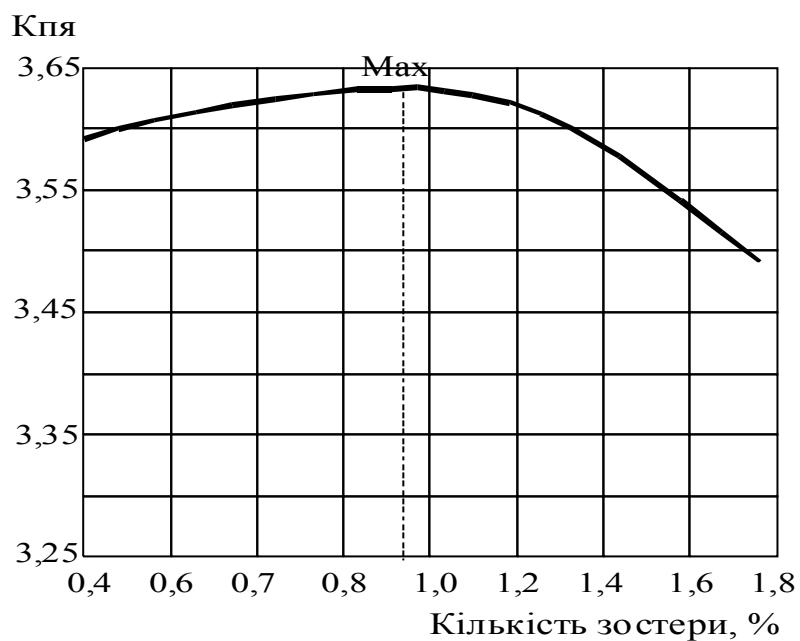


Рисунок 4.115 – Залежність Кпя пісочно-макового тістечка від кількості зостери в маковій начинці

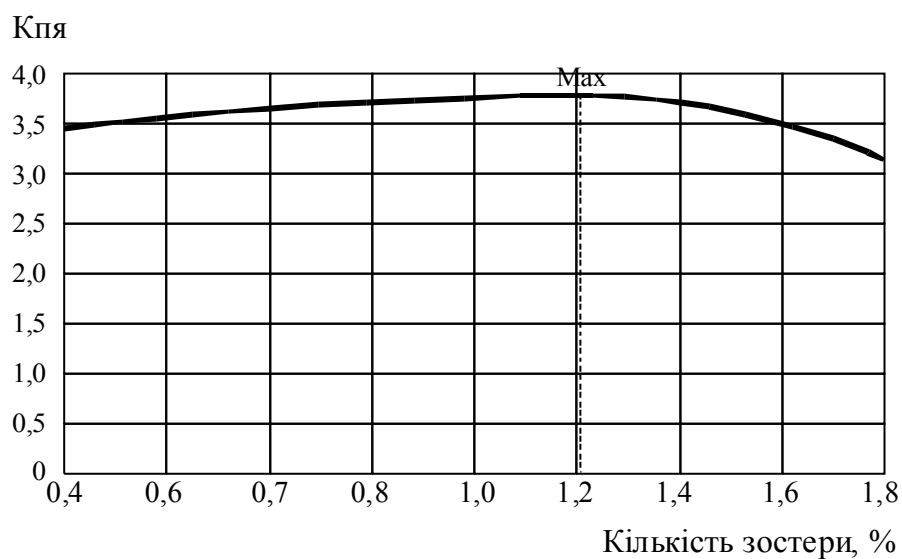


Рисунок 4. 116 – Залежність Кпя пісочно-яблучного тістечка від кількості зостери

Технологія яблучної начинки з зостерою для пісочно-яблучного тістечка.

Яблука очищають від шкірки, видаляють серцевину, натирають на тертушці та вичавлюють сік. Отриману масу тушкують 5-10 хв, охолоджують і додають цукор, корицю, просіяну зостеру, все ретельно перемішують. Збивають білки з цукром до тугої піни й обережно змішують з яблучним фаршем (рис. 4.118).

Для виготовлення пісочно-яблучного тістечка готують тісто: просіяне борошно перетирають з цукром, маргарином та двовуглекислим натрієм, додають розведений з водою жовток та замішують тісто. Начинку готують, як зазначено у (рис. 4.118). Тісто поділяють на дві частини і кожен розкачують на пласти. На один шар викладають начинку, іншим накривають та защипують краї.



Рисунок 4. 117 – Технологічна схема виготовлення начинки для печива пісочно-макового із зостерою

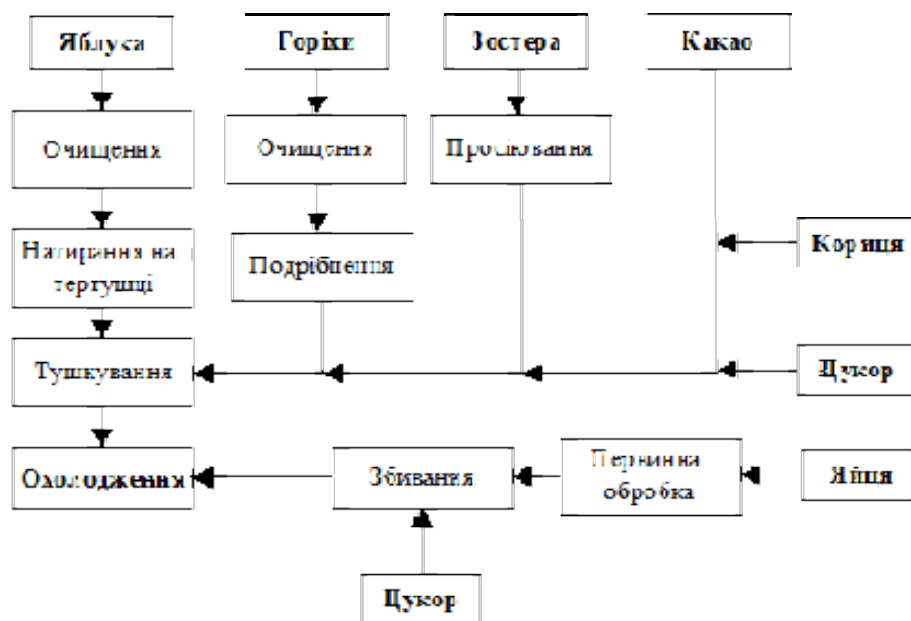


Рисунок 4.118 – Технологічна схема виготовлення яблучної начинки із зостерою для пісочно-яблучного тістечка

Випікають у жарильній шафі при температурі 200–220°C протягом 20–30 хв. Готовий виріб посипають цукровою пудрою, поділяють на порції та відпускають (рис. 4.119).

Для виготовлення пісочно-макового печива готують тісто: просіяне борошно перетирають з цукром, маргарином та двовуглекислим натрієм, додають розведений з водою жовток та замішують тісто. Начинку готують, як зазначено вище (рис. 4.118). Тісто поділяють на дві частини і кожну розкочують на пласти. На один пласт викладають начинку, іншим накривають та защипують краї. Випікають у жарильній шафі при температурі 200–220°C протягом 20–30 хв. Готовий виріб посипають цукровою пудрою, поділяють на порції та відпускають (рис. 4.120).

Вироби з пісочного тіста з альгінатом натрію. Розроблено технологію виробництва тістечок "Квіткових" желейних, які доцільно розглядати як двокомпонентну систему – висівковий напівфабрикат та прошарок – желейний напівфабрикат (рис. 4.121).

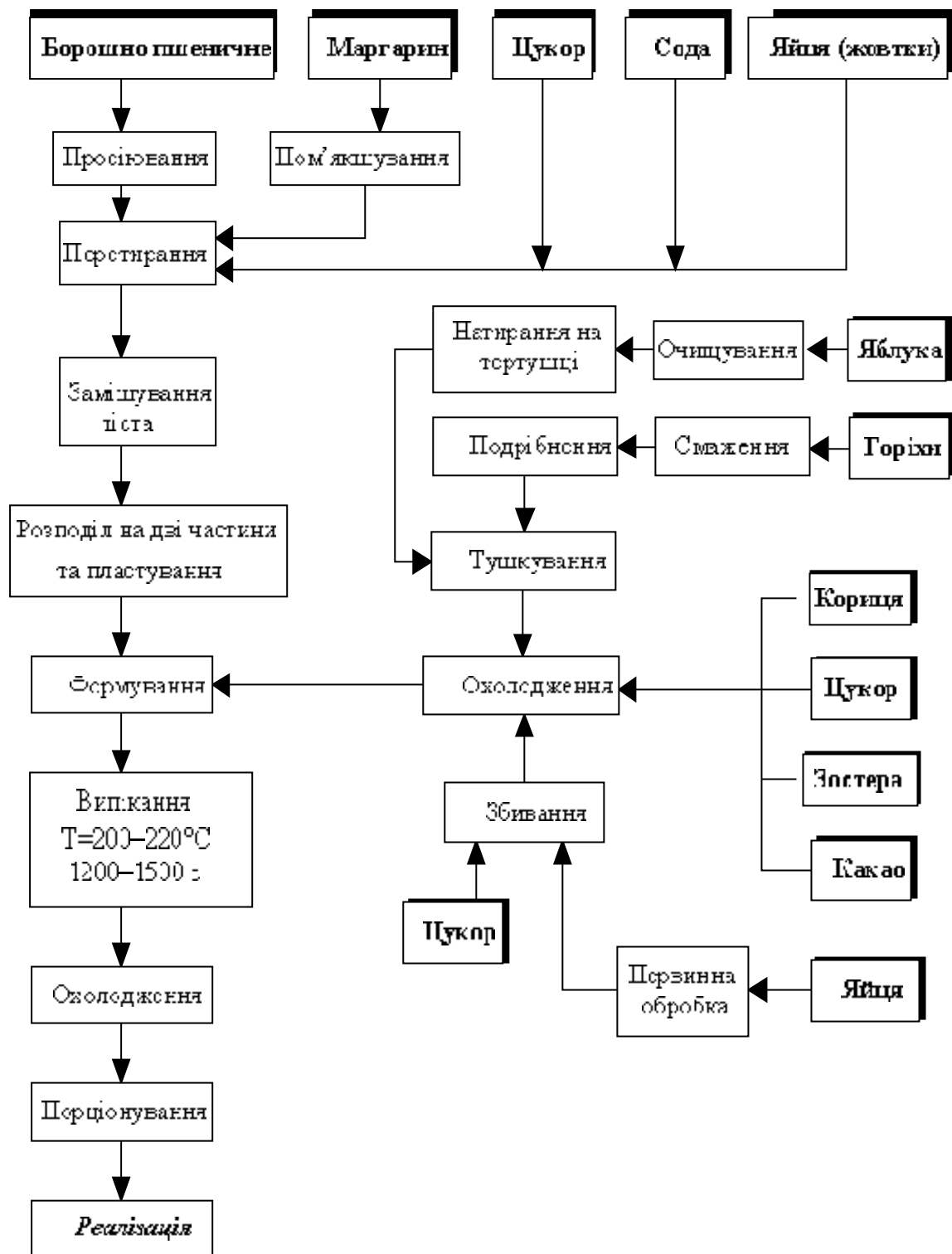


Рисунок 4.119 – Технологічна схема виробництва пісочно-яблучного тістечка із зостерою

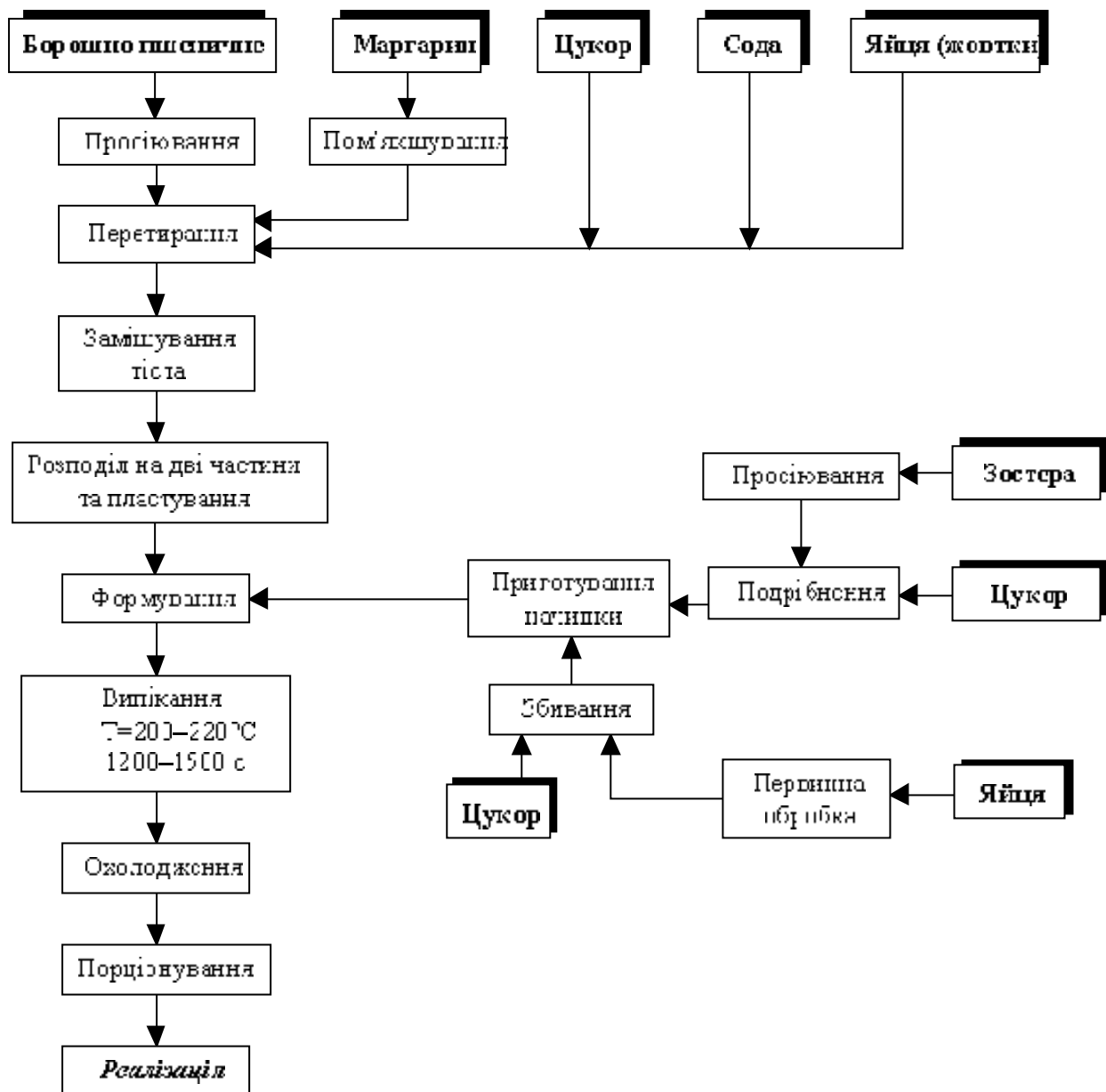


Рисунок 4.120 – Технологічна схема виробництва пісочно-макового тістечка із зостерою

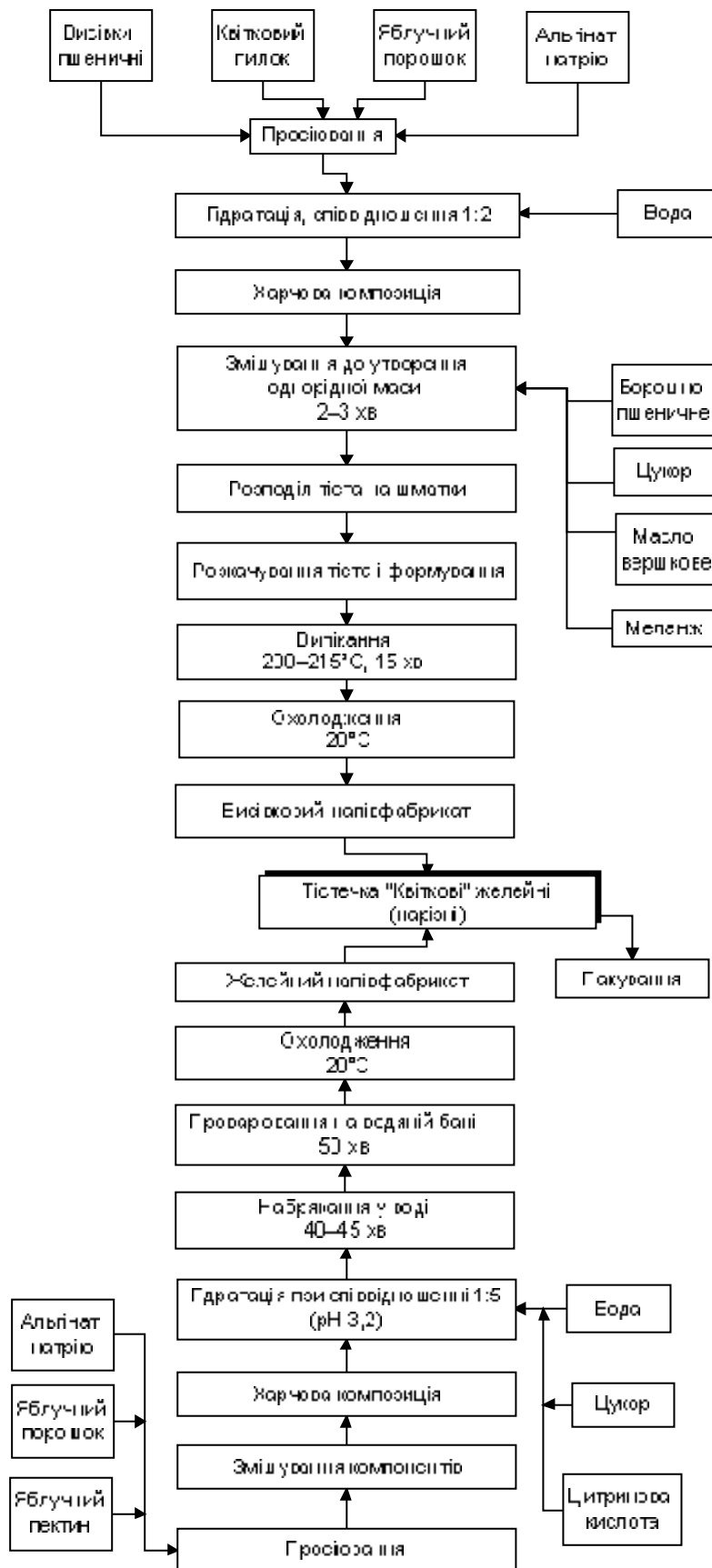


Рисунок 4. 121 – Технологічна схема виробництва тістечок "Квіткових" желейних (нарізних)

Приготування тіста: Сипучі рецептурні компоненти (альгінат натрію, висівки пшеничні, яблучний порошок, квітковий пилок) просіюють та ретельно перемішують для рівномірного розподілу їх в утвореній суміші, яка містить визначені компоненти в установлених оптимальних пропорціях.

Отриману суміш гідратують водою у співвідношенні суміш:вода як 1:2. Застосування у рецептурі яблучного порошку та альгінату натрію дозволяє знизити кількість вершкового масла порівняно з традиційною рецептурою (у 1,8 раза), так як при гідратації суміші вони набрякають та набувають в'язких властивостей, завдяки чому висівково-борошняна суміш стає пластичною.

У тістомісильну машину кладуть гідратовану суміш, додають цукор, меланж (кількість якого знижена у 1,4 раза порівняно з традиційними виробами) і перемішують протягом 15 хв, потім додають борошно і перемішують ще 10 хв до утворення однорідної маси. Одержане таким чином тісто повинно мати гладку поверхню без грудочок та слідів непромісу, колір від жовтого до світло-коричневого і легкий медовий аромат. Вологість тіста – 30%.

Формування. Тісто нарізають на шматки масою 3–4 кг і розкачують у пласти на притрушеному борошном столі. Тісто розкачують до товщини 2–3 мм (традиційно до 3–4 мм) у зв'язку з підвищеним вмістом вологи. Потім пласти розрізають та переносять на кондитерські листи. Надлишок тіста по краях листа зрізають. Поверхню тіста перед випіканням у декількох місцях проколюють для попередження розтріскування. Листи для випікання на відміну від традиційного пісочного тіста необхідно змастити, у зв'язку з низьким вмістом жиру в тісті.

Випікання. Тривалість випікання шару тіста при температурі 200–215°C протягом 10–12 хв.

Характеристика висівкового напівфабрикату. Форма прямокутна або кругла. Товщина до 8 мм. М'якуш – пористий, розсипчастий, світло-коричневий.

Приготування желейного напівфабрикату. Сипучі рецептурні компоненти: яблучний пектин та порошок, альгінат натрію просіюють та

змішують у визначених оптимальних співвідношеннях, потім додають цукор, цитринову кислоту та воду у співвідношенні суміш: вода як 1:5 при рН розчину 3–3,2, залишають набрякати 30–35 хв. Утворений розчин проварюють на водяній бані 30 хв, проціджують крізь сито з розміром отворів 1,5–2 мм, охолоджують до 20°C і залишають до утворення желе. При приготуванні желе масу в гарячому вигляді розливають у таці товщиною 10–30 мм та охолоджують. Отримане желе нарізають на частки визначеної форми.

Характеристика желейного напівфабрикату: блискуча, напівпрозора, драглеподібна маса.

Для виготовлення тістечок "Квіткових" желейних (нарізних) прошарки висівкового напівфабрикату з'єднують желе. Поверхня оздоблена подрібненим желе. Готові вироби запаковують у термоусадкову плівку, після чого ставлять у жарильну шафу на 0,5 хв при температурі 220–230°C.

Вироби з бісквітного тіста з ламінарією та органічним селеном. При розробленні технології бісквітного напівфабрикату репродуктивного призначення враховували результати досліджень хімічного складу ламінарії, жирів, збагачених органічним селеном курячих яєць; вплив технологічних властивостей сировинних компонентів на структуру тіста і виробів; наявність йоду (36 мг/100 г) у сухій ламінарії, органічного селену (60 мкг/ 100 г) у курячих яйцях, вітаміну Е (60 мг/ 100 г) та ПНЖК (77,5г/100 г) у соняшниковій олії, середню добову потребу людини репродуктивного віку (18–24 роки) у йоді (150–200 мкг), селені (50–75 мкг), вітаміні Е (5–30 мг), ПНЖК (19–23 г), рекомендовані добові норми споживання ламінарії – 3,0–5,0 г; втрати йоду при тепловій обробці та у процесі зберігання борошняних кондитерських та хлібобулочних виробів – 80%.

У результаті проектування борошняних виробів репродуктивного призначення розроблено борошняний напівфабрикат з певними структурно-механічними властивостями, характерними для бісквітних рулетів, високими

органолептичними показниками, смак якого підкреслює пікантність смаку ламінарії у поєднанні з овочевими наповнювачами у вигляді крему та желе.

Загальну схему моделювання напівфабрикату бісквітного репродуктивного призначення наведено на рис. 4.122.

На початковому етапі вивчали вплив зміни співвідношення основних компонентів на якісні показники бісквітного напівфабрикату. Розроблена технологія бісквітного напівфабрикату – варіант № 1 (табл. 4.101), в якому вміст основних компонентів збільшувався у межах: яйця курячі з органічним селеном на 31–33%; олія соняшникова – на 29–33%; борошно пшеничне – на 34–40% до маси цукру, який заміняли (дослід 1–3).

Таблиця 4.101

Моделльні композиції напівфабрикату бісквітного репродуктивного призначення

Зразок	Варіант № 1			Варіант № 2			
	з олією, яйцями, селеном			з олією, яйцями, селеном і ламінарією			
	Борошно, %	Яйця, %	Жир, %	Борошно, %	Яйця, %	Жир, %	Ламінарія, %
Дослід № 1	34	33	33	38	32	30	2
Дослід № 2	38	32	30	38	32	30	4
Дослід № 3	40	31	29	38	32	30	6

На підставі проведеної органолептичної оцінки та визначення показників якості готових виробів розроблена технологія бісквітного напівфабрикату – варіант № 2 (табл. 4.101). Технологія (дослід 2, варіант № 1), передбачає внесення 2, 4, 6% сухої ламінарії до маси борошна.

Для визначення раціональних концентрацій ламінарії у борошняних кондитерських виробках керувалися розробленою бальною шкалою органолептичних показників якості.

Раціональну кількість добавки визначали на основі аналізу зміни комплексного показника якості виробів залежно від вмісту добавки (табл.

4.102). За раціональну вибрано верхню межу концентрації, за якої органолептична оцінка виробу відповідає контролю.

Встановлено, що найвищу оцінку за органолептичними показниками отримав дослідний зразок № 2 у варіанті № 1 і № 2–4,92 бали. У зв'язку з цим раціональна концентрація ламінарії у бісквітному напівфабрикаті – 4% до маси борошна, а кількість яєць курячих з органічним селеном – 31% до загальної маси.

Дослідження впливу зміни співвідношення основних компонентів у технології бісквітного напівфабрикату у варіанті № 1 свідчать про збільшення показника вологості у дослідях порівняно з контролем.

Таблиця 4.102

Показники якості бісквітних виробів з ламінацією

Показники якості	Контроль	Дослід					
		Варіант № 1			Варіант № 2		
		Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3	Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3
1. Фізико-хімічні показники якості:							
1.1. Вологість, %	27,1	35,7	34,9	36,2	35,2	35,7	36,1
1.2. Кислотність, град.	0,02	0,8	1,4	1,2	1,4	1,45	1,5
2. Структурно-механічні й технологічні показники якості:							
Висота підйому, 10^{-2} м	6,0	5,5	5,0	4,5	5,0	5,0	4,5
Об'ємний вихід, 10^{-6} м ³	2100	1904	1731	1558	1731	1731	1558
Вихід, 10^{-3} кг	512	520	532	531	533	535	540
Питомий вихід, 10^{-3} м ³ /кг	4,1	3,7	3,3	2,9	3,25	3,24	2,9
Органолептична оцінка, бали	4,91	4,66	4,92	4,86	4,93	4,92	4,06

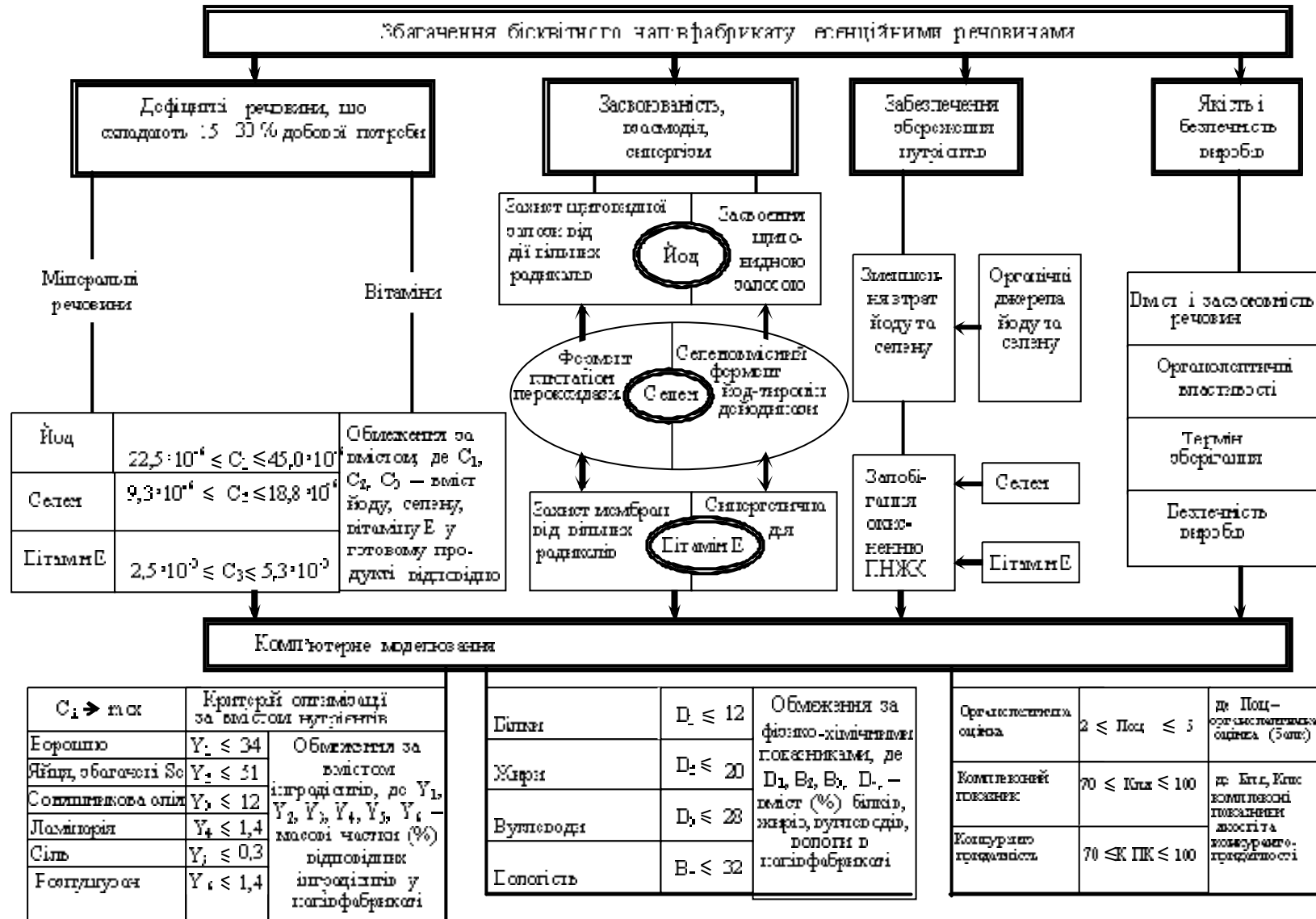


Рисунок 4.122 – Блок-схема моделювання напівфабрикату бісквітного репродуктивного призначення

За результатами проведених досліджень встановлені раціональні концентрації сировинних компонентів у бісквітному напівфабрикаті: борошна – 38%, курячих яєць із селеном – 32%, соняшникової олії – 30% при заміні цукру (100%), сухої ламінарії – 4% до маси борошна (дослід № 2, варіант № 2).

Зі збільшенням кількості сухої ламінарії вище 4% від маси борошна у готових виробках з'являється специфічний присмак водорості, темніє м'якушка, під час розжовування відчуваються тверді крапління.

Аналіз співвідношення основних компонентів бісквітного тіста (контроль/дослід) виявив (табл. 4.103), що співвідношення борошно : яйця залишається без суттєвої зміни, однак у два рази збільшується кількість жиру відносно яєць та борошна. Порівняно з контролем збільшується кількість яєць на 7,82%, борошна на 8,08%, жиру на 7,05%. Зазначені зміни технології дозволили отримати стійку емульсію при змішуванні жовтків яєць з соняшниковою олією і забезпечити якість готових виробів.

Таблиця 4.103

Співвідношення основних компонентів бісквітного тіста

Співвідношення основних компонентів	Контроль	Дослід
Борошно : яйця	1,0 : 1,65	1,0 : 1,5
Масло : яйця	1,0 : 10,0	1,0 : 4,5
Масло : борошно	1,0 : 6,0	1,0 : 3,0

Бісквітне тісто є колоїдною піноподібною системою, висококонцентрованою дисперсією повітряної фази у білково-вуглеводному середовищі. Яєчні продукти сприяють піноутворенню і розпушуванню тіста. Піноутворювачем бісквітної маси є яєчний білок. Механізм його дії полягає в тому, що завдяки розгортанню молекул білка на міжфазній поверхні відбувається денатурація протеїнів, підвищується стабільність піни. Паралельно можливе встановлення зв'язків між поліпептидними ланцюгами з утворенням дво- або тримірної структури у вигляді сітки, що сприяє

підвищенню стабільності піни. Бісквітне тісто під дією високих температур (180–220°C) здатне фіксувати пінну структуру, утворюючи пористий гігроскопічний продукт.

Технологія бісквітного напівфабрикату функціонального призначення передбачає відокремлення білків від жовтків з подальшим збиванням білків без цукру. Готовність збитих білків характеризується збільшенням первинного об'єму білків у 6–7 разів. Такого великого збільшення досягають повною відсутністю жиру під час збивання, ретельним відокремленням білка від жовтка, а також попереднім охолодженням білків. Білки охолоджують до температури 2°C і збивають на невеликій швидкості. Коли білки перетворюються у піноподібну масу і їх первинний об'єм збільшується у 2–2,5 рази, швидкість обертання вінчика доводять до 300 с⁻¹.

Тривалість збивання залежить від піноутворюючої здатності білків і може тривати 0,9–1,2·10³ с. Такий режим збивання білків використаний у дослідженнях.

Здійснена повна заміна курячих яєць на курячі яйця з органічним селеном, а вершкового масла на соняшникову олію. У зв'язку з заміною вершкового масла на соняшникову олію виникла необхідність пошуку способу введення останнього у бісквітне тісто.

Рослинну олію традиційно не застосовують у технологіях бісквітних напівфабрикатів, тому що вона недостатньо добре утримується в тісті. Тому, використовуючи здатність жиру до емульгації у воді, соняшникову олію поступово, окремими порціями вводять у жовтки, які є єдиним джерелом води у рецептурі. Таким чином отримують емульсію висококонцентрованого типу. У таких емульсіях краплі дисперсної фази дуже деформовані. Вони добре зберігають свою форму, не розтікаються. Можна зробити висновок, що рослинна олія у складі емульсії краще утримується в тісті та бере участь у структуроутворенні м'якшину готових виробів.

Для кращої стабілізації емульсій типу масло/вода обирають гідрофільні порошки. У такому випадку більша частина твердих частинок буде знаходитися із зовнішньої сторони краплин, утворюючи оболонки високої міцності, які захищають їх від коалесценції при зіткненні. Порошки повинні бути високодисперсними і обов'язково добре змочуватися тою рідиною, яка слугує дисперсним середовищем. До гідрофільних порошоків, що стабілізують емульсію масло/вода відносять сіль. Тому перед додаванням олії, жовтки попередньо змішують із сіллю.

Технологія бісквітного напівфабрикату функціонального призначення передбачає використання сухої подрібленої ламінарії (середній розмір частинок 2–3 мм), попередньо змішаної з борошном.

Технологічні дослідження показали, що використання ламінарії, збагачених органічним селеном курячих яєць та соняшникової олії не призводить до ускладнення технології бісквітного напівфабрикату.

Авторами запропонована оптимізована технологія напівфабрикату бісквітного з ламінарією і селеном, в якій враховані особливості виробництва бісквітних напівфабрикатів (рис. 4.123).

Напівфабрикати бісквітні виготовляють відповідно до умов технологічної інструкції, з дотриманням Санітарних правил для підприємств ресторанного господарства, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Технологія приготування бісквітних напівфабрикатів з використанням пшеничного та житнього борошна здійснюється у два етапи. Перший етап характеризується одержанням збитої суміші з яєць та цукру, екстракту стевії або суміші цукру та екстракту стевії, або екстракту стевії та фруктози в залежності від технології приготування. На другому етапі борошняні компоненти (борошно, крохмаль) та какао-порошок змішують, просіюють і вводять у збиту яєчну суміш, перемішують, розливають у форми і випікають. Випечений бісквіт охолоджують, виймають з форм, залишають для дозрівання, після чого папір знімають, бісквіт зачищають.

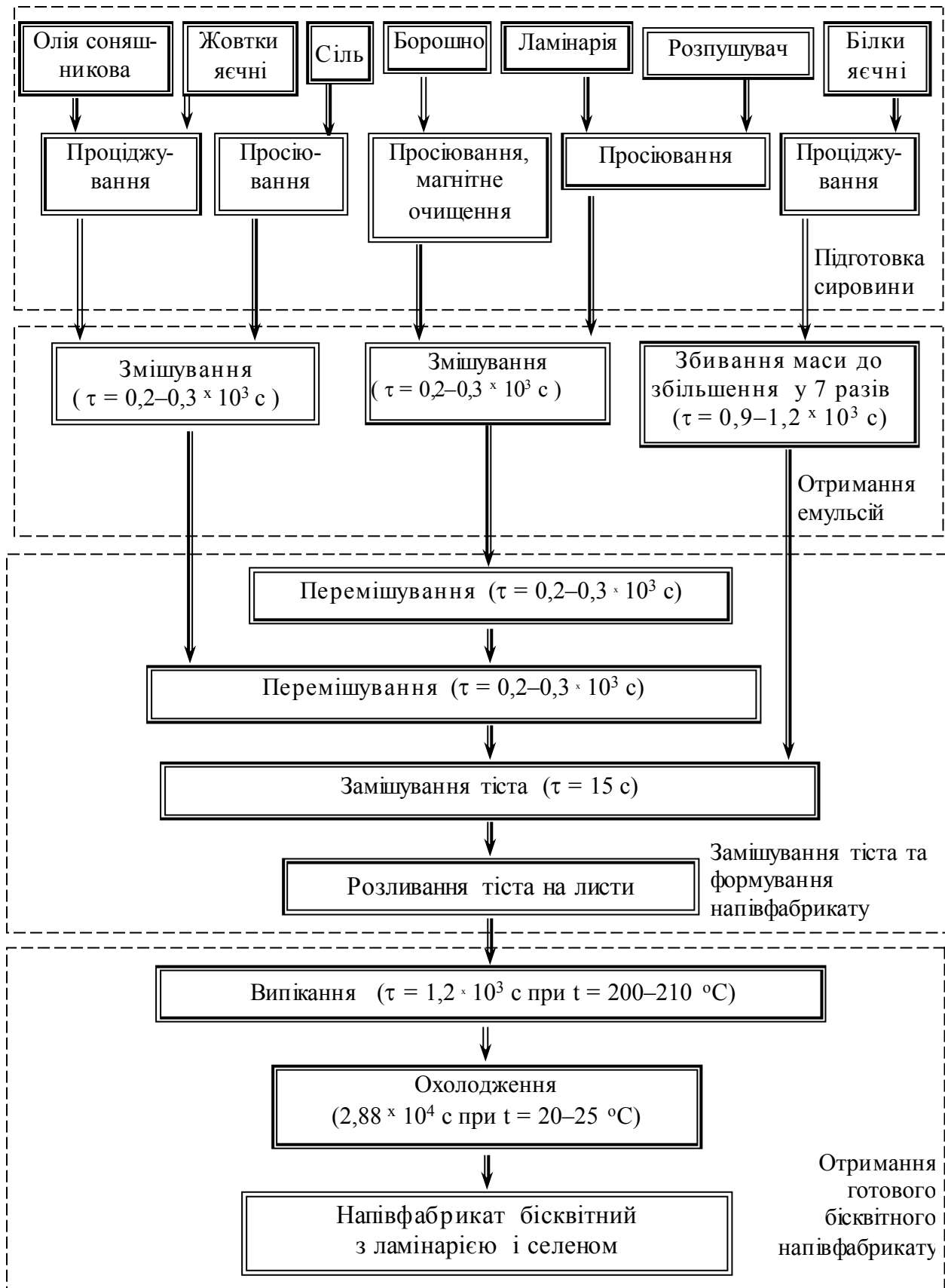


Рисунок 4.123 – Технологічна схема виробництва напівфабрикату бісквітного з ламінарією і селеном

Технологія приготування бісквітних напівфабрикатів функціонального призначення відрізняється тим, що на етапі збивання яєчної суміші передбачається зниження кількості цукру за рахунок використання підсолоджувачів – екстракту стевії, а за борошняний компонент використовують суміш пшеничного або житнього борошна з крохмалем Hi-Maize у заданих співвідношеннях.

Послідовність здійснення технологічних операцій в узагальненому вигляді представлено на рис 4.124. Технологічний процес приготування бісквітних напівфабрикатів здійснюється у наступній послідовності:

Яйцепродукти з цукром (напівфабрикат Житній) або з цукром та екстрактом стевії (напівфабрикат Пшеничний 1 та Житній 1), або з екстрактом стевії (Пшеничний 2, Житній 2) збивають у збивальній машині при невеликій кількості обертів протягом декількох хвилин, потім при більшій кількості обертів збивають 20–30 с до збільшення об'єму маси в 6–7 раз. Порошок цистозіри попередньо піддають гідратації при температурі 50–60°C протягом 20–25 с.

В яєчну суміш додають есенцію, пшеничне або житнє борошно попередньо з'єднане з крохмалем та какао-порошком, цистозіру і перемішують до отримання однорідного тіста. Готове тісто пишне, добре насичене повітрям, рівномірно перемішане, без грудочок, кремового кольору і густої консистенції.

Бісквітне тісто розливають в форми, які попередньо змазують жиром або застилають папером. Випікають 40–45 с при температурі 205–225°C. Випечені бісквіти охолоджують протягом 20–30 с, виймають з форм і вистояють протягом 8–10 год. при температурі 15–20°C, після чого папір знімають, бісквіт зачищають.

Під час випікання, під впливом високої температури відбуваються складні фізико-хімічні процеси, тісто втрачає вологу, змінюються структурно-механічні і органолептичні властивості. Використання екстракту стевії, цистозіри, житнього борошна дозволило розробити технологію бісквітних та пісочних напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності та зниженої калорійності, за рахунок зменшення або повного вилучення цукру.

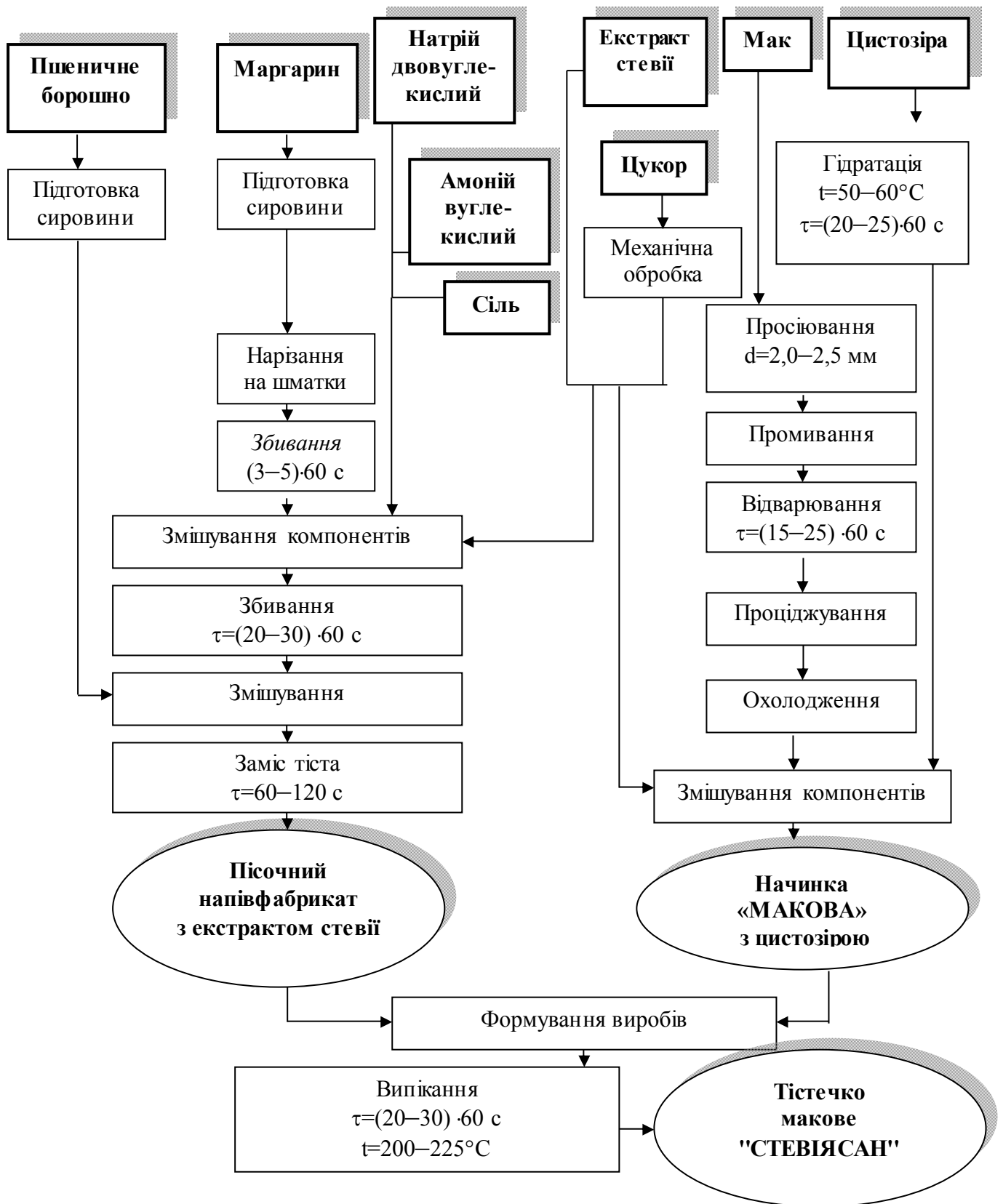


Рисунок 4.124 – Загальна технологічна схема приготування тістечка макового з екстрактом стевії та цистозірою

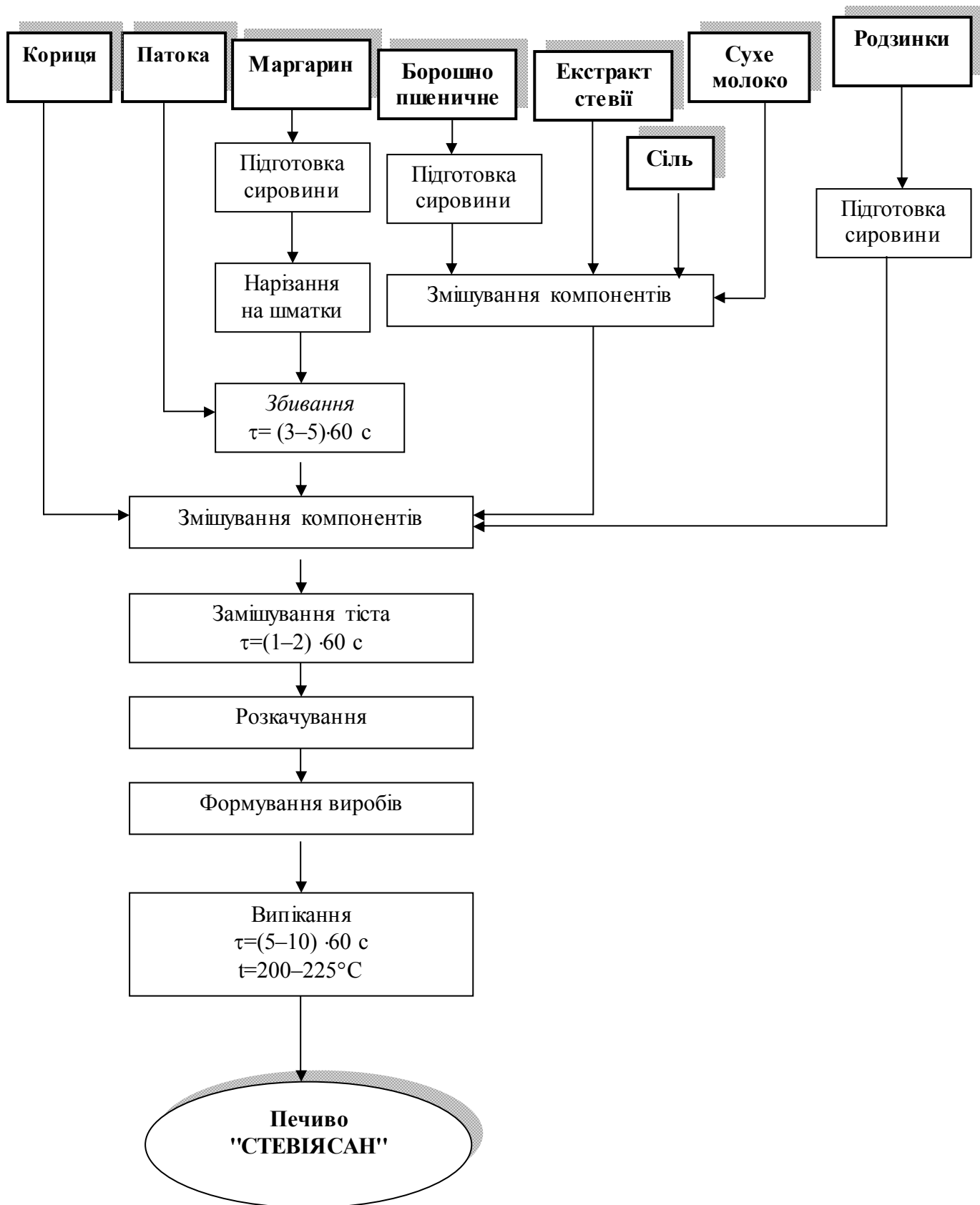


Рисунок 4.125 – Загальна технологічна схема приготування печива

"Стевіясан"

Вироби з вафельного тіста з ламінарією і селеном. Об'єктом дослідження обрано технологію вафельного напівфабрикату функціонального призначення з використанням сировини, багатої на йод, селен, вітаміни Е та С, ПНЖК, клітковину та інші есенційні нутрієнти, завдяки високому вмісту яких такі вироби рекомендовані для репродуктивного харчування.

Предметом дослідження слугували: ламінарія сушена (ОСТ 15-109-75) виробництва ЗАТ “Ліктрави” (м. Житомир); курячі яйця, збагачені селеном (ТУ У 01.2–00851426–001–2004) виробництва птахофабрики “Перше травня” (Черкаська область, с. Хутори); олія соняшникова (ГОСТ 1129–93) виробництва ЗАТ “Пологівський олійноекстракційний завод” (м. Пологи); картопля свіжа та зелень петрушки виробництва ДСГП АГРОЦЕНТР ВАТ Михайлівський райагропостач, модельні композиції вафельного напівфабрикату з ламінарією і селеном; вафельні вироби з ламінарією і селеном. Контролем слугували борошняні кондитерські вироби, виготовлені за традиційною технологією № 8 “Песочный (основной)” відповідно до “Сборника рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания”.

Визначальними факторами у виборі досліджень з використання ламінарії та продуктів її переробки, курячих яєць з органічним селеном, соняшникової олії, картоплі свіжої, зелені петрушки у складі вафельного напівфабрикату стали фізико-хімічні та технологічні властивості даної сировини.

При розробленні технології напівфабрикату вафельного функціонального призначення враховано вміст органічного селену в курячих яйцях, йоду в сухій ламінарії, вітаміну Е та ПНЖК у соняшниковій олії, вітаміну С у картоплі та петрушці, а також фізіологічну потребу людини репродуктивного віку в цих речовинах (табл. 4.104).

Співвідношення основних компонентів традиційної технології контрольного зразку (пісочного напівфабрикату) змінювали з урахуванням

принципів репродуктивного харчування та впливу властивостей компонентів на структуру тіста і виробів:

1. За рахунок вилученого цукру збільшували кількість яєць (до 27,82 г / 100 г) з метою забезпечення вмісту селену, підвищення вологості, еластичності тіста).

2. Зменшили кількість маргарину вершкового (до 13,93 г / 100 г) з метою зниження енергетичної цінності та полегшення формування, зменшення крихкості. Замінили частину маргарину, що залишився, на олію соняшникову.

3. Збільшили кількість борошна пшеничного (до 65 г / 100 г).

4. Загальну кількість борошна (65 г) заміняли свіжою картоплею (табл. 4.104), враховуючи експериментально отриманні втрати картоплі свіжої (51%) в умовах випікання вафельних напівфабрикатів.

5. Додавали суху ламінарію в кількості 2,0, 4,0, 6,0% до маси борошна. Встановлено раціональну кількість ламінарії – 4% до маси борошна (1,56% до загальної маси).

6. Встановлено раціональну кількість петрушки – 2,0% до маси картоплі свіжої, що дорівнює 1,07 г /100 г.

Таблиця 4.104

**Задоволення добової потреби в есенційних речовинах
за рахунок продуктів харчування**

Сировина	Назва нутрієнта/ ДПІ*, мг	Вміст, мг/100 г	15% ДПІ*г/мг	30% ДПІ*, г/мг	100% ДПІ* г/мг
Картопля свіжа	Віт. С/60	20	45/9	90/18	300 / 60
Петрушка (зелень)	Віт. С/60	150	6 / 9	12/18	40/60
Олія соняш- никова	Віт. Е /18	63	5 / 3	10/6	29/18
Яйця курячі, з органічним селеном	Se / 63 · 10 ⁻³	60·10 ⁻³	19/11·10 ⁻³	38/23·10 ⁻³	105/63· 10 ⁻³
Ламінарія суха	I /150· 10 ⁻³	36	0,063/22,5·10 ⁻³	0,125/45,0·10 ⁻³	0,416/150· 10 ⁻³

Примітка. ДПІ* – добова потреба людини репродуктивного віку в есенційних речовинах.

У результаті постановочних технологічних досліджень і органолептичної оцінки дослідних зразків визначили раціональні співвідношення інгредієнтів і розрахували рецептуру вафельних напівфабрикатів функціонального призначення (борошно пшеничне – 60%, картопля – 40% – дослід № 7).

Таблиця 4.105

Рецептурний склад напівфабрикату вафельного з ламінарією і селеном

Сировина	Витрати сировини на напівфабрикати, г			
	Контроль	Дослідні зразки		
		Варіант 1*	Варіант 1	Варіант 2
Яйця курячі	7,22	27,84	27,84	27,60
Олія соняшникова	-	8,0	8,0	8,0
Масло вершкове	30,93	9,0	9,0	9,0
Цукор-пісок	20,62	4,2	4,2	4,2
Сіль	0,21	0,6	0,6	0,6
Ламінарія суха	-	1,56	1,56	1,6
Борошно пшеничне	55,66	37,47	37,47	38,0
Картопля свіжа	-	25,52**	52,27	52,0
Петрушка (зелень)	-	0,51***	1,067	1,0
Усього сировини	114,69	114,69	142,00	142,00
Вихід	100,00	100,00	100,00	100,00

Примітка. ** – розрахункова маса картоплі свіжої після випікання (51%);

*** – розрахункова маса петрушки (зелень) свіжої після випікання (47%).

Для визначення раціональних концентрацій ламінарії у вафельних напівфабрикатах керувалися розробленою баловою шкалою органолептичних показників якості.

Раціональну кількість добавки визначали на основі аналізу зміни комплексного показника якості виробів залежно від вмісту добавки (табл. 4.106). За раціональну обрали верхню межу концентрації, за якої органолептична оцінка виробу знаходиться на рівні контролю. Обґрунтування раціонального співвідношення та кількості основних та додаткових компонентів і способів їх

введення розроблено технологію напівфабрикату вафельного з ламінацією і селеном. Технологічний процес здійснюється у такій послідовності (рис. 4.126).

Таблиця 4.106

**Органолептична оцінка вафельних виробів із ламінацією
та селеном**

Показники якості	Коефіцієнт вагомості	Контроль	Дослід					
			Варіант № 1			Варіант № 2		
			Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3	Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3
Смак	0,3	4,90	4,90	5,00	4,90	5,00	5,00	3,75
Запах	0,2	5,00	4,90	4,95	4,95	4,97	4,96	3,80
Колір	0,1	4,90	4,50	4,90	4,80	4,92	4,90	3,75
Консистенція	0,2	4,85	4,50	4,83	4,80	4,83	4,82	4,50
Зовнішній вигляд	0,2	4,90	4,50	4,92	4,85	4,93	4,92	4,50
Середня балова оцінка		4,91	4,66	4,92	4,86	4,93	4,92	4,06

Підготовка сировини. Сировину інспектують на відповідність вимогам діючої нормативної документації. Перед використанням овочі перебирають, промивають у проточній воді та обсушують на повітрі.

Приготування тіста. Маргарин і олію збивають в ємності збивальної машини протягом $0,3-0,4 \cdot 10^3$ с. Додають яйця, цукор, сіль і продовжують збивати $0,4-0,6 \cdot 10^3$ с до утворення однорідної маси. Після закінчення збивання масу перекладають у діжку тістомісильної машини. Додають подрібнені на кутері очищену сиру картоплю і зелень петрушки, борошно, перемішане з ламінацією, і замішують тісто протягом $1,2-1,3 \cdot 10^2$ с. Тісто повинно бути густим, рівномірно перемішаним, без комків і слідів непромісу з вкрапленням ламінації.

Випікання. Вафельницю нагрівають до 170°C. На нижню плиту викладають тісто. При натисканні плит тісто розпливається по всій поверхні. Час випікання вафельних листів $1,2-1,3 \cdot 10^2$ с.

Формування. З гарячих вафельних листів формують напівфабрикати вафельні у вигляді трубочок або конусів. Сформовані напівфабрикати вафельні охолоджують протягом $1,2-1,5 \cdot 10^3$ с до кімнатної температури в умовах цеху.

Для оздоблення бісквітних і вафельних напівфабрикатів репродуктивного призначення розроблено технологію желе зі шпинату на карагенані та крем масляний з морквяним пюре.

При розробленні технології желе зі шпинату репродуктивного призначення урахували результати досліджень хімічного складу шпинату та желюючого компоненту; вплив технологічних властивостей сировинних компонентів на структурно-механічні показники желе; наявність фолієвої кислоти (99 мкг/100 г) у свіжому шпинаті, середню добову потребу людини репродуктивного віку (18–24 роки) у фолієвій кислоті (150–200 мкг), втрати фолатів при тепловій обробці та у процесі зберігання – від 30 до 90%.

Встановлена доцільність зниження у продуктах харчування репродуктивного призначення вмісту цукру шляхом використання природної сировини, що містить функціональні інгредієнти з метою систематичного поповнення організму людини необхідними біологічно активними компонентами. Залишається технологічно складним вилучити цукор зі складу желе, оскільки цукор є його структуроутворюючим компонентом. За результатами попередніх експериментальних досліджень з'ясовано, що вилучення цукру зі складу желе, виготовленого за традиційною технологією (масова частка якого складає 7,5%) призводить до зниження вмісту сухих речовин. Вміст сухих речовин у свіжому шпинаті 10%.

Для утворення стійкої гелеподібної структури желе без цукру необхідно використання речовини з підвищеними вологозв'язуючими властивостями.

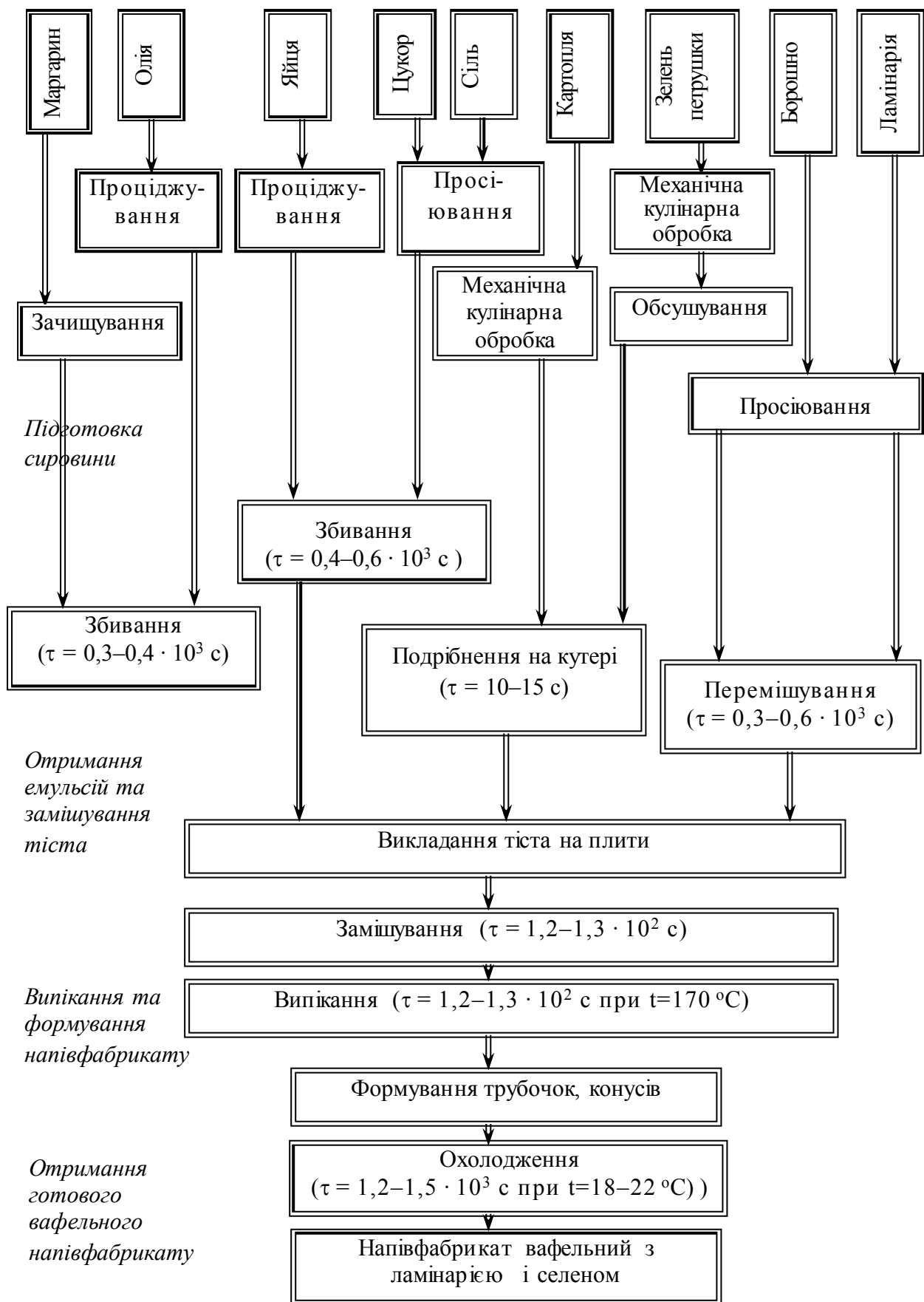


Рисунок 4.126 – Технологічна схема виробництва напівфабрикату вафельного з ламінарією і селеном

Крім того, для забезпечення відповідного виходу желе необхідно збільшувати витрати сировини (свіжого шпинату) або використати структуроутворюючі речовини.

Запропоновано у виробництві желе зі шпинату використовувати комплексний структуроутворювач, який складається із суміші інгредієнтів – К-карагенану, камеді рожкового дерева, модифікованого крохмалю, цитрату натрія. При спільному їх використанні посилюється позитивний синергетичний ефект: суміш загущується краще, ніж при застосуванні кожного з компонентів окремо, зменшується час утворення желе, підсилюється його стійкість. Кислотностійкий порошкоподібний желуючий компонент використовують у кондитерському виробництві для миттєвого глянсування тортів та тістечок, плодів та ягід, що тривалий час зберігають естетичний вигляд. Відповідно до рекомендацій виробника для отримання щільного желе використовують 60 г желуючого компонента на 1000 г рідини. Тому при розробленні технології желе зі шпинату без цукру доцільно використовувати комплексний драглеутворювач на заміну традиційного желатину.

Відомо, що свіжий шпинат має прісний, невиразний смак. Тому в технологіях з його використанням часто застосовують підкислювачі – лимонний сік або лимонну кислоту. Доведено, що наявна в лимонному соку аскорбінова кислота покращує засвоєння організмом людини фолієвої кислоти. Для надання желе зі шпинату приємного смаку, збільшення вмісту сухих речовин та збагачення вітаміном С замість води доцільно використовувати виноградно-яблучний сік.

Згідно з нормами фізіологічних потреб у харчових речовинах для населення репродуктивного віку та існуючими даними щодо наявності значної кількості фолієвої кислоти у шпинаті рекомендовані норми використання шпинату у виробництві функціональних продуктів у перерахунку на фолієву кислоту становили 30-60 г/100 г (що забезпечує 15–30% добової потреби у фолієвій кислоті). Проте використання 50% і більше шпинату не дозволяє отримати щільне желе з однорідною структурою. У зв'язку з цим під час експериментальних

досліджень використовувалось пюре зі шпинату в кількості від 30 до 50%. Аналіз традиційної технології показав, що співвідношення твердої частини (плоди свіжі та консервовані) до рідкої частини (суміш води, сиропу, цукру, желатину, лимонної кислоти) становить 1:1,5 або 40% до 60% відповідно. Це співвідношення використовували при розробленні технології желе зі шпинату, збільшуючи та зменшуючи відповідні показники з кроком 2,5%.

Визначення раціональної кількості шпинату в желе проводили за розробленою бальною шкалою органолептичних показників якості. Раціональну кількість шпинату визначали на основі аналізу зміни комплексного показника якості желе залежно від вмісту шпинату (табл. 4.107). За раціональну вибрано верхню межу концентрації, за якої органолептична оцінка виробу є на рівні контролю.

Таблиця 4.107

Балова оцінка органолептичних показників желе

Показники якості	Коефіцієнт вагомості	Контроль	Дослід						
			Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3	Дослід № 4	Дослід № 5	Дослід № 6	Дослід № 7
Смак	0,3	5,00	4,56	4,65	4,75	4,80	4,90	5,00	4,92
Запах	0,2	4,97	4,55	4,65	4,70	4,80	4,95	4,97	4,95
Колір	0,1	4,92	4,55	4,60	4,72	4,75	4,85	4,92	4,80
Консистенція	0,2	4,83	4,65	4,70	4,75	4,80	4,81	4,85	4,80
Зовнішній вигляд	0,2	4,93	4,54	4,60	4,73	4,85	4,90	4,95	4,85
Середня балова оцінка		4,93	4,57	4,64	4,73	4,80	4,88	4,94	4,86

За результатами оцінювання органолептичних показників якості желе встановили, що дослід № 6 отримав найвищу балову оцінку – 4,92 бала, що відповідає наявності у технології желе зі шпинату рідкої частини (суміш яблучно-виноградного соку, желюючий компонент та солі) – 67,5% та твердої (пюре зі свіжого шпинату) – 32,5%. Додавання більшої кількості шпинату відносно рідкої

частини знижує смакові якості желе – переважає присмак шпинату, що є небажаним. При збільшенні рідкої частини до 70% і вище смак желе є невиразним.

Запропонована така технологія желе зі шпинату (рис 4.127): свіжий шпинат подрібнюється на кутері до пюреподібного стану, в посуд наливається вода або виноградно-яблучний сік і доводиться до кипіння, додається пюре зі шпинату і сіль, всипається тоненькою цівкою желуючий компонент; маса ретельно перемішується, доводиться до кипіння ($t=10-15$ с) і проціджується крізь сито з розміром комірок 1–1,5 мм.

Формування желе здійснюють такими способами: формовий – відливанням желевної маси в жорсткі форми; пластовий – відливанням желевної маси у лотки шаром 1–1,5 см з наступним нарізуванням на окремі вироби. Охолодження желе здійснюється при температурі повітря 15–20°C і відносній вологості 60–70% протягом 1,8–2,4·10³ с, у холодильній шафі протягом 0,3–0,4·10³ с залежно від товщини шару.

Рекомендовано використовувати вершкові креми для оздоблення бісквітного та вафельного напівфабрикату, що покращує органолептичні показники основного напівфабрикату. При створенні борошняних харчових композицій без цукру для надання відтінків смаку пропонуються масляні суміші, основою яких є масло вершкове. Відповідно до принципів репродуктивного харчування при розробленні технології крему встановлено необхідність збагачення його каротиноїдами. Серед основних продуктів, придатних для використання у виробництві вершкових кремів, обрано моркву, масло вершкове. Вміст каротиноїдів у моркві свіжій – 13,44 мг / 100г, маслі вершковому – 0,38 мг / 100 г, пюре з моркви – 10,84 мг / 100 г. При тепловій обробці та у процесі зберігання відбуваються втрати каротиноїдів до 20%.

Проведені постановочні технологічні дослідження щодо можливості використання пюре з моркви у технології масляного крему без цукру. Для задоволення 15–30%-ної добової потреби людини у каротиноїдах, яка становить 4,0 мг, необхідно забезпечити вміст каротиноїдів у 100 г крему на рівні 0,6мг – 1,2 мг.

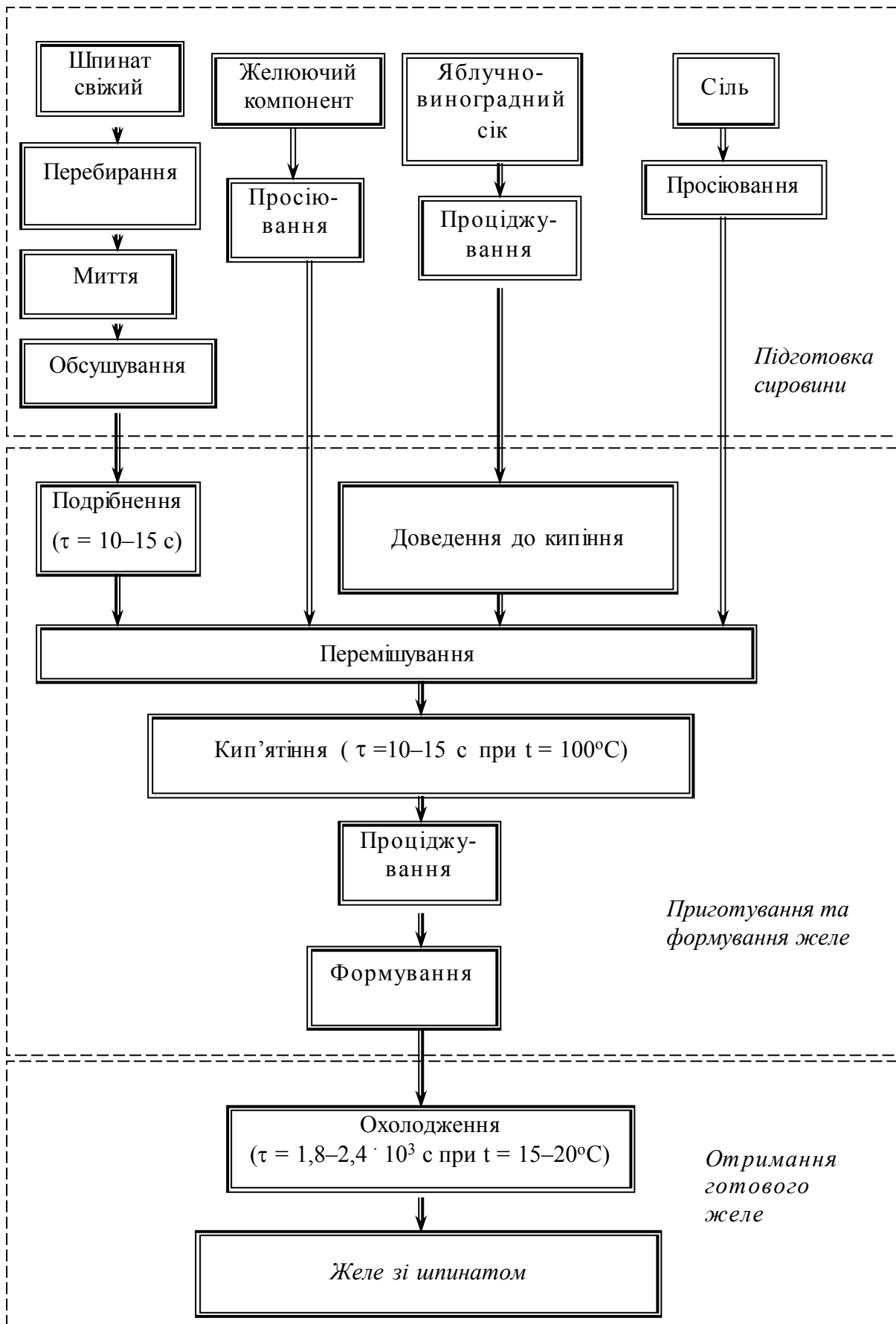


Рисунок 4.127 – Технологічна схема виробництва желе зі шпинату

Із літературних джерел визначено, що співвідношення моркв'яного пюре та масла вершкового – 1:45,2 або 16 та 83% відповідно. При цьому вміст каротиноїдів у кремі склав 0,28 мг / 100 г, що становить 6,8% від добової потреби.

Наступним кроком стало визначення раціональних кількостей моркв'яного пюре у кремі за розробленою бальною шкалою органолептичних показників якості. Раціональну кількість моркв'яного пюре визначали на основі аналізу зміни комплексного показника якості крему залежно від його вмісту (табл. 4.108). За раціональну вибрано верхню межу концентрації, за якої органолептична оцінка виробу відповідає контролю.

Таблиця 4.108

Органолептична оцінка крему вершково-морквяного

Показник	Коефіцієнт вагомості	Контроль	Дослід					
			Дослід № 1	Дослід № 2	Дослід № 3	Дослід № 4	Дослід № 5	Дослід № 6
Смак	0,3	4,95	4,90	5,00	4,90	5,00	5,00	3,55
Запах	0,2	5,00	4,90	4,95	4,95	4,95	4,96	3,65
Колір	0,1	4,95	4,50	4,90	4,80	4,95	4,90	4,05
Консистенція	0,2	4,90	4,50	4,83	4,80	4,86	4,82	3,20
Зовнішній вигляд	0,2	4,95	4,50	4,92	4,85	4,95	4,92	3,20
Середня бальова оцінка		4,95	4,45	4,58	4,80	4,95	4,20	3,53

За результатами оцінювання органолептичних показників якості желе встановили, що дослід № 4 отримав найвищу бальову оцінку – 4,95 бала, яка є на рівні контролю, що відповідає наявності у кремі моркв'яного пюре – 50%, масла вершкового – 50%. Додавання більшої кількості моркв'яного пюре відносно вершкового масла негативно впливає на всі органолептичні показники.

Встановлено раціональне співвідношення кількості моркв'яного пюре та масла вершкового – 50 : 50% відповідно. При цьому вміст каротиноїдів у кремі склав 0,87 мг / 100 г, що становить 21,8% від добової потреби.

Раціональну кількість моркв'яного пюре визначали на основі аналізу зміни комплексного показника якості крему залежно від його вмісту (табл. 4.105). За раціональну вибрано верхню межу концентрації, за якої органолептична оцінка виробу відповідає контролю.

За результатами оцінювання органолептичних показників якості желе встановили, що дослід № 4 отримав найвищу балову оцінку – 4,95 бала, яка є на рівні контролю, що відповідає наявності у кремі моркв'яному пюре – 50%, масла вершкового – 50%. Додавання більшої кількості моркв'яного пюре відносно вершкового масла негативно впливає на всі органолептичні показники.

Встановлено раціональне співвідношення кількості моркв'яного пюре та масла вершкового – 50 : 50% відповідно. При цьому вміст каротиноїдів у кремі склав 0,87 мг / 100 г, що становить 21,8% від добової потреби.

Технологічний процес здійснюється у такій послідовності:

Свіжу моркву миють, очищують, відварюють до готовності та протирають. Зачищене і нарізане на шматки вершкове масло збивають у збивальній машині на малих обертах протягом $0,3-0,42 \cdot 10^3$ с. Наприкінці збивання додають моркв'яне пюре та сіль і збивають до отримання однорідної маси.

Температура крему: $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (в умовах цеху), $6 \pm 2^\circ\text{C}$ (у холодильній шафі).

4.8. Кондитерські оздоблювальні напівфабрикати

Результати досліджень багатьох наукових центрів світу підтверджують, що використання в їжу цукрози як хімічно чистої біологічної речовини негативно впливає на здоров'я людини, а в деяких випадках призводить до появи або загострення багатьох захворювань. Особливо небажаним є використання надлишку цукру в дитячому харчуванні, а також в дієтичному харчуванні осіб, які страждають на цукровий діабет та ожиріння. Основною вимогою до раціонів харчування хворих на ожиріння і цукровий діабет є обмеження вмісту швидкорозчинних та швидкозасвоюваних (цукор)

вуглеводів, які є основними постачальниками енергії, основою для синтезу жиру, мають гіперглікемічний ефект.

Серед широкого асортименту харчових продуктів борошняні кондитерські вироби містять значну кількість цукрози і насичених жирних кислот, що виключає можливість їх споживання хворими на цукровий діабет та ожиріння. Зниження енергетичної цінності досягається за рахунок використання структуроутворюючих; загущуючих речовин та інтенсивних натуральних підсолоджувачів і вилученні цукру. Визначено доцільність використання натуральних підсолоджувачів у виробництві борошняних кондитерських і булочних виробів, серед яких на особливу увагу заслуговують натуральні продукти переробки, підсолоджувачі зі стевії. Багаторічними дослідженнями підтверджено нешкідливість стевіозидів, їх здатність сприяти нормалізації функції імунної системи людини, кровообігу, артеріального тиску; покращувати репарацію виразкових процесів, стимулювати секрецію інсуліну.

Встановлено актуальність та доцільність розроблення технологій оздоблювальних напівфабрикатів для борошняних кондитерських виробів зниженої енергетичної цінності з використанням екстракту "Стевіасан" і карагенану. Це дасть змогу розширити асортимент функціональних продуктів, зокрема для харчування хворих на цукровий діабет.

Фізико-хімічні й технологічні характеристики екстракту "Стевіасан" і карагенану дозволили прогнозувати можливість їхнього застосування у технологіях оздоблювальних кондитерських напівфабрикатів, солодких страв зі зниженим вмістом або без цукру, масову частку якого необхідно компенсувати іншими рецептурними компонентами.

У кремах, виготовлених на основі молока ("Шарлотт", "Новий", "Заварний") вже при частковому вилученні цукру залишається вільна волога, яка перешкоджає утворенню емульсії з маслом вершковим, а при її збиванні – піни, що унеможливорює утворення структури, характерної для традиційного крему. У фруктових начинках вилучення цукру також сприяє підвищенню

вільної вологи, що знижує їхні органолептичні показники і здатність до зберігання. Для зв'язування вільної вологи, з метою наближення структурно-механічних характеристик оздоблювальних напівфабрикатів до традиційних, використаний карагенан

Важливою технологічною умовою для утворення структури оздоблювальних напівфабрикатів без цукру є наявність певної стабільної в'язкості, яка залежить, головним чином, від наявності у їх складі структуроутворюючих речовин та характеру процесу структуроутворення, що відбувається. Вивчення структурно-механічних характеристик оздоблювальних напівфабрикатів, у тому числі з пінною структурою, засновано на встановленні деформаційних процесів, які відбуваються у цих системах під впливом напруги. Це дозволяє визначити характер утворених структур та їх зміни у часі.

Для визначення структурної в'язкості та механічних властивостей оздоблювальних напівфабрикатів на основі модельних харчових систем на карагенані, як в області зруйнованих, так і незруйнованих структур застосовується метод побудови реологічної кривої залежності ефективної в'язкості (η_{ef}) від швидкості (напруги) зсуву (D_t , τ_t). За умови малих навантажень деформація практично не розвивається, структура не руйнується. Вона характеризується найбільшим значенням ефективної в'язкості (η_0). Зі зростанням навантаження здійснюється руйнування структури, реологічна крива різко падає і ефективна в'язкість зменшується до граничного значення η_{max} , яке відповідає повному руйнуванню структури.

З метою визначення впливу карагенану на структурно-механічні властивості начинки фруктової з екстрактом Стевіасан проведені експериментальні проробки модельних композицій з додаванням карагенану в кількості від 0 до 3,0% до маси начинки, оскільки додавання більшої кількості карагенану значно погіршує органолептичні показники якості начинки (начинка набуває солонуватого присмаку).

При складанні модельних композицій начинки враховували визначений рівень гідратації карагенану у воді 1:50 та вміст вільної вологи у складі пюре яблучного. Традиційно при приготуванні фруктових начинок (джемів) фруктове пюре уварюють до вмісту розчинних сухих речовин 30–40%, додають цукор-пісок і уварюють до вмісту сухих речовин 68–74%. Постановочні технологічні дослідження дозволили визначити, що отримати начинку фруктовою без цукру з консистенцією, яка властива традиційним виробам, можливо шляхом додавання розчину карагенану на стадії введення цукру і нетривалого уварювання.

Попередніми дослідженнями встановлено, що при уварюванні яблучного пюре при температурі $90\pm 2^\circ\text{C}$ протягом 40 хв. вміст води у ньому знижується з 90,0 до 59,4%.

Експериментально визначено, що вміст зв'язаної вологи у пюре яблучному при уварюванні до 40% с.р. (сухих речовин) зростає з 6,2 до 14,8%, тобто у 2,4 раза, що є наслідком додаткового зв'язування води пектиновими речовинами пюре, які розчиняються при нагріванні (табл. 4.109).

Вміст вільної води у пюре яблучному, увареному до вмісту сухих речовин 40%, становить 45,2% (зв'язаної – 14,8%). Враховуючи значну кількість вільної вологи в пюре яблучному, карагенан при виробництві начинки фруктової використовували з мінімальним для утворення однорідної дисперсії гідромодулем – 1:15.

Таблиця 4.109

Фракційний склад води у пюре яблучному: сирому та увареному $P < 0,05$

Зразок	Вміст води, г/100 пюре		
	загальної	вільної	зв'язаної
Пюре яблучне не уварене (10% с.р.)	90,0 \pm 1,9	83,8 \pm 2,4	6,2 \pm 0,3
Пюре яблучне уварене (40% с.р.)	60,0 \pm 2,3	45,2 \pm 1,7	14,8 \pm 0,6

Приготування модельних харчових композицій начинки фруктової здійснювали відповідно до визначених співвідношень складових компонентів (табл. 4. 110).

Таблиця 4.110

Модельні харчові композиції начинки фруктової на карагенані (г/100 г)

Зразок	Найменування сировини					Вологість начинки, %
	пюре яблучне (40% сухих речовин)	карагенан, % до маси пюре яблучного	цукор-пісок	вода	екстракт "Стевіасан" (сухий)	
Контроль	40,0	-	60,0	-	-	27,4
Дослід № 1	100,0	0,5	-	7,5	0,2	59,2
Дослід № 2	100,0	1,0	-	15,0	0,2	61,4
Дослід № 3	100,0	1,5	-	22,5	0,2	63,7
Дослід № 4	100,0	2,0	-	30,0	0,2	68,8
Дослід № 5	100,0	2,5	-	37,5	0,2	74,0
Дослід № 6	100,0	3,0	-	45,0	0,2	79,2

Примітка. * Пюре яблучне із вмістом сухих речовин 10%.

Втрата маси та об'єму модельних композицій начинки компенсована використанням додаткової кількості пюре яблучного. Кількість сирого яблучного пюре в модельних композиціях начинки збільшено у 7,3 раза, увареного – у 2,5 раза відповідно. Для надання модельним композиціям солодкого смаку використовували сухий екстракт Стевіасан, враховуючи $K_{\text{сол}}$ відносно цукрози – 300 од.

Приготування модельних композицій начинки здійснювали в 4 етапи: 1 – уварювання яблучного пюре до вмісту сухих речовин 40%, 2 – розчинення карагенану та екстракту Стевіасан у воді, 3 – змішування водно-карагенанового розчину з увареним до 40% с.р. яблучним пюре при нагріванні, 4 – уварювання яблучного пюре з карагенаном та екстрактом Стевіасан протягом 15–20 хв.

Необхідність використання карагенану у складі фруктових начинок без цукру підтверджено дослідженнями їх реологічних властивостей.

При збільшенні напруги зсуву спостерігається інтенсивне руйнування просторової структури начинки, що призводить до зниження в'язкості системи (рис. 4.128).

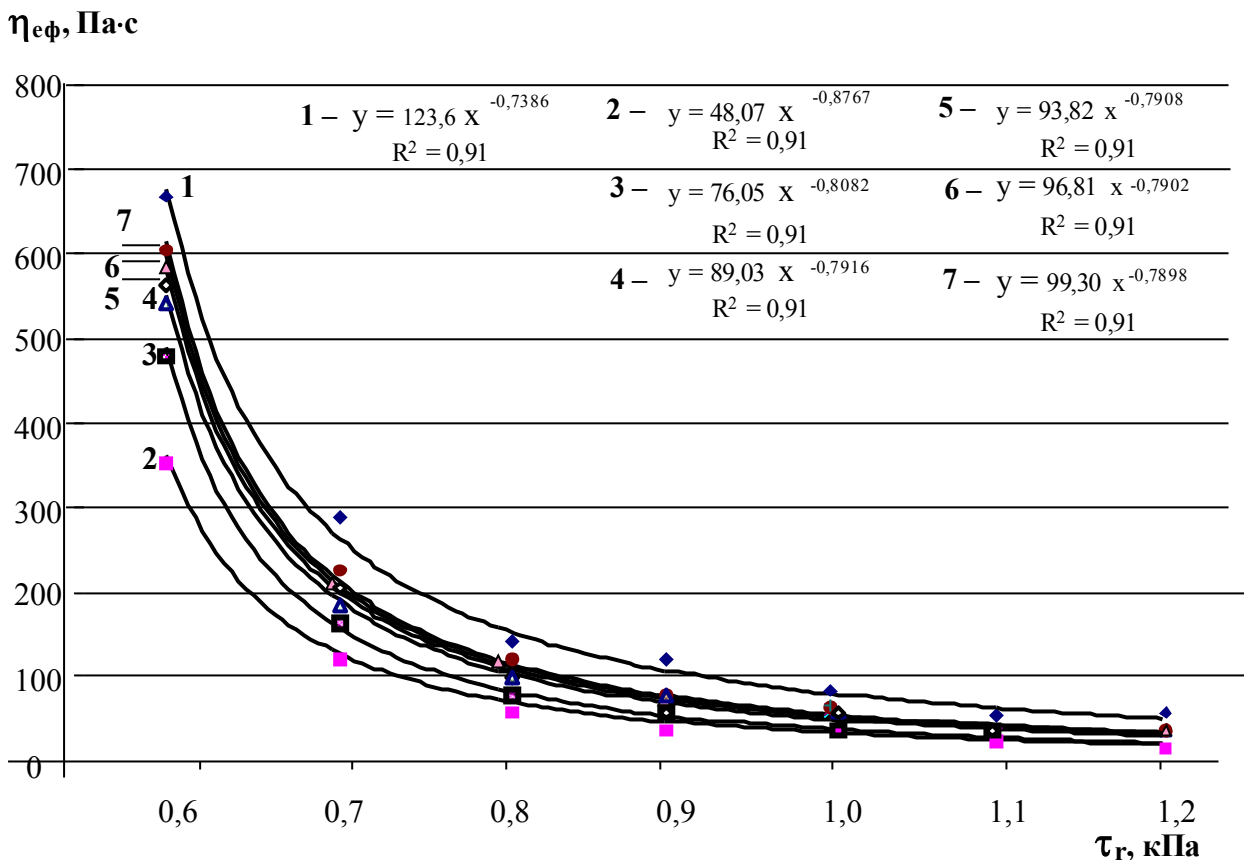


Рисунок 4.128 – Залежність ефективної в'язкості модельних композицій начинки фруктової на карагенані від напруги зсуву: 1 – контроль; 2 – дослід № 1; 3 – дослід № 2; 4 – дослід № 3; 5 – дослід № 4; 6 – дослід № 5; 7 – дослід № 6.

Встановлено, що поступове збільшення напруги зсуву призводить до руйнування системі після досягнення значення 0,95-1,0 кПа для дослідних зразків та 1,05–1,1 кПа – для контролю, вони течуть як ньютонівські рідини (рис. 4.128).

Визначено, що при введенні в начинку карагенану до 1,5% до маси начинки, ефективна в'язкість її зростає до 106,2 Па·с (рис. 4.128, крива 4), що становить 72,9% від контролю, а при додаванні 2,0% карагенану до маси начинки – 111,9 Па·с (на 23,2% нижче за контрольний зразок – 145,7 Па·с) при нарузі зсуву 0,8 кПа (рис. 4.128, крива 5). При збільшенні концентрації карагенану уповільнюється зростання

ефективної в'язкості модельних композицій начинки. Так, при вмісті карагенану у складі начинки фруктової 2,5% її в'язкість нижче за контроль на 20,72% (рис. 4. 128, крива 6), а при вмісті карагенану 3,0% – на 18,7% (рис. 4. 128, крива 7). Отже, використання 1,5-3,0% карагенану (криві 4-7) дозволяє отримати начинку з в'язкістю, яка знаходиться на рівні контролю.

Оскільки карагенанові гелі зміцнюються при охолодженні та нетривалому зберіганні, ми вважали за доцільне дослідити кінетику міцності модельних композицій начинок фруктових у процесі їх зберігання (протягом встановленого строку зберігання цього виду оздоблювальних напівфабрикатів – 72 год) при температурі 4–6°C. Результати експериментальних досліджень наведено на рис. 4.129.

За результатами проведених досліджень встановлено, що в процесі зберігання при температурі 4°C механічна міцність структури начинок з використанням карагінану збільшується і при додаванні 2,5-3,0% карагінану (досліди 5, 6) значно перевищує відповідні значення контролю. Так, вже через годину охолодження гранична напруга зсуву (ГНЗ) дослідів 5 та 6 на 9,6% перевищує контроль. Через 12 год зберігання дослідів 5 та 6 за значеннями ГНЗ на 17,5% та 28,7% вище за контроль, через 48 год – на 29,5% та 46,7%, через 72 год – на 26,9% та 43,0% відповідно. Менш інтенсивне збільшення міцності зразків, що зберігалися 72 год, є результатом розвитку синерезису.

У дослідних зразків 3 та 4 із використанням 1,5–2,0% карагенану після 1 год зберігання значення ГНЗ становить відповідно 80,5% та 89,7% від контролю. Проте ця різниця скорочується до 92,7% та 103,2% від контролю вже після 12 год зберігання, а через 48 год міцність цих зразків на 0,6% та 7,5% вища за міцність контрольного зразка.

Внаслідок розвитку процесів синерезису через 72 год зберігання спостерігається незначне зменшення міцності дослідних зразків 3-4 (на 1,2% та 2,0% порівняно з відповідними значеннями після 48 год зберігання), значення

ГНЗ для зразка з 1,5% карагенану на 1,9% нижче за контроль, а для зразка з 2,0% карагенану – на 4,0% перевищує значення контролю.

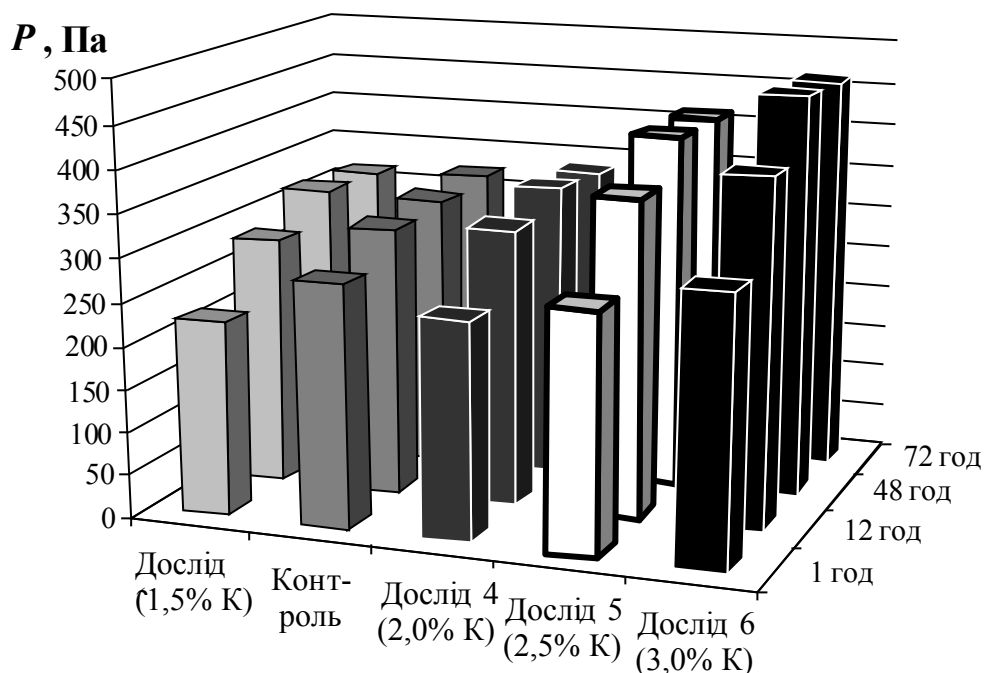


Рисунок 4.129 – Міцність модельних композицій начинки фруктової з екстрактом "Стевіасан" та карагінаном (К) при зберіганні ($t=4^{\circ}\text{C}$)

За результатами проведеного дослідження встановлено, що міцність начинок фруктових з концентрацією карагенану 1,5–3,0% зростає при $t=4\pm 2^{\circ}\text{C}$ у перші 12 год зберігання (в середньому на 30%), а після 48 год у дослідних зразках починає розвиватися синерезис, що є наслідком незначного зниження значень ГНЗ (на 0,7-2,0%) (табл. 4.111).

Взагалі за 72 год зберігання значення ГНЗ начинок фруктових з 2,5 та 3,0% карагенану зростають на 48,0–49,5% і становлять 410 Па та 462 Па проти 323 Па у контролі. Це обумовлено внутрішньою структурою систем і залежить від природи та співвідношення речовин, які входять до їх складу, а також від сил взаємодії між ними.

Динаміка зміни ГНЗ начинок фруктових із різною концентрацією карагенану протягом 72 год зберігання при $t=4^{\circ}\text{C}$

Дослідні зразки з різною концентрацією карагінану (К)	Відносне відхилення ГНЗ при зберіганні, %			
	12 год/1 год	48 год/12 год	72 год/48 год	72 год/1 год
Контроль	+11,3	+1,6	+1,3	+14,5
Дослід № 3 (1,5% К)	+28,2	+10,3	-1,2	+39,6
Дослід № 4 (2,0% К)	+28,1	+5,9	-2,0	+32,8
Дослід № 5 (2,5% К)	+33,2	+11,9	-0,7	+48,0
Дослід № 6 (3,0% К)	+30,7	+15,8	-1,3	+49,5

Оскільки у складі дослідних зразків начинки фруктової міститься значна кількість полісахаридів: карагенану та пектинових речовин яблучного пюре, збільшення значень ГНЗ пояснюється розвитком макромолекулярної матриці у системах протягом перших 48 год.

Експериментально підтверджено, що використання 1,5-2,0% карагенану дозволяє отримати начинку з міцністю, яка вже після 12 год зберігання при температурі $4-6^{\circ}\text{C}$ (291–324 Па) знаходиться на рівні контролю (314 Па) і змінюється відповідно до контролю при більш тривалому зберіганні (72 год).

З метою визначення впливу карагенану на структурно-механічні властивості модельних композицій крему без цукру проведено експериментальні проробки модельних композицій з екстрактом Стевіасан з додаванням карагенану в кількості від 1,0 до 3,0% до маси молока. При приготуванні модельних композицій крему без цукру зміна маси та об'єму модельних композицій крему компенсована використанням додаткової кількості молока. Кількість молока в рецептурах модельних композицій збільшено у 3 рази. Приготування модельних композицій крему здійснювали відповідно до визначених співвідношень складових компонентів (табл. 4.112). Для надання модельним композиціям солодкого смаку використовували сухий екстракт Стевіасан, враховуючи $K_{\text{сол}}$ відносно цукрози – 300 од.

Приготування модельних харчових композицій крему здійснювали у 3 етапи: 1 – розчинення карагенану та екстракту Стевіасан у молоці, 2 – приготування молочно-карагенанового розчину, 3 – збивання масла вершкового з охолодженою молочно-карагенановою сумішшю.

Таблиця 4.112

Модельні харчові композиції крему на карагінані (г/100г)

Зразок	Сировина					
	молоко пастеризоване (1,5% жиру)	карагінан		цукор	масло вершкове (82,5% жиру)	екстракт Стевіасан (сухий)
		% до маси молока	г / 100 г крему			
Контроль	20,0	-	-	39,9	40,1	-
дослід № 1	58,7	1,0	0,60	-	40,1	0,13
дослід № 2	58,7	1,5	0,88	-	40,1	0,13
дослід № 3	58,7	2,0	1,17	-	40,1	0,13
дослід № 4	58,7	2,5	1,47	-	40,1	0,13
дослід № 5	58,7	3,0	1,76	-	40,1	0,13

Одними із критеріїв оцінки раціональної концентрації карагінану в модельних композиціях крему є показники ефективної в'язкості та градієнта швидкості зсуву. Наявність певної в'язкості перешкоджає зменшенню прошарку середовища між бульбашками під час утворення великої поверхні розподілу, що призводить до її розриву та коалесценції бульбашок повітря. Висока структурна в'язкість визначає механічну міцність піни, надає їй фізико-хімічних властивостей твердого тіла. Зміни реологічних властивостей кремів обумовлені відповідним співвідношенням зруйнованих та відновлених зв'язків структури, що залежить від величини значення градієнта швидкості зсуву ($D\dot{\gamma}$). Результати досліджень представлені у вигляді графічної залежності ефективної в'язкості модельних композицій крему від градієнта швидкості зсуву (рис. 4.130). При збільшенні концентрації карагенану в модельних композиціях їх в'язкість зростає. З'ясовано, що при збільшенні градієнта швидкості зсуву в'язкість модельних композицій кремів з карагенаном знижується швидше, ніж контрольного зразка (рис. 4.130).

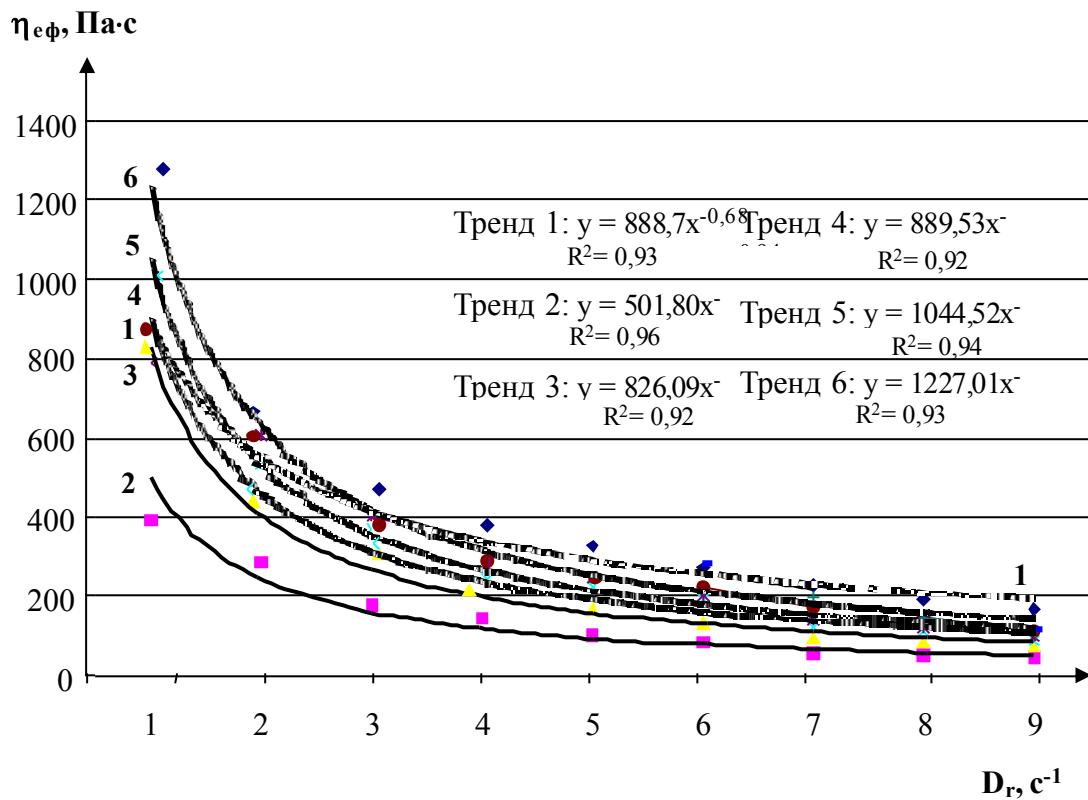


Рисунок 4.130 – Залежність ефективної в'язкості ($\eta_{\text{еф}}$) модельних композицій крему з карагінаном (К) від швидкості зсуву (D_r): 1 – контроль; 2 – дослід № 1 (1,0% К); 3 – дослід № 2 (1,5% К); 4 – дослід № 3 (2,0% К); 5 – дослід № 4 (2,5% К); 6 – дослід № 5 (3,0% К)

Реологічні дослідження підтверджують, що розроблені модельні композиції кремів належать до нен'ютонівських псевдопластичних рідин. Причому зниження міцності та пружності структури дослідних зразків відбувається більш інтенсивно порівняно з контролем, що є наслідком руйнування просторової матриці карагенанових гелів і свідченням їх менш стабільної структури. Відмічено, що при невеликих значеннях градієнта швидкості зсуву ($1,0; 1,8 \text{ c}^{-1}$) значення ефективної в'язкості дослідних зразків крему № 4-5 (вміст карагенану – 2,5–3,0% до маси молока) перевищує відповідні значення контрольного зразка в середньому від 6 до 40%. При градієнті швидкості $3,0 \text{ c}^{-1}$ контрольне значення ефективної в'язкості перевищує лише зразок № 5 – на 6,0% відповідно (рис. 4.72). Використання 2,5–3,0% карагенану до маси молока (дослідні зразки № 4 та № 5) дозволяє отримати крем із в'язкістю, яка знаходиться на рівні контролю при невисоких значеннях градієнта швидкості зсуву (до $4,0 \text{ c}^{-1}$).

Визначено, що при значеннях градієнта швидкості зсуву $9,0-48,6\text{ c}^{-1}$ ефективна в'язкість усіх зразків крему нижча за відповідні значення контролю і при робочих градієнтах швидкості зсуву, які використовують при оздобленні кремом виробів ($D\tau=48,6\text{ c}^{-1}$), ефективна в'язкість харчових композицій № 1–5 складає 21,8%, 45,6%, 49,3%, 54,0%, 57,7% відповідно від контролю. Це пов'язано з тим, що структура дослідних зразків менш стабільна і швидше порушується при механічних впливах (табл. 4.113).

Таблиця 4.113

Ефективна в'язкість харчових композицій крему на карагенані при швидкості зсуву $48,6\text{ c}^{-1}$ ($P < 0,05$)

Зразок	Ефективна в'язкість, Па·с
Контроль	$2,98 \pm 0,07$
Дослід № 1	$0,650 \pm 0,024$
Дослід № 2	$1,36 \pm 0,03$
Дослід № 3	$1,47 \pm 0,04$
Дослід № 4	$1,61 \pm 0,06$
Дослід № 5	$1,72 \pm 0,07$

При збільшенні градієнта швидкості зсуву структура дослідних зразків порушується більш інтенсивно порівняно з контролем. Разом із тим, як видно на рис 4.131, з дослідних зразків крему № 4–5 структура їх порушувалася і не відбувалося тиксотропного її відновлення. У зв'язку з цим такий крем рекомендується використовувати для начинення випечених БКВ.

Результати досліджень показали, що залежність піноутворювальної здатності кремів від концентрації карагінану має нелінійний характер (рис. 4.131). Визначено, що максимального значення (170%) піноутворювальна здатність крему набуває при концентрації карагінану – 2,7% до маси молока. Дослідження впливу карагінану на якісні показники модельних харчових композицій кремів без цукру показали, що використання карагінану не дозволяє отримати крем належної якості.

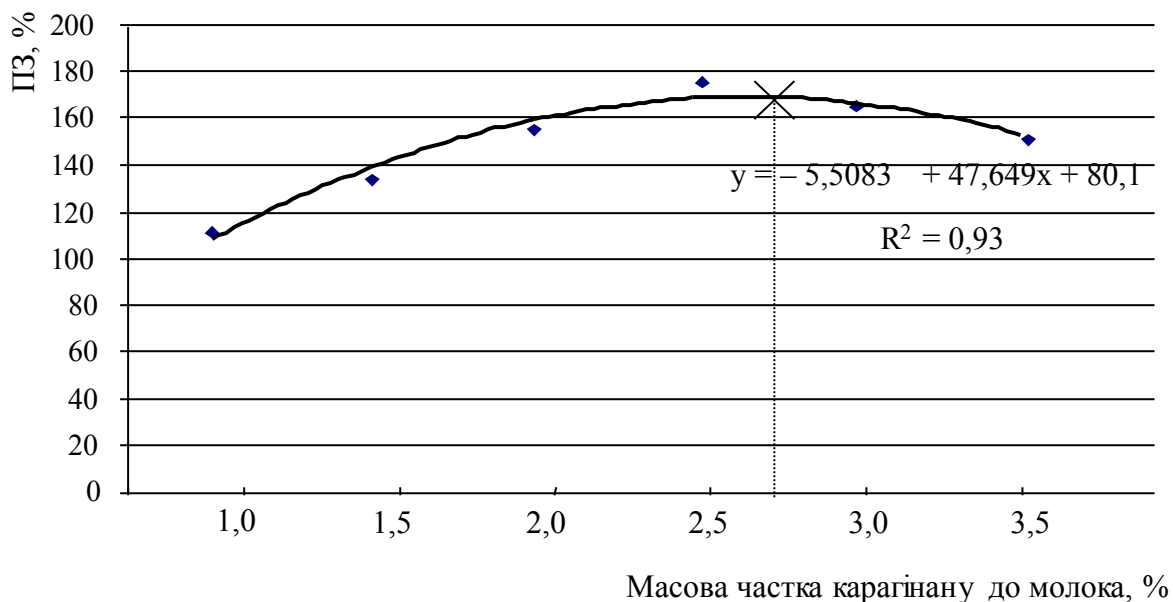


Рисунок 4.131 – Залежність піноутворювальної здатності модельних композицій крему від вмісту карагінану

Відомо, що піноутворювальна здатність якісного вершкового крему має становити 250–300%. Піноутворювальна здатність модельних композицій крему з використанням 2,5–3,0% карагінану до маси молока на 32,0–34,4% нижча за контроль, а в'язкість цих зразків при робочому градієнті швидкості зсуву ($Dt=48,6 \text{ c}^{-1}$) складає 54,0–57,7% від контролю.

Для оптимізації процесу виробництва вершкових кремів на карагенані запропоновано підвищити піноутворювальну здатність та стабілізувати в'язкість модельних композицій (при високих значеннях градієнта швидкості зсуву) шляхом введення у структуру кремів стабілізатора та поверхнево активної речовини – желатину. Вибір желатину базується на таких факторах:

- желатин має високу піноутворювальну здатність (ПЗ 0,5%-го молочного розчину желатину становить 294%);
- різноіменно заряджені молекули желатину та карагінану, знаходячись одночасно у розчині, при певних значеннях рН (до або після ізоелектричної точки білка) будуть внаслідок дії сил електростатичної взаємодії притягуватись

одна до одної з утворенням асоціатів. Це дасть змогу знизити процес синерезису карагенанових гелів;

– сполучення молочного білка з вищенаведеними піноутворювальними та стабілізуючими агентами дасть змогу не тільки досягнути синергетичного ефекту щодо вологозв'язування та піноутворення, але і зробити таку систему більш стійкою при зберіганні, надати готовому виробу відповідні консистенцію та товарний вигляд.

Приготування вершкового крему на карагінані та желатині передбачає попереднє приготування молочно-карагінаново-желатинової суміші. Використання двох структуроутворювачів потребує дослідження їх взаємодії у молочному розчині.

Карагінан належить до аніоноактивних структуроутворювачів, які містять у молекулі полярні групи – OSO_3 – (кислотні) та дисоціюють у розчині з утворенням негативно заряджених іонів, що визначають їх активність. Проте при низьких значеннях кислотної області рН макромолекули карагенану неіонізовані, але вже при значеннях рН, близьких до нейтральних, молекула набуває негативний заряд за рахунок частково іонізованих сульфогруп. У нейтральному та лужному середовищі від сульфогруп атоми H^+ відділяються у значно більшій кількості й молекула карагінану набуває максимальний за розміром негативний заряд. Поява великої кількості одноіменно заряджених сульфогруп у молекулі та виникнення в результаті цього електростатичного відштовхування спричиняють до розвернення молекулярних клубків у спіраль.

Желатин належить до амфотерних структуроутворювачів, які залежно від рН розчину виявляють властивості катіонних або аніонних речовин. Молекула желатину в агрегативному стані знаходиться у вигляді спіралі й у стані статичного клубка. В ізоелектричній точці желатин знаходиться у вигляді клубка, а при зниженні або підвищенні рН внаслідок дії сил електростатичного відштовхування молекула желатину розвертається у спіраль.

Таким чином, молекула карагенану знаходиться у вигляді спіралі у лужному та нейтральному середовищі, а молекула желатину – у кислому та лужному середовищі. Це обумовлює сумісність даних поліелектролітів при певних значеннях рН.

Встановлено значення рН молочно-карагіаново-желатинової суміші з екстрактом Стевіасан – 7,8. Отже, знаходячись одночасно у розчині, різноіменно заряджені молекули карагенану та желатину при значеннях рН 7,8 будуть, ймовірно, внаслідок дії сил електростатичної взаємодії притягуватись одна до одної з утворенням асоціатів, які переважатимуть за своїми гелеутворюючими характеристиками карагенан та желатин.

Досліджено драглеутворювальну здатність композиційного структуроутворювача карагіан: желатин залежно від їх співвідношення і концентрації у молоці.

За допомогою органолептичної оцінки встановлено, що при концентрації комплексного драглеутворювача – 3,3% та вище при всіх досліджених співвідношеннях карагіан: желатин формувалися непрозорі білі гелі з глянцевою поверхнею без запаху. Причому зі збільшенням вмісту желатину зростала насиченість глянцевого вигляду поверхні. При зниженні вмісту комплексного драглеутворювача у молочному розчині нижче 3,3% утворюються в'язкі розчини із включеннями згустків гелеутворювача (золі), які не перетворюються на гелі.

Встановлено також, що при співвідношенні карагіан:желатин 2:1 можна отримати достатньо міцний молочний гель при загальній концентрації комплексного драглеутворювача – 2,5%. У зв'язку з цим визначено, що мінімальна концентрація комплексного драглеутворювача карагіан:желатин, необхідна для утворення молочних гелів, складає 2,5% (гідромодуль 1:40) – за умови використання суміші карагіан: желатин 2:1 та 3,3% (гідромодуль 1:30) – за умови використання суміші карагіан:желатин 1:1 та 1:2.

Після доби та 7 діб зберігання всі карагінаново-желатинові гелі на молоці, що утворилися (приготовані у співвідношенні драглеутворювача та молока – 1:15, 1:20, 1:5, 1:30 при співвідношенні карагенан: желатин – 1:1 та 1:2, а також 1:15, 1:20, 1:25, 1:30, 1:40 – при співвідношенні карагінан: желатин – 2:1), не змінилися. Відділення води з них не спостерігалось. Таким чином, встановлено, що додавання желатину дозволяє попередити синерезис карагінанового гелю. Експериментально підтверджено результати інших науковців щодо зниження в'язкості гелів карагінану при старінні, чого не спостерігається у гелів желатину.

Відмічено зниження температури гелеутворення молочно-карагінанових гелів при використанні желатину. Так, температура гелеутворення 2,0 % молочних гелів карагінану складає 44–46°C, а 3,0%-их – при співвідношенні карагінан: желатин 1:1 – 36–37°C; 1:2 – 34–35°C; а 2:1 – 38–40°C, що сприяє отриманню більш однорідної емульсії-піни при збиванні молочно-карагінаново-желатинової маси з вершковим маслом.

З метою визначення впливу желатину на процес піноутворення модельних харчових композицій на карагенані проведено експериментальні дослідження розроблених композицій кремів на карагінані (від 0,5 до 2,5%) з додаванням різної кількості желатину – від 1 до 4% (табл. 4.114). Обрані межі концентрацій структуроутворювачів пояснюються різною вологоутримуючою здатністю та результатами попередніх експериментальних досліджень.

Відмічено збільшення піноутворювальної здатності модельних харчових композицій кремів при збільшенні дозування желатину та карагенану до певної граничної концентрації комплексу структуроутворювачів у суміші (5,5%), вище якої спостерігається зниження ПЗ кремів (табл. 4.115).

Підвищення ПЗ кремів при використанні желатину пояснюється наявністю в останнього високої поверхневої активності, в результаті чого знижується

поверхневий натяг на межі розподілу фаз "масляна емульсія – повітря", що є головним фактором спрощення насичення системи повітрям.

Таблиця 4.114

Модельні харчові композиції крему на карагінані з желатином (г/100 г)

Зразок	Найменування сировини						
	молоко пастеризоване (1,5% жиру)	карагінан	желатин	співвідношення (карагінан+желатин): молоко	цукор	масло вершкове (82,5% жиру)	екстракт "Стевія-сан" (сухий)
		г/100 г крему					
Контроль	20,0	–	–	–	39,9	40,1	–
Дослід № 1.1	60,47	0,5	1,0	1:40	–	40,1	0,13
Дослід № 1.2	59,47	0,5	2,0	1:24		40,1	0,13
Дослід № 1.3	58,47	0,5	3,0	1:17		40,1	0,13
Дослід № 1.4	57,47	0,5	4,0	1:13		40,1	0,13
Дослід № 2.1	59,97	1,0	1,0	1:30	–	40,1	0,13
Дослід № 2.2	58,97	1,0	2,0	1:20		40,1	0,13
Дослід № 2.3	57,97	1,0	3,0	1:14		40,1	0,13
Дослід № 2.4	56,97	1,0	4,0	1:11		40,1	0,13
Дослід № 3.1	59,47	1,5	1,0	1:24		40,1	0,13
Дослід № 3.2	58,47	1,5	2,0	1:17		40,1	0,13
Дослід № 3.3	57,47	1,5	3,0	1:13		40,1	0,13
Дослід № 3.4	56,47	1,5	4,0	1:10		40,1	0,13
Дослід № 4.1	58,97	2,0	1,0	1:20		40,1	0,13
Дослід № 4.2	57,97	2,0	2,0	1:14		40,1	0,13
Дослід № 4.3	56,97	2,0	3,0	1:11		40,1	0,13
Дослід № 4.4	55,97	2,0	4,0	1:9		40,1	0,13
Дослід № 5.1	58,47	2,5	1,0	1:17		40,1	0,13
Дослід № 5.2	57,47	2,5	2,0	1:13		40,1	0,13
Дослід № 5.3	56,47	2,5	3,0	1:10		40,1	0,13
Дослід № 5.4	55,47	2,5	4,0	1:9		40,1	0,13

Вплив желатину на ПЗ та органолептичні показники модельних харчових композицій крему на карагінані з ЕС

Зразок	Піноутворювальна здатність, %	% від контролю	Зовнішній вигляд	Смакова характеристика
Контроль	288±7	–	Збита стійка маса з глянцевою поверхнею, не осідає	Смак при-торно-солодкий, насичений
Дослід № 1.1	113±4	39,24	Пухка пінна маса без глянцевого блиску, досить швидко осідає, поверхня крупнопориста	Смак, ненасичений, невиразний
Дослід № 1.2	122±4	42,36	Пухка пінна маса з глянце-вим блиском, досить швидко осідає, поверхня крупнопориста	
Дослід № 1.3	148±3	51,39		
Дослід № 1.4	170±4	59,03		
Дослід № 2.1	155±5	53,82	Пухка пінна маса без глянцевого блиску, значно осідає, поверхня крупно-пориста	
Дослід № 2.2	205±6	71,18	Збита пінна маса з глянце-вим блиском, значно осідає, поверхня – крупнопориста	Смак недостатньо насичений
Дослід № 2.3	274±9	95,14	Збита пінна маса з глянце-вим блиском, стійка, не осідає	Смак приємний, виразний, легкий
Дослід № 2.4	322±8	111,81	Збита стійка маса з глянце-вим блиском, добре утримує форму	
Дослід № 3.1	319±5	110,76	Збита стійка маса без глян-цевого блиску, добре утримує форму	
Дослід № 3.2	338±7	117,36	Збита стійка маса з глянце-вим блиском, добре утримує форму	
Дослід № 3.3	326±4	113,19		
Дослід № 3.4	280±5	97,22		
Дослід № 4.1	233±3	80,90	Збита пінна маса без глян-цевого блиску, стійка, добре утримує форму	
Дослід № 4.2	280±6	97,22	Збита стійка маса з глянце-вим блиском, добре утримує форму	Смак приємний, виразний

Зразок	Піноутворювальна здатність, %	% від контролю	Зовнішній вигляд	Смакова характеристика
Дослід № 4.3	295±4	102,43		Смак приємний, виразний, легкий
Дослід № 4.4	244±5	84,72		Смак недостатньо насичений
Дослід № 5.1	189±3	65,63	Збита пінна маса без глянцевого блиску, значно осідає, поверхня крупнопориста	Смак недостатньо насичений
Дослід № 5.2	217±4	75,35	Збита пінна маса з глянце-вим блиском, значно осідає, поверхня крупнопориста	Смак недостатньо насичений
Дослід № 5.3	165±3	57,29	Пухка пінна маса з глянце-вим блиском, досить швидко осідає, поверхня крупнопориста	Смак ненасичений, невиразний
Дослід № 5.4	136±3	47,22		

Вивчення впливу додавання різних кількостей желатину на ПЗ модельних композицій крему на карагенані показало, що найкращих органолептичних характеристик та найвищої ПЗ (117,36 та 113,19% від контролю) вони набули у модельних композиціях № 3.2 та № 3.3 з додаванням 1,5% карагенану та відповідно 2,0 і 3,0% желатину до маси рецептурної суміші. Такий крем характеризується як збита стійка маса з глянце-вим блиском, яка добре утримує форму (табл. 4.115).

Дослідження впливу желатину на ПЗ модельних харчових композицій крему № 3.1–3.4 показали, що раціональна концентрація желатину, при якій спостерігається максимальна ПЗ крему на карагенані, становить 2,3% до маси напівфабрикату, тобто при співвідношенні карагенан: желатин – 1: 1,5 (рис. 4.132). Збільшення вмісту желатину більше 4% підвищує в'язкість системи і процес збивання дещо ускладнюється.

Встановлено, що при температурі гелеутворення – 34–35°C з молочно-карагенаново-желатинового розчину (при концентрації карагенану 1,5% та желатину – 2,3%) утворюються гелі з ніжною консистенцією, що мають в'язкість 2,97 Па·с.

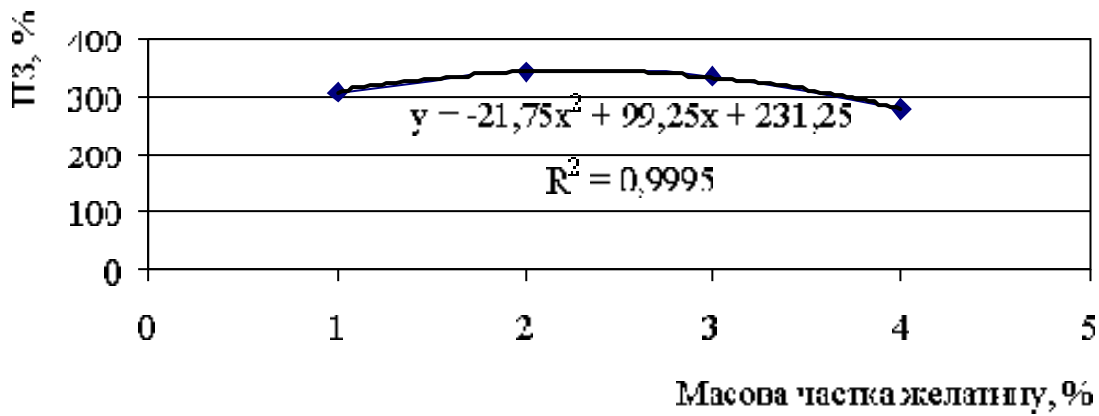


Рисунок 4. 132 – Вплив желатину на ПЗ модельних композицій крему з 1,5% карагінану

При охолодженні до 30°C їх в'язкість становить 3,17 Па·с. Це дає змогу отримати більш однорідний за структурою крем.

Порівняно міцність гелів карагінану та гелів карагінану з желатином одразу після приготування та після 12 год зберігання при температурі 4–6°C (табл. 4.116). Проте після 12 год вистоявання при температурі 4–6°C міцність гелів карагінану з желатином зростає більш інтенсивно і перевищує значення ефективної в'язкості гелів карагінану на 16,4%, що, вочевидь, є наслідком додаткової стабілізації в'язкості гелів у результаті використання желатину. Метою досліджень є створення технології оздоблювальних напівфабрикатів зниженої енергетичної цінності.

Аналіз даних, отриманих у результаті проведених досліджень, показав можливість повного вилучення цукру з їх складу на основі комплексного використання підсолоджувачів, піноутворювачів та стабілізаторів консистенції. Це дозволило знизити енергетичну цінність кремів на 14%, проте основним енергоємним компонентом залишається вершкове масло, яке також впливає на процес структуроутворення. Можливість зниження його частки у складі крему вершкового на карагінані потребує певних досліджень. У зв'язку з цим, досліджено залежність ПЗ крему на карагінані та желатині від зниження масової частки масла вершкового у його складі.

Ефективна в'язкість карагіанових та карагіаново-желатинових гелів на молоці

Міцнісні характеристики гелів	Ефективна в'язкість гелю карагіану (2%), Па·с	Ефективна в'язкість гелю карагіану (1,5%) з 2,3% желатину, Па·с	Відхилення, %
Одразу після приготування (t = 30°C)	3.49±0,14	3.17±0,13	-9,2
Після 12 год вистоювання при t = 4–6° С	9.69±0,17	11.28±0,31	+16,4

За результатами проведених досліджень встановлено, що зменшення частки масла вершкового впливає на здатність системи до піноутворення. Так, зменшення частки масла вершкового у кремі на 5–10 % сприяє підвищенню ПЗ на 8,6–13,0% відповідно, що, на нашу думку, є наслідком збільшення частки молочно-карагіаново-желатинової маси, яка має більш високу ПЗ. Подальше зниження частки масла вершкового до 15% не призводить до погіршення ПЗ крему, яка становить 335%. Проте зменшення частки масла на 20% та більше є наслідком зниження ПЗ крему на 11,8% та більше, що, ймовірно, пов'язано зі збільшенням вологості системи. У зв'язку з вищенаведеним вважаємо доцільним зменшити частку масла вершкового у складі крему на карагіані з желатином на 15%.

Результати структурно-механічних досліджень модельних композицій крему з карагенаном та желатином свідчать про менш інтенсивне руйнування структури при збільшенні навантажень на систему, тобто про додаткову стабілізацію структури крему та підвищення його ПЗ при використанні желатину. Дослідження структурно-механічних властивостей модельної композиції крему з використанням 1,5% карагенану та 2,3% желатину до загальної маси показали, що при градієнті швидкості зсуву 36,0 с⁻¹ значення ефективної в'язкості дослідного зразка на 21,56% нижче за контроль, а при

градієнті швидкості зсуву $48,0 \text{ c}^{-1}$ – на 17,11% нижче контролю, проте на 53,42% та на 12,27% вище за відповідне значення в'язкості кремів на карагенані без желатину з використанням 1,5 та 3,0% карагенану відповідно (рис. 4.133).

$\eta_{\text{ef}}, \text{Па}\cdot\text{с}$

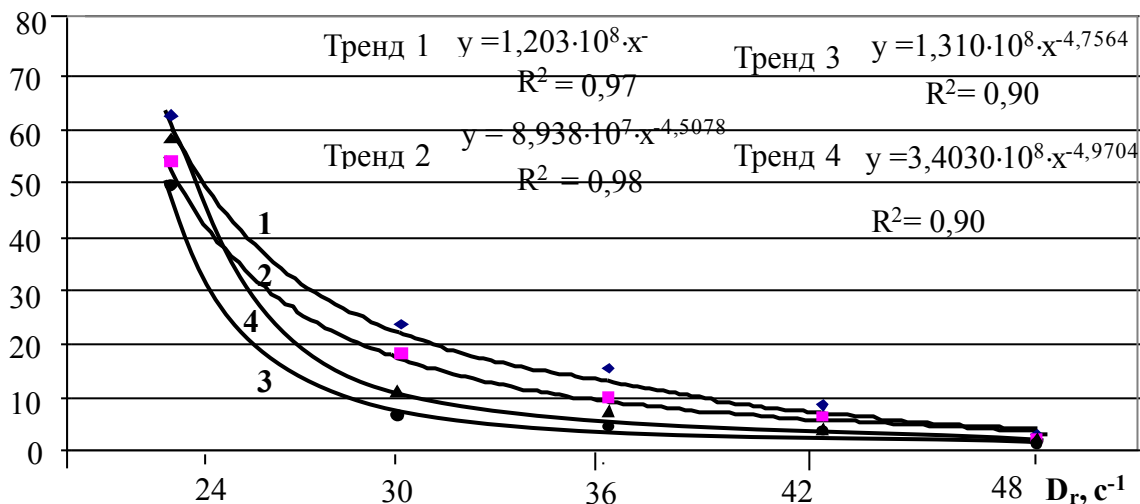


Рисунок 4.133 – Залежність ефективної в'язкості від градієнта швидкості зсуву модельних композицій крему на карагінані та карагінані з желатином:

- ◆— 1 – контроль;
- 2 – модельна композиція крему на карагінані (1,5%) з 2,3% желатину;
- 3 – модельна композиція крему на карагінані (1,5%);
- ▲— 4 – модельна композиція крему на карагінані (3,0%).

За результатами проведених досліджень з'ясовано, що у виробництві вершкових кремів без цукру доцільно використовувати карагенан та желатин у співвідношенні 1:1,5 (1,5% карагенану та 2,3% желатину) з гідромодулем 1:17.

Формостійкість дослідного зразка крему на карагенані (1,5%) з 2,3% желатину вища, ніж без желатину. Рисунок з такого крему має достатньо чітку форму, тоді як грані рисунка з крему без желатину – розпливчасті. Отже, можна зробити висновок, що використання желатину надає крему певної пластичності при механічних впливах. Це є наслідком зниження температури гелеутворення молочно-карагенаново-желатинового золю порівняно з молочно-карагенановим, що, своєю чергою, сприяє підвищенню в'язкості та пластичності крему з

желатином у результаті більшої рухливості макромолекул структуроутворювачів при температурі кремоутворення та оздоблення борошняних кондитерських виробів.

Слід відмітити, що органолептична оцінка модельної харчової композиції крему на карагенані з желатином вища за відповідне її значення для крему без желатину на 0,49 бала (табл. 4.117).

Таблиця 4.117

**Органолептична оцінка модельних харчових композицій
крему з карагенаном та желатином**

Зразки	Показники якості					
	Зовнішній вигляд	Колір	Консистенція	Запах	Смак	Загальна оцінка, бали
Коефіцієнт вагомості	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	-
Контроль	4,85±0,10	4,85±0,14	4,80±0,13	4,90±0,09	4,85±0,05	4,84±0,06
Модельна композиція крему на карагенані (1,5%)	4,20*±0,08	4,20*±0,15	4,05*±0,10	4,90±0,13	4,52*±0,03	4,32*±0,15
Модельна композиція крему на карагенані (1,5%) з 2,3% желатину до маси напівфбрикату	4,88±0,08	4,87±0,15	4,82±0,10	4,90±0,13	4,70±0,03	4,81±0,15

Примітка. *Різниця з контролем є статистично достовірною (P<0.05).

Покращання органолептичних показників крему з желатином спостерігається за показниками: "консистенція" – на 0,77 бала порівняно з кремом без желатину, "зовнішній вигляд" та "колір" – на 0,68 та 0,67 бала відповідно внаслідок надання крему "глянцевого" вигляду, ідентичного контролю (з цукром).

Загальна органолептична оцінка модельної композиції крему з желатином вища за відповідне її значення для крему без желатину (4,32±0,15) і становить 4,81±0,15 бала проти 4,84±0,06 бала для контролю (табл. 4.114).

Резюмуючи вищенаведене, використання желатину у складі крему вершкового на карагенані є доцільним, оскільки сприяє підвищенню його споживної якості.

У традиційних кремах на основі молока загущувачем є пшеничне борошно (крем "Заварний"). Розроблені модельні композиції для даної групи кремів без цукру. Замість пшеничного використане рисове борошно ЕСО і карагенан, раціональна концентрація карагенану – 0,5% від маси молока, за якої ефективна в'язкість максимально наближена до значень контрольного зразка (рис. 4.134).

При вилученні цукру з модельних композицій, виготовлених на основі вершків ("Вершковий", "З вершків", "Солодковершковий", "Дієтичний", "Делікатний", "Вершково-яблучний", "Ласунчик") встановлено, що застосування карагенану не доцільне. Піноутворююча здатність вершків, за рахунок вмісту лецитину дозволяє отримати необхідну структуру навіть без цукру.

У модельних композиціях кремів на основі яєчних білків раціональна концентрація карагенану становить 2% від їхньої маси. Для об'єктивного визначення раціональної кількості екстракту Стевіасан у складі оздоблювальних напівфабрикатів проводили дегустаційну оцінку їх солодкості за допомогою аналітичного методу за розробленою нами рейтинговою біполярною шкалою "солодкий – гіркий".

Для об'єктивного визначення раціональної кількості екстракту Стевіасан у складі оздоблювальних напівфабрикатів проводили дегустаційну оцінку їх солодкості за допомогою аналітичного методу за розробленою нами рейтинговою біполярною шкалою "солодкий – гіркий". Смак кремів вершкових з ЕС оцінено за шістьма дескрипторами, кожному з яких надано певну кількість балів (за пріоритетом в утворенні якісного смаку): солодкий – 5 балів; помірно солодкий – 4 бали; солодкуватий – 3 бали; солодкий з гіркуватим присмаком – 2 бали; гіркий – 1 бал; не солодкий – 0 балів. Критерієм визначення раціональної концентрації екстракту Стевіасан є така його кількість у складі модельних харчових композицій кремів, при якій середній бал зразка за п'ятьма проведеними дегустаціями становить 4 та вище балів.

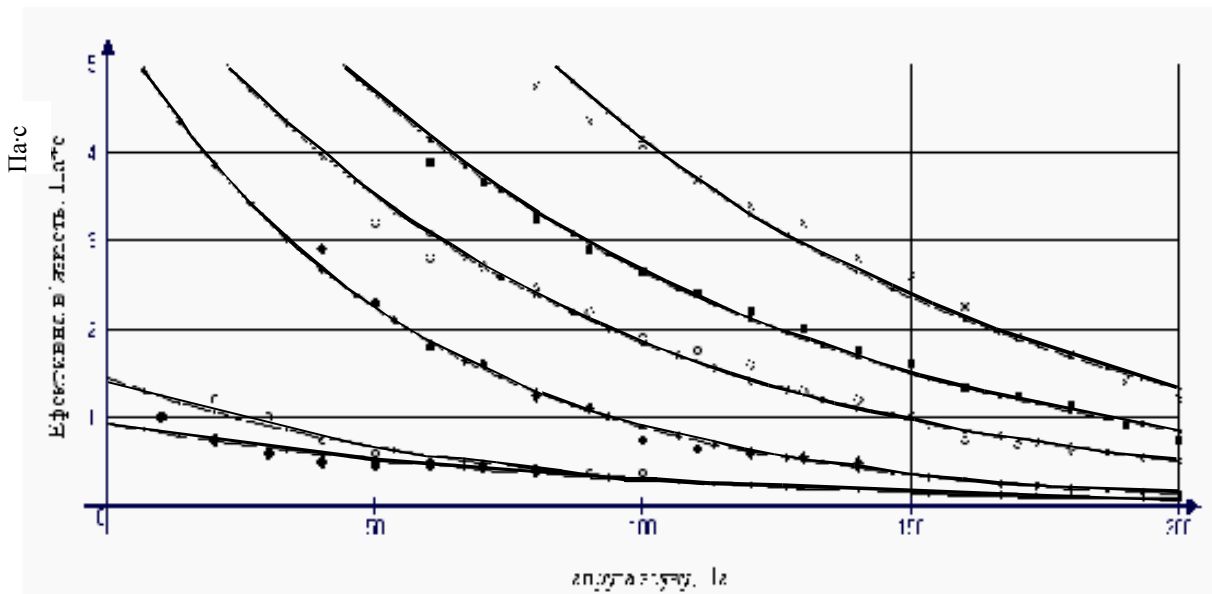


Рисунок 4.134 – Залежність ефективної в'язкості модельних композицій для кремів на основі молока з рисовим борошном ЕСО, від напруги зсуву і концентрації карагінану (К, %):



- Крем "Заварний" (контроль)
- Крем "Заварний" (0,5% К)
- Крем "Заварний" (1,0% К)
- Крем "Заварний" (1,5% К)
- Крем "Заварний" (2,0% К)
- Крем "Заварний" (2,5% К)

$$Y(x)=0,9336365 \cdot \exp(-0,0115731 \cdot x)$$

$$Y(x)=1,4353349 \cdot \exp(-0,0152566 \cdot x)$$

$$Y(x)=5,5551844 \cdot \exp(-0,0182914 \cdot x)$$

$$Y(x)=6,6124383 \cdot \exp(-0,0127539 \cdot x)$$

$$Y(x)=8,1732843 \cdot \exp(-0,0112732 \cdot x)$$

$$Y(x)=12,7575099 \cdot \exp(-0,0112515 \cdot x)$$

Для дегустації готували модельні харчові композиції кремів на карагенані (1,5%) з желатином (2,3%) із різними концентраціями екстракту Стевіасан у межах еквівалентної солодкості – від 0,03 до 0,13 % з інтервалом 0,01%.

Смак начинок фруктових з ЕС оцінено за сіма дескрипторами, кожному з яких надано певну кількість балів (за пріоритетом в утворенні якісного смаку): солодкий – 6 балів; помірно солодкий з кислуватим присмаком – 5 балів; кисло-солодкий – 4 бали; солодкий з гіркуватим присмаком – 3 бали; кислий – 2 бали; гіркий – 1 бал. Критерієм визначення раціональної концентрації екстракту Стевіасане така його кількість у складі модельних композицій начинки, при якій середній бал зразка за п'ятьма проведеними дегустаціями становить 5 та вище балів. Для дегустації готували модельні харчові композиції начинки фруктових на

карагенані (1,5%) з різними концентраціями екстракту Стевіасан у межах еквівалентної солодкості – від 0,05 до 0,2% з інтервалом 0,05 %.

Визначення солодкості полягає в хаотичному оцінюванні закодованих зразків крему та начинки фруктової з різною концентрацією екстракту Стевіасан. При цьому завдання дегустатора – визначити переважну смакову характеристику напівфабрикату і надати їй відповідну до балової шкали оцінку.

Більшістю експертів встановлено зниження солодкості дослідних зразків при збільшенні концентрації підсолоджувача: у кремі – вище 0,07 %, у начинці фруктової – вище 0,11 % (рис. 4.135), що пов'язано з переважанням у них гіркуватого присмаку, властивого екстракту Стевіасан.

За допомогою математичного пакета обробки даних MatchCAD отримано таке рівняння регресії, яке описує однофакторний простір досліджуваної залежності оцінки солодкості крему на карагенані від концентрації екстракту Стевіасан:

$$Y(x) = -1139,860x^2 + 170,741x - 2,833. \quad (4.20)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму даної функції:

$$Y(x) = -2 \cdot 1139,860x + 170,741; \quad (4.21)$$

$$-2279,72x + 170,741 = 0;$$

$$Y_{\text{к}}(\text{max}) = 0,07.$$

Рівняння регресії, яке описує однофакторний простір досліджуваної залежності оцінки солодкості начинки фруктової на карагенані від концентрації екстракту Стевіасан:

$$Y(x) = -210x^2 + 47,5x - 2,075. \quad (4.22)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму цієї функції:

$$Y(x) = -2 \cdot 210x + 47,5; \quad (4.23)$$

$$-420x + 47,5 = 0;$$

$$Y(x)(\text{max}) = 0,11.$$

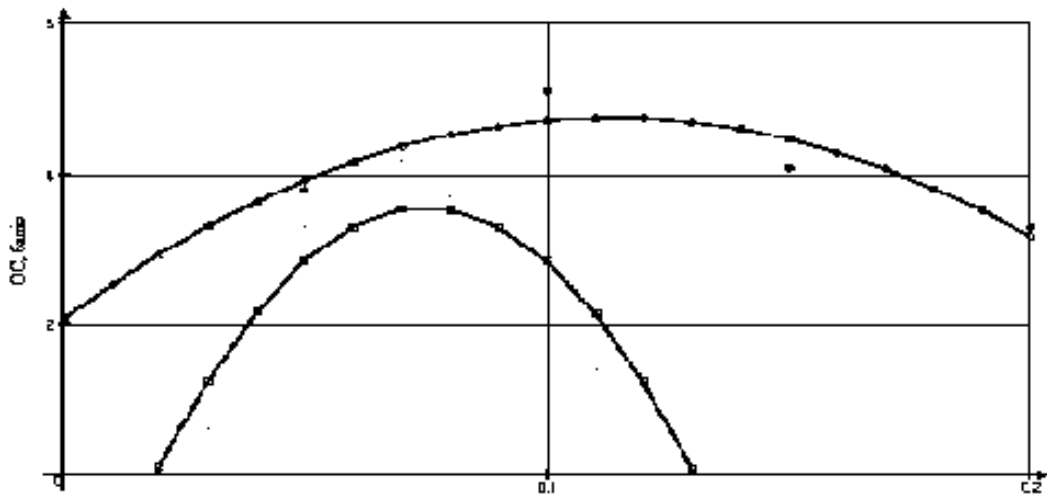


Рисунок 4.135 – Раціональна концентрація екстракту Стевіасан у кремі та начинці фруктової: ОС – оцінка солодкості, балів; ω_{EC} – масова частка екстракту Стевіасан, %: 1 – екстракт Стевіасан у кремі: $y = -1139,8601x^2 + 170,7413x - 2,8334$; 2 – екстракт Стевіасан у начинці фруктової: $y = -210x^2 + 47,5x + 2,075$.

За узагальненими результатами експертної оцінки солодкості крему та начинки фруктової на карагінані визначено раціональну кількість екстракту стевії – відповідно 0,07 та 0,11 г/100 г.

Для об'єктивного визначення раціональної кількості карагінану та желатину визначали зміни комплексного показника якості (КПЯ) залежно від кількості добавок (x, %). Критеріями визначення раціональної концентрації карагінану та желатину в модельних композиціях крему обрано органолептичну оцінку, показники ефективної в'язкості, щільності та об'ємної частки повітряної фази крему, з урахуванням яких розраховано комплексні показники якості модельних композицій кремів:

– з різними концентраціями карагінану при постійній концентрації желатину (2,3%) (табл. 4.115);

– з різними концентраціями желатину при постійній концентрації карагінану (1,5%) (табл. 4.116).

Розрахунок КПЯ проводили за допомогою пакета EXCEL 97 для WINDOWS.

Рівняння регресії, яке описує однофакторний простір досліджуваної залежності оцінки КПЯ крему з 2,3% желатину від концентрації карагенану:

$$Y_k = -0,12x^2 + 0,4036x - 0,2108. \quad (4.24)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму даної функції:

$$Y_k = -2 \cdot 0,12x + 0,4036; \quad (4.25)$$

$$-0,24x + 0,4036 = 0;$$

$$Y_k (\max) = 1,68.$$

Раціональна концентрація карагенану у кремі –1,68%.

Рівняння регресії, яке описує однофакторний простір досліджуваної залежності оцінки КПЯ крему з 1,5% карагенану від концентрації желатину:

$$Y_k = -0,00865x^2 + 0,04443x + 0,07485. \quad (4.26)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму даної функції:

$$Y_k = -2 \cdot 0,00865x + 0,04443; \quad (4.27)$$

$$-0,0173x + 0,04443 = 0;$$

$$Y_k (\max) = 2,57.$$

Критеріями визначення раціональної концентрації карагенану в модельних харчових композиціях начинки фруктові обрано органолептичну оцінку, показники ефективної в'язкості, вміст сухих речовин, моно- та дисахаридів, з урахуванням яких розраховано комплексні показники якості модельних композицій крему (табл. 4.120).

Рівняння регресії, яке описує однофакторний простір досліджуваної залежності оцінки КПЯ начинки фруктові від концентрації карагенану:

$$Y_k = -0,10486x^2 + 0,36243x + 0,419. \quad (4.28)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму даної функції:

$$Y_k = -2 \cdot 0,10486x + 0,36243;$$

$$-0,20972x + 0,36243 = 0; \quad (4.29)$$

$$Y_k (\max) = 1,73.$$

**Комплексні показники якості модельних харчових композицій крему
з екстрактом "Стевіасан" на карагінані з додаванням
2,3% желатину**

Показник	Коефіцієнт вагомості	Контроль	Вміст карагінану, г/100 г крему			
			1,0	1,5	2,0	2,5
Ефективна в'язкість, Пас	0,2	2,98	1,96	2,47	2,71	3,12
Піноутворювальна здатність, %	0,3	288	225	335	283	190
Щільність, кг/м ³	0,2	745,2	898,2	711,0	822,5	1068
Органолептична оцінка, бали	0,3	4,84	4,54	4,81	4,65	4,32
	1,0					
Автоматичне визначення приведених значень						
Ефективна в'язкість	0,2	0,45	0,29	0,37	0,41	0,47
Піноутворювальна здатність	0,3	1,44	1,13	1,68	1,42	0,95
Щільність	0,2	0,13	0,11	0,14	0,12	0,09
Органолептична оцінка	0,3	0,48	0,45	0,48	0,47	0,43
Координата Y	c1	0,6336408	0,7784826	0,6327748	0,6725695	0,7568112
	c2	0,9504612	1,1677239	0,9491622	1,0088542	1,1352168
	c3	0,6336408	0,7784826	0,6327748	0,6725695	0,7568112
	c4	0,9504612	1,1677239	0,9491622	1,0088542	1,1352168
Координата Z	n1	0,059262	0,044267	0,071703	0,053804	0,029082
	n2	0,027594	0,017353	0,023791	0,023185	0,021490
	n3	0,197405	0,116897	0,188885	0,179890	0,145359
	n4	0,082098	0,043000	0,082846	0,070552	0,047258
Одиничні показники якості						
Ефективна в'язкість	k1	0,026	0,013	0,027	0,022	0,014
Піноутворювальна здатність	k2	0,040	0,020	0,040	0,033	0,020
Щільність	k3	0,026	0,013	0,027	0,022	0,014
Органолептична оцінка	k4	0,040	0,020	0,040	0,033	0,020
Комплексний показник якості, од.		0,132	0,065	0,133	0,109	0,068

Раціональна концентрація желатину у кремі – 2,57%.

**Комплексні показники якості модельних харчових композицій крему
з екстрактом "Стевіасан" на карагінані (1,5%)
з додаванням желатину**

Показник	Коефі- цієнт ваго- мості	Контроль	Вміст желатину, г/100 г крему			
			1%	2%	3%	4%
Ефективна в'язкість, Па·с	0,2	2,98	2,2	2,44	2,59	2,8
Піноутворювальна здатність, %	0,3	288	319	338	326	280
Щільність, кг/м ³	0,2	745,2	720,1	690	718,5	734
Органолептична оцінка, бали	0,3	4,84	4,72	4,80	4,65	4,48
	1,0					
Автоматичне визначення приведених значень						
Ефективна в'язкість	0,2	0,45	0,33	0,37	0,39	0,42
Піноутворювальна здатність	0,3	1,44	1,60	1,69	1,63	1,40
Щільність	0,2	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14
Органолептична оцінка	0,3	0,48	0,47	0,48	0,47	0,45
Координата Y	c1	0,6336408	0,6688649	0,6300717	0,6369945	0,6633546
	c2	0,9504612	1,0032973	0,9451076	0,9554918	0,9950319
	c3	0,6336408	0,6688649	0,6300717	0,6369945	0,6633546
	c4	0,9504612	1,0032973	0,9451076	0,9554918	0,9950319
Координата Z	n1	0,059262	0,069928	0,074075	0,067197	0,056683
	n2	0,027594	0,021702	0,024063	0,024024	0,025508
	n3	0,197405	0,166171	0,187068	0,187572	0,174744
	n4	0,082098	0,073335	0,084723	0,084213	0,079711
Одиничні показники якості						
Ефективна в'язкість	k1	0,026	0,023	0,027	0,026	0,024
Піноутворювальна здатність	k2	0,040	0,035	0,041	0,039	0,036
Щільність	k3	0,026	0,023	0,027	0,026	0,024
Органолептична оцінка	k4	0,040	0,035	0,041	0,039	0,036
Комплексний показник якості, од.		0,132	0,115	0,136	0,131	0,119

**Комплексні показники якості модельних харчових композицій начинки
фруктової на карагенані з екстрактом "Стевіасан"**

Показник	Коефі- цієнт ваго- мості	Контроль	Вміст карагіану, г/100 г крему					
			0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%
Ефективна в'язкість, Па·с	0,25	362,3	165,1	210,7	246,9	260,2	268,6	275,5
Вміст сухих речовин, %	0,2	72,6	40,76	38,56	36,26	31,16	25,96	20,76
Вміст моно- та дисахаридів, г/100 г	0,25	63,6	29,9	27,3	24,7	22,1	19,5	16,9
Органолептична оцінка, бали	0,3	4,84	3,87	4,34	4,78	4,72	4,31	3,75
	1,0							
Приведені значення								
Ефективна в'язкість	0,25	0,91	0,41	0,53	0,62	0,65	0,67	0,69
Вміст сухих речовин	0,2	0,91	0,51	0,48	0,45	0,39	0,32	0,26
Органолептична оцінка	0,3	1,21	0,97	1,09	1,20	1,18	1,08	0,94
Координата Y	c1	0,1505	0,21011	0,16735	0,13759	0,13288	0,1364	0,14436
	c2	0,1204	0,1681	0,13388	0,11007	0,10630	0,1091	0,11549
	c3	0,1505	0,2101	0,16735	0,13759	0,13288	0,1364	0,14436
	c4	0,1807	0,2521	0,20082	0,16510	0,15945	0,1637	0,17323
Координата Z	n1	0,25942	0,3457	0,3200	0,3011	0,27581	0,2441	0,20741
	n2	0,20752	0,2245	0,2803	0,3287	0,3692	0,4049	0,4412
	n3	0,14945	0,0427	0,0460	0,0459	0,0397	0,0320	0,0241
	n4	0,23304	0,1770	0,1864	0,18667	0,1824	0,1826	0,1829
Комплексна оцінка								
Ефективна в'язкість	k1	0,235	0,143	0,169	0,186	0,179	0,164	0,143
Вміст сухих речовин	k2	0,188	0,114	0,135	0,149	0,144	0,131	0,114
Вміст моно- та дисахаридів	k3	0,235	0,143	0,169	0,186	0,179	0,164	0,143
Органолептична оцінка	k4	0,282	0,171	0,202	0,223	0,215	0,197	0,171
Комплексний показник якості, од.		0,940	0,571	0,674	0,744	0,718	0,656	0,571

Раціональна концентрація карагіану в начинці фруктовій становить 1,73%.

Визначення раціональної концентрації карагінану та желатину в модельних харчових композиціях крему та начинки фруктової наведено на рис. 4.136.

Доведено, що вироби мають максимальні комплексні показники якості: крем вершковий (1,5% карагінану до маси крему) з використанням 2,57% желатину – 0,1367 од. (контроль – 0,131 од.), крем (2,3% желатини) з використанням 1,68 % карагінану до маси крему – 0,1289 од. (контроль – 0,131 од.), начинка фруктова на карагінані (1,73% карагінану до маси начинки) – 0,744 од. (контроль – 0,940 од.) (рис. 4.136).

За результатами проведених досліджень визначено раціональні концентрації добавок:

- карагінану: у начинці фруктової – 1,73% до маси напівфабрикату, у кремі вершковому – 1,68%;
- желатину: у кремі на карагінані – 2,57%;
- екстракту Стевіасан: у начинці фруктової – 0,11% до маси напівфабрикату, у кремі – 0,07%.

Технологія оздоблювальних кондитерських напівфабрикатів з використанням екстракту "Стевіасан" та карагінану. Розроблення технології оздоблювальних напівфабрикатів з екстрактом Стевіасан та карагінаном передбачає попереднє обґрунтування технології використання цих добавок, дослідження технологічних параметрів приготування кремів та начинок фруктових з ними.

На основі проведених досліджень розроблено технологію використання карагінану та екстракту Стевіасан у виробництві функціональних основ для вершкових кремів та фруктових начинок, що дозволить створити широкий асортимент оздоблювальних напівфабрикатів з підсолоджувачами зниженої енергетичної цінності.

Попередніми дослідженнями встановлено, що суміш карагінану та швидкорозчинного желатину повністю розчиняється при температурі 65°C протягом 250–300 с.

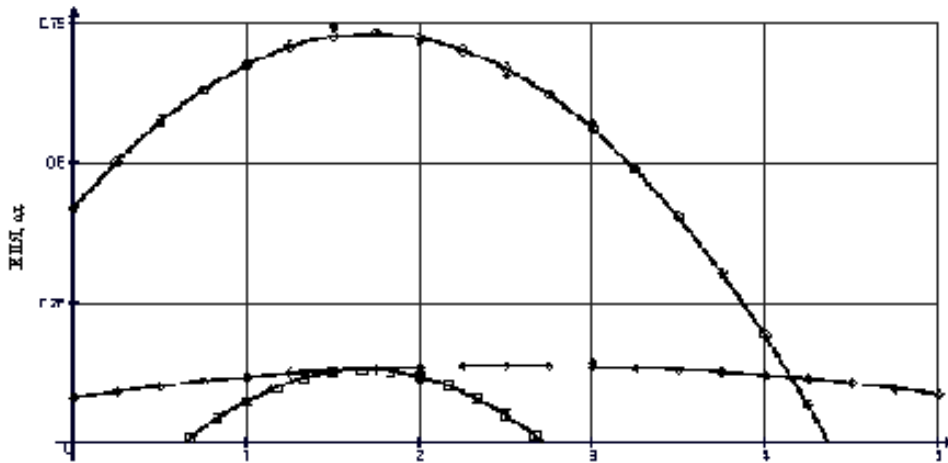


Рисунок 4.136 – Раціональна концентрація карагінану, желатину у кремі та начинці фруктової: КПЯ – комплексний показник якості, од.; $\omega_{к, ж}$ – масова частка карагінану, желатину, %: 1 – карагінан у кремі: $y = -0,12x^2 + 0,4036x - 0,2108$; 2 – желатин у кремі: $y = -0,00865x^2 + 0,04443x + 0,07985$; 3 – карагінан у начинці фруктової: $y = -0,10486x^2 + 0,36243x + 0,419$.

Проте для забезпечення нормованих значень мікробіологічних показників готового крему необхідна пастеризація молочно-желатиново-карагенанової суміші при температурі 85°C упродовж 3-4 хв. При цьому утворюється однорідна, в'язка непрозора суміш молочно-білого кольору з глянцеvim блиском.

При виробництві функціональної харчової композиції для вершкових кремів розчиняють сухий екстракт Стевіасан у молоці ($t < 25^{\circ}\text{C}$), карагінан змішують із желатином швидкорозчинним у співвідношенні 1:1,5 і при перемішуванні засипають у розчин молока з сухим екстрактом Стевіасан у співвідношенні – 1:17, після чого нагрівають молочно-карагінаново-желатинову масу при температурі 85°C упродовж 250–300 с (рис. 4.137).

Технологія використання карагінану та екстракту Стевіасан у виробництві фруктових начинок наведена на рис. 4.138. При виробництві функціональної харчової композиції для начинок фруктових екстракт Стевіасан розчиняють у холодній воді, змішують з карагінаном у співвідношенні 1:15 при перемішуванні та нагрівають при температурі $50\text{--}52^{\circ}\text{C}$ протягом 200–230 с до повного розчинення.



Рисунок 4.137 – Технологічна схема виробництва функціональної харчової композиції з екстрактом Стевіясан та карагінаном для вершкових кремів

Водно-карагінановий розчин з екстрактом Стевіясан використовують у технології начинок фруктових шляхом уварювання з пюре фруктовим (рис. 4.138).

Якість вершкового крему визначається не тільки складом та співвідношенням компонентів, але й технологічним режимом його приготування. Для встановлення раціонального режиму, при якому продукт матиме поряд з певними структурно-механічними властивостями високі смакові переваги, необхідно знати залежність зазначених властивостей від тривалості збивання крему і температури, оскільки ці два параметри є основними при виготовленні крему.

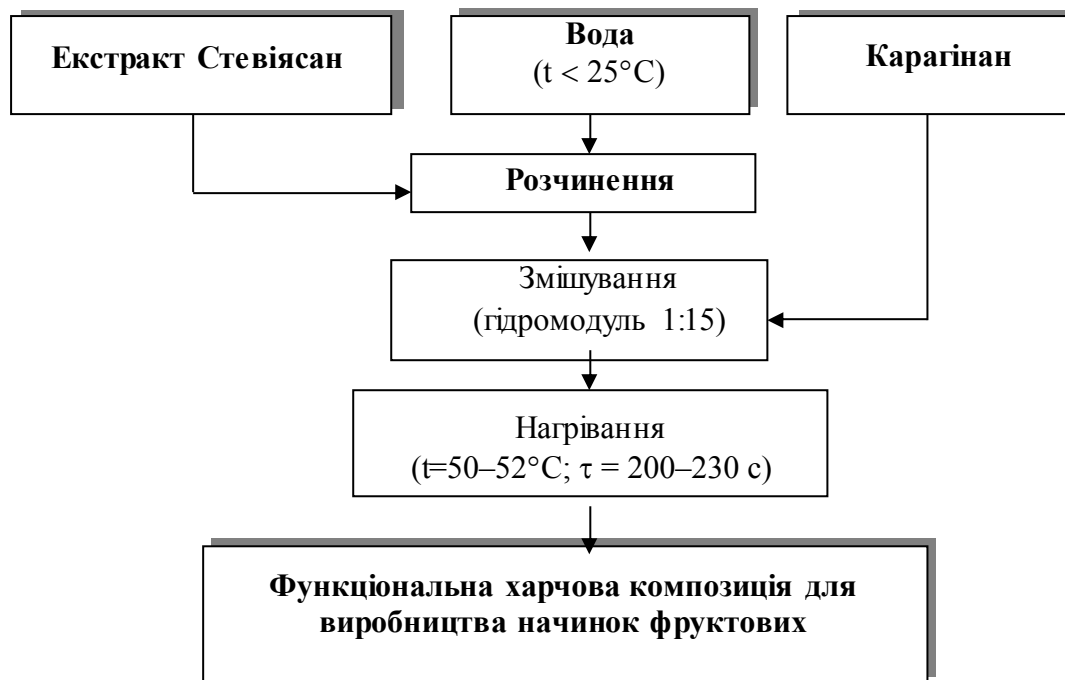


Рисунок 4.138 – Технологічна схема виробництва функціональної харчової композиції з екстрактом Стевіясан та карагінаном для начинок фруктових

Температура молочно-карагенаново-желатинової маси має суттєвий вплив на реологічні показники крему. У зв'язку з цим проведено дослідження впливу температури складових компонентів на його якість, здатність до формоутримання.

Органолептична оцінка консистенції дослідних зразків крему здійснена за 12-бальною шкалою, яка складається з 4-х дескрипторів: збитість – 3 бали, однорідність – 3 бали, формоутримання – 3 бали, пористість – 3 бали.

Традиційно температура маславершкового, яке завантажується у збивальну машину, має великий інтервал – від -2 до 14°C . Дослідження З.З. Степанович показали, що використання масла з температурою нижче 6°C ускладнює процес збивання. Це пояснюється тим, що при руйнуванні міцної кристалізаційної структури масла вершкового при низьких температурах утворюються вкраплення у вигляді конгломератів молочного жиру. Вони важко піддаються руйнуванню, що

призводить до зниження якості крему. З огляду на це обраний нами температурний інтервал розм'якшення масла вершкового складає від 6 до 14°C.

Відомо, що на практиці у виробництві крему "Новий" використовують молочно-цукровий сироп температурою 20–32°C, що залежить від якості вершкового масла та значень ефективної в'язкості сиропу. Використання у виробництві вершкового крему сиропу температурою вище 32°C сприяє інтенсивному плавленню легкоплавких форм молочного жиру, що знижує якість крему.

Експериментально встановлено, що при температурі нижче 26°C молочно-желатиново-карагінанова суміш з ЕС має консистенцію твердого тіла – сформована структура гелю, а це не дозволяє отримати однорідну консистенцію крему (при збиванні з маслом вершковим гелю розбивається на дрібні шматочки, не утворюючи однорідної дисперсії). За результатами проведених досліджень визначено оптимальний інтервал температур молочно-желатиново-карагінанової суміші з ЕС для отримання однорідної консистенції вершкового крему – 26–32°C, при якій її в'язкість відповідає ніжній напівжельованій консистенції. Дослідження показали, що використання вершкового масла температурою 6–8°C призводить до отримання крему, який містить незначну кількість повітря (в середньому 86,7%), і внаслідок цього має слабо виражені властивості піни. Такому крему притаманні неоднорідна структура та маслянистий присмак.

Неоднорідна структура крему пояснюється тим, що внаслідок контакту з вершковим маслом низької температури відбувається зниження температури та підвищення в'язкості молочно-желатиново-карагінанової суміші, яка у процесі збивання не утворює емульсії з маслом. Тривалість процесу кремоутворення – 750–930 с.

Підвищення температури масла до 10°C, розм'якшення його у збивальній машині протягом 240–300 с дозволяє отримати крем з достатньо високими органолептичними показниками за умови застосування молочно-желатиново-

карагінанової суміші температурою 28–30°C. Такий крем характеризується високим вмістом повітря (вище 150%) та невисокою щільністю – 731,2–764,0 кг/м³. Тривалість процесу кремоутворення при цьому становить 660–720 с. Кінцева температура напівфабрикату складає 24±0,5°C.

Найвищі показники якості отримав крем при збиванні масла вершкового з температурою 12°C з молочно-желатиново-карагінановою сумішшю температурою 28–30°C. Такий крем характеризується високим вмістом повітря (вище 180%) та невисокою щільністю – 711,0–718,5 кг/м³. Невисока щільність отримуваної системи пояснюється, з одного боку, зменшенням вмісту сухих речовин у розробленому кремі, а з іншого, плавленням низькоплавких форм молочного жиру, який міститься у маслі вершковому. Тривалість процесу кремоутворення при цьому становить 540–630 с.

Використання молочно-желатиново-карагінанової суміші з температурою нижче 28°C не дозволяє отримати однорідну збиту структуру крему внаслідок підвищення міцності молочно-желатиново-карагінанової суміші. При підвищенні температури молочно-желатиново-карагінанової суміші вище 30°C відбувається розшарування системи у процесі збивання внаслідок плавлення низькоплавких форм молочного жиру.

Досліджено зміни фізико-хімічних властивостей крему в процесі збивання. Масло вершкове з температурою 12°C розм'якували у збивальній машині протягом 240 с, додавали молочно-желатиново-карагінанову суміш температурою 30°C. У процесі збивання крему, починаючи з 4 хв, через кожні 2 хв визначали такі показники крему: щільність та вміст повітря.

У результаті проведених досліджень встановлено, що у процесі збивання щільність крему знижується внаслідок насичення системи повітрям, яке відбувається до певної межі. Максимального ступеня насичення повітрям (181–185%) дослідний крем досягає через 6,0–7,2·10² с збивання з максимумом – 6,6·10² с (рис. 4.139). Це пояснюється наявністю у складі дослідного крему ефективного

піноутворювача – желатину. Після досягнення межі насичення повітря починає видалятися з системи і відбувається підвищення щільності крему.

Процес насичення повітрям контрольного зразка відбувається менш інтенсивно. Максимального ступеня насичення повітрям (151–156%) контрольний зразок досягає через $10,8\text{--}12,0 \cdot 10^2$ с збивання з максимумом – $11,8 \cdot 10^2$ с (рис. 4.140). Отримані результати показують, що для отримання якісного крему, приготованого за розробленою технологією, потрібно менше часу на збивання (на 78,8%) порівняно з кремом, виготовленим за традиційною технологією. Це дозволяє спрогнозувати отримання економічного ефекту внаслідок скорочення енерговитрат. Збитість крему прямо пропорційно залежить від швидкості збивання. Крем на карагінані з екстрактом "Стевіасан" та желатином має високі показники збитості (рис. 4.140).

Максимального значення збитості крем набуває при швидкості збивання – 400 об./хв. При цьому збитість дослідного зразку крему на 11 % вище за контроль, що є наслідком використання желатину в його технології. Результати проведених досліджень дозволяють прогнозувати раціональні склад та технологічні параметри приготування збитої функціональної основи для одержання оздоблювальних напівфабрикатів без цукру з високими органолептичними показниками та реологічними характеристиками (табл. 4.121).

Таблиця 4.121

**Органолептичні та фізико-хімічні показники крему
на карагінані з ЕС та желатином ($t=20\pm 2^\circ\text{C}$)**

Зразок	Органо- лептична оцінка, бали	Вміст повітря, %	Гранична напруга зсуву, Па	Щільність, кг/м ³	Ефективна в'язкість, Пас (при $D_r=48,6\text{с}^{-1}$)
Крем "Новий" (контроль)	4.84±0,23	152.6 ± 6	208.5 ± 5,0	745.2±3,5	2.98±0,34
Крем на карагінані з ЕС та желатином (дослід)	4.81±0,25	183.7* ± 7	162.0* ± 4,4	716 ± 5	2.47*±0,25
Відхилення, %	-0,62	20,38	-22,30	-3,92	-17,11

Примітка. * Різниця з контролем є статистично достовірною ($P<0.05$).

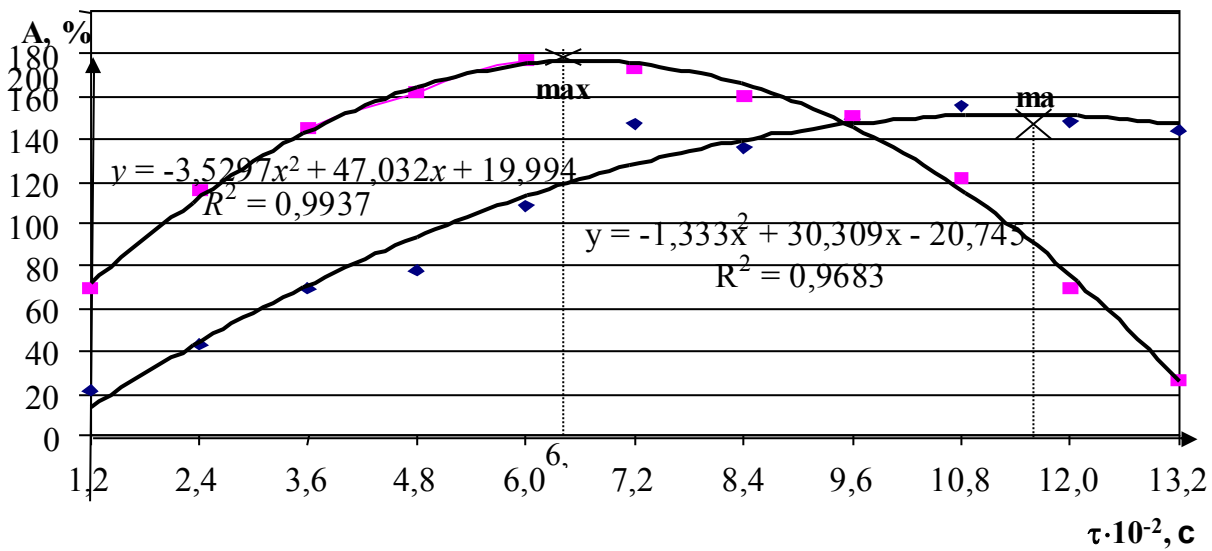


Рисунок 4.139 – Залежність вмісту повітря (А) від тривалості збивання (τ) крему на карагінані з ЕС та желатином: —◆— дослід —■— контроль

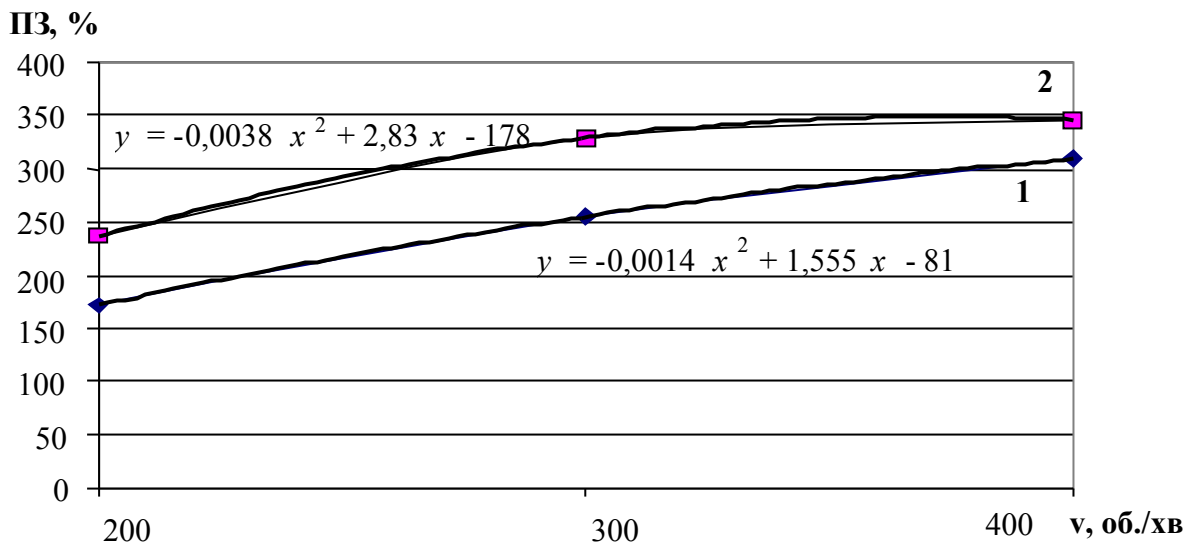


Рисунок 4.140 – Залежність ПЗ крему на карагінані з екстрактом Стевіясан та желатином від швидкості збивання (v), $\tau=7,2 \cdot 10^2$ с: —◆— дослід —■— контроль

Крем на карагінані з ЕС та желатином, виготовлений при дотриманні раціональних технологічних параметрів, має високі як органолептичні, так і реологічні показники якості. Кремова маса стабільна, має більший вміст повітря (на 20,4%) та меншу щільність (на 3,9%). Значення граничної напруги зсуву та ефективної в'язкості розробленого крему на 22,3 та 17,1% нижче за

контроль, що свідчить про дещо нижчу формоутримуючу здатність порівняно з контролем.

Технологічний процес приготування крему “Молочний” на карагінані здійснюється у послідовності, як зазначено на рис. 4.141.

Зачищене та нарізане на шматки вершкове масло ($t=12^{\circ}\text{C}$) збивають у збивальній машині при невеликій швидкості обертання протягом 240–300 с до отримання однорідної маси. Готову функціональну основу для вершкових кремів (молочно-карагінаново-желатинову суміш з ЕС) охолоджують до $28\text{--}30^{\circ}\text{C}$ та перемішують зі збитим вершковим маслом. Збивають протягом 600–720 с зі швидкістю 400 об./хв до збільшення об’єму у 2,5–3,0 раза. У кінці збивання додають ванілін, коньяк.

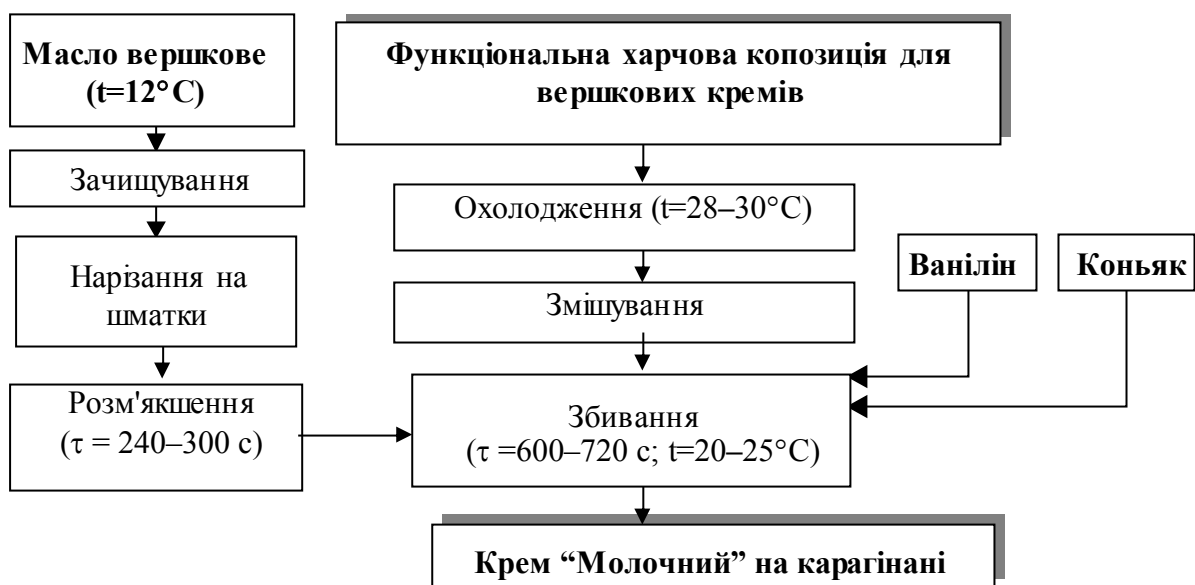


Рис. 4.141 – Технологічна схема приготування крему “Молочний” на карагінані

Технологічний процес приготування начинки “Яблучна” на карагінані здійснюється у такій послідовності (рис. 4.142):

- Пюре яблучне (вологістю 90%) уварюють до вмісту сухих речовин 38–40%.
- Сухий екстракт Стевіасан розчиняють у воді при перемішуванні.

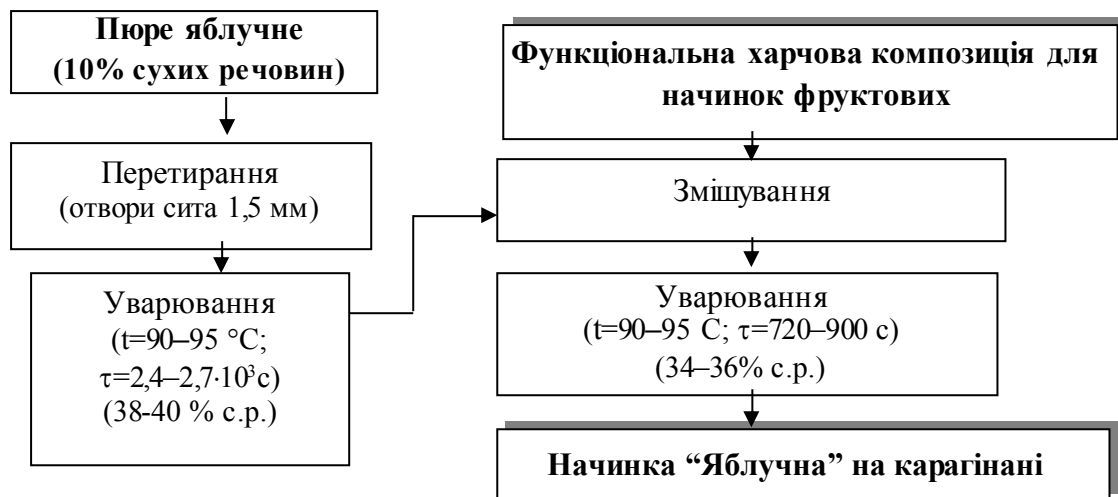


Рисунок 4.142 – Технологічна схема приготування начинки “Яблучна” на карагінані

Карагінан засипають у розчин води з екстрактом Стевіасан при співвідношенні карагінану і води – 1:15, перемішують і нагрівають при температурі 50–52°C протягом 300–420 с до повного розчинення.

У кінці уварювання яблучного пюре додають розчин карагінану з екстрактом Стевіасан, ретельно перемішують і уварюють до вмісту сухих речовин – 34–36%.

Технологія приготування начинки "Яблучна" на карагінані передбачає перетирання яблучного пюре із вмістом сухих речовин 10% через сито з отворами не більше 1,5 мм і уварювання при температурі 90–95°C упродовж 2,4–2,7·10³с до вмісту сухих речовин 38–40%. У кінці уварювання яблучного пюре додають функціональну основу для виробництва начинок фруктових (розчин карагінану з ЕС), ретельно перемішують і уварюють протягом 720–900с до вмісту сухих речовин 34–36% (рис 4.142).

На основі крему "Молочний" на карагінані розроблено технологію крему "Молочно-фруктовий", яка передбачає змішування двох розроблених оздоблювальних напівфабрикатів: крему "Молочний" та начинки "Яблучна". З

метою визначення раціонального співвідношення цих компонентів у складі нового крему проводили попередні технологічні проробки, в результаті яких запропоновано приготування модельних композицій крему при таких співвідношеннях крему "Молочний" та начинки "Яблучна" на карагінані: 1 – 45:65; 2 – 60:40; 3 – 75:25; 4 – 90:10 відповідно.

Критеріями визначення раціонального співвідношення оздоблювальних напівфабрикатів у модельних композиціях крему обрано органолептичну оцінку, показники ефективної в'язкості, піноутворювальної здатності та вмісту харчових волокон (табл. 4.122).

Встановлено, що при збільшенні масової частки начинки "Яблучна" у складі модельних композицій крему з 10,0 до 65,0%, показник їх піноутворювальної здатності знижується на 12,8–53,5% порівняно з кремом – "Молочний" на карагінані.

Таблиця 4.122

Показники якості крему "Молочно-фруктовий" залежно від співвідношення крему "Молочний" та начинки "Яблучна" на карагінані

Показник	Крем "Молочний" на карагінані	Модельні композиції крему при співвідношенні крем "Молочний" : начинка "Яблучна"			
		45:65	60:40	75:25	90:10
Органолептична оцінка, бали	4.81±0,25	4.34*±0,23	4.51*±0,15	4.80±0,15	4.80±0,15
ПЗ, %	333.0±2,0	155.0*±1,0	202.0*±2,0	279.0±1,4	290.5±2,5
Ефективна в'язкість, Пас (D _r = 48,6 с ⁻¹)	2.47±0,25	2.77*±0,14	2.64±0,17	2.55±0,15	2.50±0,15
Вміст харчових волокон, г/100 г	1.15±0,04	4.40*±0,50	3.10*±0,20	2.92*±0,24	1.64±0,17

Примітка. *Різниця з контролем є статистично достовірною (P<0,05).

Використання начинки "Яблучна" на карагінані у складі модельних композицій крему більше 30% надає їм кислого смаку, який переважає над солодким. Найкращих органолептичних показників (4.80±0,15 бала) отримали модельні композиції кремів при співвідношенні крему "Молочний" та начинки

"Яблучна" на карагінані – 90:10 та 75:25. При цьому ефективна в'язкість цих зразків не суттєво відрізняється від в'язкості крему "Молочний" на карагінані – на 3,2% вище.

Проте слід відмітити, що вміст харчових волокон у зразках збільшується при підвищенні масової частки начинки "Яблучна" з 1,64 до 4,40 г/100 відповідно при використанні 10 та 65% начинки.

Вважаємо, що раціональним співвідношенням крему "Молочний" та начинки "Яблучна" на карагінані є 75:25, при якому зразок має достатньо високу збитість ($279.0 \pm 1,4\%$), вміст харчових волокон ($2.92 \pm 0,24$ г/100 г) на фоні високих органолептичних показників якості ($4.80 \pm 0,15$ бала).

Технологічний процес приготування крему "Молочно-фруктовий" здійснюється у такій послідовності (рис. 4.143): приготування начинки "Яблучна" на карагінані; приготування крему "Молочний" на карагінані; у кінці збивання крему "Молочний" додавання начинки "Яблучна" на карагінані температурою $28 \pm 2^\circ$ С у співвідношенні (крем "Молочний" : начинка "Яблучна") 75:25, і наступне їх збивання протягом 180-240 с зі швидкістю 200 с^{-1} . На підставі розроблених технологій модельних композицій оздоблювальних напівфабрикатів зі зниженим вмістом або без цукру розроблені технології кремів і начинок. Як контрольні зразки використані № 30 "Крем вершковий", № 44 тістечко з кремом "З вершків", № 39 крем "Шарлотт", № 55 крем "Заварний", № 69 начинка "фруктова". Відпрацьовано технології на основі контрольних зразків оздоблювальних кондитерських напівфабрикатів – кремів "Солодковершковий" і "Дієтичний" без цукру і крему "З вершків", "Делікатний" з частковим вилученням цукру (40%).

Для приготування крему "Дієтичний" охолоджені вершки та сметану збивають у збивальній машині протягом $\tau = 1,2-1,5 \cdot 10^3$ с спочатку при малій швидкості, потім додають екстракт "Стевіасан" (0,056 г / 100 г), ванілін і збивають $\tau = 60$ с при великій кількості обертів до отримання стійкої пінної маси. На основі

технології крему "З вершків" розроблено технологію крему "Делікатний" (вилучено 60% цукру) з екстрактом "Стевіасан" (0,028 г / 100 г): попередньо охолоджені вершки та сметану збивають у збивальній машині протягом $\tau=1,2-1,5 \cdot 10^3$ с при малій швидкості, додають екстракт "Стевіасан" і протягом $\tau=60$ с збивають при великій кількості обертів до отримання стійкої пишної маси. У збиту масу додають рафінадну пудру (40%), попередньо змішану з ваніліном, суміш обережно перемішують.

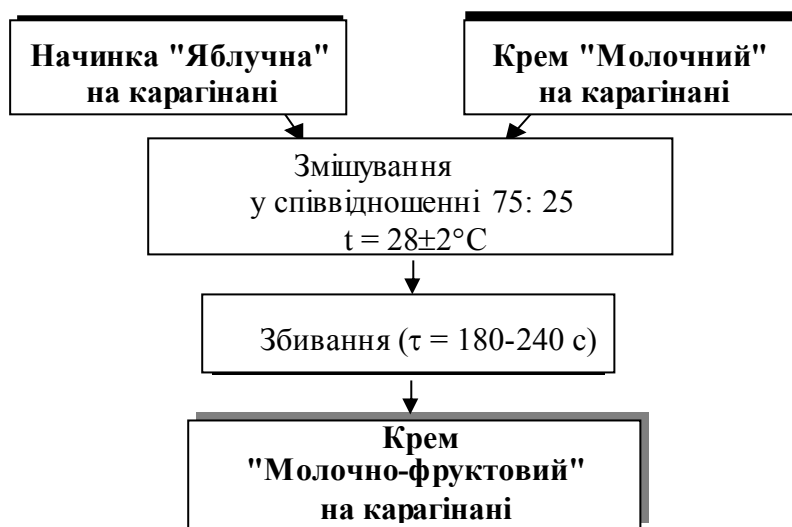


Рисунок 4.143 – Технологічна схема виробництва крему "Молочно-фруктовий" на карагінані

Відпрацьовано технології оздоблювальних кондитерських напівфабрикатів на основі молока і карагінану, з повним вилученням цукру: креми "Шарлотта 1"; "Насолода"; і частковим – креми "Шарлотта 2"; "Нижний". При приготуванні крему "Шарлотта 1", порівняно з традиційною технологією, додатково вводяться технологічні операції з приготування молочно-карагінанового розчину та з'єднання його з іншими рецептурними компонентами. Екстракт "Стевіасан" у рецептурну суміш вводиться на стадії збивання. Введення карагенану дозволяє отримати крем зі зменшеною часткою вершкового масла, близький за якісними показниками до традиційного. Розроблено технологію крему "Шарлотта 2" з карагінаном (1,5% від

маси молока) вилученням 50% цукру за рахунок екстракту "Стевіасан" (0,059 г / 100 г) Для його приготування зачищене та нарізане на шматки вершкове масло збивають у збивальній машині при невеликій кількості обертів до отримання однорідної маси. Яйця змішують з рештою молока та цукром, ретельно перемішують і доводять до кипіння при постійному перемішуванні. Сироп кип'ятять протягом $\tau=2,4 \cdot 10^2-3,0 \cdot 10^2$ с при температурі 104–105°C. Гарячу молочно-карагінанову масу вливають у підігрій до 56–60°C сироп і доводять його до кипіння при постійному перемішуванні. У збите вершкове масло поступово вливають охолоджену масу з додаванням кон'яку, ваніліну, екстракту "Стевіасан" і збивають $\tau=1,2-1,8 \cdot 10^2$ с до збільшення об'єму у 2,5–3 рази. Рідкою основою крему "Заварний" є молоко, тому при відпрацюванні на його основі технології крему "Насолода" з повною заміною цукру на екстракт "Стевіасан", для утворення відповідної консистенції використовували карагінан (0,5% від маси молока). За розробленою технологією замість вилученого цукру використовували екстракт "Стевіасан" (0,12 г / 100 г). Борошно підсушували ($t=105-110^\circ\text{C}$ $\tau=2,4 \cdot 10^2-3,0 \cdot 10^2$ с.), охолоджували та з'єднували зі збитими яйцями. В яєчно-борошняну суміш поступово вливали молочно-карагінановий розчин і прогрівали ($\tau=3 \cdot 10^2$ с., $t=95^\circ\text{C}$) при постійному перемішуванні, охолоджували ($t=20-30^\circ\text{C}$), додавали екстракт "Стевіасан", крем "Шарлотта 1" і ретельно перемішували.

Розроблено технологію крему "Ніжний" (рис. 4.144), в якому замість 50% цукру використано екстракт "Стевіасан" (0,06г/100г) і карагінан (0,25% від маси молока). Молоко змішували з цукром і доводили до кипіння при помішуванні, вливали у підготовлений молочно-карагінановий розчин, підігрівали до кипіння при помішуванні, суміш проціджували. Борошно підсушували ($t=105-110^\circ\text{C}$, $\tau=2,4-3,0 \cdot 10^3$ с.), охолоджували та з'єднували зі збитими яйцями. В отриману яєчно-борошняну суміш поступово вливали молочно-карагінановий розчин. Маса при постійному перемішуванні прогрівали ($\tau=3 \cdot 10^2$ с., $t=95^\circ\text{C}$), охолоджували ($t=20-30^\circ\text{C}$), додавали екстракт "Стевіасан", крем "Шарлотта 2" і ретельно перемішували.

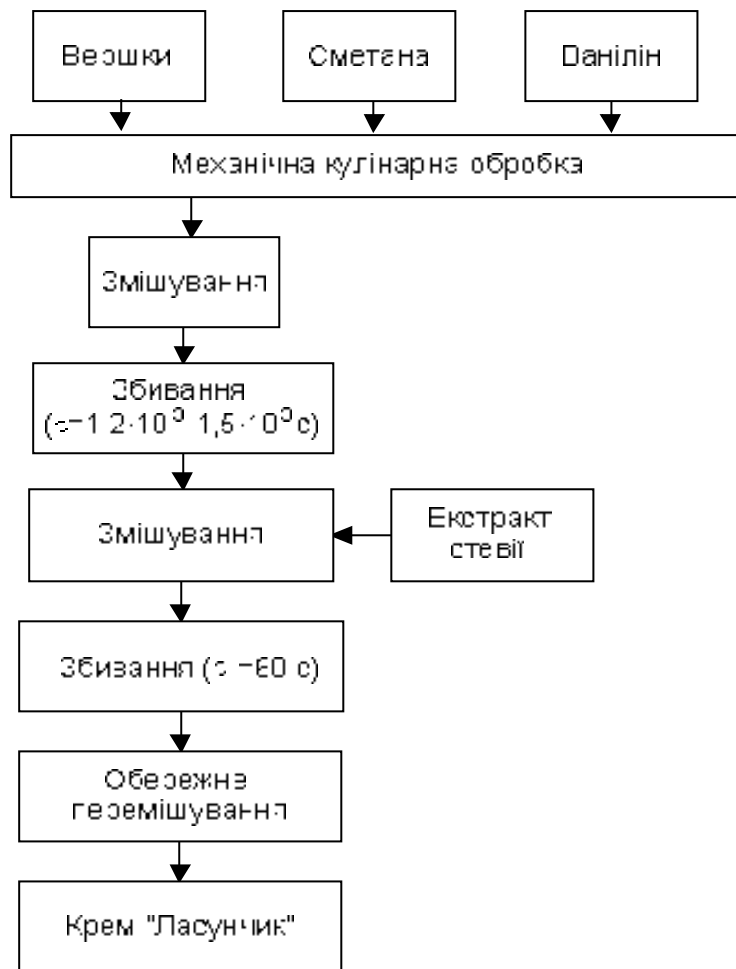


Рисунок 4.144 – Технологічна схема крему "Ласунчик"

4.9. Десертні страви та соуси

4.9.1. Збивні десертні страви та солодкі соуси з вітапектином і фітосорбентом.

Визначалась можливість використання вітапектину та фітосорбенту при виробництві збивних десертних страв і солодких соусів. Вибір саме цих груп страв пояснюється такими факторами: ошадливі режими теплової обробки, які застосовуються для вищеназваних груп страв; здатність пектинів виявляти властивості піноутворювачів, емульгаторів та стабілізаторів харчових систем – саме ці властивості можна раціонально використати для покращання якості збивних десертних страв і солодких соусів; вітапектин та фітосорбент мають кисло-

солодкий смак і будуть органічно поєднуватися з іншою сировиною, що використовується для виробництва солодких страв та соусів.

Проведені дослідження з визначення раціональних кількостей вітапектину та фітосорбенту в солодких стравах (муси на манній крупі) та солодких соусах (на основі яєчних жовтків), при цьому враховано такі фактори:

- використання дієтичних добавок при приготуванні страв та соусів не повинно негативно впливати на органолептичні показники;

- запропонована кількість вітапектину та фітосорбенту повинна забезпечувати достатні антиоксидантні, імуностимулюючі та детоксикуючі властивості;

- кількість вищевказаних добавок у виробках не повинна перевищувати норми, які зазначені в медичних рекомендаціях щодо них;

- використання дієтичних добавок не повинно значно ускладнювати хід технологічного процесу виробництва солодких страв функціонального призначення.

Для прогнозування органолептичних та якісних показників готових страв, при розробці технологій десертних страв та соусів з вітапектином використано добавки вітапектину в кількості 1, 2, 3 та 4% до маси готової страви. При розробці рецептур десертних страв та соусів з фітосорбентом використано добавки фітосорбенту в кількості 5, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20%. Вибір вищевказаних кількостей добавок пояснюється необхідністю встановлення їх раціональних кількостей для збереження високих органолептичних показників страв поряд із високою профілактичною дією. При аналізі змін органолептичної оцінки десертних страв та соусів з вітапектином та фітосорбентом виявлена така закономірність: при додаванні незначних кількостей добавок (0,1-1,5%) органолептична оцінка страв не змінювалася. При додаванні більших кількостей вона поступово зростала і, досягнувши свого максимуму, починала зменшуватися. Для вітапектину цей максимум – 3%, для фітосорбенту – 14%.

Такий ефект пояснюється тим, що додавання будь-якої добавки в певній кількості до страви призводить до погіршення її органолептичних та якісних показників. Так при додаванні фітосорбенту в кількості 15% відмічається зміна відповідного даній страві смаку та стає відчутним присмак фітосорбенту. При додаванні вітапектину в кількості 4% у мусі яблучному відмічається зменшення ніжності консистенції, у соусі лимонному консистенція стає надто густою. Для одержання більш точних даних щодо раціональних кількостей вітапектину та фітосорбенту при приготуванні солодких страв визначено раціональну кількість добавок за допомогою методів математичного аналізу. Визначався комплексний показник якості (Кпя) десертних страв та соусів залежно від вмісту вітапектину та фітосорбенту. Для визначення Кпя обрано показники, які безпосередньо впливають на якість солодких страв та соусів: органолептична оцінка, вміст аскорбінової кислоти та вміст пектину.

Для розрахунків вибрані кількості вітапектину – 2–4%, фітосорбенту – 12–16%, так як саме такі кількості добавок при забезпеченні високих органолептичних показників, складу, здатні забезпечувати достатні профілактичні властивості. На рис. 4.145 зображено графіки залежності зміни комплексного показника якості десертних страв та соусів від вмісту вітапектину та фітосорбенту.

Точки екстремуму функцій показують раціональні кількості вітапектину та фітосорбенту, при яких значення Кпя є максимальним.

У табл. 4.123 наведено раціональні кількості добавок вітапектину та фітосорбенту при виробництві солодких страв та соусів.

Важливою характеристикою соусів є в'язкість – міра внутрішнього опору рідини, яка виникає в ній при деформації течії. Під час експериментальних досліджень і з метою визначення раціональних кількостей досліджуваних добавок у рецептурах відмічено значний вплив вітапектину та фітосорбенту на в'язкість соусів.

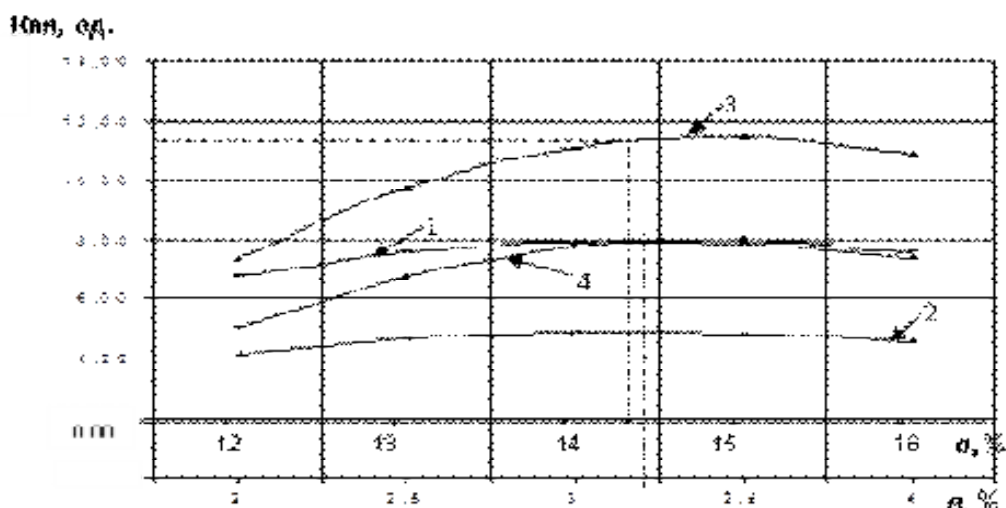


Рисунок 4.145 – Зміни Кпя залежно від вмісту фітосорбенту (а, %) та вітапектину (в, %): 1 – мус яблучний з фітосорбентом: $K_{п\dot{я}} = -0,209a_1^2 + 6,011a_1 - 35,156$; $a_1 = 14,34\%$; 2 – соус лимонний з фітосорбентом: $K_{п\dot{я}} = -0,126a_2^2 + 3,626a_2 - 21,181$; $a_2 = 14,35\%$; 3 – мус яблучний з вітапектином: $K_{п\dot{я}} = -2,006v_1^2 + 13,798v_1 - 12,194$; $v_1 = 3,44\%$; 4 – соус лимонний з вітапектином: $K_{п\dot{я}} = -1,440v_2^2 + 9,904v_2 - 9,000$; $v_2 = 3,44\%$.

У соусах традиційного приготування загущувачем виступає ячний жовток. Збільшення в'язкості соусів відбувається за рахунок пектинів, які входять до складу вітапектину та фітосорбенту. У водних розчинах пектинова молекула має форму спіралі, карбоксильні групи якої розміщені одна під одною. При електролітичній дисоціації кожна дисоційована карбоксильна група одержує негативний заряд, у результаті чого утворюються близько розміщені однойменно заряджені електричні центри, між якими діють сили відштовхування та випрямляють спіральну молекулу, збільшують її лінійні розміри та в'язкість розчинів.

Таким чином, ми одержуємо соуси, які мають більшу в'язкість порівняно із соусами традиційного приготування. Це дає змогу покращання консистенції соусів. Консистенція є важливим показником якості для продукції ресторанного господарства, і особливо для такої групи страв як соуси.

Раціональні кількості добавок вітапектину та фітосорбенту

Добавки	Кількість добавки, %	
	Мус яблучний	Соус лимонний
Вітапектин	3,44	3,44
Фітосорбент	14,34	14,35

Тому, у зв'язку зі значним впливом вітапектину та фітосорбенту на консистенцію соусів досліджено залежність ефективної в'язкості соусів від напруги зсуву. За результатами досліджень побудовано графіки залежності (рис. 4.146).

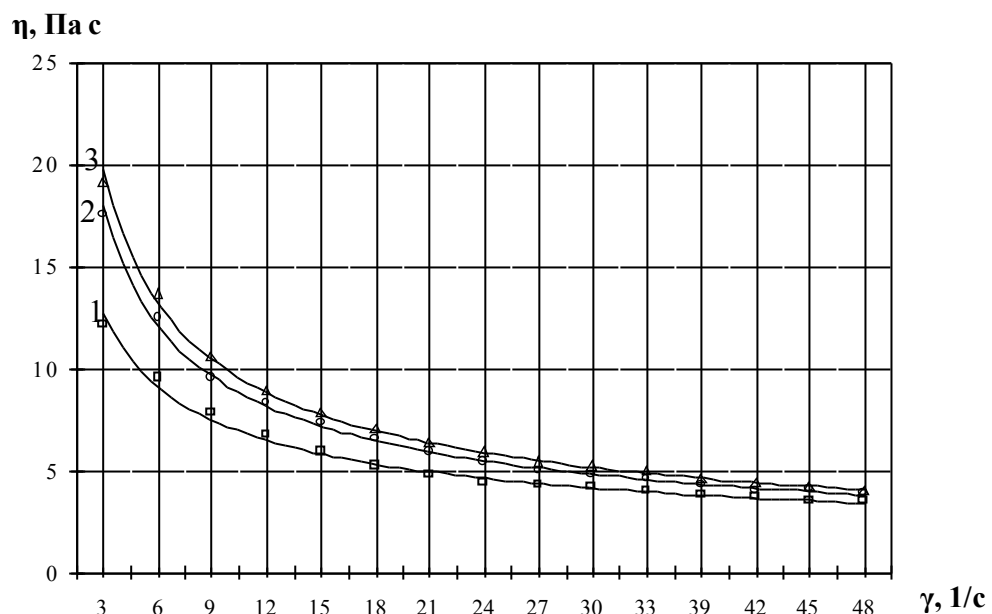


Рисунок 4.146 – Залежність ефективної в'язкості соусів (η , Па·с) від швидкості зсуву (γ , с^{-1}): 1 – контрольний зразок, 2 – соус із фітосорбентом, 3 – соус із вітапектином

Результати досліджень свідчать про залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву (при збільшенні швидкості зсуву в'язкість зменшується), що свідчить про аномалію в'язкості соусів.

При низьких значеннях швидкості зсуву спостерігається невелика плинність системи. З підвищенням швидкості зсуву відбувається інтенсивне руйнування структури соусів. Це призводить до того, що в'язкість знижується зі збільшенням швидкості зсуву. Додання вітапектину та фітосорбенту до складу соусів збільшує їх в'язкість. Слід відмітити, що в'язкість соусу з вітапектином дещо більша ніж соусу з фітосорбентом, що пояснюється більшим вмістом пектину. Збільшення в'язкості соусів здійснюватиме стабілізуючий ефект на поліфеноли, обумовлений зниженням активності води у системі, що є одним із важливих факторів окислення біофлавоноїдів.

Численні літературні дані свідчать, що пектини можуть виступати як структуроутворювачі харчових систем. Проведені дослідження щодо впливу вітапектину та фітосорбенту на структуроутворення збивних солодких страв, а саме мусів. У досліджуваних стравах желуючим агентом виступає манна крупа. Під час варіння манної крупи відбувається клейстеризація крохмалю та поглинання ним води з варильного середовища. Оклеїстеризований крохмаль всередині клітин утворює достатньо міцні драгли, які і формують консистенцію мусу. У мусах з вітапектином та фітосорбентом структуроутворювачем додатково виступають пектини, які входять до складу добавок.

Для вивчення впливу пектинів на структуроутворення мусів нами було досліджено збитість мусів (%) залежно від швидкості обертання збивача (об/с) при тривалості збивання $4,8 \cdot 10^2$ с (табл. 4.124).

Результати досліджень свідчать, що вітапектин та фітосорбент у вибраних кількостях збільшують збитість мусів, яка, в свою чергу, залежить від режимів збивання. Так, підвищення збитості спостерігається при збільшенні швидкості обертання збивача до $8,3 \text{ с}^{-1}$. Подальше збільшення швидкості обертання збитість мусів вірогідно не змінює. Підсумовуючи, слід відмітити: для мусів із вітапектином та фітосорбентом доцільним є збивання протягом $(4,8-6,0) \cdot 10^2$ с зі швидкістю обертання збивача $8,3 \text{ с}^{-1}$. При вищевказаному режимі збивання збитість мусу з вітапектином більша на 5,3% порівняно зі збитістю мусу

яблучного традиційного приготування. Також відмічається тенденція до збільшення збитості мусу з фітосорбентом на 3,6% порівняно з контролем.

Таблиця 4.124

Збитість мусів

Швидкість збивання, об/с	Збитість мусів, %		
	контроль	з вітапектином	з фітосорбентом
3,3	93,8+1,5	104,2+1,6	99,4+1,4
5,0	145,7+0,6	155,0+1,4	151,3+1,4
6,7	201,5+2,1	208,5+0,9	202,7+2,3
8,3	279,4+1,9	296,2+1,7	298,8+1,6
10,0	280,2+2,1	296,7+2,5	290,1+2,1

Позитивний вплив вітапектину та фітосорбенту на процеси піноутворення можна пояснити тим, що пектини здатні збільшувати в'язкість водних розчинів. Збільшення в'язкості знижує швидкість витікання рідини з піни і, відповідно, покращується процес піноутворення. Розчинний пектин адсорбується на поверхні плівок та в каналах піни, його молекули утворюють своєрідний каркас, який заважає витіканню рідини з плівок. Пектини можуть виступати як поверхнево-активні речовини. Молекули пектину спрямовуються на границю розділу фаз і адсорбуються на ній. У результаті на поверхні кульок виникає плівка з пружними властивостями, яка розділяє окремі кульки. Адсорбція молекул пектину на границі розділу фаз рідина-газ значно знижується поверхневий натяг. Деякі науковці вважають, що за наявності пектину в рідких станах піни проходить процес драглетування, вони стають напівтвердими. Піна переходить в інший клас дисперсних систем: газ-тверда речовина. Плівки піни здобувають механічну міцність, еластичність, пружність.

Результати проведених досліджень дозволяють зробити висновок, що використання пектиновмісних добавок – вітапектину та фітосорбенту при виробництві збивних солодких страв та солодких соусів є доцільним.

На основі експериментальних даних обґрунтовані технології виробництва десертних страв та соусів із вітапектином та фітосорбентом: мус яблучний

"Особливий" (з вітапектином), соус "Лимонний" (з вітапектином), мус яблучний "Особливий-1" (з фітосорбентом), соус "Лимонний-1" (з фітосорбентом).

Особливість застосування вітапектину при виробництві десертних страв та соусів полягає в тому, що його просіюють та змішують з цукром 1:1 (вітапектин : цукор). При з'єднуванні вітапектину з іншими продуктами може відбуватися процес його грудкування. Це пояснюється тим, що конденсовані фази на границі з повітрям, полярність якого можна вважати практично рівній нулю, мають високий поверхневий натяг. Тому дисперсні системи з газоподібним дисперсним середовищем є ліюфобними. Відомо, що чим більш полярна одна з фаз та чим менш полярна інша, тим більший поверхневий натяг на границі розділу між ними. Чим більша різниця полярностей між дисперсною фазою та дисперсійним середовищем, тим сильніша тенденція частинок дисперсної фази до агрегації. Цим і обумовлюється тенденція харчових порошоків до грудкування. Для запобігання грудкування вітапектину при з'єднуванні його з іншими продуктами його попередньо необхідно ретельно перемішати з цукром. При виробництві мусу "Особливого" вітапектин додають під час варіння яблучного пюре з манною крупою за $(0,6-1,2) \cdot 10^2$ с до закінчення варіння. На цьому етапі відбувається з'єднування вітапектину із загальною масою та розчинення у ній пектину. При виробництві соусу "Лимонного" вітапектин змішують із частиною цукру та жовтками, додають до цукрового сиропу та проварюють. Дослідження якості соусів із вітапектином та фітосорбентом довело, що раціональний термін проварювання становить $3 \cdot 10^2$ с при температурі 75–80°C.

Технологічними процесом приготування страв та соусів передбачене проварювання фітосорбенту протягом декількох хвилин, що дає змогу забезпечити більш повну епідеміологічну безпечність нових страв.

При приготуванні мусу "Особливий-1" фітосорбент додають на етапі варіння яблучного пюре з манною крупою, за $(0,6-1,2) \cdot 10^2$ с до завершення варіння.

При виробництві соусу "Лимонний-1" фітосорбент додають до розтертих із цукром жовтків та з'єднують із цукровим сиропом. Наступна технологія

виробництва мусів та соусів з фітосорбентом аналогічна з традиційною. Попередніми дослідженнями встановлено, що раціональний режим збивання для мусів становить $(4,8-6,0) \cdot 10^2$ с при швидкості обертання збивача $8,3 \text{ с}^{-1}$.

Виробництво десертних страв та соусів за новими технологіями дозволяє використовувати обладнання, аналогічне до того, що використовується для виробництва традиційної продукції.

На основі проведених досліджень обґрунтовано та розроблено технологічні схеми виробництва десертних страв і соусів із вітапектином і фітосорбентом (рис. 4.147, 4.148).

4.9.2. Жельовані вироби з використанням водоростей.

Для приготування жельованих виробів використовують різні драглеутворювачі. Одним із них є альгінат натрію – полісахарид бурих морських водоростей.

Альгірати виробляються у промислових масштабах переважно за кордоном. Світове виробництво альгінату натрію складає 20 тис. т на рік.

У Росії з бурих водоростей, запаси яких розвідано, можна виробляти до 7 тис. т на рік. Однак альгінат натрію для харчових цілей майже не використовується. До драглеутворювачів, що використовуються для харчових цілей, висуваються певні вимоги: вони повинні мати високі драглеутворюючі та технологічні властивості.

Вивчені особливості хімічного складу та драглеутворююча здатність харчового альгінату, отриманого з водоростей роду ламінарієвих (*Laminaria digitata* u *sacarina*) та фукусів (*fucus vesiculosus*), і розроблені рекомендації щодо раціонального використання альгінату натрію з різних водоростей як драглеутворювача при виробництві солодких жельованих виробів.

Фізико-хімічні показники альгінату натрію з різних водоростей наведені в табл. 4.125. Як видно з цих даних, дослідні зразки альгінату натрію характеризуються високим вмістом альгінових кислот.

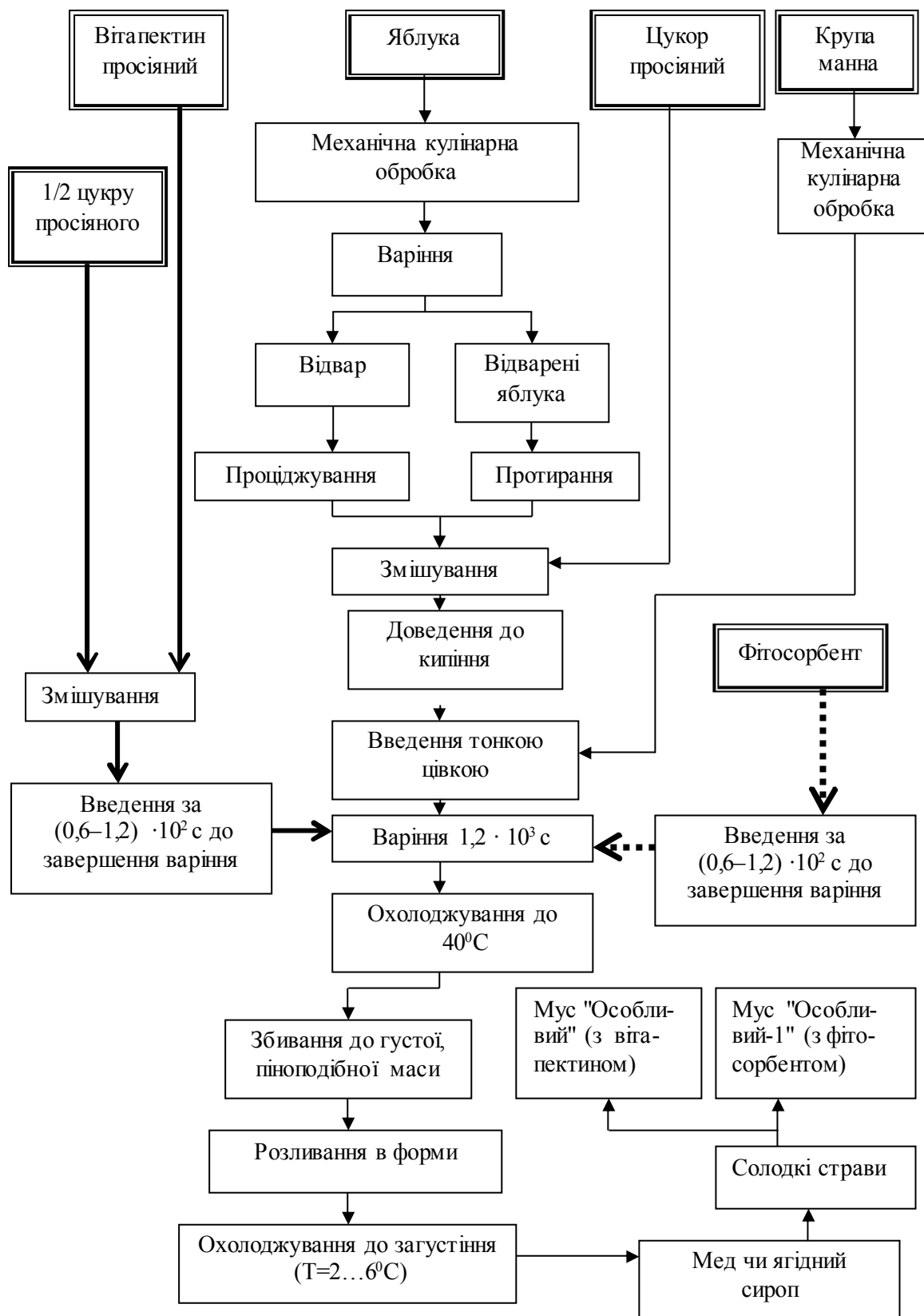


Рисунок 4.147 – Загальна технологічна схема виробництва мусів яблучних із вітапектином та фітосорбентом: —→ загальні технологічні процеси; —→ мус із вітапектином;→ мус із фітосорбентом

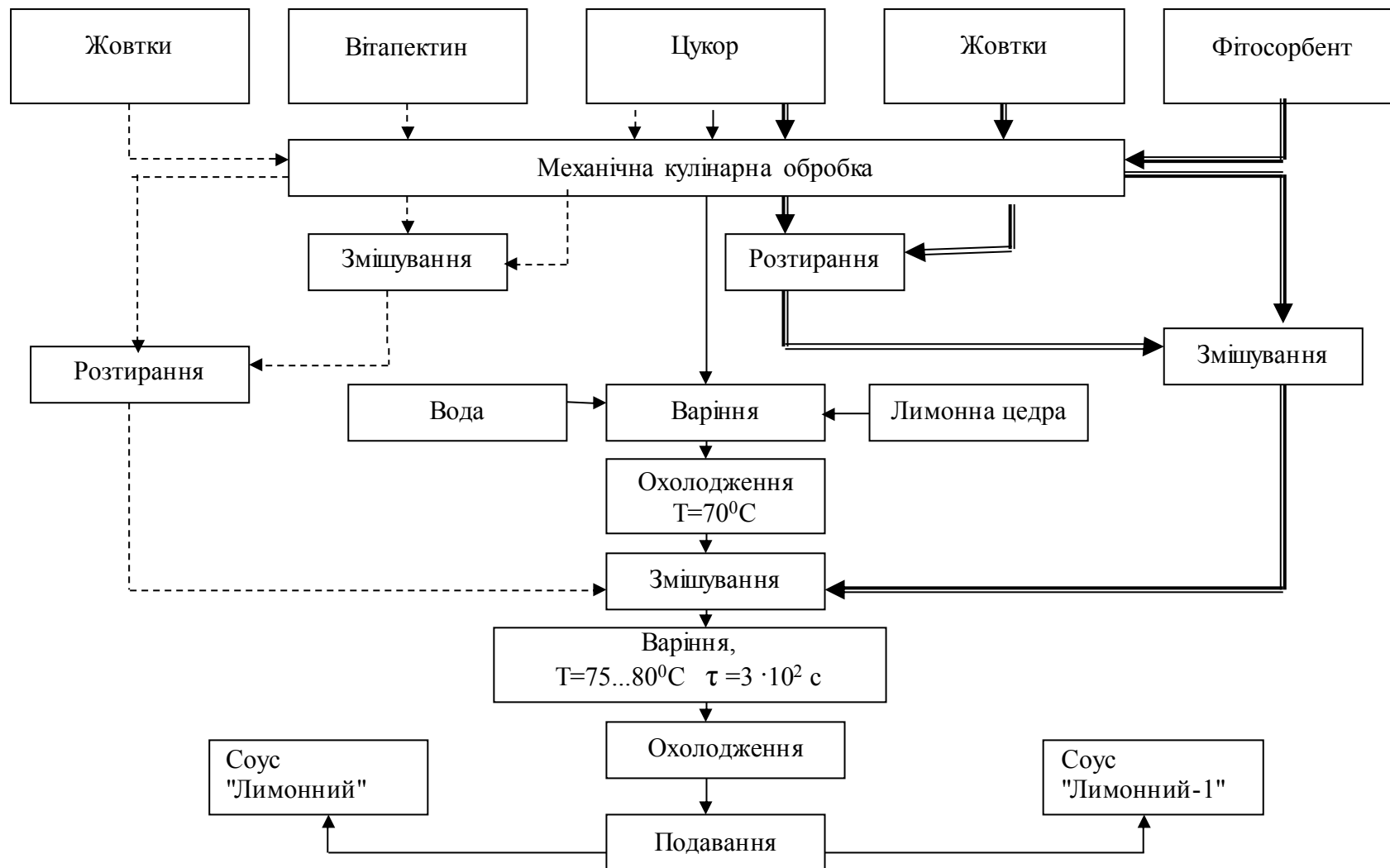


Рисунок 4.148 – Загальна технологічна схема виробництва солодких соусів із вітапектином та фітосорбентом: —> загальні технологічні процеси; - - - -> соус "Лимонний"; ==> соус "Лимонний-1"

Вміст натрію у зразках альгінатів дозволяє стверджувати, що близько 90% залишків уронових кислот знаходяться в сольовій формі. Значення рН 1% розчинів було близьким до 7.0. Незначний вміст у зразках інших елементів – Ca, Mg, K, Fe дозволяє не враховувати їх впливу на процес драглеутворення. Усі отримані зразки альгінату натрію вміщують 92,23–96,55% чистої речовини (альгінату натрію). Залишкова частина продукту складається з незначної кількості азотистих та мінеральних речовин, супутніх альгінату натрію полісахаридів різного складу.

В'язкість розчину альгінату натрію різного походження неоднакова. Відносно високу в'язкість мають розчини альгінату натрію, отриманого з ламінарії. Порівнянно з ними в'язкість розчинів альгінату натрію з цистозіри та фукусів приблизно у три рази нижча. Відмічена різниця у в'язкості розчинів альгінату натрію обумовлена, насамперед, різницею у молекулярній масі зразків, яка для альгінату натрію з ламінарії у 6 разів вища порівняно з альгінатом натрію з фукусів та цистозіри. Понижена молекулярна маса альгінату натрію з фукусів і цистозіри пов'язана з більш жорсткими умовами обробки цих водоростей у процесі видалення забарвлюючих речовин.

Поряд із молекулярною масою визначальне значення має їх уроновий склад. З метою отримання достовірних результатів співвідношення уронових кислот у альгінаті натрію визначали трьома незалежними методами. Отримані результати зведені в табл. 4.126.

Наведені дані свідчать, що альгінат натрію з різних водоростей помітно відрізняється за складом уронових кислот. Альгінат натрію з ламінарії сахарину, фукусів та особливо з ламінарії японської характеризується підвищеним вмістом мануронової кислоти; в альгінаті натрію з ламінарії дігітату обидві кислоти знаходяться приблизно в рівній кількості, а в альгінаті натрію з цистозіри переважає гулууронова кислота.

На підставі отриманих результатів та наукових даних можна зробити висновок, що альгінат натрію з цистозіри і ламінарії дігітату з підвищеним вмістом гулууронової кислоти має велику спорідненість з кальцієм у процесі желювання.

Таблиця 4.125

Фізико-хімічні показники альгінату натрію з різних водоростей

Показник	Джерела отримання альгінату натрію				
	Ламінарія дігітату	Ламінарія сахарину	Ламінарія японська	Фукуси	Цистозира
Колір	Білий	Білий	Білий	Жовтуватий	Жовтуватий
Запах	немає	немає	немає	немає	немає
Вологість	15,59	15,53	18,19	15,29	15,96
Вміст сухої речовини, %					
а) золи	21,56	20,49	21,84	20,38	20,69
у т.ч. Na	9,25	8,82	9,38	8,83	9,07
Ca	0,13	0,14	0,08	0,19	0,06
K	0,05	0,07	0,09	0,08	0,02
Mg	0,096	0,003	0,02	0,03	0,01
Fe	0,004		0,006	0,007	0,01
б) альгінових кислот	87,3	85,2	86,9	84,4	85,2
в) азотистих речовин (N x 6,25)	0,21	0,43	0,13	0,60	0,08
В'язкість 0,1%-го розчину за Оствальдом, пуаз	5,87	5,75	6,22	1,86	1,72
Молекулярна маса, у.о.	439000	429000	471000	78000	65000

Таблиця 4.126

Співвідношення мануронової та гулууронової кислот у альгінаті натрію з різних водоростей

Джерела отримання альгінату натрію	М/Г		
	Методи визначення		
	ІЧ-спектроскопії за М.П. Філіповим і Р. Коном	ІЧ-спектроскопії за Цейтлі	Хроматографії
Ламінарія дігітату	1,06	0,7–1,3	1,07
Ламінарія сахарину	1,27	–	1,03
Ламінарія японська	1,90	0,7–1,3	1,57
Фукуси	1,63	0,7–1,3	1,27
Цистозира	0,72	–	0,63

Важливе значення для драглеутворюючої здатності альгінатів натрію має порядок чергування залишків уронових кислот у макромолекулі полісахариду.

Відомо, що уронові кислоти можуть розміщуватися в молекулі у вигляді блокполімерів, що складаються тільки із залишків мануронової кислоти.

Альгінат натрію з ламінарії сахарину містить приблизно рівні кількості блокполімерів з мануронової та гулурунової кислот. У альгінаті натрію, отриманому з цистозіри, переважають блокполімери з гулурунової кислоти.

Слід відмітити добре виражену відповідність між вмістом тієї чи іншої уронової кислоти в альгінаті натрію і їх гомоблокполімерами, що дозволяє стверджувати про співвідношення блокполімерів уронових кислот в альгінаті натрію на основі вмісту цих кислот. Можна зробити висновок, що ступінь спорідненості альгінату натрію до кальцію, подана на основі складу уронових кислот, одночасно справедлива для вмісту в продукті гомополімерів уронових кислот. Залишки гулурунової кислоти, що містяться в альгінаті натрію з цистозіри мають підвищену спорідненість з іонами кальцію та, насамперед, залучаються до формування структури драглів.

Отримані результати підтвердили різну спорідненість з іонами кальцію залишків гулурунової кислоти в альгінатах, яка раніше була показана іншими дослідниками для препаратів альгінату натрію з інших водоростей.

Для характеристики реологічних властивостей драглів на основі альгінату натрію з різних водоростей була знята кінетика розвитку деформації зсуву $E=f(\tau)_p$ при заданому навантаженні протягом 20 хв. Отримані результати наведені в табл. 4.127.

Таблиця 4.127

Пружно-еластичні характеристики драглів (желе та желейного покриття) на основі альгінату натрію з різних водоростей

Зразки драглів	$E_1, \text{н/м}^2 \cdot 10^2$	$E_2, \text{н/м}^2 \cdot 10^2$
Жельоване покриття з альгінату натрію із ламінарії	537,0	4051,0
Жельоване покриття з альгінату натрію із фукусів	378,0	3687,0
Желе з альгінату натрію із ламінарії	221,0	1892,0
Желе з альгінату натрію із фукусів	128,0	1036,0

Особливості складу та вмісту уронових кислот в альгінатах натрію з різних джерел виявилися в пружно-еластичних властивостях системи.

Драглі на альгінаті натрію з фукусів мають менші величини модуля миттєвої пружної деформації та більш ніжний смак, що наближає їх за органолептичними показниками до драглів на желатині. Драглі на альгінаті натрію з ламінарії поступаються за смаком.

Якщо врахувати, що еластична деформація у драглях визначається деформацією “вільних” ділянок макромолекул, тобто ділянок, розміщених між вузлами сітки драглів, то очевидно, що у драглях альгінату кальцію з ламінарії при співвідношенні мануронової та гулууронової кислоти М/Г, що дорівнює 1,15; деформація цих ділянок макромолекул полісахариду більш обмежена, ніж у драглях альгінату кальцію з фукусів з М/Г, що дорівнює 1,45.

Результати вивчення реологічних властивостей дослідних систем були підставою для направленою використання альгінату натрію з ламінарії при виробництві жельованого покриття, яке повинно мати виражену “жорсткість” та “колючість”, а альгінату натрію з фукусів – для виробництва желе з ніжною еластичною структурою.

Вивчали вплив концентрації альгінату натрію, солей кальцію, цитринової кислоти та солі модифікатора на міцність драглів альгінату кальцію, отриманих при виготовленні солодкого желе та мармеладу. Міцність желе залежить від походження альгінату натрію. При однаковій його концентрації граничне напруження зсуву драглів на альгінаті натрію з ламінарії в усіх випадках приблизно на 50% виявилось вище граничного напруження зсуву драглів на альгінаті натрію з фукусів. Це, очевидно, можна пояснити більш високою молекулярною масою та зменшеним співвідношенням М/Г альгінату натрію з ламінарії. Зі збільшенням концентрації альгінату натрію міцність желе в усіх випадках підвищується.

Органолептична оцінка готових виробів свідчить про те, що для виготовлення солодких желе доцільніше використовувати альгінат натрію з фукусів, так як в цьому випадку драглі отримуються зі властивою цим виробам консистенцією.

Міцність мармеладної маси, як і міцність желе, зростає зі збільшенням концентрації альгілату натрію.

При однаковій концентрації альгілату натрію різного походження, що вводиться в желе та мармелад, міцність останнього виявилася вищою, ніж у желе. Як показали подальші дослідження, це пов'язано з підвищеним вмістом цукру в мармеладі та більш низьким значенням рН жельованої суміші.

При збільшенні концентрації вуглекислого кальцію граничне напруження зсуву желе спочатку зростає та досягає найбільшого значення при вмісті його в жельованій суміші з альгілатом натрію з ламінарії у кількості 0,2% і з альгілатом натрію з фукусів у кількості 0,3%, після чого знижується. Зниження міцності драглів пов'язане з тим, що надлишок вуглекислого кальцію призводить до “висолювання” частини альгілату натрію. Підвищені витрати вуглекислого кальцію для утворення драглів на альгілаті натрію з фукусів порівняно з альгілатом натрію з ламінарії (при однаковій міцності драглів) можна пояснити різним складом уранових кислот та молекулярною масою цих альгілатів. Отримані дані свідчать, що альгілат натрію з фукусів має відносно невисокий вміст гулуранової кислоти. Для початкової стадії драглеутворення кількість іонів двовалентних металів у розчинах альгілатів натрію з відносно низьким вмістом гулуранової кислоти має бути більшою, ніж у розчинах альгілату натрію, збагаченого цією кислотою. Очевидно, альгілат натрію з фукусів, що має М/Г відношення – 1,45 потребує для процесу утворення драглів однакової міцності більшої кількості солей кальцію порівняно з альгілатом натрію з ламінарії.

Органолептична оцінка желе показала, що найбільш міцні драгли не завжди відповідають консистенції, яка властива цим виробам. Особливо це стосується драглів альгілату натрію з фукусів. При концентрації вуглекислого кальцію 0,3% консистенція таких драглів виявилася неоднорідною, зернистою. Зниження концентрації вуглекислого кальцію у жельованій суміші на 10% зумовлювало покращання консистенції желе.

Для виготовлення мармеладу з альгілатом натрію з ламінарії вуглекислий

кальцій доцільно додавати у кількості 0,26%.

Подальше збільшення концентрації вуглекислого кальцію призводить до зниження міцності мармеладу, що, очевидно, пояснюється тими ж причинами, які були вказані при подібному дослідженні желе.

При складанні желюваних сумішей для солодких желе з альгінатом натрію з фукусів цитринову кислоту слід додавати у кількості 0,25%, а з ламінарії – 0,2%. При вмісті у желюваній суміші цитринової кислоти у цих концентраціях міцність желе найбільша.

Враховуючи, що мармелад набуває найкращої консистенції при рН 4,5, отримані дані дозволили визначити оптимальну концентрацію цитринової кислоти для драглеутворення. При виготовленні мармеладу з альгінатом натрію з ламінарії желювана суміш повинна містити цитринову кислоту в кількості 0,3%, а мармелад з альгінатом натрію з фукусів – 0,35%. Рекомендовані концентрації цитринової кислоти достатні для надання виробам оптимальної міцності.

Результати досліджень залежності тривалості желювання та міцності драглів альгінату кальцію від концентрації солі-модифікатора свідчать, що при внесенні цитрату натрію у мармеладну масу в кількості 0,2% тривалість її желювання збільшується у 1,8 раза, проте після желювання маса набуває недостатньої міцності. Додавання до желюючої суміші цитрату натрію у кількості 0,1% не впливає помітно на міцність мармеладу, але і не уповільнює процесу желювання. Оптимальна концентрація цитрату натрію у желюваній суміші – 0,15%; при ній тривалість желювання збільшується у 1,7 раза; міцність драглів при цьому достатня для забезпечення необхідної консистенції.

Міцність мармеладу безперервно зростає зі збільшенням тривалості його витримки. Інтенсивне зростання міцності мармеладу спостерігається протягом перших 5–6 годин. У наступний період інтенсивність зростання міцності дещо знижується. Міцність мармеладу на агароді складає 1500 г/см². Міцність мармеладу на альгінаті натрію з ламінарії наближається до цього значення (1200 г/см²) тільки через добу витримки. Виходячи з цього, реалізацію мармеладу на

альгінаті натрію необхідно проводити після його застигання не раніше 24-х год витримки. Проведені дослідження дозволили розробити рецептури та технологію приготування фруктово-ягідних желе, начинки для пирогів, фруктово-ягідного покриття для тортів та тістечок, мармеладу та желевної основи для цукерок. У табл. 4.128 і 4.129 наведені рецептури фруктово-ягідних желе та мармеладу. Желе, виготовлені відповідно до вказаних рецептур, виходять прозорими, на розрізі склоподібними, мають гарне забарвлення використаних соків та сиропу, приємний кисло-солодкий смак та аромат і консистенцію, характерну для желе.

Таблиця 4.128

Рецептури фруктово-ягідних желе (г/100 г)

Сировина	Желе помаранчеве	Желе виноградне	Желе яблучне
Альгінат натрію з фукусів	1,3	1,3	1,3
Цукор-пісок	–	16,0	16,0
Вуглекислий кальцій	0,27	0,27	0,27
Сік фруктово-ягідний	–	40,0	40,0
Сироп	45,0	–	–
Цитринова кислота	0,16	0,26	0,14
Вода	53,27	42,17	42,29
Вихід	100	100	100

Таблиця 4.129

Рецептура мармеладу (г/100 г)

Сировина	Кількість сировини
Альгінат натрію з ламінарії	16,0
Цукор-пісок	530,0
Фосфорно-кислий кальцій	2,6
Цитрат натрію (50%-й розчин)	3,0
Цитринова кислота (50%-й розчин)	6,0
Фруктово-ягідна есенція	3,0
Харчовий барвник	0,45
Вода	448,85
Вихід	1000

Мармелад, виготовлений з альгінату натрію з ламінарії, добре тримає форму, щільний, злегка зтяжної консистенції, солодко-кислий, приємний на смак.

Вивчені особливості хімічного складу та фізико-хімічні властивості альгінату натрію з перспективних для переробки бурих водоростей: ламінарії дигітату, ламінарії сахарину, ламінарії японської, фукусів та цистозіри; визначений мономерний склад дослідних зразків альгінату натрію трьома незалежними методами. Встановлено, що альгінат натрію з цистозіри порівняно з альгінатом натрію інших водоростей містить значну кількість гулурунової кислоти; співвідношення залишків манурунової та гулурунової (М/Г) кислот дорівнює 0,67. Альгінат натрію з ламінарії сахарину та ламінарії дигітату містить цих кислот приблизно порівну (М/Г-1,15, 1,06 відповідно). В альгінаті натрію з фукусів та ламінарії японської переважає манурунова кислота (М/Г-1,45 і 1,73 відповідно).

Реологічні властивості досліджуваних систем стали основою у використанні альгінату натрію з ламінарії для виробництва жельованого покриття, альгінату натрію з фукусів – для виробництва солодкого желе.

Вивчені технологічні властивості альгінату натрію з різних водоростей. Встановлено, що швидкість утворення та формування структури драглів з альгінату натрію з ламінарії сахарини вища, ніж у системах з альгінатом натрію з фукусів. Інтенсивне зростання міцності желе та мармеладу спостерігається у перші 1,5–2 год. та 5–6 год. відповідно, потім інтенсивність зростання міцності знижується.

Усі фактори (концентрація альгінату натрію, солей кальцію, цитринової кислоти, цукру та солі-модифікатора), що сприяють утворенню структури драглів, виявляють більший ефект у системах з альгінатом натрію з ламінарії, ніж у системах з альгінатом натрію з фукусів.

На підставі даних про особливості хімічного складу та фізико-хімічні властивості альгінату натрію вітчизняного виробництва і впливу різних компонентів на міцність отриманих драглів розроблені технології виготовлення солодких жельованих виробів: фруктово-ягідного желе, начинки для пирогів, фруктово-ягідного покриття для тортів та тістечок, мармеладу та жельованої основи для цукерок.

4.9.3. Десертні страви з екстрактом стевії і карагінаном.

За розробленими технологічними схемами відпрацьована технологія десертних страв з екстрактом "Стевіасан" без цукру з карагінаном: желе із чорної смородини (табл. 4.127). Як контрольні зразки використано рецептуру "Желе із чорної смородини" № 960. Згідно з визначеним співвідношенням у рецептурі желе замість вилученого цукру використаний екстракт "Стевіасан".

Таблиця 4.130

Рецептура "Желе із чорної смородини з екстрактом стевії"

Найменування	Желе із чорної смородини (контроль)		Желе із чорної смородини (дослід)	
	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г
Чорна смородина	30	30	40	40
Цукор	16	16	–	–
Екстракт стевії рідкий	–	–	0,56	0,56
Желатин	3	3	1,5	1,5
Карагеноан			1,5	1,5
Вода	57	57	57	57
Вихід	100		100	

Для приготування желе суміш желатину і карагінану замочують ($\tau=1,8 \cdot 10^3$ с у холодній воді та залишають для набрякання ($\tau=3,6 \cdot 10^3$ с). Потім суміш нагрівають до повного розчинення, додають свіжовіджатий ягідний сік (чорна смородина, малина або відвар шипшини) й екстракт "Стевіасан", розливають у форми й охолоджують. Відпускають желе по 100-150 г на порцію.

4.9.4. Десертні страви з використанням фруктових кріопорошків.

Розроблена група десертів із використанням кріопорошків: яблучного, чорносмородинового, цитрусового, полуничного, виноградного. Кожен із цих кріопорошків має певний, відмінний від інших вплив на якість продуктів харчування, зокрема напоїв. Як саме впливає певний кріопорошок на продукт можна показати на прикладі порівняння традиційної і нетрадиційної (додано 2% яблучного кріопорошку) технології приготування десерту "Компот із свіжих плодів" (рис. 4.149).

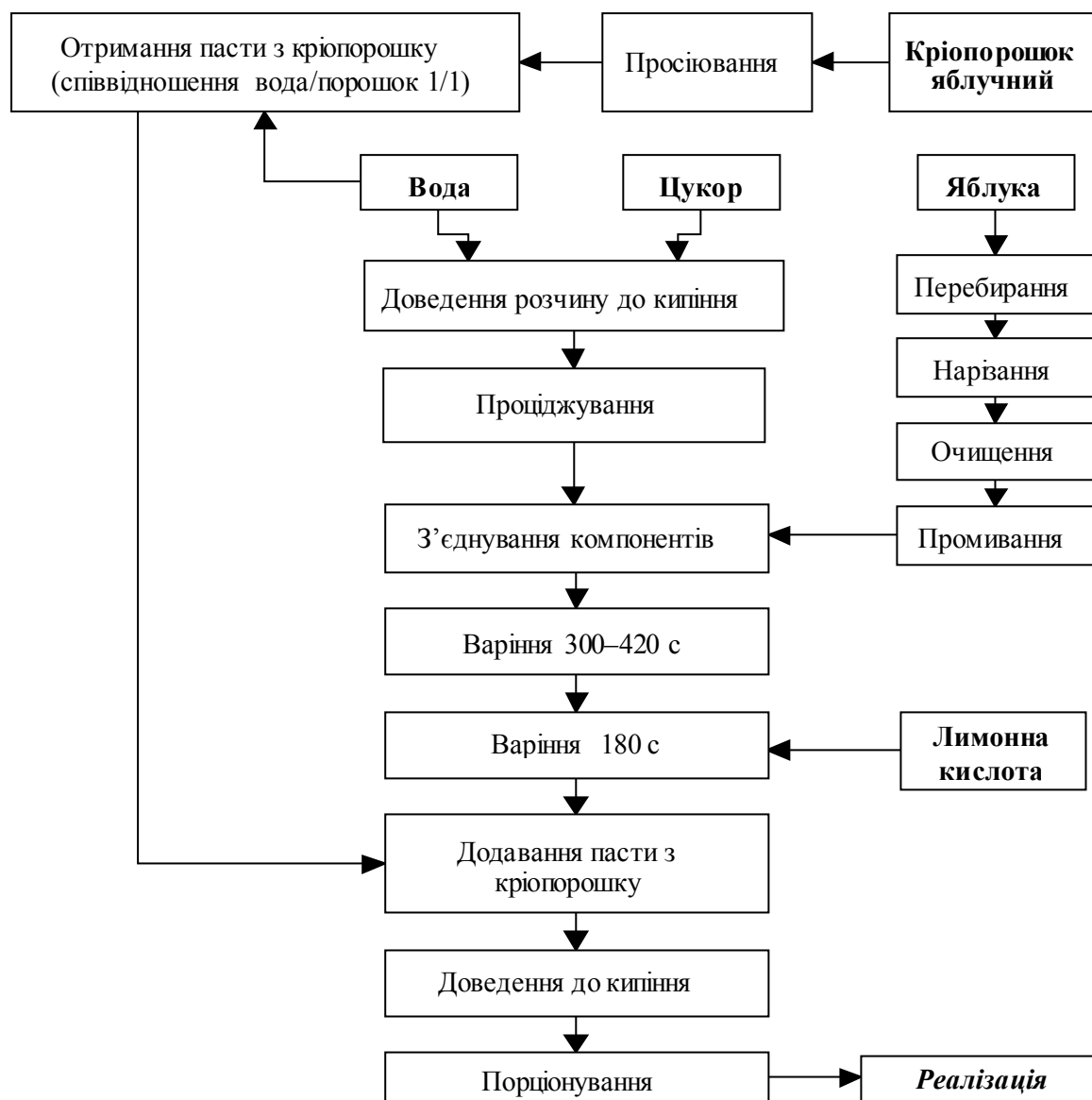


Рисунок 4.149 – Технологічна схема приготування компоту із свіжих плодів з додаванням кріопорошку яблучного

Дослідження проводилися за показниками вмісту: білків, вуглеводів, харчових волокон, органічних кислот, золи, мінеральних речовин, вітамінів. Аналіз хімічного складу контрольних і дослідних зразків дозволяє відмітити, що вміст білків у компоті з кріопорошком збільшився на 37,5%. Вміст вуглеводів, які представлені переважно легкозасвоюваними цукрами – фруктозою і глюкозою, збільшився на 6,1%. За рахунок пектину на 61,1% збільшився вміст харчових волокон, які надзвичайно важливі для організму людини.

У кріопорошку яблучному й у компоті з його використанням міститься значна кількість вітамінів, яка порівняно з традиційною рецептурою значно зросла: β-каротину на 33,3%, РР – у 118 разів, а вітаміну С – на 25%.

Істотно змінився мінеральний склад дослідних зразків: збільшився вміст заліза – на 75,5%, магнію – 37,8%, кальцію – 19,1%, натрію – 0,6%, калію – 8%, фосфору – 4,5% (табл. 4.131).

Таблиця 4.131

Аналіз хімічного складу традиційної рецептури та рецептури з включенням яблучного кріопорошку (на 200 гр продукту)

Показники	Компот із свіжих плодів	Дослід	Різниця, %
Вода, г	194,0	191,1	2,9
Білки, г	0,24	0,33	0,09
Жири, г	–	–	–
Вуглеводи, г	36,16	38,58	2,3
Органічні кислоти, г	0,42	0,48	0,06
Мінеральні речовини, мг			
Na	17,1	17,2	0,1
K	149,7	161,0	11,3
Ca	16,2	19,3	3,1
Mg	6,28	9,40	2,58
P	6,60	6,90	0,30
Fe	0,45	0,79	0,34
Вітаміни, мг			
β-каротин	0,018	0,024	0,006
B ₁	0,018	0,018	-
B ₂	0,012	0,012	-
РР	0,18	0,21	21
С	9,6	12,0	2,4

Технологічні дослідження кріопорошків дозволили визначити асортимент страв, у складі рецептур яких доцільно використовувати кріопорошки: желе, креми, муси, інші солодкі страви і напої.

Основна умова технологічного використання кріопорошків – не піддавати їх високим температурам для збереження біологічно активних речовин. Застосування яблучного кріопорошку дозволило значно покращити якість страв та підвищити їх біологічну цінність.

Розроблена технологія десертних страв з додаванням фруктових кріопорошків: креми, самбуки, желе (табл. 4.132, рис. 4.150).

Технологічна карта самбуку яблучного з яблучним кріопорошком

Сировина	Самбук яблучний, традиційна технологія		Самбук яблучний, розроблена технологія	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Яблука	79,5	70	79,5	70
Цукор	20	20	20	20
Желатин	1,5	1,5	1,5	1,5
Яйця	0,2 од.	4,8	0,2 од.	4,8
Вода	100	100	96	96
Кріопорошок яблучний	–	–	4	4
Вихід	–	100	–	100

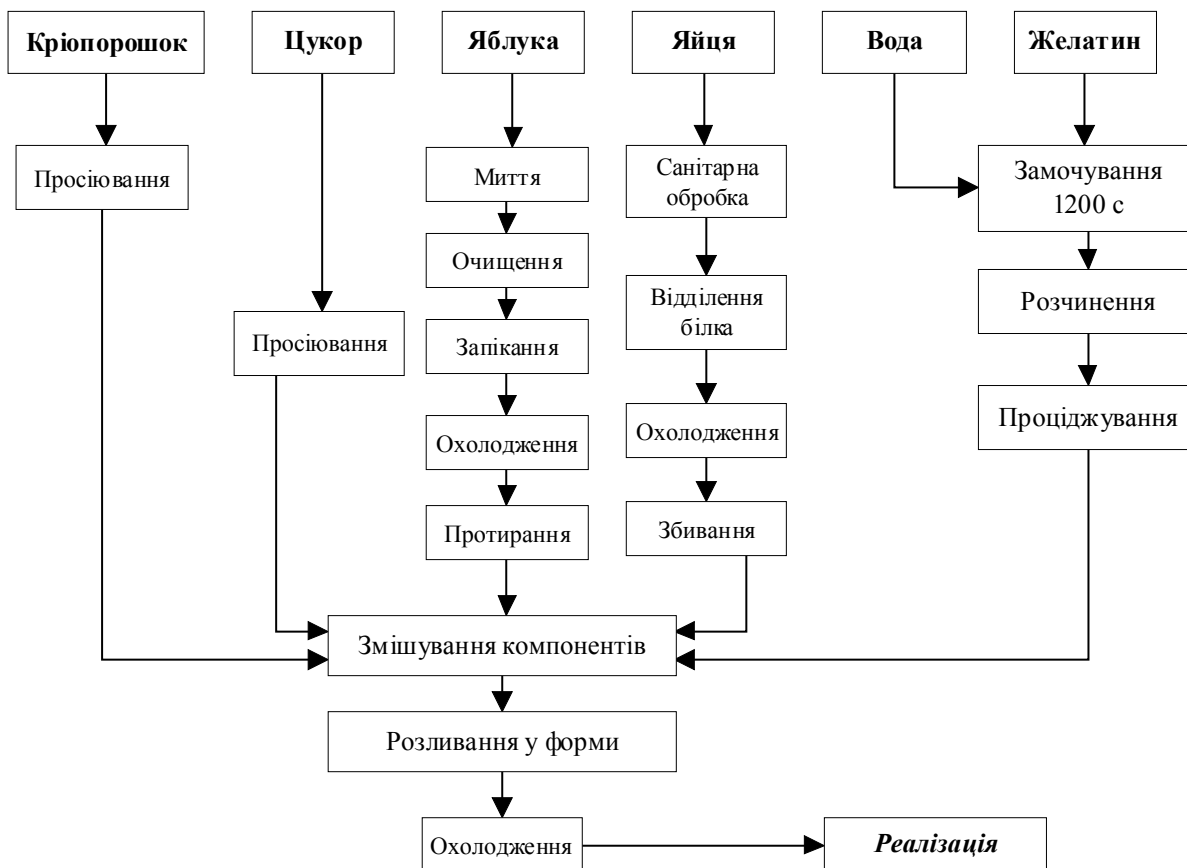


Рисунок 4.150 – Технологічна схема приготування самбуку яблучного з додаванням кріопорошку

4.9.5. Технології смузі на зерновій основі

Смузі – це холодний десерт у вигляді подрібнених і змішаних у блендері ягід або фруктів (зазвичай одного виду) з додаванням шматочків льоду, соку або молока. Повне використання продуктів (твердої частини та соку) у технології смузі забезпечує максимальне збереження вітамінів, мікроелементів та інших нутрієнтів, порівняно з традиційним їх використанням.

Розроблено основи для смузі на основі зернових культур вівса, проса, льону та пшеничних висівків (рис. 4.151).

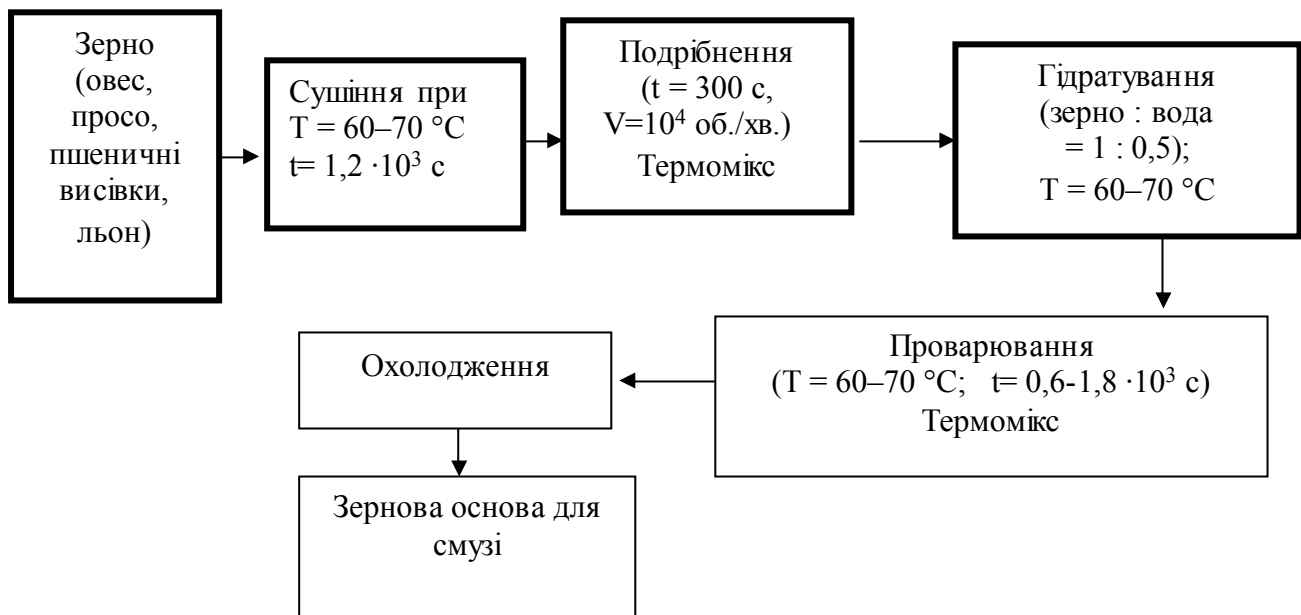


Рисунок 4.151 – Технологія зернової основи для смузі: *термомікс – технологічне устаткування

Для цього зернопродукти підсушували при температурі 60-70 °C протягом 1200 с для видалення зайвої вологи і подрібнювали їх на термоміксі при швидкості 10000 оборотів протягом 300 с. Подрібнені зерна піддавали гідrataції у співвідношенні зерно:вода для вівса – 1:0,48, для проса – 1:0,49, для льону – 1:0,54, для пшеничних висівків – 1:0,52, що залежить від їх водопоглинальної здатності. Отриману після гідратування масу проварювали при температурі 60–70°C протягом

0,6-1,8 · 10³ с (для вівса і проса термін варіння складає 1800с, для льону – 1200с, для пшеничних висівок – 600с і охолоджували.

На основі отриманої зернової основи розроблено напівфабрикат для смузі. Для його приготування основу для смузі змішували із подрібненими квітковим пилком та лактатом кальцію і гідратованим порошком ламінарії. Використання лактату кальцію і квіткового пилку забезпечує збагачення мінеральними речовинами, зокрема калієм і кальцієм, які сприяють підвищенню стійкості організму до дії іонізуючої радіації. За рахунок використання ламінарії підвищували вміст йоду у смузі. При визначенні раціональної кількості квіткового пилку (5% до загальної маси смузі) керувались тим, що його рекомендована доза споживання складає 5-10 г на добу [15, 32]. Використання 5% лактату кальцію у технології смузі забезпечить добову потребу у даному нутрієнті.

При визначенні раціональної концентрації ламінарії досліджували зміну органолептичних та фізико-хімічних показників. Так, збільшення вмісту ламінарії понад 5% погіршувало смак, запах і консистенцію смузі. Графічна залежність комплексного показника якості від концентрації ламінарії графічно зображено на рис. 4.152.

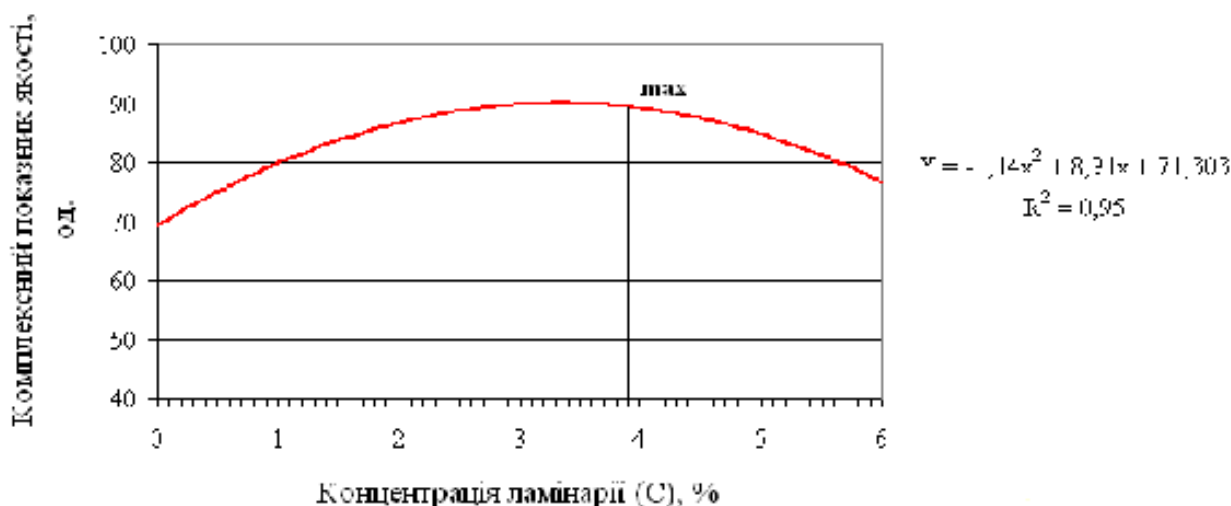


Рисунок 4.152 – Раціональний вміст ламінарії у смузі

Залежність між концентрацією ламінарії і комплексним показником якості описується наступним рівнянням:

$$Y = -1,14x^2 + 8,91x + 71,303,$$

де x – концентрація ламінарії, %;

Y – комплексний показник якості смузі, од.

Звідси визначаємо точку екстремуму даної функції:

$$Y' = -2 \cdot 1,14x + 8,91; -2,28x + 8,91 = 0; Y_{\text{в (max)}} = 3,9;$$

Отже, раціональний вміст ламінарії складає 3,9 %.

Визначено співвідношення між інгредієнтами напівфабрикату для смузі – зернова основа : квітковий пилок : лактат кальцію : порошок ламінарії як 1,0:0,15:0,15:0,10 (рис. 4.153).

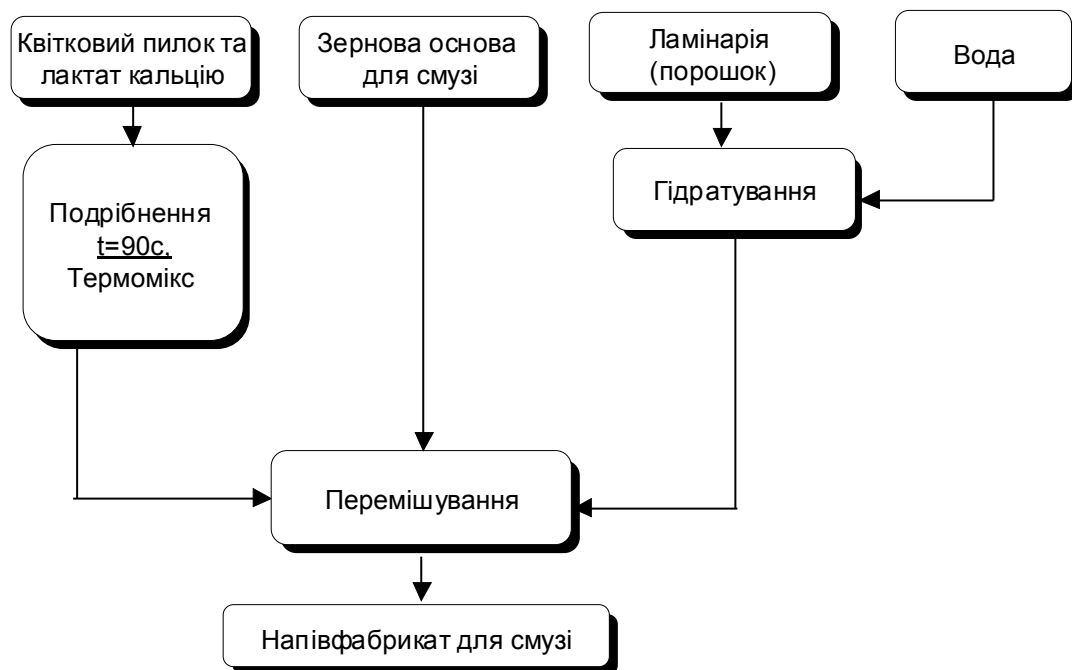


Рисунок 4.153 – Технологічна схема виробництва напівфабрикату для смузі

Для приготування смузі напівфабрикат перемішували з подрібненими фруктами (2:1), додавали воду (2:1) і проварювали при температурі 60-70 °C упродовж 300 с (рис. 4.154, 4.155).

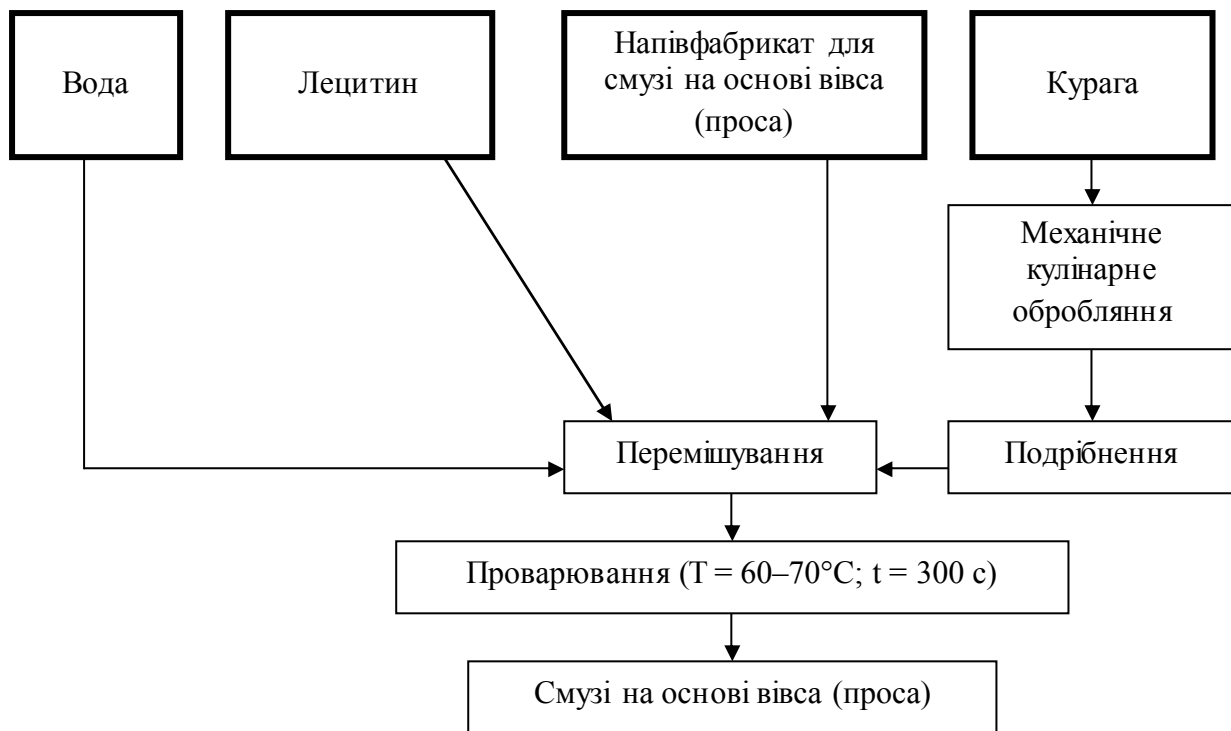


Рисунок 4.154 – Технологічна схема виробництва смузі на основі вівса (проса)

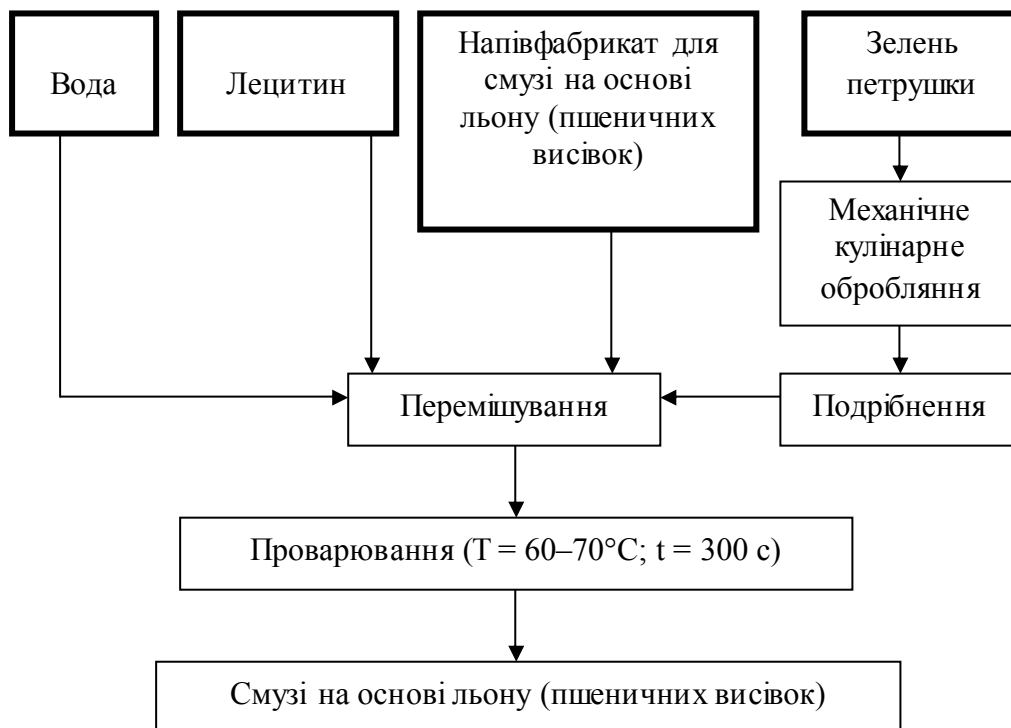


Рисунок 4.155 – Технологічна схема виробництва смузі на основі льону (пшеничних висівок)

Для визначення раціональної кількості лецитину у смузі використано математичний метод, де за критерій оптимізації прийнятий комплексний показник якості (Кпя), який включає: органолептичну оцінку, вміст нутрієнтів радіозахисної дії, фізико-хімічні показники (в'язкість, поверхневий натяг та плинність). Графічна залежність комплексного показника якості від концентрації лецитину графічно зображена на рис. 4.156.

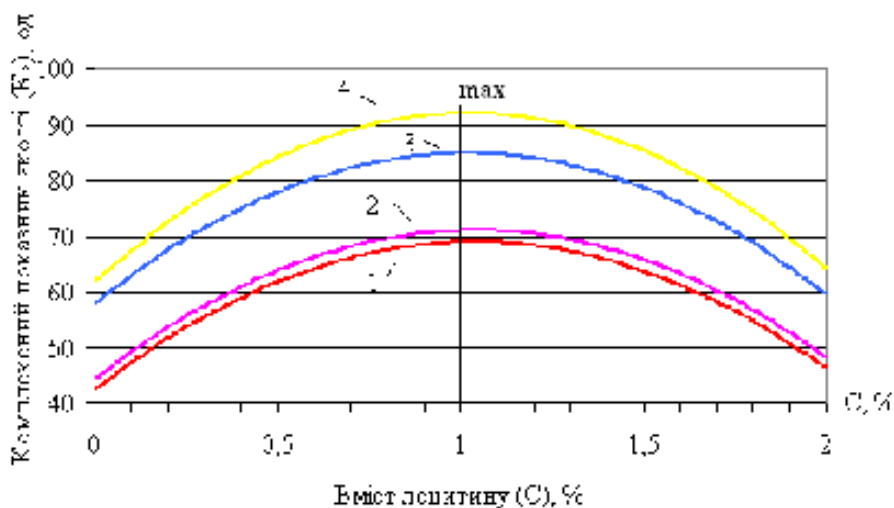


Рисунок 4.156 – Раціональний вміст лецитину у смузі: 1 – смузі на основі овса; 2 – смузі на основі проса; 3 – смузі на основі льону; 4 – смузі на основі пшеничних висівок.

На основі проведених розрахунків визначено раціональний вміст лецитину у смузі – $1,00 \pm 0,01\%$. В технології смузі з вівса та проса використано курагу в якості поліпшувача текстури та кольору, а також лецитин, що дало змогу добитися доброї, однорідної консистенції. Курага як джерело калію та вітамінів підвищує стійкість організму до негативної дії радіації. В технології смузі на основі льону та пшеничних висівок використано також лецитин і зелень петрушки, що покращило колір готової страви та дозволило підвищити вміст антиоксидантів (табл. 4.133).

Загальну технологічну схему приготування смузі показано на рис. 4.157.

Рецептура смузі на зерновій основі

Назва сировини	Смузі на основі вівса		Смузі на основі проса		Смузі на основі льону		Смузі на основі пшеничних висівок	
	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г
Зерно (овес, просо, льон, пшеничні висівки)	370	370	365	365	335	335	360	360
Курага	175	175	180	180	-	-	-	-
Квітковий пилок	45	45	45	45	55	55	55	55
Лактат кальцію E327	45	45	45	45	55	55	-	-
Зелень петрушки	-	-	-	-	245	175	240	170
Ламінарія (порошок)	-	-	-	-	40	40	40	40
Вода	355	355	355	355	330	330	365	365
Лецитин	10	10	10	10	10	10	10	10
Вихід	-	1000	-	1000	-	1000	-	1000

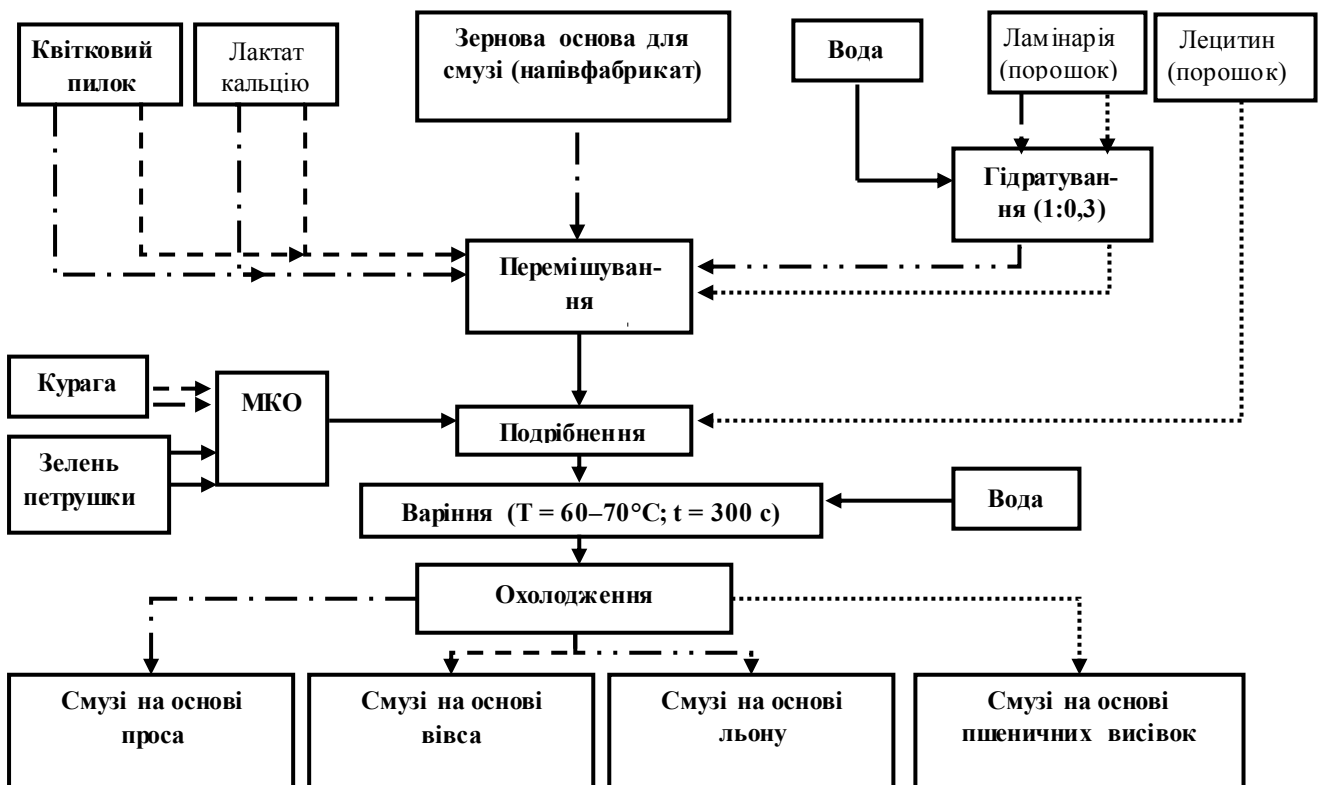


Рисунок 4.157 – Загальна технологічна схема виробництва смузі на зерновій основі

Для визначення раціональної кількості лецитину проведено дослідження впливу його масової частки на в'язкість смузі (табл. 4.134). Експериментально встановлено залежність в'язкості від концентрації лецитину (рис 4.158).

Таблиця 4.134

Ефективна в'язкість смузі на зерновій основі

Ефективна в'язкість, Па·с	Контроль	Вміст лецитину, %				
		0,3	0,6	1	1,2	1,5
Смузі на основі вівса	1,22±0,06	1,40±0,07	1,74±0,09	2,0±0,1	2,03±0,10	2,10±0,11
Смузі на основі проса	1,00±0,05	1,00±0,05	1,07±0,05	1,17±0,06	1,27±0,06	1,54±0,08
Смузі на основі льону	1,19±0,06	1,21±0,06	1,25±0,06	1,26±0,06	1,32±0,07	1,49±0,07
Смузі на основі пшеничних висівків	1,54±0,08	1,60±0,08	1,66±0,08	1,74±0,09	1,78±0,09	1,84±0,09

Примітка: різниця з контролем статистично достовірна, $p \leq 0,05$.

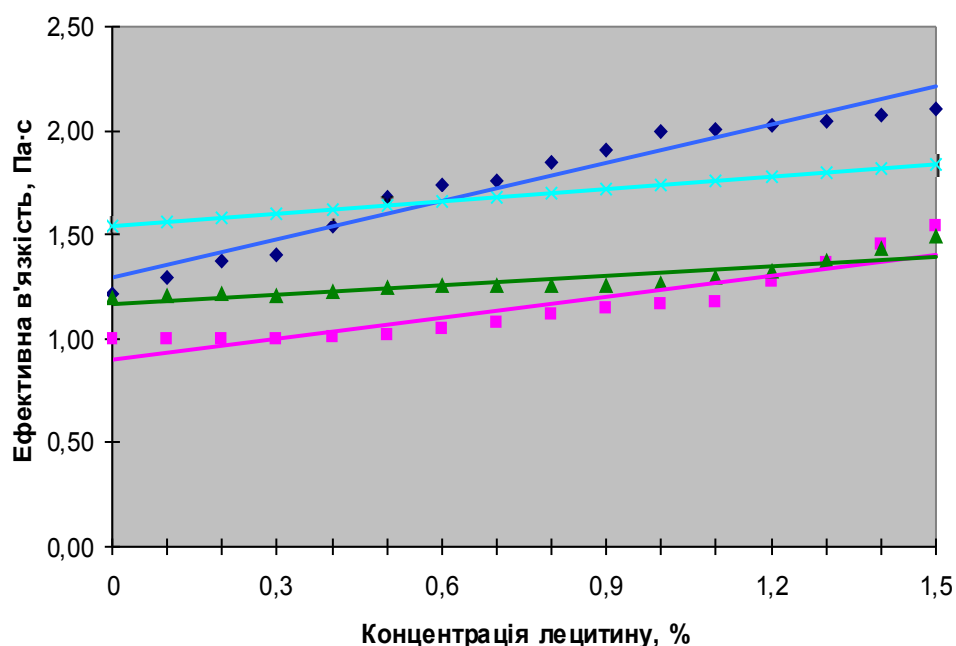


Рисунок 4.158 – Ефективна в'язкість смузі від концентрації лецитину: ◆ смузі на основі вівса; ■ смузі на основі проса; ▲ смузі на основі льону; × смузі на основі пшеничних висівків

Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що дослідні зразки смузі з лецитином належать до неньютонівських псевдопластичних рідин, що не мають

межі плинності і відрізняються падінням ефективної в'язкості із збільшенням швидкості зсуву (рис. 4.159).

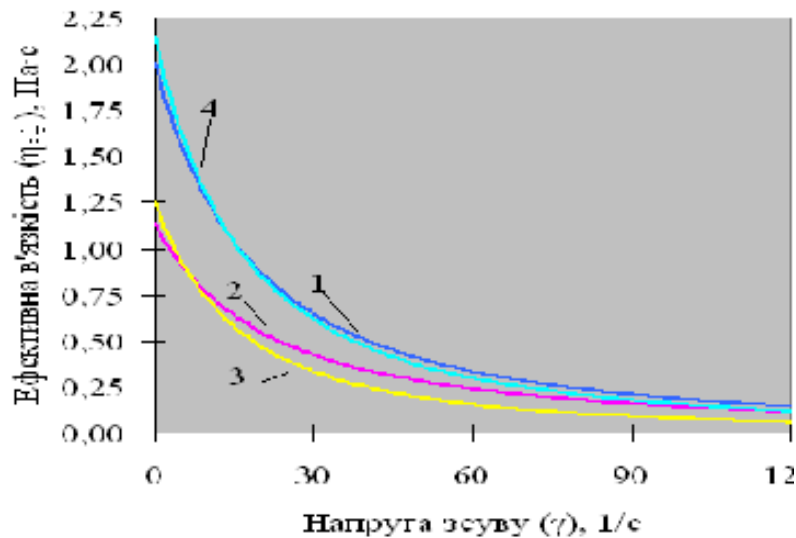


Рисунок 4.159 – Ефективна в'язкість смузів від напруги зсуву: 1 – смузів на основі вівса; 2 – смузів на основі проса; 3 – смузів на основі пшеничних висівок; 4 – смузів на основі льону

Це можна пояснити частковим впливом прикладених зсувних напруг, при яких відбувається зниження гідродинамічної напруги, а також, частково за рахунок деякого руйнування структури.

Значне спадання в'язкості відбувається за градієнта швидкості зсуву до 30 с^{-1} . За збільшення значень градієнта зсуву в'язкість спадає уповільнено.

Отримані залежності дають змогу проаналізувати вплив виду зерна на реологічні властивості смузів. Так, найбільш стійкими виявились смузів на основі пшеничних висівок та вівса, що зумовлено більшою їх в'язкістю.

Коефіцієнт поверхневого натягу є важливою реологічною характеристикою поверхні розділу фаз. Його величина залежить від фізичних властивостей контактуючих фаз, наявності і природи домішок, температури, товщини перехідних зон між фазами та ін.

Досліджено поверхневий натяг контрольних зразків та вплив масової частки лецитину на поверхневий натяг смузів. Дія лецитину полягає в тому, що він,

адсорбуючись на межі фаз, знижує поверхневий натяг і накопичується на поверхні розподілу, а головне – обволікаючи крапельки диспергованої речовини, утворює адсорбційну плівку. Плівка, що утворилася, має механічну міцність, перешкоджає утворенню великих часток, злиттю крапельок жиру у суцільний шар і надає смузі стійкості (табл. 4.135).

Таблиця 4.135

Поверхневий натяг смузі на зерновій основі

Поверхневий натяг, мН/м	Контроль	Вміст лецитину, %				
		0,3	0,6	1	1,2	1,5
Смузі на основі вівса	33,50±1,85	30,1±1,4	27,4±1,3	23,7±0,9	20,40±1,14	18,5±1,0
Смузі на основі проса	38,0±1,9	33,84±1,24	32,31±1,3	27,4±1,2	24,40±1,22	22,0±0,9
Смузі на основі льону	42,00±2,10	39,8±1,8	35,24±1,71	33,0±1,4	30,5±0,7	26,0±1,1
Смузі на основі пшеничних висівків	54,40±2,45	51,5±2,4	49,5±2,4	45,00±2,35	42,9±1,9	39,2±1,6

Примітка: різниця з контролем статистично достовірна, $p \leq 0,05$.

Експериментально встановлено залежність поверхневого натягу від концентрації лецитину (рис. 4.160).

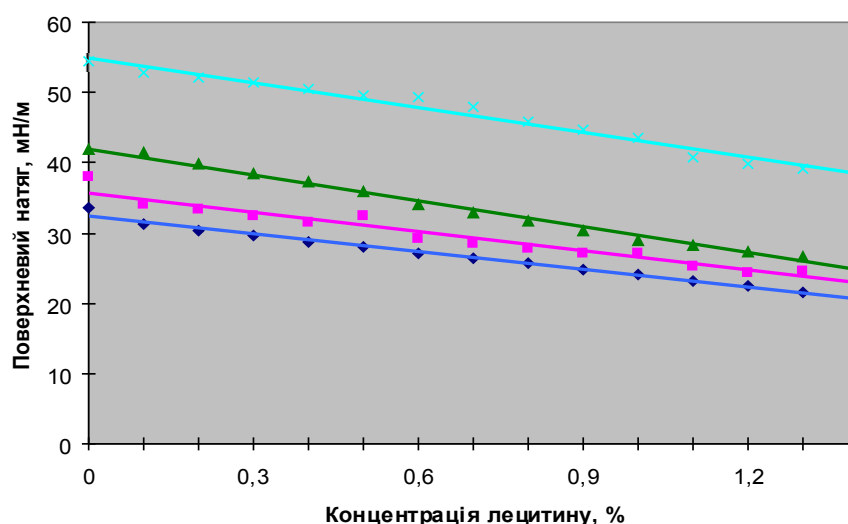


Рисунок 4.160 – Поверхневий натяг від концентрації лецитину: ◆ смузі на основі вівса; ■ смузі на основі проса; ▲ смузі на основі льону; × смузі на основі пшеничних висівків

Результати досліджень показали, що при збільшенні концентрації лецитину спостерігається зменшення поверхневого натягу. Плинність характеризує рухливість рідини. Для смузі притаманна плинність в межах $0,5-1 \text{ Па}\cdot\text{с}^{-1}$, що характеризує їх в'язку консистенцію. Досліджено плинність контрольних зразків та вплив на неї масової частки лецитину (табл. 4.136).

Таблиця 4.136

Плинність смузі на зерновій основі

Плинність, $\text{Па}\cdot\text{с}^{-1}$	Контроль	Вміст лецитину, %				
		0,3	0,6	1	1,2	1,5
Смузі на основі вівса	$0,84\pm 0,04$	$0,72\pm 0,03$	$0,61\pm 0,03$	$0,53\pm 0,03$	$0,48\pm 0,02$	$0,40\pm 0,01$
Смузі на основі проса	$1,04\pm 0,05$	$0,99\pm 0,05$	$0,96\pm 0,05$	$0,81\pm 0,04$	$0,80\pm 0,04$	$0,68\pm 0,03$
Смузі на основі льону	$0,83\pm 0,04$	$0,82\pm 0,04$	$0,78\pm 0,04$	$0,70\pm 0,04$	$0,68\pm 0,04$	$0,65\pm 0,03$
Смузі на основі пшеничних висівків	$0,67\pm 0,03$	$0,63\pm 0,03$	$0,60\pm 0,03$	$0,56\pm 0,02$	$0,54\pm 0,02$	$0,51\pm 0,03$

Примітка: різниця з контролем статистично достовірна, $p \leq 0,05$.

Результати дослідження свідчать про те, що при збільшенні концентрації лецитину плинність зменшується, це свідчить про більш стійку структуру смузі.

Експериментально встановлено залежність плинності від концентрації лецитину (рис. 4.161).

Дослідження структури смузі проводили за допомогою трансемісійного електронного мікроскопа ЕМВ-100Л з прискорюючою напругою 75 Кв і електронно – оптичному збільшенні 2500. Отримані електронограми (рис. 4.162) мають загальне збільшення 500 разів. Приготування препаратів для електронно – мікроскопічного дослідження проводили за оригінальною методикою двоступеневих реплік. Перед усім готували суспензії досліджуваних смузі. Суспензії диспергували до отримання однорідної маси, після чого за допомогою піпетки наносили на предметне скло і готували препарат "роздавлена крапля".

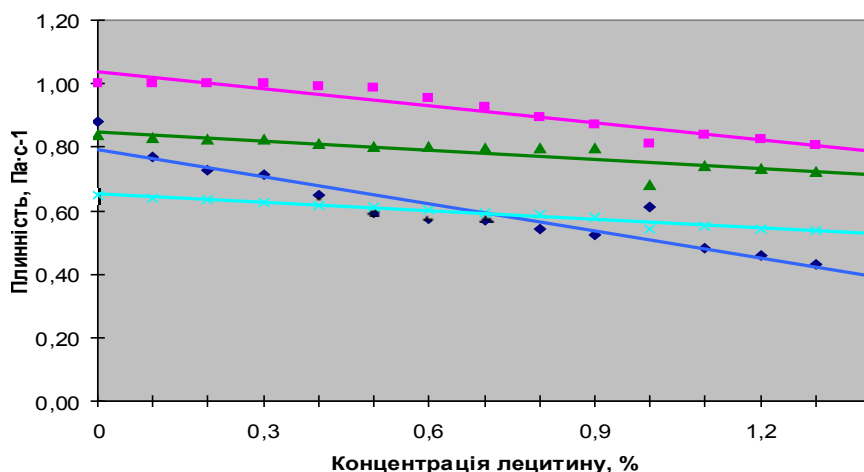


Рисунок 4.161 – Плинність від концентрації лецитину: ◆ смузі на основі вівса; ■ смузі на основі проса; ▲ смузі на основі льону; × смузі на основі пшеничних висівків

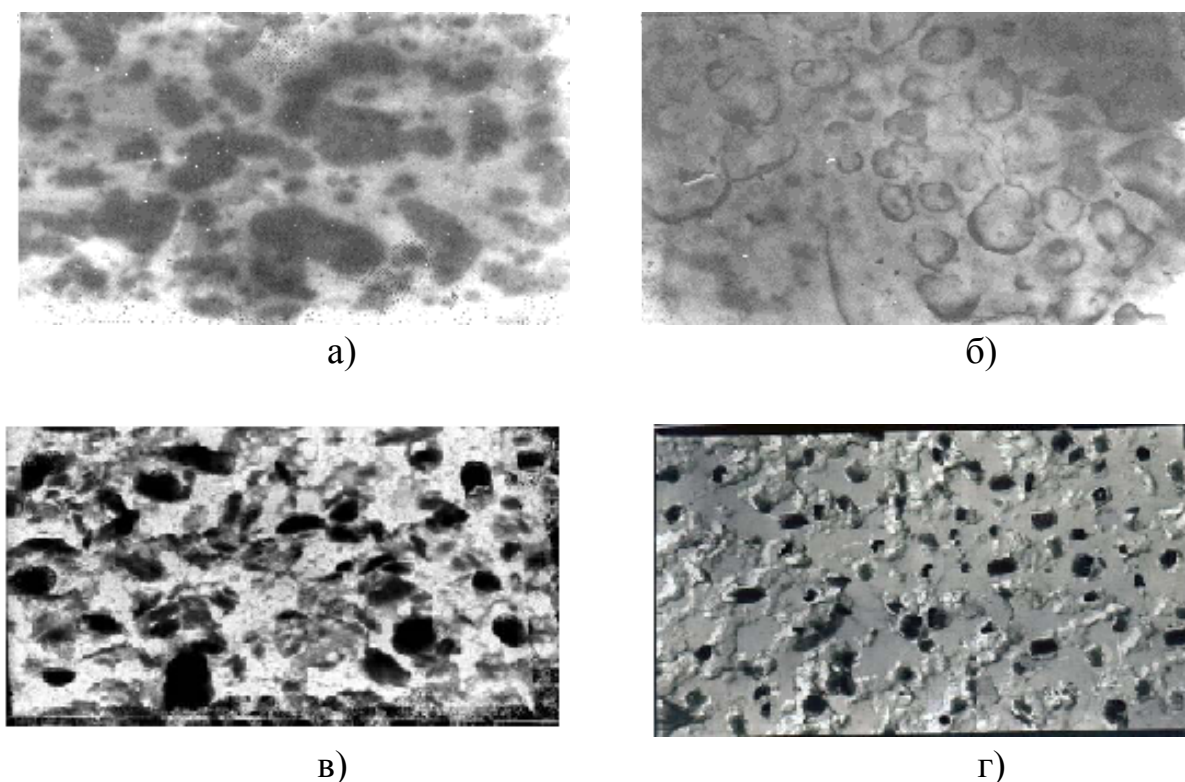


Рисунок 4.162 – Електронोगрами смузі на зерновій основі: а) смузі на основі вівса; б) смузі на основі проса; в) смузі на основі льону; г) смузі на основі пшеничних висівків

За даними електронограм смузі на зерновій основі встановлено, що частинки смузі мають округлу та продовгувату форму без загострень на кінцях, структура смузі розрихлена, частинки подекуди злипаються між собою. За рекомендаціями дослідників, розміри частинок мають бути розміром 50–500 мкм та мати вміст цієї фракції 75–80%.

За результатами досліджень зразки смузі відповідають цим вимогам і містять приблизно 98% частинок розміром до 350 мкм, що сприяє кращому їх засвоєнню організмом людини. Даний ступінь подрібнення забезпечено завдяки обробки зерен у термоміксі при 10000 оборотах протягом 300 секунд.

4.9.6. Технологія смузі геродієтичного призначення.

Розроблено технології смузі для використання у профілактичних та лікувальних раціонах.

Для проектування полінутриєнтного складу смузі – продукту геродієтичного призначення обрані інгредієнти, що містять харчові волокна, дефіцитні вітаміни та мікроелементи, а саме шроти рослинної сировини [48].

Результати дослідів хімічного складу шротів графічно подані на рис. 4.164. Відповідно до результатів шроти, які вміщують максимальну кількість клітковини та кальцію, вибрані нами для подальших досліджень (шрот розторопші та шрот з насіння гарбуза).

Для обґрунтування технологічних параметрів набрякання та для формування остаточної консистенції готових смузі було вивчено в'язкість модельних систем "пюре–шрот". Дослідження в'язкості системи "банан – апельсин – шрот насіння гарбуза" та системи "черешня – чорниця – банан – шрот насіння розторопші" з 2, 4, 6, 8, 10% додаванням шротів від загальної маси готового продукту показано на рис 4.164, 4.165.

За результатами, найбільш оптимальною є в'язкість у системі, де кількість шроту гарбуза становила 2%, а для системи з використанням насіння розторопші – 4%. Черешня і чорниця при розморожуванні виділяє достатню кількість рідини для

набрякання клітковини шроту розторопші при цьому не погіршується консистенція та смак смузі.

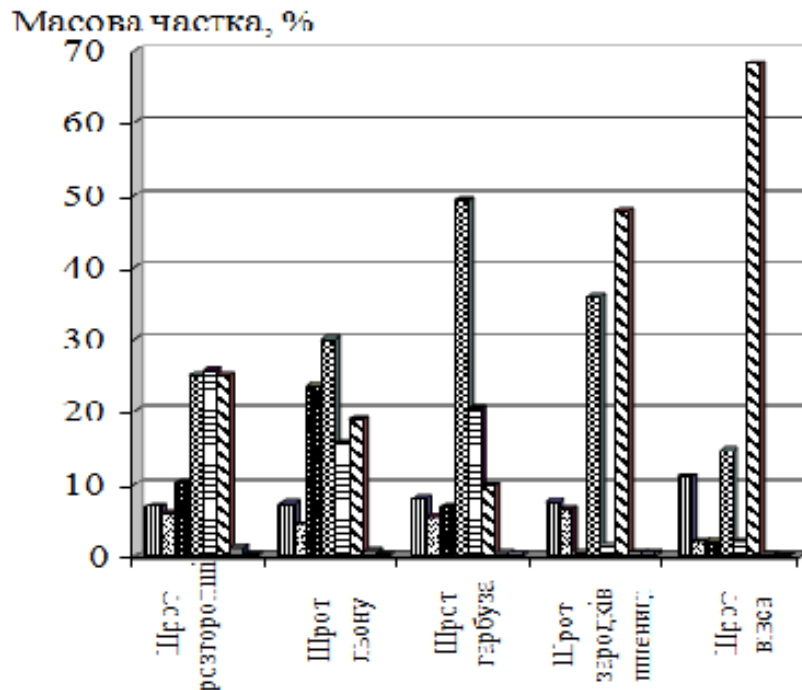


Рисунок 4.163 – Хімічний склад шротів, %: вологість; зола; жир; протеїн; клітковина; без азотисті екстрактивні речовини; кальцій; фосфор

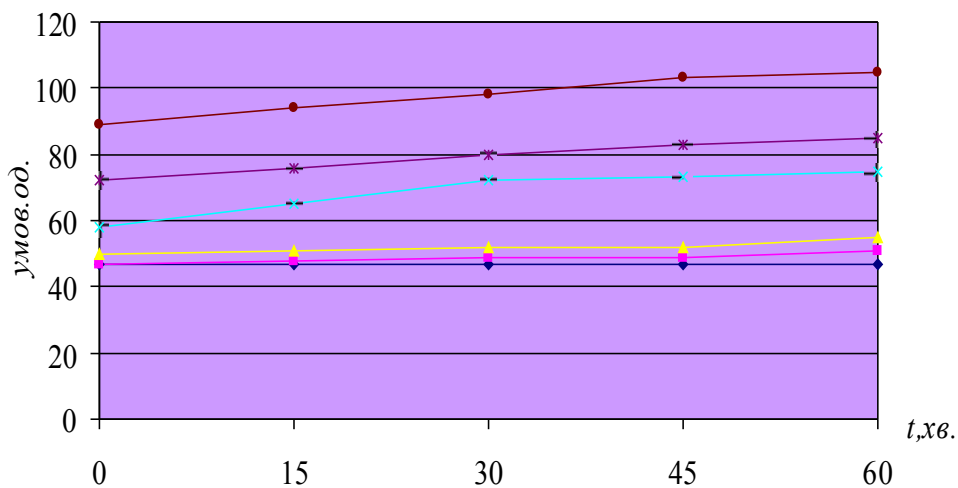


Рисунок 4.164 – В'язкість фруктового пюре (банан-апельсин) з додаванням шроту гарбуза залежно від часу набрякання: контрольний зразок; зразок 2% шроту; зразок 4% шроту; зразок 6% шроту; зразок 8% шроту; зразок 10% шроту

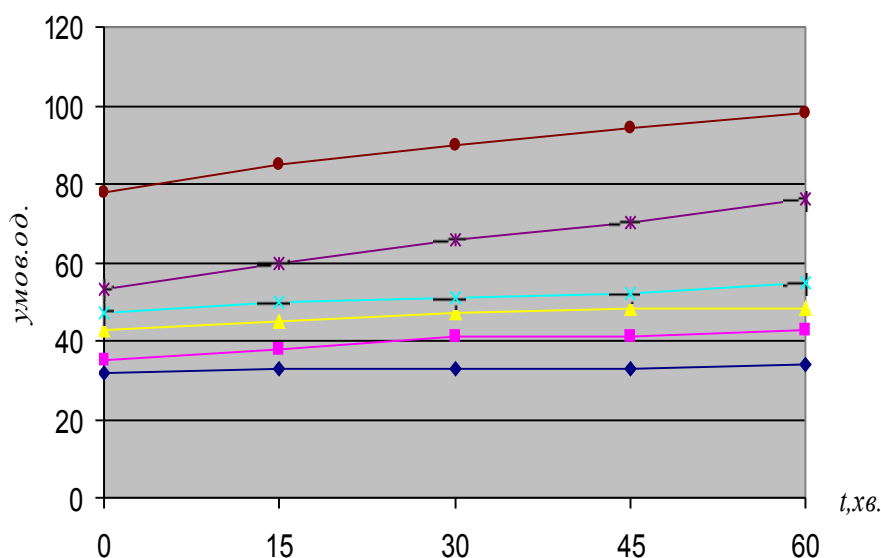


Рисунок 4.165 – В’язкість плодово-ягідного пюре (банан-чорниця-черешня) з додаванням шроту розторопші залежно від часу набрякання: ◆ контрольний зразок; ■ зразок 2% шроту; ▲ зразок 4% шроту; ◆ зразок 6% шроту; * зразок 8% шроту; ● зразок 10% шроту

Полісахариди рослин мають властивість набрякати залежно від природи розчинника. У зв’язку з дефіцитом ретинолу, β -каротину та кальцію, який був виявлений в результаті моніторингу раціонів чоловічого населення, матеріали якого були приведені вище, було вибрано у якості розчинників – кисломолочні продукти, а саме кефір, та томатний сік (рис. 4.166 – 4.167).

Дослідження ступеню набрякання суміші шроту з насіння розторопші та томатного соку проводилися при температурі 18°C , при гідромодулі 1:10, 1:15, 1:20. Маса взятої функціональної сировини, яка була використана в експериментах, 1,0 г. Визначення ступеню набрякання проводилося протягом 2 год. На рис. 4.166 приведені дані, з яких видно, що швидкість набрякання суміші (при температурі 18°C) інтенсивна протягом 45–60 хв і складає 550 – 560% від маси шроту для зразка при гідромодулі 1:10, 558–570 % при ГМ 1:15 і 563–578% при ГМ 1:20 відповідно.

Дослідження ступеню набрякання шроту з насіння льону у кефірі (рис. 4.167) також проводилися при температурі 18°C , при гідромодулі 1:10, 1:15,

1:20. Маса взятої функціональної сировини – 1,0 г. Визначення ступеню набрякання проводилося протягом 2 год. Швидкість набрякання суміші (при температурі 18°C) інтенсивна протягом 45–60 хв і складає 710–715 % від маси шротів для зразка при гідромодулі 1:10, 725-730 % при ГМ 1:15 і 740–745 % при ГМ 1:20 відповідно. Для всіх зразків процес набрякання припинявся через 45–60 хв, після яких маса набряклих шротів практично не змінювалася.

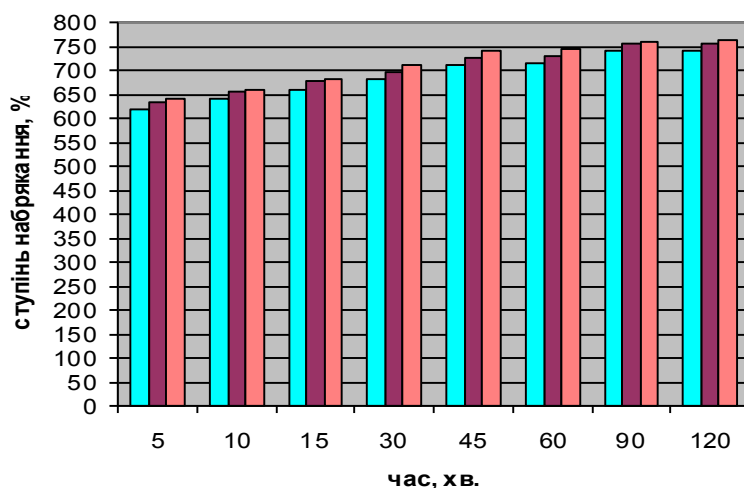


Рисунок 4.166 – Залежність ступеня набрякання суміші шротів із насіння розторопші в томатному соку від гідромодуля та часу за температури 18°C:

■ ГМ 1:10; ■ ГМ 1:15; ■ ГМ 1:20

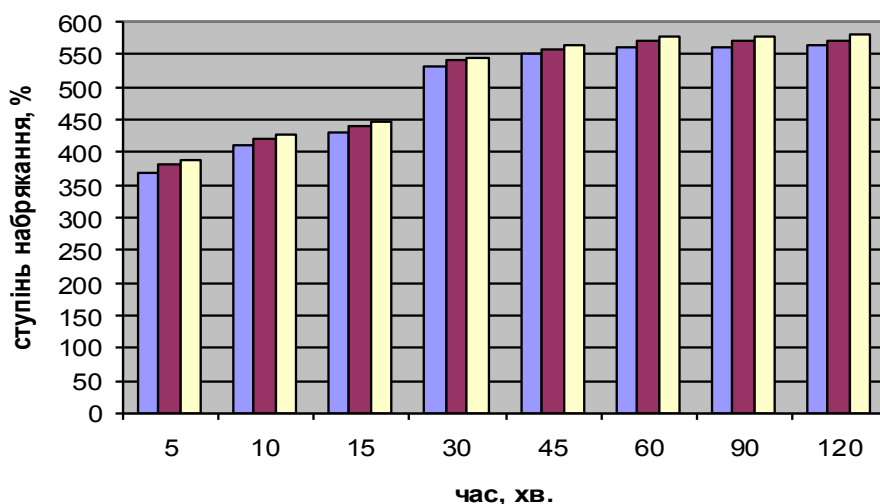


Рисунок 4.167 – Залежність ступеня набрякання шроту з насіння льону в кефірі від гідромодуля та часу за температури 18°C: ■ ГМ 1:10; ■ ГМ 1:15; ■ ГМ 1:20

Дослідження в'язкості овочевого пюре (селера, морква) при додаванні шроту з насіння розторопші проводилися при температурі 18°C, у зразках з концентрацією шроту 2, 4, 6, 8, 10%. Визначення в'язкості проводилося протягом 2 год. На рис. 4.168 приведені дані, з яких видно, що в'язкість швидко набрякаючої суміші (при температурі 18°C) інтенсивно змінюється. Вже після 5–10 хв утворення суміші її в'язкість зростає до 50–57 умовних одиниць для зразка з 2% вмісту шроту, 62–70 ум. од. – для зразка 4%, 90–98 ум. од. – для зразка 6%, 105–110 ум. од. – для зразка 8% і 140–147 ум. од. – для зразка 10%. Далі цей процес йде ще повільніше, однак найбільш щільні системи утворюють модельні суміші, які вміщують від 6 до 10% шроту з насіння розторопші.

Дослідження в'язкості овочевого пюре (морква, солодкий перець, петрушка) зі шротом з насіння льону проводилися при температурі 18°C, при зразках 2, 4, 6, 8, 10%. Визначення в'язкості проводилося протягом 2 год. На рис. 4.169 приведені дані, з яких видно, що в'язкість швидко набрякаючої суміші (при температурі 18°C) інтенсивно змінюється. Після 5–10 хв утворення суміші її в'язкість зростає до 55–62 ум. од. для зразка з 2% вмісту шроту, 67–75 ум. од. – для зразка 4%, 93–100 ум. од. для зразка 6%, 120–127 ум. од. для зразка 8% і 147–160 ум. од. для зразка 10%. Тобто, зростання в'язкості овочевих модельних систем з використанням шроту розторопші і льону має однакову тенденцію. Щільні системи утворюють модельні суміші, які вміщують від 6 до 10% шроту.

З позиції системного підходу технологію виготовлення смузі-продукції (рис. 4.170, 4.171) представлено як цілісну систему, в межах якої виділено принципові системи – S_1 , S_2 , та підсистеми А, В, функціонування яких спрямоване на отримання вихідного результату функціонування системи – утворення смузі геродієтичного призначення.

Підсистеми S_1 , S_2 передбачають отримання необхідної рецептурної базової суміші інгредієнтів, які необхідні для подальшого формування та отримання напівфабрикатів для смузі.

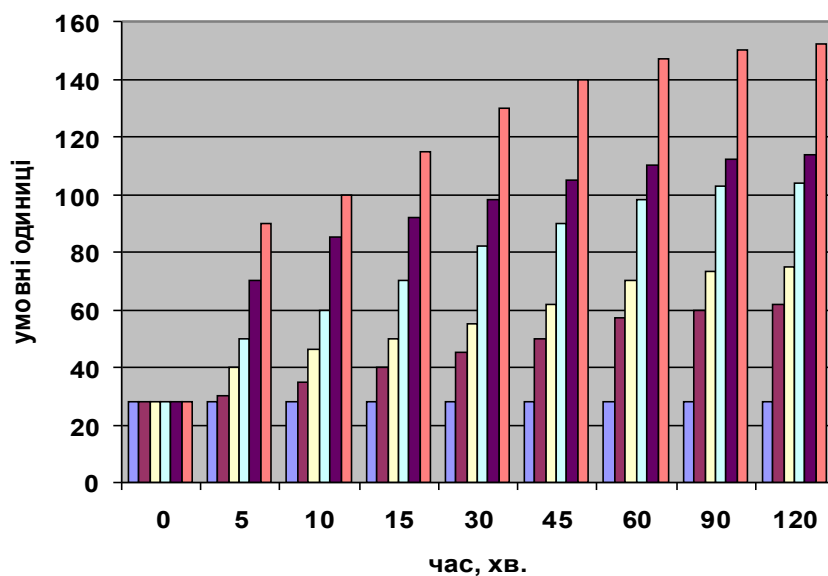


Рисунок 4.168 – Залежність в'язкості овочевого пюре при додаванні шроту з насіння розторопші залежно від часу набрякання за температури 18°C:

■ контрольний зразок; ■ зразок 2% шроту; □ зразок 4%; □ зразок шрот 6%; ■ зразок шрот 8%; ■ зразок шрот 10%

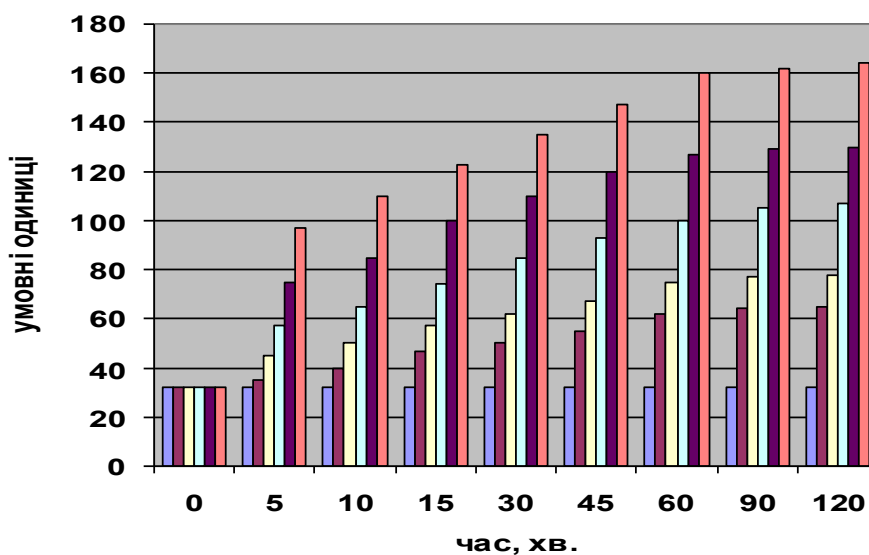


Рисунок 4.169 – Залежність в'язкості овочевого пюре при додаванні шроту з насіння льону залежно від часу набрякання за температури 18°C: ■ контрольний

зразок; ■ зразок 2% шроту; □ зразок 4%; □ зразок шрот 6%; ■ зразок шрот 8%; ■ зразок шрот 10%

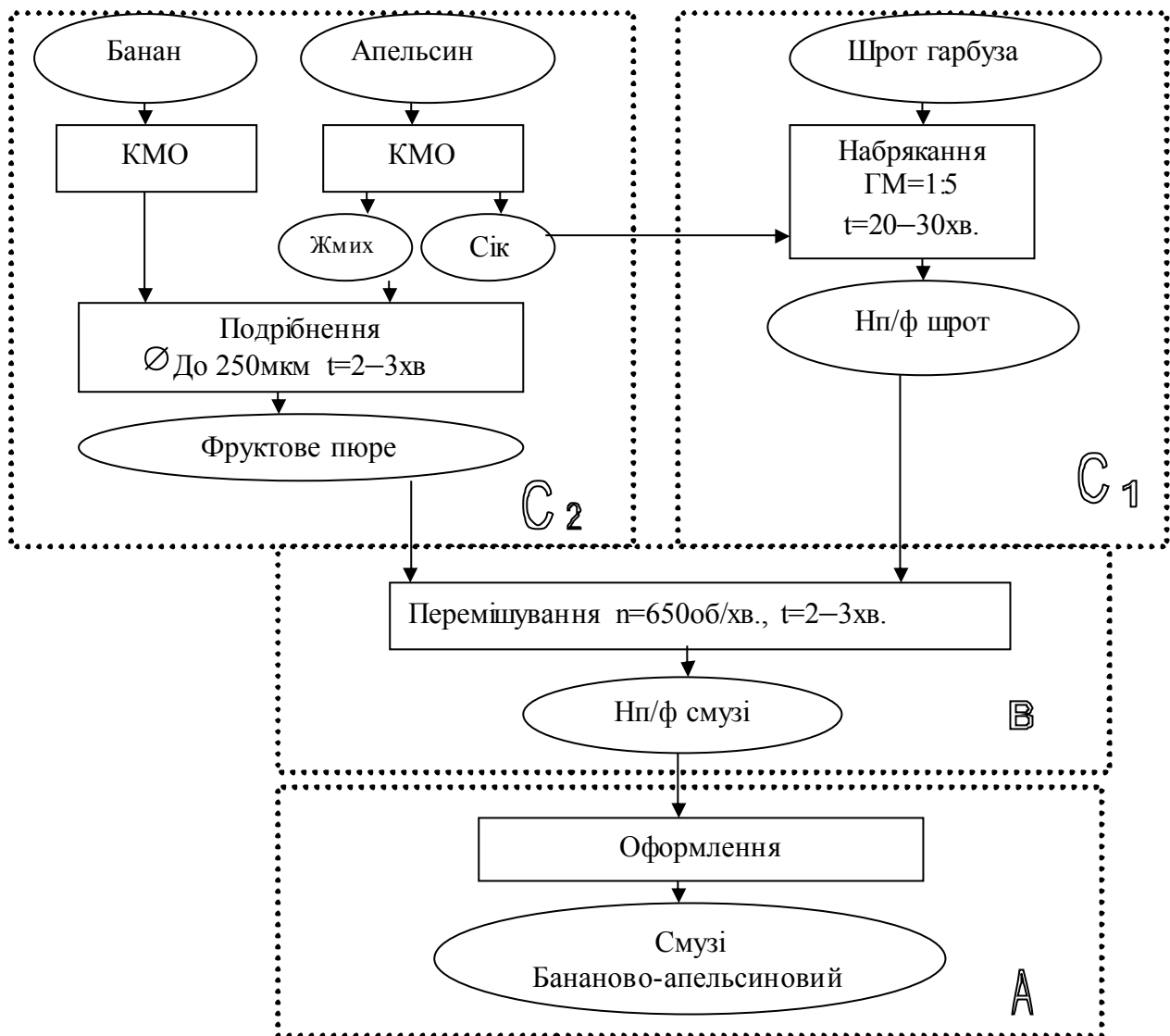


Рисунок 4.170 – Технологічна схема виробництва смузі "Бананово-апельсинового" геродієтичного призначення

Як харчові інгредієнти у складі сумішей, що отримані в межах підсистем C_1 та C_2 виступають: на схемі 4 – це апельсин, банан, шрот гарбуза, на схемі 5 – це чорниця, черешня, банан, шрот насіння розторопші. Використання шротів, здебільше буде спрямовано на формування органолептичних показників якості смузі та забезпечення їх високих поживних властивостей. Підсистема В передбачає отримання продукту з заданими властивостями та складом, з визначеними розмірними фізико-хімічними та органолептичними показниками.

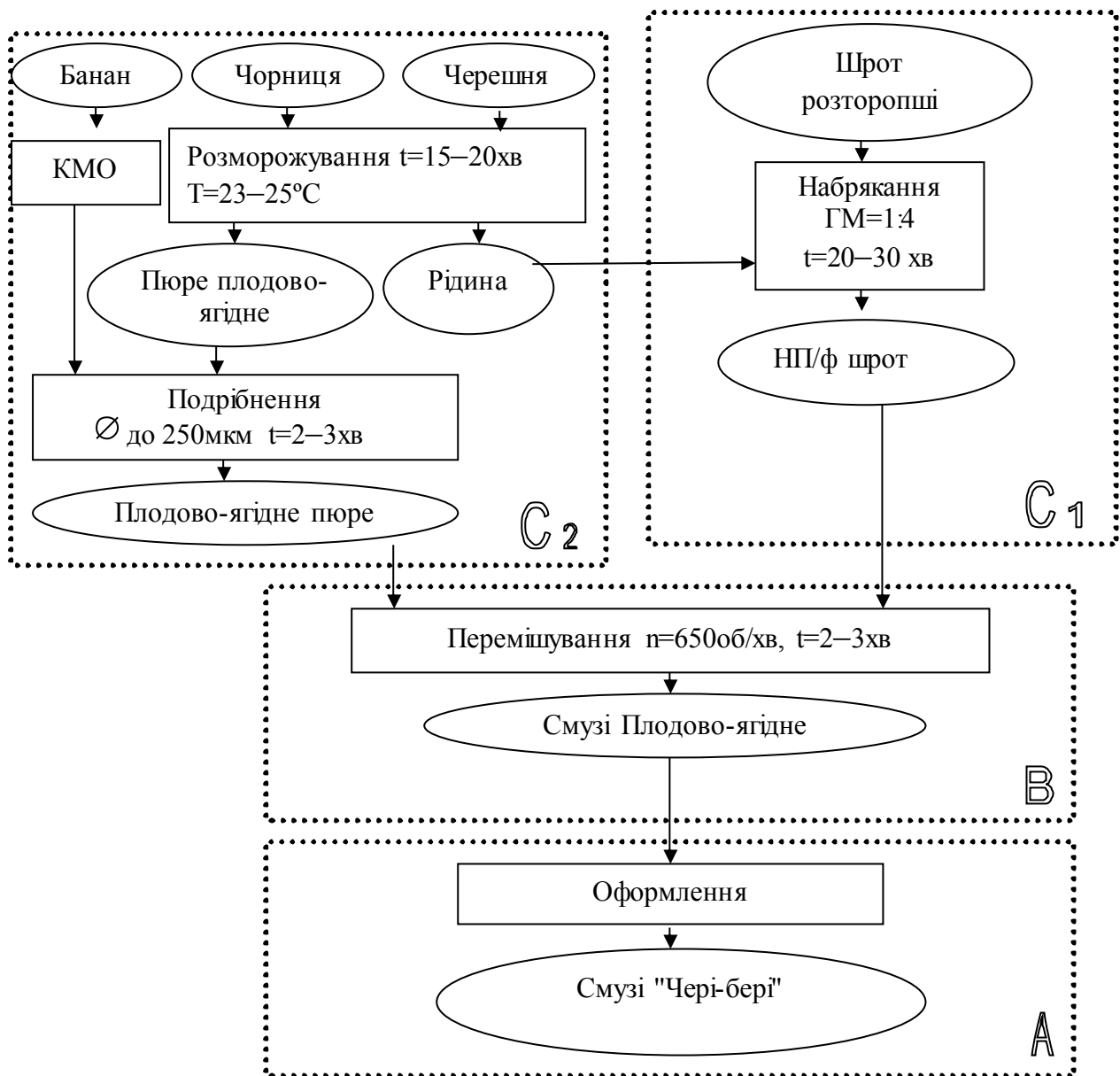


Рисунок 4.171 – Технологічна схема виробництва смузі "Чері-бері" геродієтичного призначення

Функціонування підсистеми В передбачає отримання кінцевого продукту – смузі геродієтичного призначення, який має достатній термін реалізації та відповідає нормативним якісним показникам. Це може бути досягнуто за рахунок контрольованого впливу технологічних чинників на властивості готового продукту. Визначення закономірностей перебігу цих процесів дозволить закріпити параметри технології виробництва смузі-напівфабрикату.

Дослідили вплив технологічних чинників та властивості смузі-напівфабрикату в межах надання технологічних, системних, органолептичних властивостей дієтичних добавок, зокрема (кольору, запаху, смаку), а також створення продукту з високою харчовою цінністю та необхідністю його збереження.

Реалізація вищезазначених основ дозволить отримати смузі заданого призначення. Доведено, що при обраній консистенції, даний продукт забезпечує 80% добової потреби у мінеральних речовинах, харчових волокнах, а також вітамінах-антиоксидантах.

Вищеприведені дослідження показали, що раціональною є система “овочі+сік томатний” з концентрацією шроту з насіння розторопші 2–4 % від маси виробу і “овочі+кефір” з концентрацією шроту з насіння льону 2–4 % від маси виробу. В наслідок чого були розроблені технології смузі, які базуються на модельних реологічних показниках вищеприведених систем.

Алгоритм технологічного процесу виготовлення смузі «Овочева фантазія» подано на рис. 4.172.

На основі розробленого алгоритму побудована технологічна схема смузі “Овочева фантазія” (рис. 4.173), аналіз технологічної схеми представлено у таблиці 4.137.

Таблиця 4.137

Характеристика підсистем технологічної схеми виробництва смузі

Підсистема	Найменування	Мета
А	Утворення готового продукту	Отримання готового продукту з визначеними властивостями
В	Утворення рецептурної суміші	Утворення системи з рівномірно розподіленими складовими за всім об'ємом
С ₁ , С ₂	Підготовка напівфабрикатів та сировини	Встановлення відповідності якості сировини вимогам стандартів та безпечності. Отримання н/ф, що забезпечують високу якість та сприяють формуванню структури.

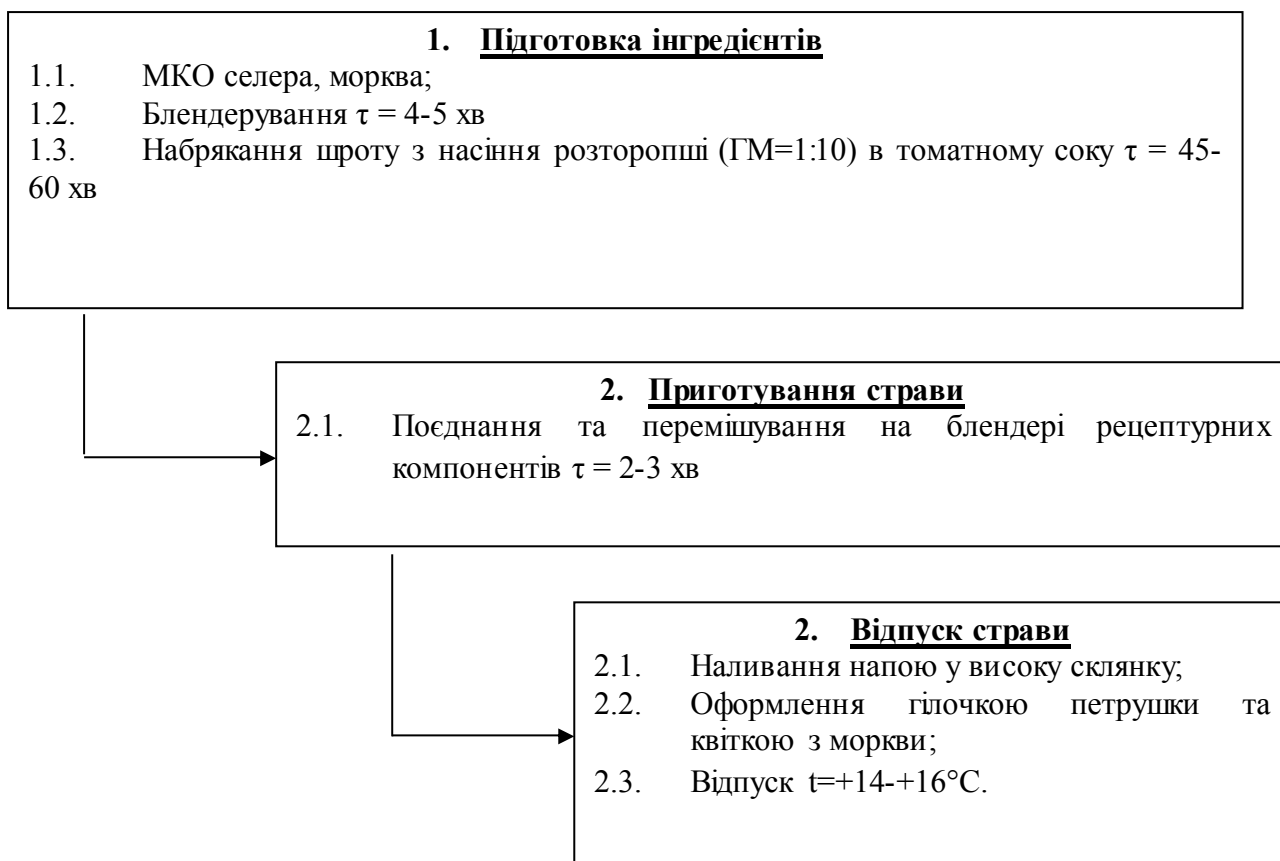


Рисунок 4.172 – Алгоритм операцій з виробництва смузі “Овочева фантазія” з додаванням шроту з насіння розторопші

Зі схеми видно, що підсистеми C_1 , C_2 – це підсистеми одержання рецептурних компонентів окремих напівфабрикатів із заданими показниками якості;

- підсистема В – одержання напівфабрикату з окремих напівфабрикатів;

- підсистема А – одержання виробів з показниками якості й безпеки, що відповідає вимогам.

Розробка моделі технологічної системи виробництва смузі “Овочева фантазія” дає можливість більш детально розглянути основні процеси, які проходять на всіх етапах технологічного процесу, а також визначити їх оптимальні режими.

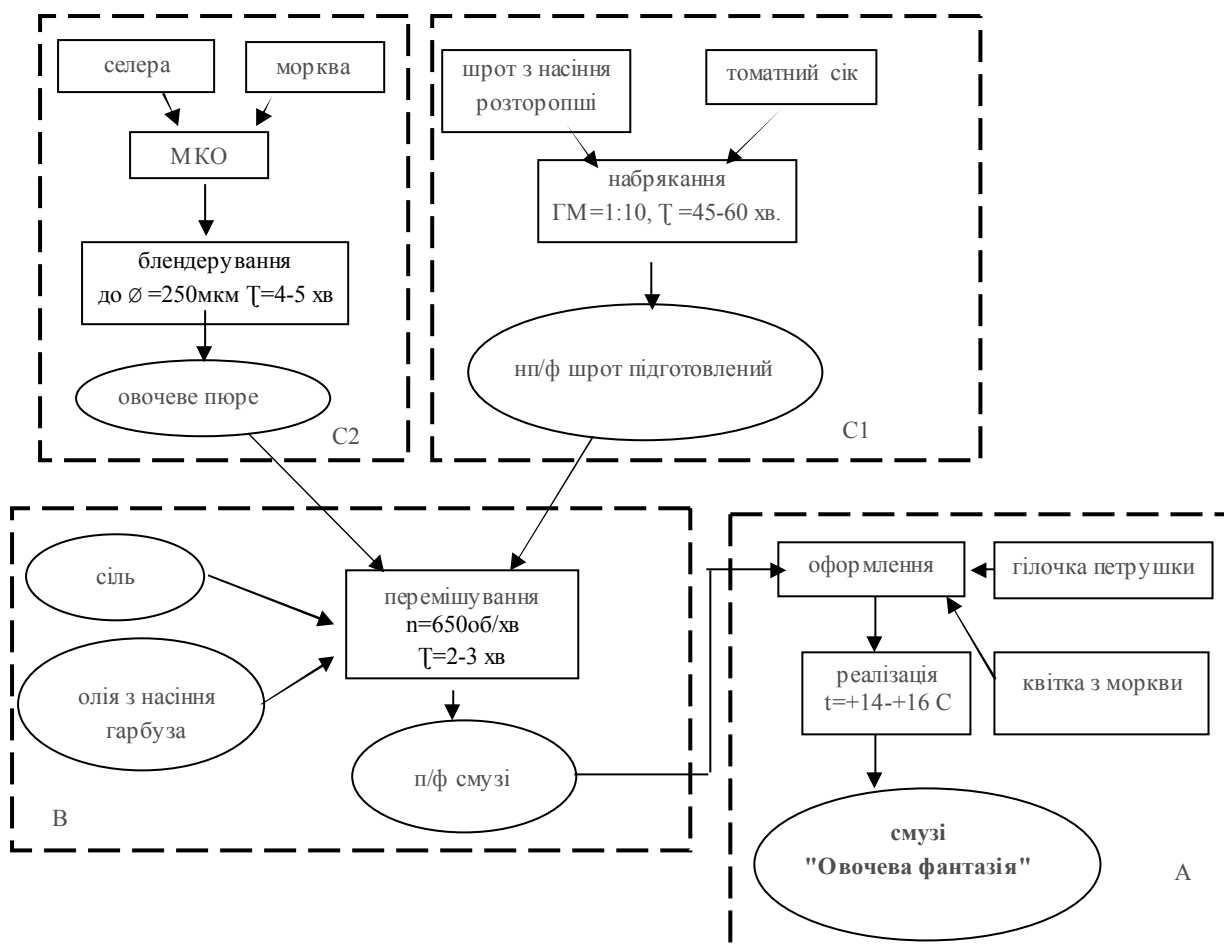


Рисунок 4.173 – Технологічна схема приготування смузі “Овочева фантазія” з додаванням шроту з насіння розторопші

У підсистемі C_1 відбувається набрякання шроту з насіння розторопші при $\Gamma\text{M}=1:10$ у томатному соку на протязі $\tau = 45-60$ хв.

У підсистемі C_2 проводиться підготовка сировини, а саме механічна кулінарна обробка селери та моркви, потім відбувається блендерування цих овочів протягом $\tau = 4-5$ хв.

Утворення рецептурної суміші відбувається у підсистемі В шляхом поєднання рецептурних компонентів підсистем C_1 та C_2 з подальшим перемішуванням на блендері протягом $\tau = 2-3$ хв.

Підсистема А включає в себе етапи, які дозволяють нам отримати готовий продукт з визначеними властивостями, показниками якості та складом. Підсистема включає оформлення та реалізацію при $t=14-16^\circ\text{C}$.

Також нами було розроблено алгоритм технологічного процесу виготовлення смузі “Вечірня прохолода” з додаванням шроту з насіння льону (рис. 4.174). На основі розробленого алгоритму побудована технологічна схема смузі “Вечірня прохолода” (рис. 4.175).

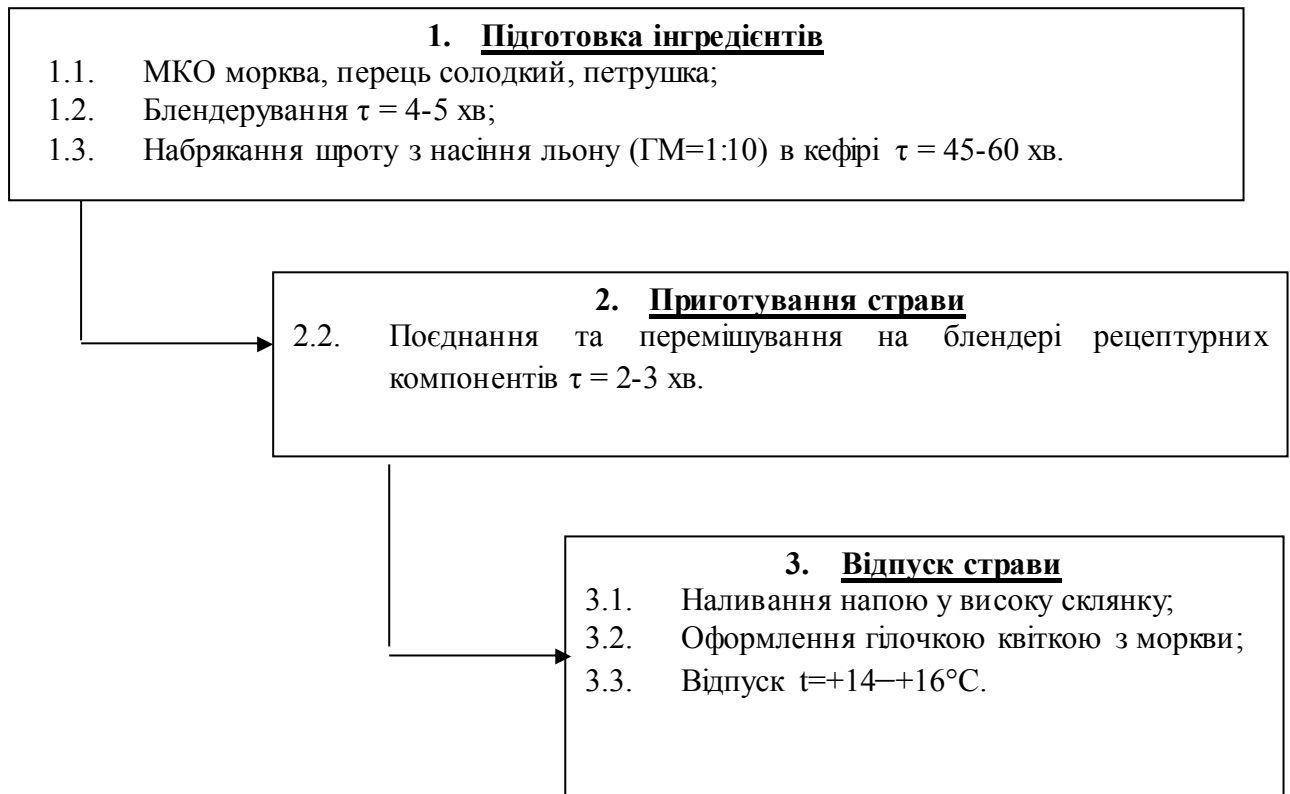


Рисунок 4.174 – Алгоритм операцій з виробництва виготовлення смузі “Вечірня прохолода” з додаванням шроту з насіння льону

Розробка моделі технологічної системи виробництва смузі “Вечірня прохолода” дає можливість більш детально розглянути основні процеси, які проходять на всіх етапах технологічного процесу, а також визначити їх оптимальні режими. А саме, у підсистемі S_1 відбувається набрякання шроту з насіння льону у кефірі при ГМ=1:10 на протязі $\tau = 45-60$ хв.

У підсистемі S_2 проводиться підготовка сировини (механічна кулінарна обробка селери та моркви), потім відбувається блендерування цих овочів протягом $\tau = 4-5$ хв.

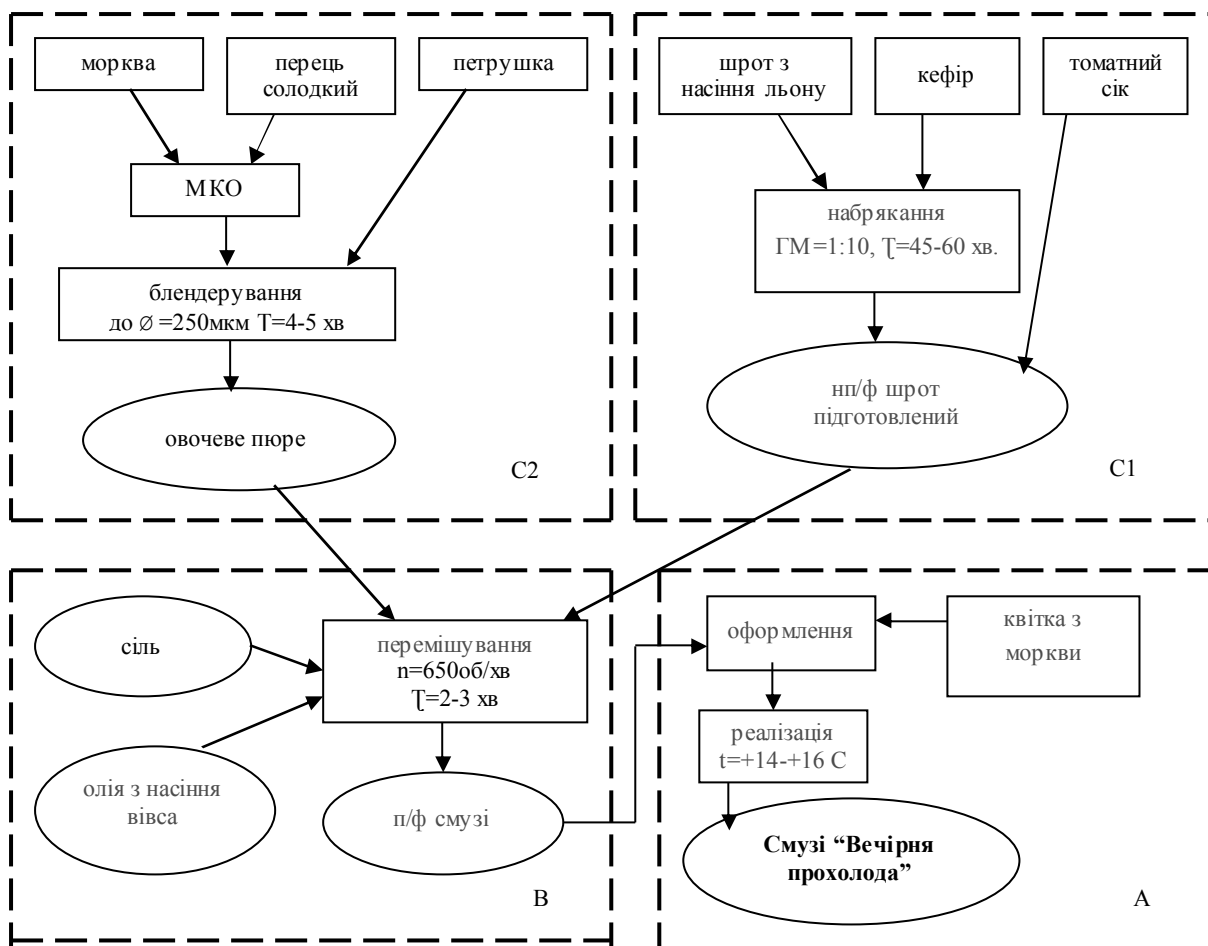


Рисунок 4.176 – Технологічна схема приготування смузі "Вечірня прохолода" з додаванням шроту з насіння льону

Утворення рецептурної суміші проходить у підсистемі В шляхом поєднання рецептурних компонентів підсистем С₁ та С₂ з подальшим перемішуванням на блендері протягом $\tau = 2-3$ хв.

Підсистема А включає в себе етапи, які дозволяють нам отримати готовий продукт з визначеними властивостями, показниками якості та складом. Підсистема включає наступні етапи: оформлення та реалізація при $t = 14-16$ °C.

Для оцінки якості виготовлених за розробленою технологією смузі геродієтичного призначення було проведено розрахунок комплексного показника якості та побудовані модель якості. Згідно з проведеними розрахунками якості необхідно відмітити, що нові продукти перевищують традиційні овочеві та фруктово-ягідні пюре у декілька разів.

Підсумовуючи матеріали досліджень необхідно відмітити, що смузі-продукція збагачена шротами та оліями з нетрадиційної рослинної сировини має підвищені якісні характеристики порівняно з контрольними зразками і повністю відповідає вимогам геронтологічного масового і профілактичного харчування, що й підтверджує необхідність її впровадження.

4.9.7. Технологія смузі на основі топінамбура.

Сучасна тенденція в галузі вдосконалення структури харчування спрямована на створення продуктів підвищеної біологічної цінності з невисокою собівартістю. Саме тому як основну сировину для напоїв доцільно використовувати топінамбур, аличу і волоський горіх МВС. Сировинні компоненти, обрані для проведення експерименту, зараховують до лікарських та імуномодельюючих завдяки хімічному складу топінамбура та зеленого волоського горіха, які відрізняються надзвичайно високим умістом біологічно активних поліфенолів і вітаміну С на фоні достатньої кількості пектинових речовин. Використання обраної сировини дозволило поєднати кисло-солодку сировину й отримати цікаві смакоароматичні композиції, а додавання горіхових екстрактів на основі 70% етилового екстракту і 50% цукрового сиропу підвищити біологічну цінність топінамбурно-фруктових композицій. На основі проведених досліджень технологічних і фізико-хімічних властивостей топінамбура та плодоовочевих харчових композицій із його використанням розроблено технологію смузі та основи для смузі [31, 47].

На рисунку 4.176 представлено схему виробництва основи для виробництва смузі на основі топінамбуру з горіховою добавкою.

Доведено, що зелений горіх має гіркуватий смак, який викликаний наявністю в його складі глікозиду. Тому, використання горіхової сировини у рецептурі напоїв обмежено через вплив на смакові властивості. Враховуючи низький вміст сахаридів у вихідній сировині, виникла необхідність додавання у рецептуру смузі підсолоджувача – меду.

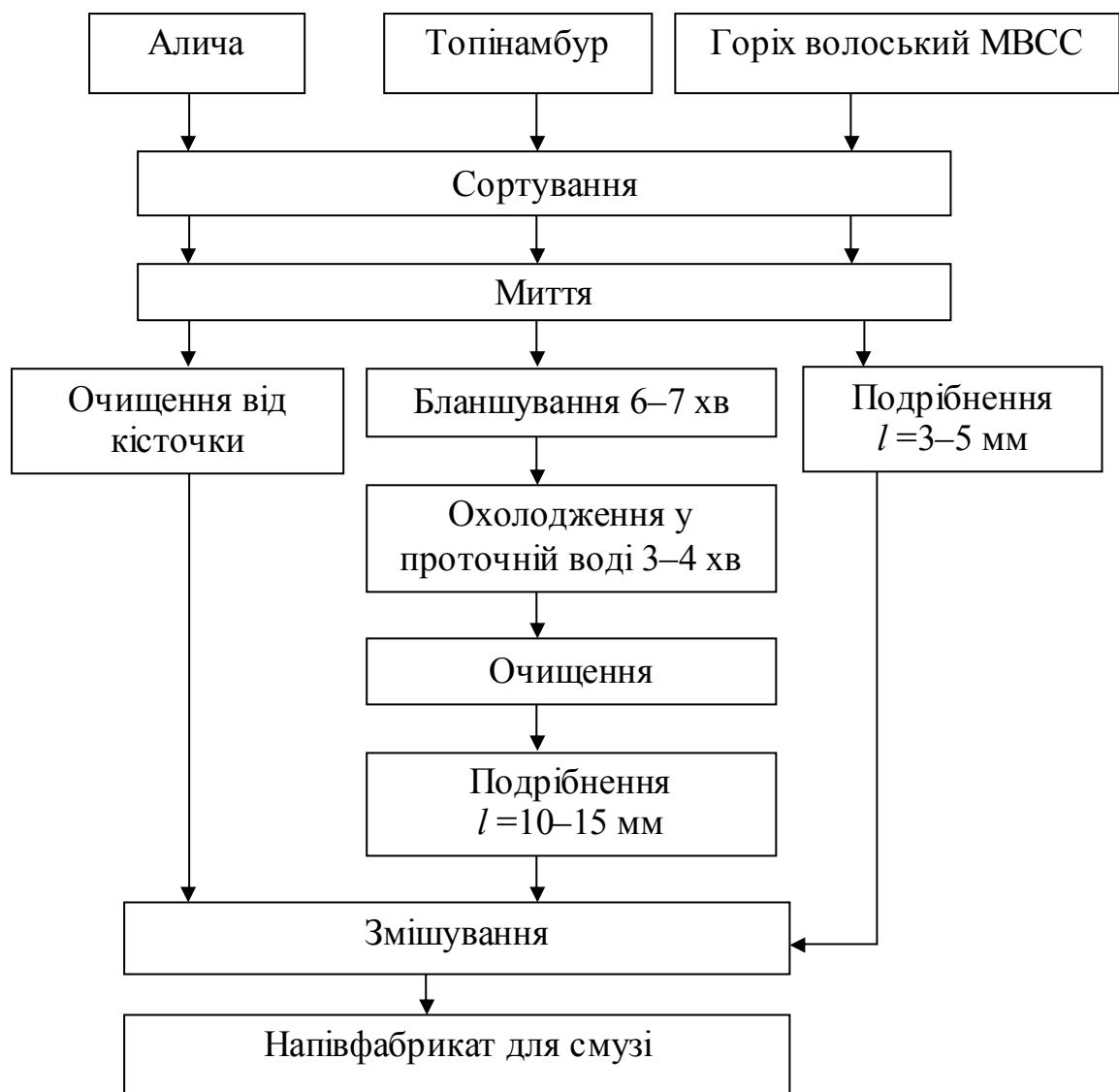


Рисунок 4.176 – Технологічна схема виробництва основи для смузі

Дослідженнями доведено, що для підвищення його смакових властивостей достатньо вмісту меду в рецептурі в кількості 10%. Дослідженнями визначено раціональне співвідношення основних компонентів для смузі – пюре з топінамбура : пюре з аличі : горіх волоський подрібнений : мед (рис. 4.177). Оскільки смузі – це густий напій, то для створення рідкої консистенції, у рецептуру включали рідку фазу у вигляді води або соку. Експериментальні дослідження проводилися з використанням яблучного натурального неосвітленого соку.



Рисунок 4.177 – Співвідношення основних компонентів для смузі: ■ пюре з топінамбуру; ■ пюре з аличі; ■ горіх волоський подрібнений; ■ мед

Визначено оптимальне за смаковими властивостями співвідношення компонентів – пюре з топінамбура : пюре з аличі : горіх волоський подрібнений : мед : сік яблучний натуральний (рис. 4.178).

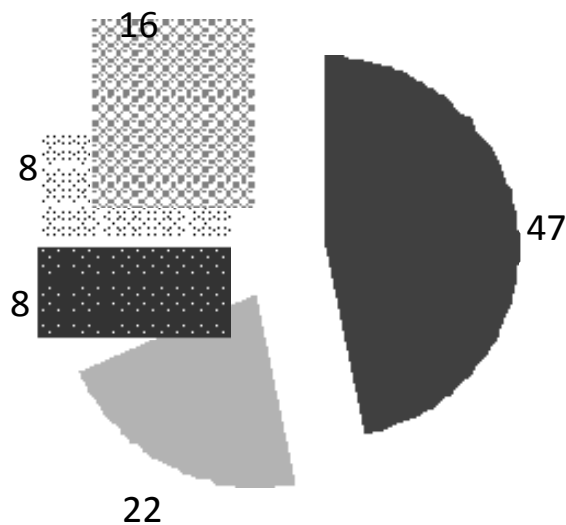


Рисунок 4.178 – Рациональне співвідношення компонентів для смузі з горіхом MVC: ■ пюре з топінамбуру; ■ пюре з аличі; ■ горіх волоський подрібнений; ■ мед; * сік яблучний натуральний

Аналогічні дослідження з визначення рецептури смузі проводили з використанням в якості добавки горіхових екстрактів на спиртовій і цукровій основах. Порівнюючи органолептичні показники дослідних зразків смузі виявилось,

що заміна горіха екстрактами на його основі в аналогічних пропорціях проводитися не може. Враховуючи, що один із зразків горіхової добавки має цукрову основу, вирішено, в рецептурі напою провести заміну підсолоджувача – мед на цукор.

Визначено раціональне співвідношення компонентів з додаванням спиртового або цукрового екстрактів в напоях (рис. 4.179, 4.180).



Рисунок 4.179 – Раціональне співвідношення компонентів для смузі з екстрактом спиртовим: ■ пюре з топінambuру; ■ пюре з аличі; * екстракт горіховий спиртовий; * мед; ▨ вода

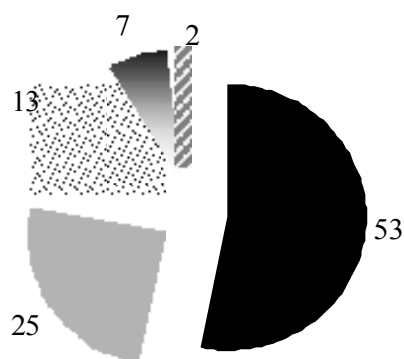


Рисунок 4.180 – Раціональне співвідношення компонентів для смузі з екстрактом цукровим: ■ пюре з топінambuру; ■ пюре з аличі; * екстракт горіховий цукровий; ■ цукор; ▨ вода

Органолептична оцінка розроблених смузі на основі топінambuру з горіховими добавками наведена на рис. 4. 181.

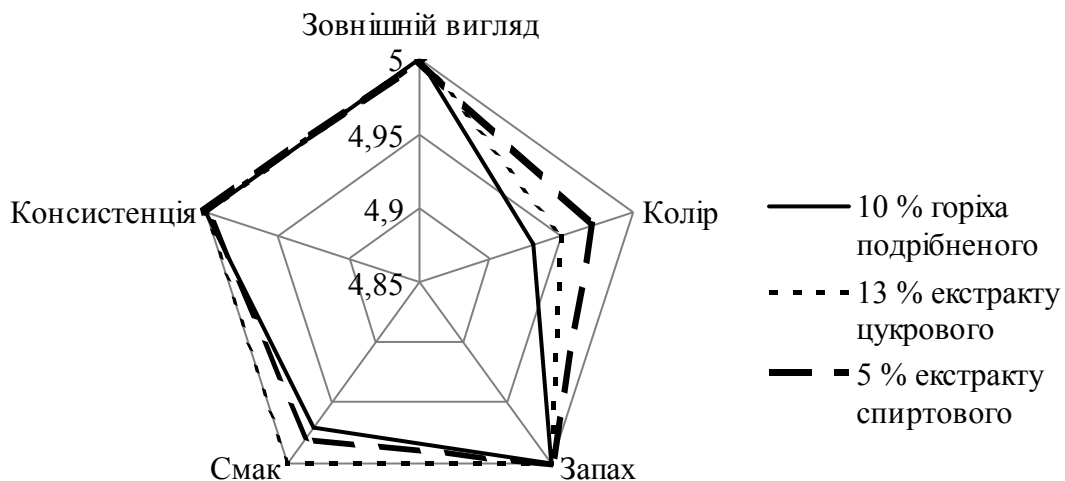


Рисунок 4.181 – Органолептична оцінка смузі з горіховою добавкою:

— 10% горіха подрібненого; - - - 13% екстракту цукрового; — 5% екстракту спиртового

Доведено, що смузі за розробленою технологією мають високі органолептичні показники. Органолептичні дослідження показали, що смузі зі спиртовою горіховою добавкою має приємний жовто-каштановий колір та фруктовий аромат, що нагадує грушевий; з цукровою горіховою добавкою – приємний кисло-солодкий смак, фруктовий аромат з горіховим відтінком. Однак, смузі не отримали найвищої оцінки від дегустаторів, на яку вплинув не дуже привабливий колір.

Визначено основні фізико-хімічні показники розроблених смузі. За базовий (контроль) напій прийнятий зразок, виготовлений без горіхової добавки (табл. 4.138). Дослідження хімічного складу розроблених напоїв підтвердили, що використання біологічно цінної горіхової добавки в напої підвищує вміст вітаміну С (до 18,8 мг/100 г), каротину (до 13,9 мг/100 г), пектинових (до 5,7%) та фенольних речовин (до 622,5 мг/100 г).

Таким чином, підтверджено компонентну сумісність топінамбура, аличі та горіхових добавок. Доведено, що використання біологічно-цінних горіхових добавок позитивно впливає не тільки на фізико-хімічні показники, а й на органолептичні властивості напоїв.

Основні фізико-хімічні показники смузі

Назва смузі	Масова частка, %			Масова концентрація, мг/100 г			рН
	сухих речовин	пектинових речовин	титрованих кислот	β-каротину	фенольних речовин	L-аскорбінової кислоти	
Контроль	20,6±1,0	0,46±0,02	0,38±0,02	9,5±0,5	315,0±16,0	4,1±0,2	4,8±0,02
Смузі з горіхом	22,4±1,0	0,57±0,03	0,34±0,02	12,9±0,6	412,5±21,0	18,2±0,9	4,8±0,02
Смузі з екстрактом							
спиртовим	19,4±1,0	0,32±0,02	0,34±0,02	9,7±0,5	405,0±20,0	16,8±0,8	4,6±0,02
цукровим	22,8±1,1	0,36±0,02	0,31±0,02	13,9±0,6	547,5±27,0	20,2±1,0	4,7±0,02

Розроблена технологія топінамбурно-фруктових смузі дозволить урізноманітнити щоденний раціон харчування людини, збагатити організм БАР, що сприятиме підвищенню його опірності до захворювань. Представлені розробки підтвержені патентами України і є перспективними для впровадження на харчових підприємствах [11-14].

4.9.8. Технологія смузі на основі гарбуза.

На основі проведених досліджень технологічних і фізико-хімічних властивостей гарбуза та плодоовочевих харчових композицій із його використанням розроблено технологію смузі [31, 47].

Досліджено основні фізико-хімічні показники свіжої сировини та напівфабрикатів на її основі (табл. 4.139). Підтверджено, що обрана для досліджень основна сировина містить значну кількість аскорбінової кислоти, β-каротину, пектинових речовин та органічних кислот. Поєднання плодоовочевої сировини обґрунтовано низькою кислотністю гарбуза (рН=7,20) і високою кислотністю аличі (рН =3,25). Горіх волоський МВС у свіжому вигляді містить високу концентрацію вітаміну С та поліфенолів (1302,40 мг/100 г та 3900 мг/100 г відповідно). Їх уміст у виготовлених напівфабрикатах значно менший від свіжої сировини, однак залишається високим, що дозволяє

використовувати їх для підвищення біологічної цінності готового продукту (табл. 4.139).

Таблиця 4.139

Фізико-хімічні показники досліджуваної сировини

Назва сировини	Масова частка, %			Масова концентрація, мг/100г				рН
	сухих речовин	пектино-вих речовин	титро-ваних кислот	Л-аскор-бінової кислоти	карати-ноїдів	β - каро-тину	феноль-них речовин	
Горіх волоський МВС	13,06	0,46	0,816	1302,4	13,61	11,76	3900	3,60
Екстракт спиртовий	12,00	0,35	0,396	486,99	3,74	3,22	1125	4,50
Екстракт цукровий	37,00	0,23	0,312	441,76	2,50	2,15	915	4,15
Алича свіжа	14,71	0,40	2,020	3,40	8,75	7,53	не ви-значали	3,25
Гарбуз свіжий	6,08	0,40	0,144	7,13	3,80	3,27	не ви-значали	7,20
Гарбуз бланшо-ваний	7,60	0,40	0,067	4,87	13,73	11,82	не ви-значали	6,60
Гарбуз запечений	7,40	0,50	0,040	3,87	10,61	9,12	не ви-значали	6,65

Використовували комбінацію харчових компонентів: гарбуз – свіжий подрібнений, бланшований або запечений; алича – свіжа подрібнена; горіх волоський МВС – свіжий подрібнений, екстракти на водно-спиртовій і водно-цукровій основах. У харчових композиціях з подрібненим горіхом і екстрактом на водно-спиртовій основі для нівелювання гіркоти і підвищення споживчих властивостей готового продукту додавали мед. Смузі зі свіжим гарбузом мали притаманний йому смак, аромат і густу консистенцію. Для підвищення споживчих властивостей напоїв у рецептуру включили воду, а гарбуз піддавали тепловому оброблянню – бланшуванню або запіканню.

Загальна технологічна схема виробництва смузі із гарбуза з горіховою добавкою наведена на рис. 4.182.

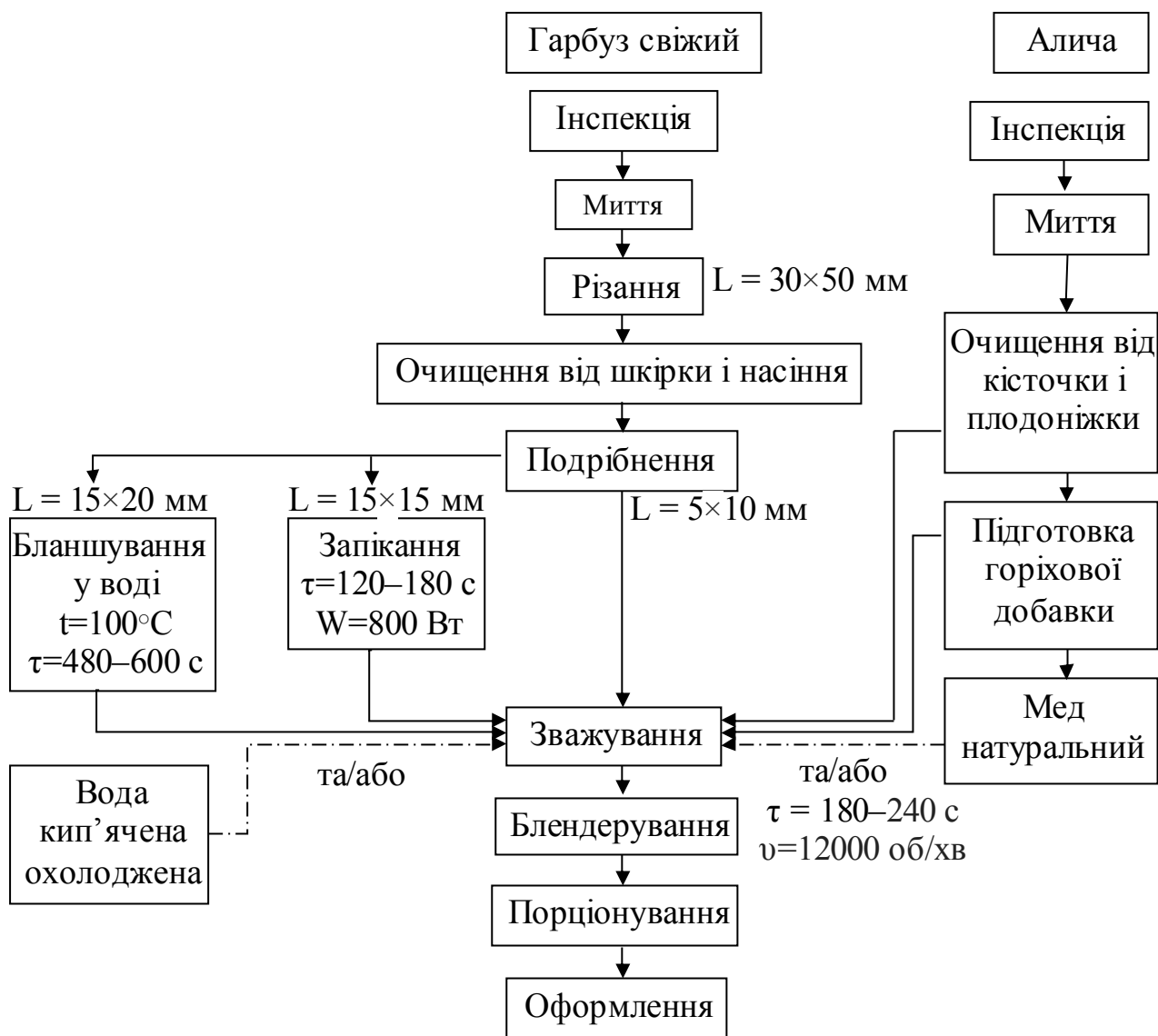


Рисунок 4.182 – Технологічна схема виробництва гарбузового смузі з горіховою добавкою

Обрано найкращі експериментальні зразки смузі з горіховими добавками, які за органолептичним оцінюванням отримали бал не менше 4,8. Досліджено їх фізико-хімічні показники (табл. 4.140).

Фізико-хімічний аналіз отриманих зразків смузі показав, що готовий продукт містить цукри, органічні кислоти, вітаміни. Напої володіють харчовою і біологічною цінністю. Підтверджено наявність в їх складі речовин-антиоксидантів: вітаміну С, β-каротину, фенольних і пектинових речовин (табл. 4.140).

Фізико-хімічні показники смузі на основі гарбуза з горіховою добавкою

Назва харчових компонентів/добавки	Масова частка, %			Масова концентрація, мг/100г				рН
	сухих речовин	пектинових речовин	титрованих кислот	L-аскорбінової кислоти	сума каратиноїдів	β-каротину	фенольних речовин	
Гарбуз свіжий + алича + мед								
Горіх свіжий	21,2 ±1,1	0,40 ±0,02	0,134 ±0,07	11,70 ±0,6	23,71 ±1,2	20,39 ±1,0	937,50 ±45,0	4,30 ±0,2
Горіховий екстракт спиртовий	18,0 ±0,9	0,80 ±0,04	0,321 ±0,02	3,40 ±0,2	16,22 ±0,8	13,95 ±0,7	826,25 ±40,0	4,10 ±0,2
Горіховий екстракт цукровий	19,6 ±1,0	0,80 ±0,04	0,268 ±0,01	30,98 ±1,5	18,06 ±0,9	15,52 ±0,8	1068,75 ±50,0	4,20 ±0,2
Гарбуз бланшований + алича + мед								
Горіх свіжий	19,0 ±1,0	0,40 ±0,02	0,294 ±0,01	17,25 ±0,9	21,22 ±1,1	14,49 ±0,7	993,75 ±50,0	4,25 ±0,2
Горіховий екстракт спиртовий	16,5 ±0,8	0,80 ±0,04	0,313 ±0,02	2,82 ±0,1	16,85 ±0,8	15,56 ±0,8	882,5 ±40,0	4,20 ±0,2
Горіховий екстракт цукровий	17,2 ±0,9	0,80 ±0,04	0,402 ±0,02	35,20 ±1,8	18,10 ±0,9	18,25 ±0,9	1031,25 ±50,0	4,10 ±0,2
Гарбуз запечений + алича + мед								
Горіх свіжий	19,76 ±1,0	0,40 ±0,02	0,268 ±0,01	10,91 ±0,5	18,72 ±0,9	16,10 ±0,8	607,5 ±30,0	4,40 ±0,2
Горіховий екстракт спиртовий	16,25 ±0,8	1,12 ±0,06	0,268 ±0,01	2,99 ±0,1	16,02 ±0,8	13,75 ±0,7	500,0 ±25,0	4,25 ±0,2
Горіховий екстракт цукровий	17,87 ±0,9	1,12 ±0,06	0,348 ±0,02	45,76 ±2,2	17,47 ±0,9	15,02 ±0,8	1100,0 ±50,0	4,40 ±0,2

Найбільшу кількість вітамінів і фенольних речовин має смузі з горіховим екстрактом цукровим через високий вміст у рецептурі добавки порівняно з іншими смузі. Смузі, в рецептурі яких використовували бланшований/запечений гарбуз, містить каротину до 3% менше у порівнянні зі смузі зі свіжим гарбузом. Це пояснюється тепловою деструкцією каротину після теплового оброблення. Однак, вміст пектинових речовин відповідно збільшився до 10–11%, що пояснюється його етерифікації.

Раціональне співвідношення компонентів смузі представлено на рис. 4.183.

Смузі з горіховою добавкою (горіх МВС подрібнений) мали ніжну консистенцію світло-жовтого кольору, з темно-зеленими рівномірно розподіленими включеннями горіха, запах – медово-горіховий, смак – солодкий з пікантною гіркотою.

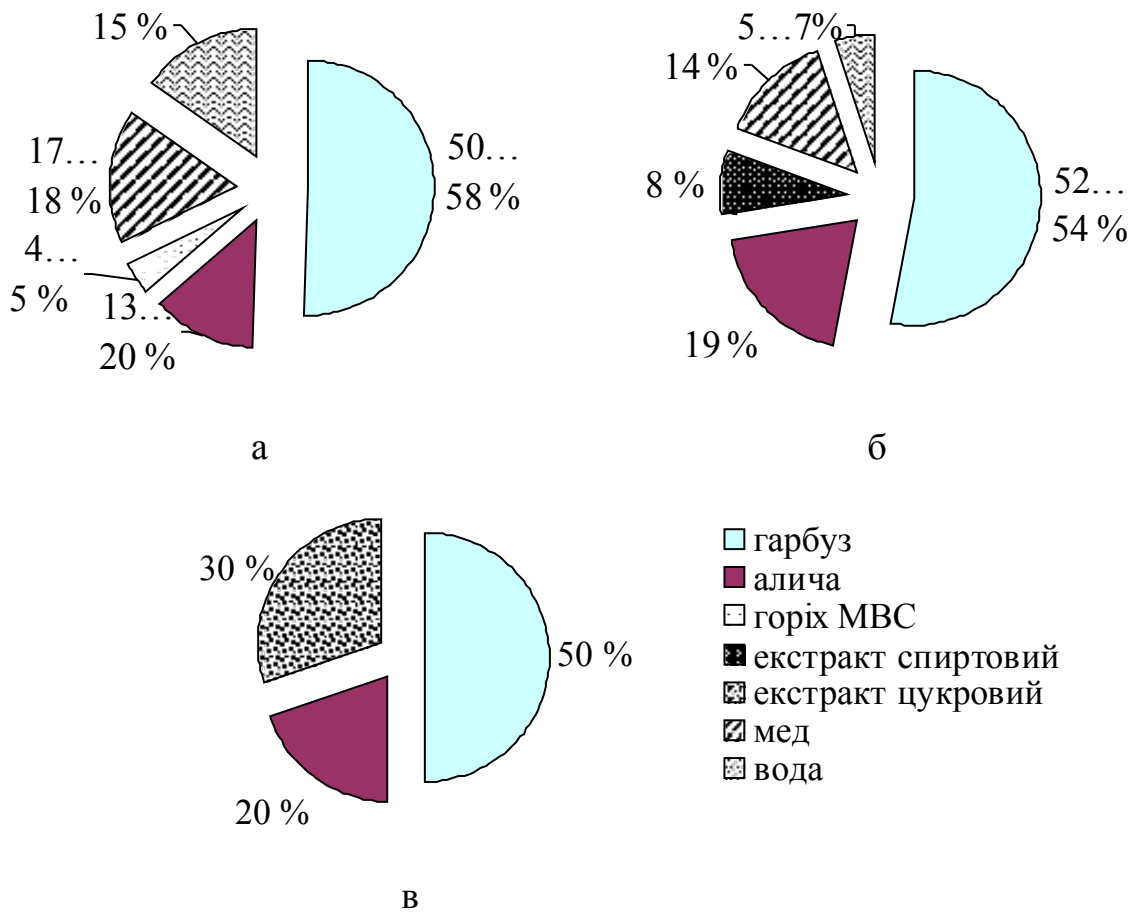


Рисунок 4.183 – Раціональне співвідношення компонентів для смузі з горіховими добавками: а – горіх МВС свіжий; б – горіховий екстракт спиртовий; в – екстракт горіховий цукровий

Смузі з екстрактом спиртовим мали ніжну консистенцію яскраво-помаранчевого кольору, запах – приємний гарбузовий з ледве відчутним спиртовим, смак – солодко-кислий з яскраво вираженим присмаком горіху.

Смузі з екстрактом цукровим мали ніжну консистенцію яскраво жовтого кольору, запах – медово-аличевий, смак – приємний солодко-кислий з легким присмаком аличі.

Розрахунок добового забезпечення організму людини біологічно цінними компонентами показав, що споживання 150г смузі (за розробленими технологіями) на день дозволяє забезпечити добову потребу організму людини у L-аскорбіновій кислоті від 20 до 69%, β -каротині – від 133 до 168%, фенольних речовинах – від 248 до 806%, пектинових речовинах від 140 до 176%. Отже, якщо смузі зі свіжим горіхом або екстрактом горіховим спиртовим містять 20–25% аскорбінової кислоти від добової потреби, то інші антиоксиданти перевищують норму не менше ніж в 1,4 рази по пектинових речовинах, в 1,3 рази – по β -каротину, в 2,5 рази – по поліфенолах.

Визначено, що на фізико-хімічні і органолептичні показники готового продукту суттєво впливає вміст горіхової добавки. Досліджено її вміст у напоях, не більше: подрібнений горіх МВС – 4 %, екстракт спиртовий – 8 %, екстракт цукровий – 30 %.

Розроблені смузі на основі гарбуза можна рекомендувати для підсилення функціонування імунної системи, профілактики онкологічних захворювань, нормалізації мікрофлори кишечника, покращення травлення та очищення організму від шлаків [31]. В останні роки спостерігається значне зниження показників рівня здоров'я і зростання захворюваності населення внаслідок дії низки об'єктивних причин, таких як погіршення екологічної обстановки, інтенсифікація ритму життя і зниження рівня соціальної захищеності широких верств населення. Внаслідок все зростаючого еколого-соціального пресингу відзначається істотне зниження резистентності організму, пов'язане з ослабленням детоксикаційних, імунних та інших адаптаційно-приспосувальних механізмів організму. У цих умовах особливої актуальності набуває проведення профілактичних заходів, що мають на меті підвищення неспецифічної опірності організму.

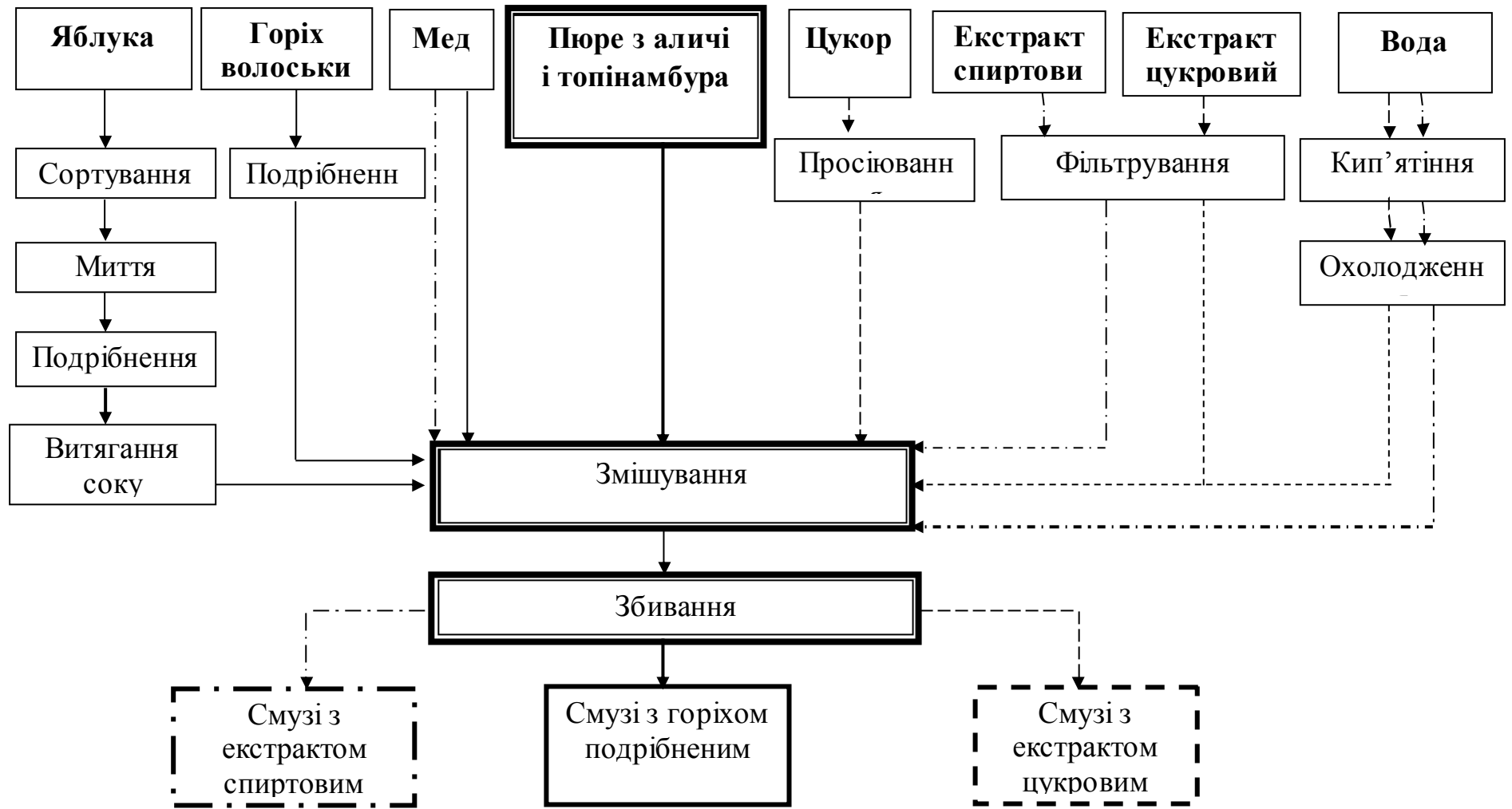


Рисунок 4.184 – Загальна технологічна схема виробництва смузі з горіховою добавкою

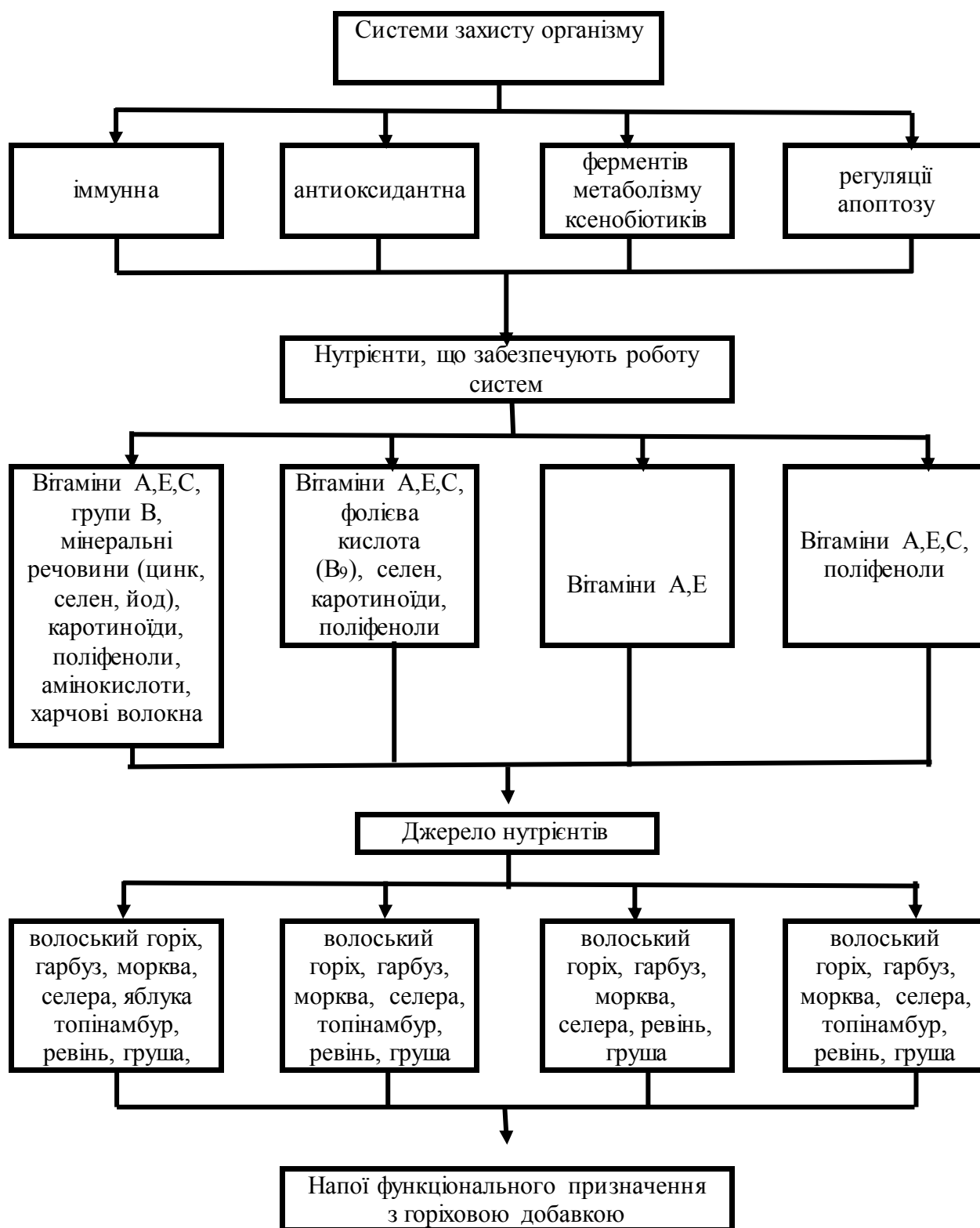


Рисунок 4.185 – Схема моделювання напоїв резистентної дії

Одним із методів вирішення такого роду проблеми, крім використання спеціально призначених для цих цілей лікарських препаратів, часто

супроводжуваного серйозними побічними ефектами, є розширення практики споживання населенням продуктів харчування, включаючи напої, що володіють адаптогенної активністю і підвищують резистентність організму людини до впливу широкого спектра агресивних факторів навколишнього середовища.

В умовах економічної нестабільності структура харчування населення зазнає значних змін у бік погіршення дисбалансу основних компонентів раціону [69, 107, 115, 168-169]. Епідеміологічні дослідження, що проводяться науковцями різних країн, свідчать, що структура харчування населення значною мірою є дефектною і харчовий статус має значні відхилення від формули збалансованого харчування [9, 114]. Особливо це стосується рівня споживання мікронутрієнтів – вітамінів, мінеральних речовин, поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), багатьох органічних сполук рослинного походження (біофлавоноїдів), що мають важливе значення в регуляції процесів обміну речовин та функціонуванні окремих органів і систем. Науковцями виявлено дефіцит ПНЖК на фоні надмірного надходження тваринних жирів; дефіцит повноцінних (тваринних) білків (особливо в групах населення з низьким рівнем життя – у 20%); дефіцит більшості вітамінів: насамперед, аскорбінової кислоти – у 70–100%; тіаміну, рибофлавіну, фолієвої кислоти – у 60% населення; бета-каротину – у 40–60%; недостатність (нижче на 25–50% від рекомендованих ВООЗ показників) ряду макро- та мікроелементів (кальцію, заліза, йоду, фтору, селену, цинку) [103, 107]. Така структура харчування завдає значного удару захисним силам організму, пригнічуючи неспецифічну резистентність, і створює передумови для розвитку багатьох захворювань [104].

Розглядаючи адаптаційний потенціал організму в цілому, необхідно враховувати чотири його важливих компонента: систему антиоксидантного захисту, систему ферментів метаболізму ксенобіотиків, імунну систему, систему регуляції апоптоза [150, 159, 125].

Досліджено, що всі ці системи перебувають у прямій залежності від зовнішніх факторів, і в першу чергу від факторів харчування. В останні

десятиліття проведені дослідження глибоких механізмів асиміляції окремих харчових речовин на різних рівнях їх засвоєння, у тому числі на рівні клітинного метаболізму. Отже, необхідний системний підхід щодо конструювання індивідуальних раціонів та проектування харчових продуктів резистентної дії як суттєвого доповнення комплексних заходів щодо оздоровлення людей різних вікових груп.

Порушення метаболізму виявляє схожі розлади у найбільш значимих функціональних системах, відповідні порушення обміну речовин, які можливо врахувати при визначеному моделюванні раціону. Всі механізми адаптаційної системи організму людини не можливі без участі певних нутрієнтів – вітамінів А, С, Е та поліфенолів, а імунній і антиоксидантній системам також потрібна участь вітамінів D, групи В (В₆, В₉, В₁₂), каротиноїдів і мікроелементів (цинк, мідь, марганець та селен). Саме цей перелік речовин враховувався при моделюванні та проектуванні функціональних напоїв відповідно до вимог щодо забезпечення резистентної дії (рис. 4.185).

Організм у процесі життя намагається ввібрати в себе усі речовини, необхідні для нормального та здорового існування. При відсутності будь-якого елемента організм поглинає найбільш доступний елемент з тієї ж групи. Вчені дослідили і вивчили чимало продуктів, які позитивно впливають на захисні функції організму людини. Доведено, що для забезпечення заданої дії напоїв необхідно використання композицій рослинного походження з горіховою добавкою.

Волоський горіх – цінна високопоживна рослина, багата на біологічно активні речовини (БАР). На хімічний склад волоського горіха впливають різноманітні фактори: сорт, місце зростання, екологічні умови, температурні умови року, вміст важких металів, вік дерева, час збору плодів і дотримання режиму роботи [11].

У ядрах волоських горіхів містяться (у г/100 г їстівної частини): білки – 16,2 г, жири – 60,8 г, вуглеводи – 11,1 г, харчові волокна – 6,1 г, вода – 3,8 г, насичені жирні кислоти – 6,2 г, моно- і дисахариди – 3,9 г, крохмаль – 7,2 г, зола – 2

г. Білки горіхів є повноцінними, бо вміщують до 50% незамінних амінокислот, що не синтезуються в організмі людини. Жирна олія складається із гліцеридів, лимонної, ліноленової, стеаринової, пальмітинової кислот. Плоди горіха калорійні – 656 кКал, із них від білків – 65 кКал, від жирів – 547 кКал, від вуглеводів – 45 кКал.

У результаті дослідження білкового складу зеленого волоського горіха встановлено такий відсотковий уміст від загального білка: альбумін – 6,81%, глобулін – 17,57%, проламін – 5,33%, глютеїн – 70,11%. Більшість загальних поліпептидів білка мають молекулярну вагу 12–67 КД. Лізин є першою лімітуючою незамінною амінокислотою в білку загалом і у фракціях глобуліну та глютеїнану, на другому місці лімітуючими є лейцин і метіонін + цистеїн, відповідно, у фракціях проламіну і альбуміну. Отже, у зелених волоських горіхах знайдені імуностимулюючі амінокислоти, які є фундаментом у гормональному імунітеті [26].

Також у зелених плодів волоських горіхів знайдено наявність фітостеринів – джерел отримання стероїдних гормонів, ганадотропінів, гормонів надниркових залоз [154–155].

У період дозрівання, у період до початку затвердіння ендокарпію продовжується збільшення кількості мінеральних речовин [157, 68].

За хімічним складом і енергетичною цінністю волоські горіхи перевершують багато продуктів тваринного та рослинного походження. Вони калорійніші в 1,5 раза, ніж жирна свинина, у 2,5 раза, ніж мед, у 3 рази, ніж хліб, в 4–5 рази, ніж птиця, у 7–8 разів, ніж риба, коров'яче молоко та картопля – у 10 разів і рівноцінні коров'ячому маслу. 400 г ядер горіхів задовольняють добову потребу людини в їжі [142, 163].

Горіхи багаті вітамінами: РР – 1,2 мг, бета-каротин – 0,05 мг, А – 8 мкг, В₁ – 0,39 мг, В₂ – 0,12 мг, В₅ – 0,8 мг, В₆ – 0,8 мг, В₉ – 77 мкг, С – 5,8 г, Е – 2,6 г, К – 2,7 мкг, РР (ніациновий еквівалент) – 4,8 г. Нестиглі горіхи виключно багаті вітаміном С – від 1 000 до 3 000 мг на 100 г.

У ядрах плодів містяться мінеральні речовини – 1,6%. Із макроелементів (мг/100 г) – кальцій – 89 мг, магній – 120 мг, натрій – 7 мг, калій – 476 мг, фосфор –

332 мг, хлор – 25 мг, сірка – 100 мг, із мікроелементів – залізо – 2 мг, цинк – 2,57 мг, йод – 3,1 мкг, мідь – 527 мкг, марганець – 1,9 мг, селен – 4,9 мкг, фтор – 685 мг, кобальт – 7,3 мкг.

Усі частини рослини містять значну кількість БАР: кора – терпеноїди, стероїди, алкалоїди, вітамін С, дубильні речовини (3–4%), хінони (юглон і інші); листя – альдегіди, ефірну олію (0,03%), алкалоїди, вітаміни С (до 5%), РР, каротиноїди, до 30 мг/100 г провітаміну А, фенолкарбонові кислоти, дубильні речовини (3–4%), кумарини, флавоноїди, антоціани, хінони (гідроюглон) і високі ароматичні вуглеводи.

У складі волоських горіхів містяться ефірні олії, що надають їм приємний аромат. Навколоплідник горіха волоського містить аскорбінову кислоту – 0,44%, вільні органічні кислоти – 9,0%, дубильні речовини – 4,15%, каротиноїди – 3,0%, юглон, мікро- і макроелементи, в тому числі кобальт, мідь, цинк, марганець, молібден, хром, фосфор. У навколопліднику горіхів молочно-воскової стиглості встановлений максимальний рівень каротиноїдів, а в плодах таких горіхів максимальний уміст вітаміну Р [81, 83, 104]. Із оболонки виділений бетаситостерол.

У шкірці містяться фенолкарбонові кислоти, дубильні речовини і кумарини, у пеликулі (тонкій бурій шкірці, що покриває плід) – стероїди, фенолкарбонові кислоти, дубильні речовини та кумарини [112].

Хімічний склад волоського горіха змінюється залежно від сорту і умов зростання. Визначено, що в період дозрівання плодів волоського горіха інтенсивне утворення олії починається тільки з другої половини липня [61]. Із плодів молодих волоських горіхів різних сортів методом холодного віджимання отримували від 42 до 62,3% олії. Вміст у ній ліноленової кислоти становив 8–13,8%, лінолевої кислоти – 49,3–62,3% [79-80].

В міру дозрівання вміст окремих компонентів золи в ядрі горіха волоського збільшується, а в інших зменшується. У ядрі із незатверділим ендокарпієм максимальним є вміст Na, Ca, K, Cl, SO₄ [157]. Вміст глюкози у період дозрівання має максимальне значення, а у стиглих плодах її немає

взагалі. Максимальний уміст вітаміну С у волоському горісі молочно-воскової стадії стиглості спостерігається на початку затвердіння ендокарпію. Після його затвердіння вміст вітаміну С різко знижується [63, 157, 141].

У ядрі молодих зелених горіхів виділені нафтохінони, флавоноїди, діарилгентаноїди. Зелені плоди волоського горіха багаті алкалоїдом, тобто юглоном (5-окси-1,4 – нафтохінон), та таким цінним мікроелементом як йод. У 100 г волоського горіха міститься 3,1 мкг йоду [157].

Лікувальні властивості волоського горіха досить різноманітні. У медицині застосовуються всі частини волоського горіха. Бруньки, листя, навколоплідник і сік, що витікає із стовбура зеленого дерева, мають фітонцидні властивості та виконують бактерицидну дію, тобто є згубними для бактеріальної флори. Леткі фракції фітонцидів свіжого листя і нестиглого навколоплідника волоського горіха затримують ріст стафілококів, тифозної, дизентерійної, туберкульозної паличок, грибків [165].

При багатьох шкірних захворюваннях місцевий лікувальний ефект, наданий препаратами із зеленого листя і навколоплідника волоського горіха, пояснюється наявністю в них не тільки фітонцидів, але й дубильних речовин. Народна медицина рекомендує пити настій і відвари із листя для поліпшення обміну речовин і загального зміцнення організму при виснаженні та зменшенні вітамінів в організмі, атеросклерозі судин головного мозку, а також при проносах.

Екстракт із листя волоського горіха підвищує згортання крові. Відвари з листя й навколоплідника волоського горіха застосовуються зовнішньо у вигляді ванн і примочок при вугровому та гнійному висипах на шкірі. Мазь, виготовлену зі свіжого листя, рекомендується використовувати зовнішньо при фурункулах і ранах для прискорення процесу загоєння [110].

Сік із нестиглих плодів, змішаний із медом, у народній медицині використовується при хворобах горла для полоскань. При гастритах, ентеритах, проносах, для поліпшення травлення, у разі порушення апетиту, а також при

зобі, цукровому діабеті (як цукропонижуючий засіб), при атеросклерозі судин головного мозку, гіповітамінозі С і для поліпшення обміну речовин, загального зміцнення організму, при виснаженні рекомендується настій із висушеного подрібненого листа, бруньок або навколоплідника [102].

Спиртова настоянка з горіха, заготовленого у період дозрівання плодів, зменшує розміри щитовидної залози й поліпшує загальний стан хворого при легкій формі тиреотоксикозу, тобто підвищеній функції щитовидної залози. Висушена і подрібнена кора або коріння волоського горіха є м'яким проносним засобом [154].

У болгарській народній медицині при гіпо- та авітамінозах рекомендують зелені плоди горіха перетерти з медом. Лікарі стверджують, що волоський горіх має досить сильні бактерицидні, ранозагоювальні властивості. Він також сприяє нормалізації діяльності кишечника [171].

Біологічно активні речовини, що містяться у волоському горісі, покращують всмоктування природних вітамінів і мікроелементів їжі, а також сприяють нормалізації різних метаболічних процесів в організмі. Крім того, усувають дефіцит вітамінів, пов'язаний із їх неповноцінним надходженням із шлунково-кишкового тракту (при хронічній діареї, порушенні рівноваги мікрофлори кишечника та ін.), підвищеною потребою вітамінів (у період росту, вагітності, лактації, стану емоційного та фізичного напруження) [73].

Юглон ефективний при лікуванні туберкульозу. Проведені дослідження антибіотичних властивостей юглону щодо дії на патогенну кишкову паличку, дезинтерійну паличку, бактерії черевного тифу, запалення легенів, септичних станах. “Вбивчі” властивості листа та навколоплідника діють на багато хвороботворних бактерій і грибків. Тому ними можна з успіхом лікувати інфіковані поверхні, обробляти гнійні рани, полоскати горло при ангінах [62].

Юглон горіха підвищує рН слини, покращує мікробну флору порожнини рота, знижує ризик виникнення карієсу, виявляє антибактеріальну дію на вміст патологічних зубоясневих кишень і слизової оболонки рота [7].

Ядра волоського горіха мають виняткові смакові властивості: в 1 кілограмі горіхів міститься понад 8 500 калорій. Плоди використовують у багатьох галузях промисловості: у кондитерській (начинки, цукерки, торти, печиво тощо), у консервному, плодово-овочевому, маслобійному виробництві.

Особливо високі смакові властивості має горіхова олія, яку використовують у харчовій промисловості. Із неї видобувають високоцінні ароматичні сполуки – трояндову, фіалкову, цитринову ефірні олії. Вона відрізняється високим умістом лінолевої та ліноленової жирних кислот, які сприяють нормальному росту та розвитку організму.

Зелені горіхи можна маринувати та подавати до копченого м'яса. Із зелених, молочної стадії стиглості, горіхів варять високопоживне, з лікувальними властивостями варення. Горіхи молочної стадії стиглості використовують у вигляді настоянок, сиропів, перетертих із цукром або медом, для виготовлення вітамінних концентратів.

Юглон, що міститься у навколопліднику і молодому листі горіха, є ефективним консервантом [146].

В Україні не застосовують технології харчової продукції з використанням плодів волоського горіха у молочно-восковій стадії стиглості. Останніми роками українські вчені все більше уваги приділяють вивченню можливостей використання горіха у харчовій промисловості як біологічно активної добавки.

Існує технологія отримання екстрактів із зелених частин волоського горіха шляхом настоювання у водно-спиртових розчинах, таку саму технологію застосовують і до всіх видів лікарської сировини [110, 123, 128]. Більш детальні дослідження з виробництва спиртового екстракту проведені на основі технології з використанням ультразвукового екстрагування. Цей спосіб найбільш ефективний, але не економічний [124]. Отже, наявні технології потребують вдосконалення.

4.10. Соуси з дієтичними добавками

На сучасному етапі розвитку ресторанного господарства перспективним є виробництво соусів функціонального призначення за рахунок збагачення їх біологічноактивними компонентами. Наукова стратегія та методологія конструювання функціональних продуктів харчування передбачає модифікацію традиційних технологій, що забезпечує підвищення вмісту у продуктах есенціальних інгредієнтів до рівня, співвідносного з фізіологічними нормами споживання.

Розроблення функціональних харчових продуктів базується на наукових принципах, розроблених Всесвітньою організацією охорони здоров'я та гармонізованих вітчизняною наукою. Ці принципи охоплюють основні медико-біологічні та технологічні аспекти і враховують нові дані сучасної науки про роль харчування та певних нутрієнтів у підтриманні здоров'я та життєдіяльності людини, про потреби організму в окремих харчових речовинах та енергії, про реальну структуру харчування і фактичну забезпеченість вітамінами, макро- та мікроелементами населення України, а також враховують досвід виробництва, використання та оцінювання ефективності продуктів харчування функціонального призначення в Україні та за кордоном.

Наукові основи створення функціональних харчових продуктів включають:

- медико-біологічні аспекти, які передбачають вибір носія, вибір добавки, корегуючої хімічний склад продукту, рівень та безпечність збагачення;
- технологічні аспекти, які розглядають питання якості продукції, збереження мікронутрієнтів та сумісності мікронутрієнтів з харчовою масою, а також їхню взаємодію з окремими компонентами харчових систем;
- клінічну ефективність, яка повинна підтвердити з використанням методів доказової медицини біологічну доступність збагачуючого компонента, а також надійність корекції дефіциту і покращення стану здоров'я при використанні функціональних продуктів харчування.

У зв'язку з розбалансованим, полідефіцитним харчуванням у населення України широко поширена полімакро- полімікронутрієнтна недостатність за рахунок дефіциту у харчовому раціоні низки нутрієнтів. Дослідження показують, що пріоритетними повинні бути в першу чергу профілактичні заходи, направлені на подолання дефіциту вітамінів, недостатньої кількості незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот родини $\omega 3$ у цис-формі, харчових волокон, мінеральних речовин: кальцію, калію, магнію, фосфору, заліза.

На основі наукових даних щодо наявності зв'язку між недостатністю кальцію, калію, магнію, фосфору, заліза та харчових волокон у раціоні харчування людини та її здоров'ям, а також даних про ефективність засвоєння кальцію у присутності фосфору та магнію, планується обрати ці нутрієнти визначальними критеріями оптимізації при розробленні соусів функціонального призначення. Підвищення вмісту кальцію у соусах є важливим, оскільки крім виконання обмінних функцій в організмі, він сприятиме блокуванню поглинання стронцію-90. Захисні функції магнію проявляються у тому, що він є зв'язувальною ланкою в утворенні комплексу між структурними, транспортними та інформаційними РНК, що забезпечує синтез білків, стимулює перистальтику кишкового, впливає на рівень холестерину і підтримує баланс рН. Підвищення кількості заліза у соусах сприятиме позитивному впливу на захисні функції організму. Слід звернути увагу на те, що в продуктах харчування міститься, головним чином, тривалентне окисне залізо. У кислому середовищі воно відновлюється до двовалентної закисної форми і лише у такому вигляді засвоюється.

Не менш важливим для забезпечення нормального функціонування організму людини є достатнє споживання продуктів з підвищеним вмістом заліза, вітамінів групи А, повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот. При цьому важливо надавати перевагу використанню природних джерел біологічно активних компонентів, нутрієнтів з антиоксидантним ефектом (каротиноїдів, токоферолів, мікроелементів). Каротиноїди є провітамінами і набувають вітамінних властивостей після перетворення в організмі на ретинол. Дефіцит

каротиноїдів негативно впливає на здоров'я людини, знижуючи фізичну і розумову працездатність, опірність застудним, інфекційним захворюванням, підсилює негативний вплив шкідливих умов зовнішнього середовища. У зв'язку з цим, раціон людини повинний обов'язково містити каротиноїди, які підвищують стійкість організму до несприятливих впливів зовнішнього середовища.

Відомо, що організм не засвоює харчові волокна, однак у процесі травлення вони відіграють винятково важливу роль – сприяють перистальтиці кишківника; крім цього, вони здатні утворювати нерозчинні хімічні сполуки з токсичними речовинами, радіонуклідами та виводити їх з організму.

У зв'язку з цим, враховуємо, що соуси функціонального призначення обов'язково повинні містити у своєму складі кальцій, калій, магній, фосфор, залізо, β -каротин, поліненасичені жирні кислоти, незамінні амінокислоти та харчові волокна, дефіцит яких достатньо поширений і негативно впливає на здоров'я людини.

Узагальнюючи вищенаведене, моделювання соусів функціонального призначення здійснювали згідно з основними принципами нутріціології, ґрунтуючись на таких засадах:

Соуси функціонального призначення повинні містити макро-мікронутрієнти, дефіцит яких достатньо поширений серед населення України і негативно впливає на здоров'я (кальцій, калій, магній, фосфор, залізо, β -каротин та харчові волокна).

Виходячи з того, що реальний дефіцит мікронутрієнтів у звичайному раціоні сучасної людини знаходиться в межах до 30% від кількості їхнього рекомендованого споживання, вміст визначених мінеральних елементів та вітамінів у збагаченому ними соусі повинен бути достатнім для задоволення за рахунок даного продукту 10–30% середньої добової потреби при звичайному рівні споживання функціонального продукту.

Технологія функціональних соусів повинна забезпечувати максимальне збереження мікронутрієнтів з урахуванням можливості їхньої взаємодії з

компонентами продукту та взаємного впливу. Так, органічні джерела кальцію краще засвоюються організмом, ніж неорганічні. Магній в невеликих кількостях, фосфор і вітамін D покращують засвоюваність кальцію. Засвоюваність калію, заліза і вищенаведених мінеральних речовин є оптимальним при достатньому надходженні білків, органічних кислот і флавоноїдів.

Технологія функціональних соусів повинна забезпечувати високі споживчі властивості: не повинна зменшувати вміст і засвоюваність інших харчових речовин, негативно впливати на смак, аромат, консистенцію, терміни зберігання та показники безпечності продукції.

Проведено технологічні проробки створення технології соусів із використанням розробленої композиційної суміші замість пшеничного борошна і крохмалю, які є визначаючими факторами реологічних та органолептичних показників. Виходячи з фізіологічних потреб людського організму, існуючого дефіциту нутрієнтів у раціонах харчування сучасної людини сформульовано основні вимоги до соусів як продукції функціонального призначення (табл. 4.141).

Таблиця 4.141

Вимоги до соусів як продукції функціонального призначення

Завдання	Шляхи вирішення
Збагачення продукту дефіцитними у раціоні речовинами	1) β -каротин, кальцій, калій, магній, фосфор, залізо та харчові волокна. 2) Вміст нутрієнтів 10-30% середньодобової потреби організму людини. 3) Органічні джерела мінеральних речовин.
Максимальне засвоювання нутрієнтів з урахуванням взаємного впливу	1) Оптимальне засвоювання кальцію при достатньому надходженню фосфору, магнію і вітаміну D. 2) Покращення засвоювання нутрієнтів залежить від функціонування кишківника за рахунок впливу харчових волокон (пребіотиків).
Високі споживчі властивості продукту	1) Високі органолептичні властивості 2) Терміни зберігання 3) Показники безпечності

Резюмуючи вищенаведене, визначено, що до природних джерел функціональних інгредієнтів (харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів), перспективних до використання у технології соусної продукції, слід віднести гуміарабік, пектини, соєві продукти та кальцієвмісні добавки. Враховуючи високу поживну цінність та виражену терапевтичну дію вищенаведених дієтичних добавок, їх слід вважати перспективною сировиною для виробництва функціональних харчових продуктів, у тому числі соусів.

Фізико-хімічні і технологічні властивості дієтичних добавок

При визначенні вихідної сировини, аналізу наукових джерел, встановлено, що для отримання соусів високої якості доцільно використовувати гідроколоїди полісахаридної природи: камеді, пектини. В ході попереднього вибору і обґрунтування об'єктів дослідження, були вивчені гуміарабік, пектини, білково-жирові добавки, солі кальцію. Дієтичні добавки обрано не лише з урахуванням їх фізіологічної користі, але і з врахуванням технологічних властивостей.

Важливим етапом в процесі виробництва соусів є отримання харчової системи з визначеною консистенцією за рахунок використання структуроутворювача. Для використання у технології соусів, дієтичні добавки повинні мати властивості структуроутворювача, згущувача, стабілізатора та емульгатора. Для моделювання композиційної суміші досліджено фізико-хімічні та технологічні показники дієтичних добавок та обґрунтовано доцільність їхнього сумісного використання у технологіях соусів функціонального призначення.

На основі літературних джерел та попередньо проведених експериментів встановлено, що гідроколоїди полісахаридної природи використовують в концентраціях: пектини до 3%, а гуміарабік до 30%.

Для визначення раціональних концентрацій гуміарабіку та пектину у композиційних сумішах досліджували гідратаційну здатність, поверхневий натяг, ефективну в'язкість їх розчинів, адже рідкою основою соусів є вода,

бульйони, відвари. Основною характерною властивістю поверхнево-активних речовин (ПАР), що обумовлює їх практичне застосування, є здатність знижувати поверхневий і міжфазний натяг. Правильність підбору ПАР залежить від того, наскільки вивчені і достовірні дані про поверхневі явища, що відбуваються на міжфазній поверхні розділу гетерогенної системи, що містить ПАР. Відомо, що зі зниженням поверхневого натягу полегшується диспергування гетерогенних систем. Таким чином, дослідження поверхневих властивостей речовин є необхідною умовою для обґрунтування їх вибору.

При взаємодії гуміарабіку у концентрації 1–6% і пектину 0,5–2% з рідиною відбувається їхнє набрякання і розчинення, що в свою чергу супроводжується зниженням поверхневого натягу розчинів, що полегшує диспергування поверхневих систем. Показники поверхневого натягу зростають зі збільшенням концентрації полісахаридів і набувають постійних значень при концентрації гуміарабіку 5,9–6,0% та пектину у межах 1,9–2,1%, а знаходяться на рівні $6,0 \cdot 10^{-2}$ і $6,4 \cdot 10^{-2}$ Н/м відповідно (рис. 4.186).

При концентрації в розчині гуміарабіку вище 6,0%, і пектину 2% спостерігається межа концентраційного насичення, характерного для ПАР.

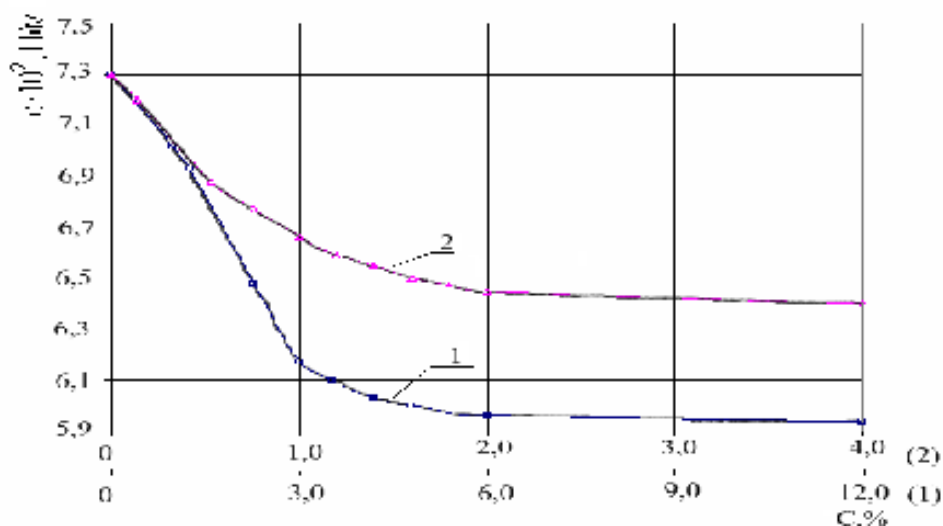


Рисунок 4.186 – Поверхневий натяг (σ) водних систем гуміарабіку (1) та пектину (2) залежно від їх концентрації (C)

Наведені дані свідчать про те, що при вказаних концентраціях вищу поверхневу активність проявляють водні системи гуміарабіку, що є передумовою для використання вибраних гідроколоїдів в якості структуроутворювачів для емульсій та суспензій.

Важливою характеристикою якості соусів є реологічні показники (ефективна в'язкість, напруга зсуву). Досліджено ефективну в'язкість водних систем гуміарабіку та пектину за різних значень швидкостей зсуву (рис. 4.187, 4.188).

За низьких концентрацій (пектину до 2% і гуміарабік до 6%) утворені розчини можна охарактеризувати скоріше як ньютонівські рідини оскільки вони не змінюють свою в'язкість за різних значень швидкостей зсуву. Розчини з більшими концентраціями полісахаридів набувають характеристик неньютонівських рідин. За однакових концентрацій (2%) ефективна в'язкість пектину (0,03 Па·с) на порядок є вищою за гуміарабік (0.003 Па·с). При збільшенні концентрації пектину (до 3%) і гуміарабіку (до 12%) за швидковсті зсуву 160с^{-1} в'язкість зростає в 3,6 та 1,7 рази відповідно.

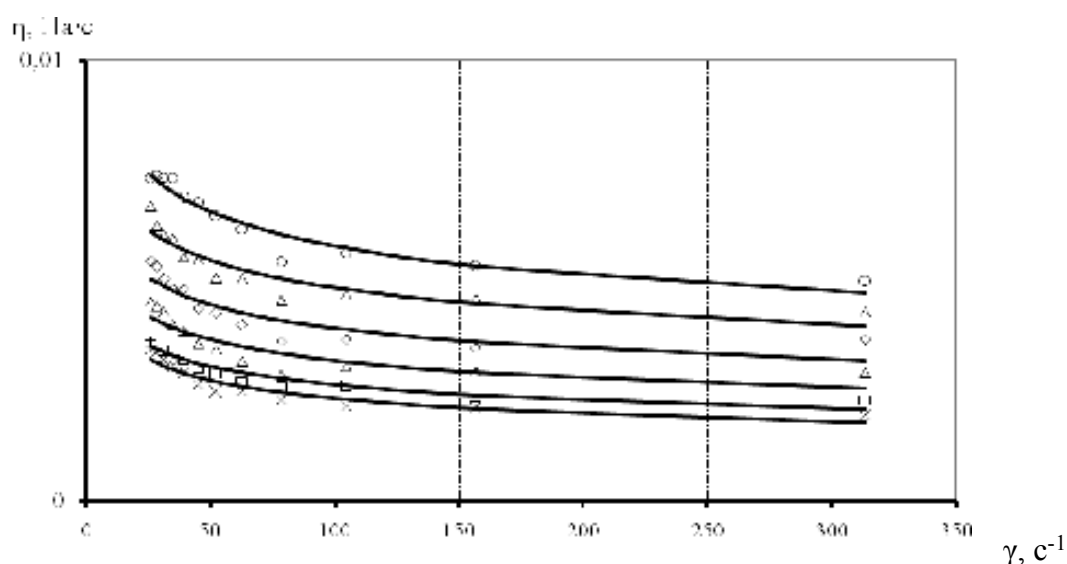


Рисунок 4.187 – Ефективна в'язкість водних розчинів за різних концентрацій гуміарабіку і швидкостей зсуву: × 2% гуміарабіку; ▽ 4% гуміарабіку; ▲ 6% гуміарабіку; ◊ 8% гуміарабіку; ^ 10% гуміарабіку; ◡ 12% гуміарабіку

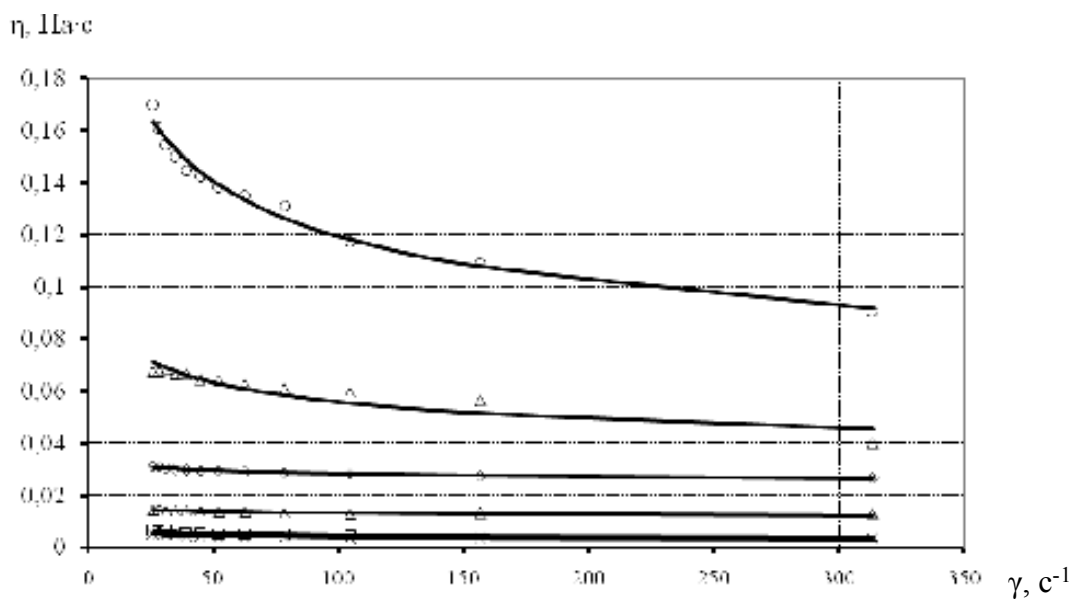


Рисунок 4.188 – Ефективна в'язкість водних розчинів за різних концентрацій пектину і швидкостей зсуву: \circ 0,5% пектину; \square 1,0% пектину; \triangle 1,5% пектину; \diamond 2,0% пектину; \cdot 2,5% пектину; \circ 3,0% пектину

На основі отриманих даних побудовано залежності напруги зсуву від швидкостей зсуву для гуміарабіку та пектину за різних концентрацій (рис. 4.189, 4.190). Для даних систем полісахаридів характерна лінійна залежність.

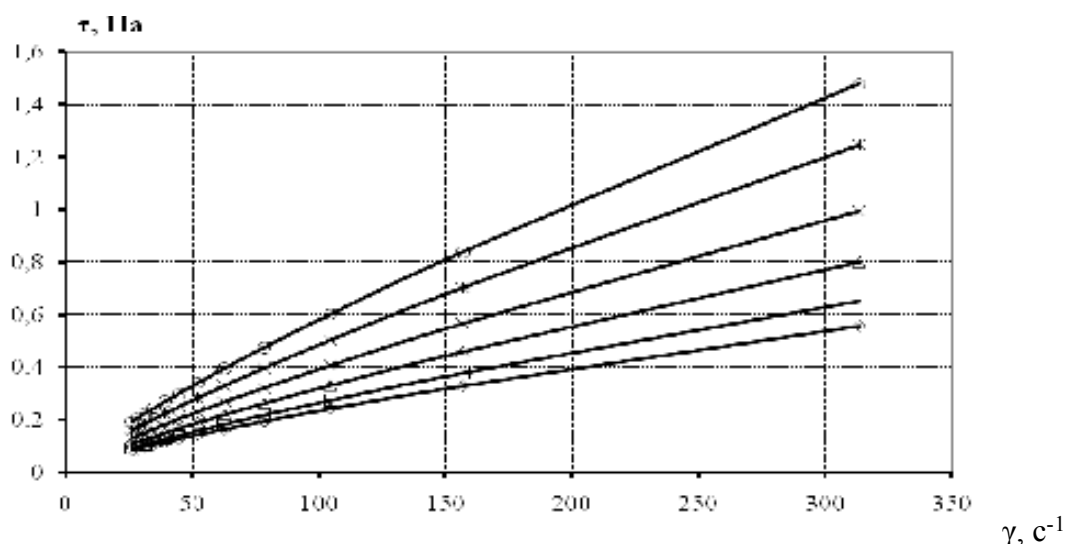


Рисунок 4. 189 – Напряга зсуву водних розчинів гуміарабіку (2,0–12,0%) за різних значеннях швидкості зсуву: \longleftarrow 2% гуміарабіку; \rightleftarrows 4% гуміарабіку; \rightleftarrows 6% гуміарабіку; \longleftarrow 8% гуміарабіку; \rightleftarrows 10% гуміарабіку; \rightleftarrows 12% гуміарабіку

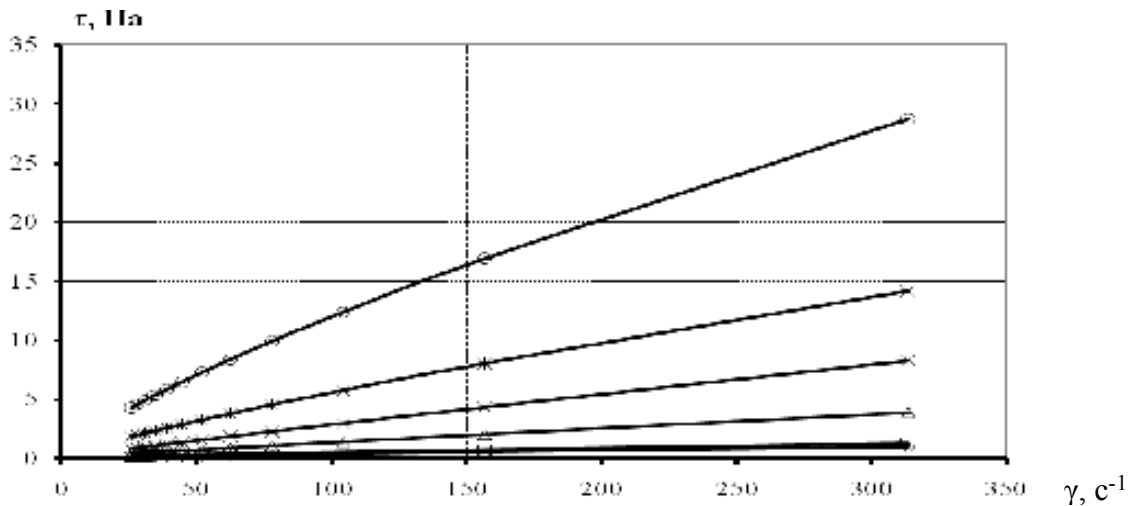


Рисунок 4.191 – Напряга зсуву водних розчинів пектину (0,5–3,0%) за різних значеннях швидкості зсуву: —○— 0,5% пектину; — 1,0% пектину; — 1,5% пектину; — 2,0% пектину; — 2,5% пектину; — 3,0% пектину

Напряга зсуву при швидкості зсуву 160c^{-1} для гуміарабіку та пектину при концентраціях 2,0 і 0,5% складає 0,31 та 1,0 Па, а при збільшенні концентрацій гуміарабіку (4,0–12,0%) і пектину (1,0–3,0) зростає на 9,0–156,3% для гуміарабіку та 1,1–17,3 рази для пектину. Водні розчини пектину (2,0%) мають на порядок більшу напругу зсуву – 4,1 Па; ніж розчини гуміарабіку (6,0%) – 0,42 Па.

Гідратацію полісахаридів (пектину, гуміарабіку) можна умовно поділити на два етапи. Перший етап характеризується наростанням ефективної в'язкості водних розчинів до максимальних значень (максимальні підйоми ділянок кривих), другий етап – досягнення системами відносно постійних значень ефективної в'язкості. В перші $14,4 \cdot 10^3$ с взаємодії полісахаридів з водою ефективна в'язкість суспензій полісахаридів залежно від концентрації зростає в середньому на 10–20% від первинної. Максимальних значень ефективної в'язкості водні розчини набувають при концентраціях гуміарабіка 2,0% і 4,0 % (криві 1,2) протягом $10,1 \cdot 10^3$ – $10,8 \cdot 10^3$ с; 6,0 % (крива 3) протягом $14,4 \cdot 10^3$ – $16,2 \cdot 10^3$ с; для пектину 0,5 і 1,0 %-ої концентрації (криві 1, 2) через $10,44 \cdot 10^3$ – $10,8 \cdot 10^3$ с, 2,0 % (крива 4) – через $14,4 \cdot 10^3$ – $15,12 \cdot 10^3$ с (рис. 4.191, 4.192).

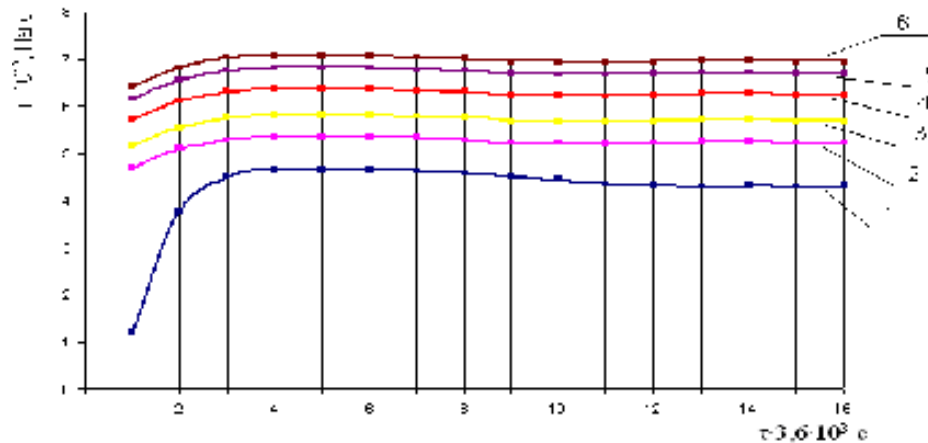


Рисунок 4. 191 – Ефективна в'язкість (η) водних систем гуміарабіку при концентрації: 1 – 2,0%, 2 – 4,0%, 3 – 6,0%, 4 – 8,0%, 5 – 10,0%, 6 – 12,0% від часу гідратації, (при $t=20\pm 2^\circ\text{C}$)

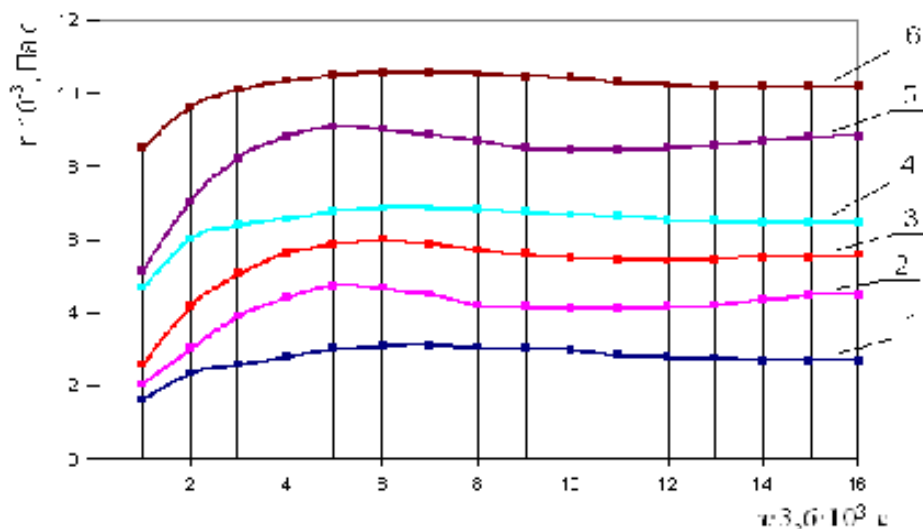


Рисунок 4. 192 – Ефективна в'язкість (η) водних систем пектину при концентрації: 1 – 0,5%, 2 – 1,0%, 3 – 1,5%, 4 – 2,0%, 5 – 2,5%, 6 – 3,0% від часу гідратації, (при $t=20\pm 2^\circ\text{C}$)

Другий етап гідратації характеризується стабілізацією значень ефективної в'язкості. Тривалість утворення рівноважних систем залежить, також, від ступені дисперсності вихідних порошкоподібних препаратів. Розмір часток гуміарабіку у межах від 100 до 300 мкм, пектину – 100–500 мкм. Для

досягнення максимальних значень в'язкості при вказаній дисперсності потрібно не менше $\tau = 7,2 \cdot 10^3 - 14,4 \cdot 10^3 \text{с}$.

Встановлено середню швидкість гідратації полісахаридів: підвищення в'язкості водних систем пектину і гуміарабіку залежно від концентрації характеризується середньою швидкістю набрякання і розчинення ($d\eta/dt$) (рис. 4.193). Концентрації полісахаридів у водних розчинах істотно впливають на швидкість гідратації.

Серед досліджених полісахаридів найвищу швидкість набрякання і розчинення при концентрації якої має гуміарабік (крива 1): при збільшенні концентрації від 1% до 6% швидкість набрякання збільшується в 3 рази. Збільшення концентрації пектину у розчинах (крива 2) до 2% приводить до підвищення швидкості набрякання в 2 рази.

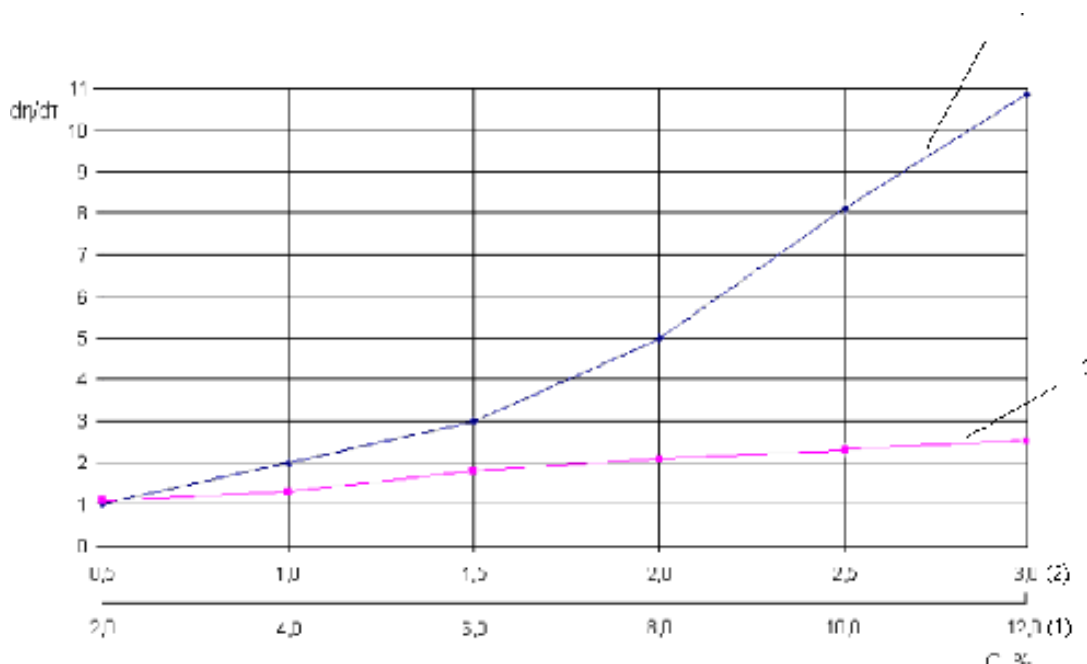


Рисунок 4.193 – Середня швидкість гідратації ($d\eta/dt$) гуміарабіку (2–12% – крива 1, пектину (0,5–2,5% крива 2 за різних концентрацій (c) при $t=20\pm 2^\circ\text{C}$

Аналіз отриманих залежностей свідчить, що процес розчинення досліджуваних полімерів відбувається з різною швидкістю і залежить від концентрації полісахаридів. У технологічних процесах харчові інгредієнти й,

як правило, піддаються одночасно механічним, світловим, тепловим та іншим видам взаємодій, що можуть впливати на швидкість гідратації. Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що процес утворення рівноважних систем “полісахарид – вода” при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$ достатньо тривалий $14,4 \cdot 10^3 - 18 \cdot 10^3 \text{с}$, що ставить завдання інтенсифікації процесів гідратації. Одним з шляхів інтенсифікації процесу є підвищення температури, оскільки згідно із законом Ван-Гоффа при одночасній механічній дії і підвищенні температури швидкість гідратації зростає.

Гуміарабік має низьку ефективну в'язкість, тому отримані значення в'язкості систем “гуміарабік–вода” за різних значень температури знаходиться у межах похибки. Вплив температури і тривалості нагрівання на ефективну в'язкість водних систем пектину представлено на рис. 4.194.

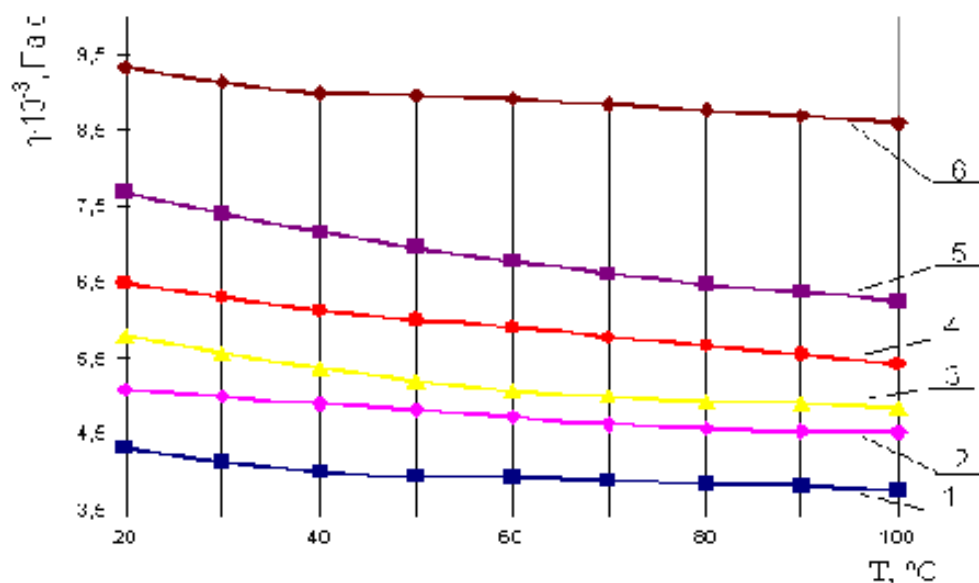


Рисунок 4.194 – Ефективна в'язкість (η) систем "пектин – вода" за різних значень температури (T) і концентрації пектину 1 – 0,5%, 2 – 1,0%, 3 – 1,5%, 4 – 2,0%, 5 – 2,5%

У досліджуваному температурному інтервалі ($20-90^\circ\text{C}$) водні розчини пектину характеризуються зниженням значень ефективної в'язкості (у межах 8–15%). Дослідження в'язкісних характеристик пектину за вказаних умов

показало, що прогрівання при температурі 90°C протягом $0,9\text{--}1,2\cdot 10^3\text{c}$ впливає на зниження ефективної в'язкості розчинів.

Встановлення рівноважного стану водними розчинами пектину відбувається протягом $1,2\text{--}1,5\cdot 10^3\text{c}$ при температурі $80\pm 2^{\circ}\text{C}$ (рис. 4.195). Для систем "пектин – вода" тривалість досягнення рівноваги за вказаних умов складає $2,4\cdot 10^3\text{--}3,0\cdot 10^3\text{c}$, що менше ніж для систем за температури $20\pm 2^{\circ}\text{C}$. Підвищення швидкості утворення рівноважних систем пектину з підвищенням температури можна пояснити руйнуванням водневих зв'язків, в результаті сегменти макромолекул стають рухливішими, внаслідок чого збільшується швидкість їх розчинення.

Значення ефективної в'язкості рівноважних водних розчинів гуміарабіку та пектину залежить від концентрації полісахаридів (рис. 4.196, 4.197). При збільшенні концентрації полісахаридів спостерігається загальна тенденція до збільшення ефективної в'язкості, за однакових концентрацій пектин утворює розчини з більшими значеннями ефективної в'язкості, ніж гуміарабік.

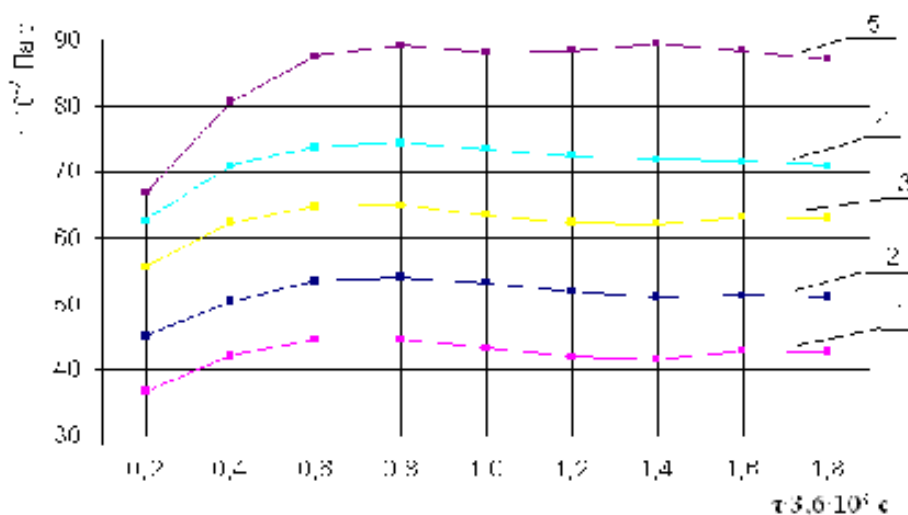


Рисунок 1.195 – Ефективна в'язкість (η) водних систем пектину при концентрації: 1 – 0,5%, 2 – 1,0%, 3 – 1,5%, 4 – 2,0%, 5 – 2,5% від часу гідратації, (при $t=80\pm 2^{\circ}\text{C}$)

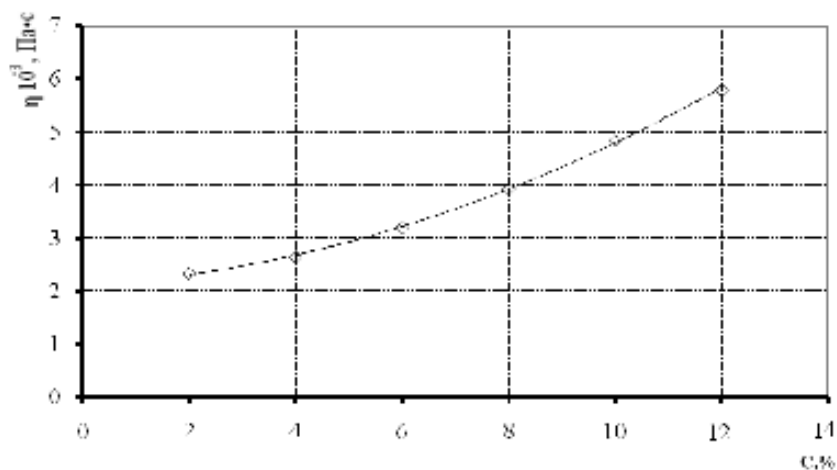


Рисунок 4. 196 – Ефективна в'язкість водних розчинів гуміарабіку за різних концентрацій (С) гуміарабіку ($T=20\pm 2^{\circ}\text{C}$, швидкість зсуву 69s^{-1})

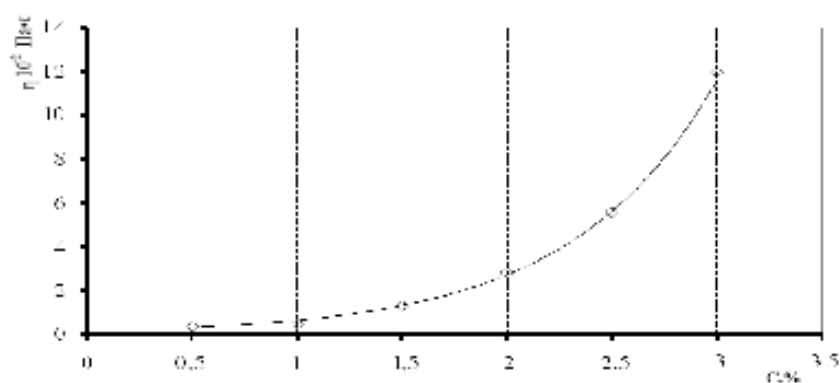


Рисунок 4. 197 – Ефективна в'язкість водних розчинів пектину за різних концентрацій (С) пектину ($T=20\pm 2^{\circ}\text{C}$), швидкість зсуву 69s^{-1})

Ефективна в'язкість водних розчинів гуміарабіку (2,0–4,0%) і пектину (0,5–1,0%) становить відповідно $(2,3\text{--}2,7)\cdot 10^{-3}$ і $(0,4\text{--}0,5)\cdot 10^{-2}$ Па·с, при збільшенні концентрації до 8,0–12,0% та 2,0–3,0% зростає у 1,8–2,3 та 4,5–14,5 разів відповідно.

Значне підвищення в'язкості пектинових розчинів і зміною концентрації, пояснюється формою макромолекул, що асоціюються водневими зв'язками між собою та молекулами води.

Для обґрунтування використання полісахаридів у технології соусів важливою характеристикою є седиментаційна стійкість модельних систем з їх використанням.

Для водних систем полісахаридів характерні процеси седиментації. Седиментація – вільне осідання частинок під дією сили тяжіння, що призводить до утворення осаду. Кількість надосадкового шару безпосередньо залежать від виду та концентрації полісахариду, з підвищенням якої стійкість, як правило, збільшується. Зниження обсягів надосадкового шару свідчать про підвищення седиментаційної стійкості. Вивчення седиментаційної стійкості водних розчинів полісахаридів проводили шляхом фіксування обсягів надосадкового шару при температурі $20\pm 2^\circ\text{C}$. Дослідженнями не зафіксовано поділу системи і утворення надосадкового шару.

Розчини пектину і гуміарабіку мають високу седиментаційну стійкість оскільки повністю розчинні у воді.

На седиментаційну стійкість розчинів полісахаридів впливає не тільки їхня концентрація, а й тривалість зберігання. З метою визначення раціональних концентрацій гуміарабіку та пектину для отримання седиментаційно стійких у часі систем досліджено водні розчини полісахаридів за показником "каламутності" (рис. 4.198). Зменшення показника "каламутності" свідчить про краще розчинення полісахаридів, тоді як зростання – про утворення часток (осаду). Свіжовиготовлені та після зберігання розчини пектину у досліджених концентраціях (крива 1,2) характеризуються постійними значеннями каламутності. Показники каламутності розчинів гуміарабіка при концентрації до 6,0% за досліджуваний час знижуються (крива 4) на 3–10% у порівнянні з показниками для свіжовиготовлених розчинів (крива 3). При підвищенні концентрації гуміарабіку понад 6,0% показники каламутності відповідають значенням свіжовиготовлених розчинів.

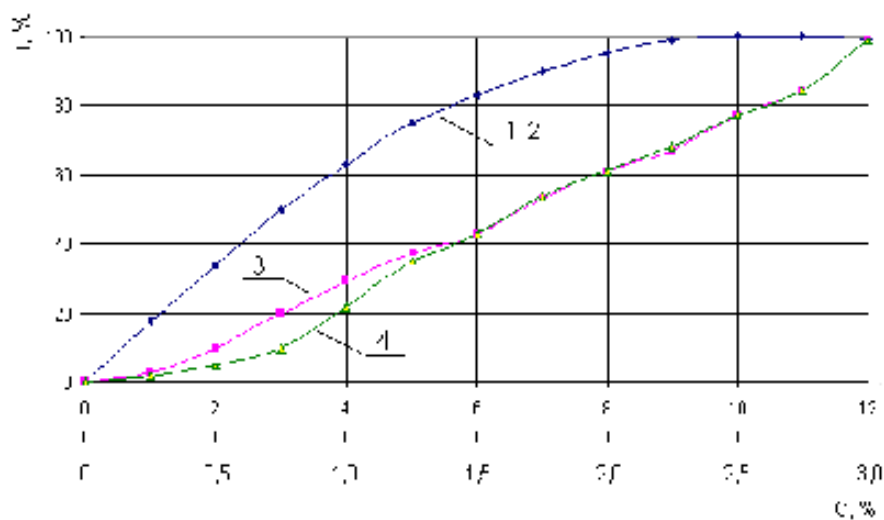


Рисунок 4. 198 – Показник каламутності свіжовиготовлених та після 24 год. зберігання водних розчинів пектину (крива – 1, 2) і гуміарабіка (крива – 3, 4) за різних концентрацій полісахаридів

Комплексне використання полісахаридів дозволяє підвищити седиментаційну стійкість водних систем. Визначені концентрації пектину та гуміарабіку, які необхідні для отримання стійких до розшарування систем і відповідно становлять для пектину 0,5–3%, для гуміарабіку 6–12%.

При виробництві соусів використовуються смакові речовини (кухонна сіль, цукор, лимонна кислота), які здатні не тільки змінювати органолептичні показники, а й впливати на реологічні властивості харчових систем полісахаридів, змінювати активну кислотність дисперсійного середовища. Відомо, що концентрація водневих іонів може впливати на структуру полісахаридів внаслідок наявності функціональних груп, схильних до дисоціації, що призводить до зміни реологічних і функціональних властивостей полісахаридних систем.

Введення в рецептурний склад соусів лимонної кислоти впливає на зниження рівня рН, а значення рН більшості соусів знаходиться в межах 4–7. У кислому середовищі молекули низькоетерифікованих пектинів здатні до іонотропного комплексоутворення з іонами кальція.

Залежність зміни значень рН розчинів від концентрації полісахаридів (рис. 4.199, 4. 200.) безпосередньо впливає на ефективну в'язкість водних розчинів.

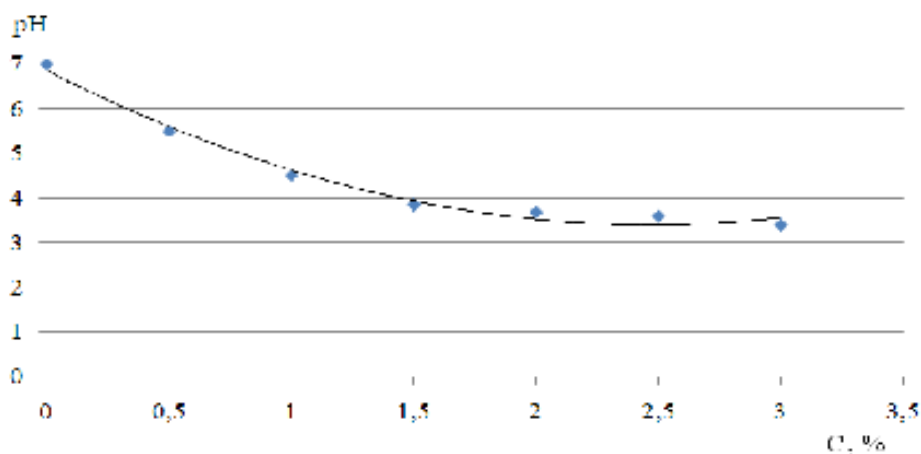


Рисунок 4. 199 – рН середовища водних розчинів за різних концентрацій пектину

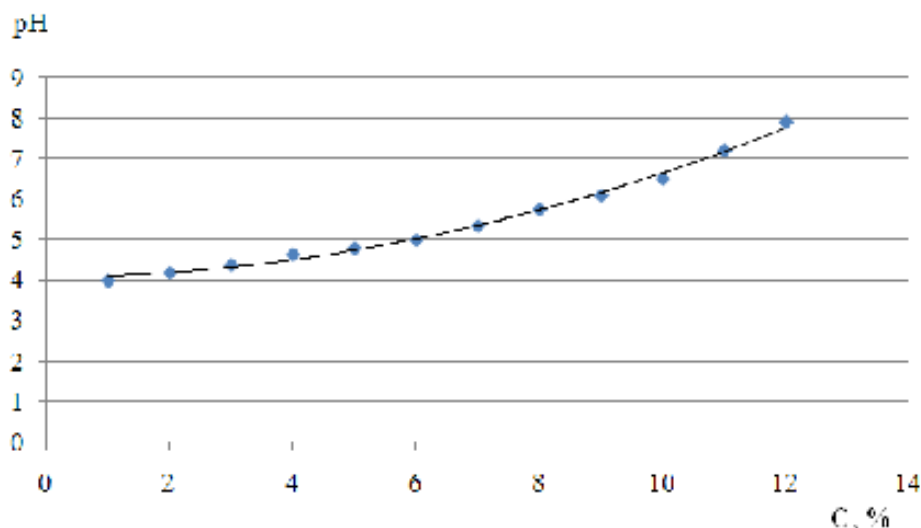


Рисунок 4. 200 – рН середовища водних розчинів за різних концентрацій гуміарабіку

З підвищенням концентрації пектину у розчині з 0,5% до 3% рН середовища знижується від рН 5,5 до рН 3,8. При підвищенні концентрації гуміарабіку рН середовища зростає: при концентрації 1,0–12,0% з рН 4 до рН 8, що можна пояснити наявністю аміногруп у складі макромолекули полісахариду.

Сумісне використання гуміарабіку (6%) та пектину (2%) дозволяє отримати середовище рН якого знаходиться в межах рН 5.

У технології більшості соусів використовують кухонну сіль у концентрації до 2% та цукор – до 12% (у солодких соусах), тому важливо визначити вплив цих речовин на реологічні характеристики модельних систем.

При додаванні цукру (1–12%) у 2% водні розчини пектину ефективна в'язкість збільшується з 0,5 до $5,5 \cdot 10^{-2}$ Па·с, тобто зростає майже у 10 разів. Додавання цукру (12%) у водні розчини гуміарабіку (6%) приводить до підвищення ефективної в'язкості на 54%, відносно розчинів без цукру, і становить $3,4 \cdot 10^{-3}$ Па·с. При зазначеній концентрації NaCl у 2% розчині пектину ефективна в'язкість підвищується на 19%. Додавання 2% NaCl у водні розчини гуміарабіку підвищує ефективну в'язкість на 16% (рис. 4.201, 4.202). Визначені залежності впливу різних рецептурних компонентів на в'язкість водних систем пектину та гуміарабіку дозволяє обґрунтувати технологічні параметри приготування соусів. Для досягнення в'язкісних характеристик модельних систем властивих традиційним соусам до їх складу вводили лактат кальцію. Адже відомо, що іони кальцію сприяють утворенню згущеної структури (пектинових комплексів).

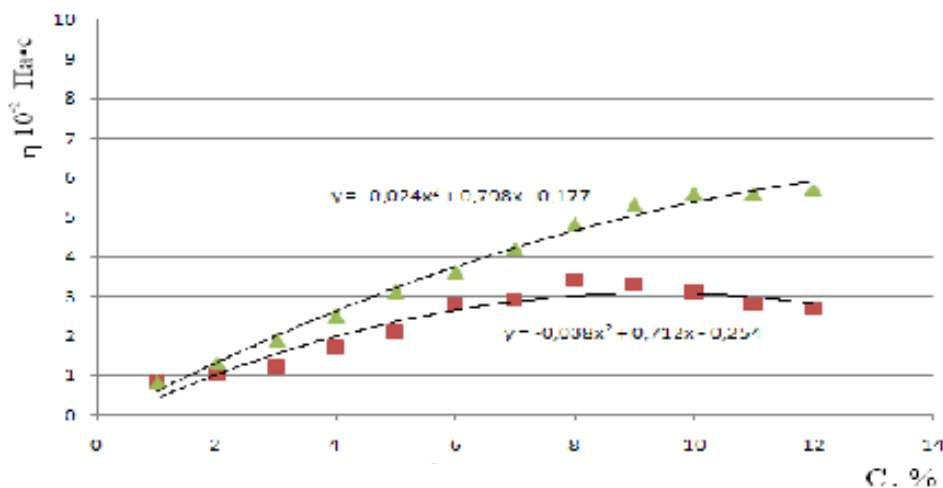


Рисунок 4.201 – Ефективна в'язкість водних розчинів пектину (2%) за різних концентрацій NaCl та цукру: ■ NaCl; ▲ цукроза

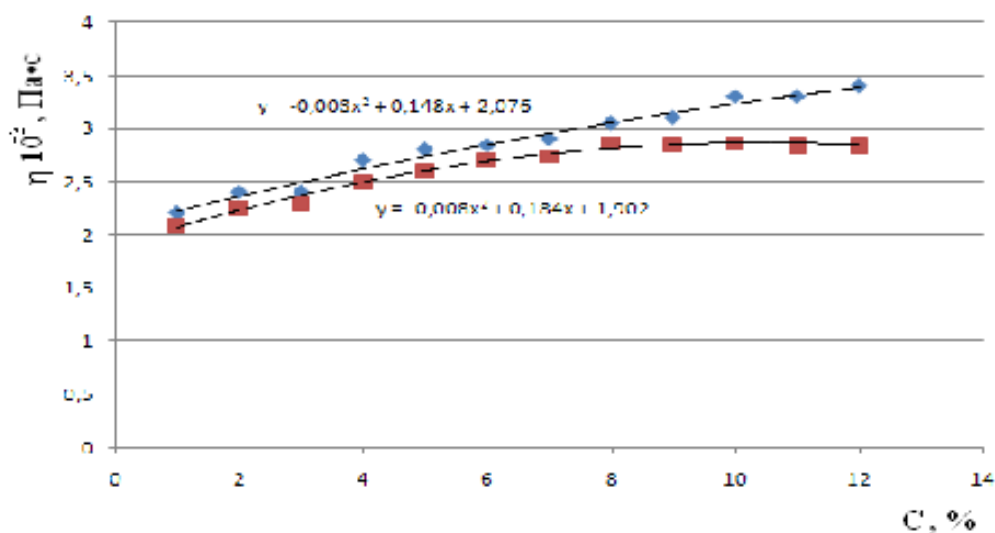


Рисунок. 4.202 – Ефективна в'язкість водних розчинів гуміарабіку (6%) за різних концентрацій NaCl та цукру: ■ NaCl; ● цукроза

З метою підвищення вмісту білка і покращення амінокислотного скору у розроблених соусах до їх складу ввели соєву білково-жирову добавку (БЖД). Для обґрунтування рекомендацій по використанню білково-жирової добавки «Супер» з сої при виробництві соусів важливою умовою є не тільки хімічний склад, а органолептичні та технологічні властивості (табл. 4.142).

Таблица 4.142

Органолептичні, фізико-хімічні та технологічні властивості білково-жирової добавки "Супер" ЕСО

Показник	Характеристика
Колір	Жовтий, кремовий
Смак	Приємний, солодкуватий
Запах	Нейтральний
Білок, %	42,6
Вологість, %	6,0
Ліпіди, %	22,0
Зола, %	5,3
Жирозв'язуюча здатність, г жиру на 1 г продукту	2,4
Емульгуюча здатність, %	0,68

Визначено раціональні умови гідратації і водопоглинаючу здатність білково-жирової добавки “Супер” ЄСО ($K=3.8$, $t=50^{\circ}\text{C}$, $\tau=1.8 \cdot 10^3\text{c}$) (табл. 4.143).

Білково-жирова добавка “Супер” ЄСО має нейтральний запах та приємний смак, відсутній характерний “бобовий” запах. Результати досліджень свідчать, що білково-жирову добавку можна використовувати як волого- так і жиропоглинаючий агент у технології соусів, що впливатиме не тільки як технологічний інгредієнт, а й на харчову цінність та якість соусів.

Таблиця 4.143

Вологопоглинаюча здатність білково-жирової добавки з сої "Супер"

Період Т, хв	Температура, °С							
	20 °С	30 °С	40 °С	50 °С	60 °С	70 °С	80 °С	90 °С
20	3,01	3,13	3,24	3,42	3,55	3,44	3,32	3,25
30	2,97	3,07	3,24	3,36	3,48	3,41	3,35	3,28
40	3,29	3,40	3,68	3,81	3,60	3,40	3,39	3,32
50	2,86	3,04	3,28	3,63	3,48	3,45	3,43	3,28
60	2,81	3,08	3,32	3,44	3,36	3,51	3,47	3,46
70	2,86	3,03	3,26	3,42	3,55	3,52	3,46	3,45
80	2,96	3,08	3,20	3,66	3,73	3,72	3,45	3,43

Моделювання композиційної суміші дієтичних добавок. Композиційна суміш – багатокomпонентна система, що складається з дрібнодисперсної сировини і характеризуються малою масою і об'ємом при високому вмісті сухих речовин. Якість композиційної суміші для соусів визначається рецептурним складом і низкою взаємопов'язаних процесів, що відбуваються у технологічному потоці під час приготування соусів.

Важливою вимогою, що висувається до якості як окремих компонентів, так і суміші, є їх активна взаємодія з водою і тривале зберігання функціональних властивостей. Тому, для обґрунтування і розробки технології композиційної суміші встановлено раціональні режими отримання основи. При моделюванні встановлено, що на композиційну суміш дієтичних добавок і соусів на її основі впливають різні чинники: концентрація гідроколоїдів у водному середовищі, тривалість гідратації полісахаридів та білково-жирової

добавки, температура та рН водного середовища, тривалість теплової обробки та ін. На основі проведених досліджень здійснено моделювання композиційної суміші дієтичних добавок для соусів.

Математичними та експериментальними методами на основі фізико-хімічних параметрів взаємодії гідроколоїдів, хімічного складу визначено раціональне співвідношення у композиційній суміші білково-жирової добавки з сої "Супер" ЕСО, гуміарабіку, пектину та лактату кальцію як 5:6:2:2.

Технологія виробництва композиційної суміші складається з наступних операцій: просіювання, дозування рецептурних компонентів в заданих співвідношеннях, перемішування, підготовки до реалізації (рис. 4.203).



Рисунок 4.203 – Технологічна схема виробництва композиційної суміші

При розробленні композиційної суміші враховували умови і терміни її зберігання. Для визначення термінів зберігання враховували терміни зберігання

окремих рецептурних компонентів зазначених в нормативних документах, які відповідно становили для пектину – 12 міс., гуміарабіку – 12 міс., лактату кальцію – 12 міс., БЖД – 6 міс. Визначальним був термін зберігання БЖД, за умов вологості $\phi = 75\%$ при температурі $t = 18-20\text{ }^\circ\text{C}$.

Подальше використання композиційної суміші може здійснюватися в двох напрямках: виробництво соусів; фасування, пакування, маркування, зберігання. Застосування композиційної суміші дозволяє скоротити технологічний процес виробництва соусів, розширити асортимент, покращити якість готової продукції.

Композиційна суміш дієтичних добавок є однорідною порошкоподібною масою з приємним запахом і присмаком вершків. Органолептичні показники сумішей представлені в табл. 4.143.

Таблиця 4.143

Органолептичні показники композиційної суміші дієтичних добавок

Показник	Характеристика композиційних сумішей
Зовнішній вигляд	Дрібнодисперсний сухий порошок з вкрапленнями часток білково-жирової добавки, допускається наявність легко розчинних грудочок
Колір	Належний даному виду суміші, від білого з кремовим відтінком до світло жовтого
Консистенція	Порошкоподібна
Смак та запах	Смак відповідний виду суміші чистий, солодуватий з вершковим присмаком.

Композиційна суміш характеризується значним вмістом нутрієнтів: білка – 13,46, жиру – 6,94, вуглеводів – 58,3, з них 49,8 – харчові волокна; мінеральних речовин: К – 597мг, Са – 1742 мг, Р – 217,3 мг, Mg – 81,6 мг, Fe – 5.5 мг, S – 88 мг, Mn – 1009,2 мкг, I – 3,1 мкг, Se – 4,1 мкг); вітамінів: β -каротин – 0,03 мг, E – 6,87 мг, B₁ – 0,35 мг, B₂ – 0,08 мг, B₃ – 0,65 мг, PP – 0,82мг, фолацин – 74,8 мкг, холін – 97,3 мг, біотин – 21,8 мг. Амінокислотний склад композиційної суміші дієтичних добавок наведено в таблиці 4.144.

Результати мікробіологічних досліджень (табл. 4.145) свідчать, що показники для композиційної суміші знаходяться в межах допустимих

санітарними нормами величин при зберіганні (до 6 місяців при температурі 18–20 °С та відносній вологості повітря не більше 75%). У композиційній суміші не виявлено БГКП, бактерій роду *Staphylococcus Aureus*, *Proteus*, *Salmonella*.

У зв'язку з несприятливим екологічним становищем велике значення надається показникам, що характеризують вміст токсичних елементів. Вміст свинцю (0,2 мг/кг), міді (0,18 мг/кг) та цинку (1,31 мг/кг) знаходиться в межах допустимих концентрацій 0,4, 0,6, 5,0 мг/кг відповідно. Наявність кадмія, миш'яка та ртуті невиявлено.

Таблиця 4.144

Амінокислотний склад композиційної суміші дієтичних добавок

Амінокислоти	Кількість, мг
Валін	710,6±22,1
Ізолейцин	615,4±20,2
Лейцин	907,8±31,5
Лізин	710,6±22,1
Метіонін	176,8±3,2
Треонін	472,6±11,7
Триптофан	153,0±4,3
Фенілаланін	547,4±18,4
Аланін	499,8±14,5
Аргінін	795,6±20,9
Аспарагінова кислота	1298,8±40,8
Гістидин	333,2±10,9
Гліцин	482,8±10,4
Глутамінова кислота	2057,0±50,4
Пролін	632,4±12,4
Серин	703,8±12,6
Тирозин	360,4±8,5
Цистин	187,0±5,1

*Примітка.**Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

Результати досліджень показали, що композиційна суміш відповідає вимогам нормативної документації, а фактичний вміст токсичних елементів менше гранично допустимих концентрацій, що свідчить про рівень безпеки і дозволяє рекомендувати розроблену продукцію до впровадження в заклади ресторанного господарства та харчову промисловість.

Моделювання харчових систем для соусів із використанням композиційної суміші дієтичних добавок. Для обґрунтування технології соусів на основі композиційної суміші необхідно змоделювати умови виробництва молочних, білих та солодких соусів. Для моделювання технології нових соусів і дослідження реологічних характеристик нами визначено харчові гетерогенні системи: "молоко – композиційна суміш", "бульйон – композиційна суміш", "пюре сливове – композиційна суміш", "яблучний сік – композиційна суміш".

Таблиця 4.145

Характеристика мікробіологічних показників композиційної суміші дієтичних добавок

Показник	Норма	Фактичний вміст в композиційній суміші дієтичних добавок, міс.		
		0	3	6
Кількість МАФАМ, КУО в 1 г	6.0·10 ³	3.2·10 ²	4.7·10 ²	6.1·10 ²
БГКП (колиформи), в 1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії р.Salmonella, в 25 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Staphylococcus Aureus, в 1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Proteus, в 1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісняві гриби, КОЕ	Не більше 10	Не виявлено	Не виявлено	Не більше 5

Досліджено залежність ефективної в'язкості харчової системи для молочних соусів, за різних швидкостей зсуву при різних концентраціях (3 – 18%) композиційної суміші (КС) (рис. 4.204).

Досліджувані модельні системи “молоко – КС” характеризуються як неньютонівські рідини, оскільки змінюють в'язкість за різних значень швидкостей зсуву. Модельна молочна система з концентрацією композиційної суміші 3% за швидкості зсуву 69 с⁻¹ має ефективну в'язкість 0,41 Па·с. У модельних системах з концентрацією композиційної суміші 6, 9, 12, 15, 18% за цих умов в'язкість збільшується на 9, 21, 48, 74, 95%. Відповідно при

концентрації 3% композиційної суміші за низьких значень швидкості зсуву 10 c^{-1} ефективна в'язкість становить $0,7 \text{ Па}\cdot\text{c}$ і збільшується на 19, 13, 71, 98% та у 2,7 раза відповідно.

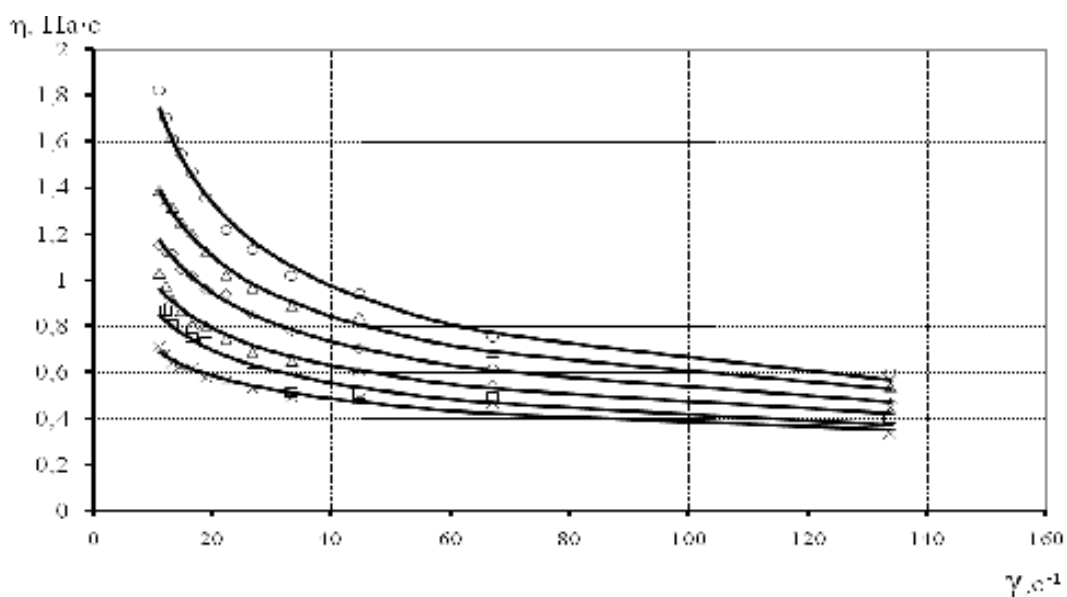


Рисунок 4.204 – Ефективна в'язкість молочної системи за різних концентрацій КС і швидкостей зсуву: \times дослід 3% КС; \square дослід 6% КС; \triangle дослід 9% КС; \diamond дослід 12% КС; \wedge дослід 15% КС; \circ дослід 18% КС

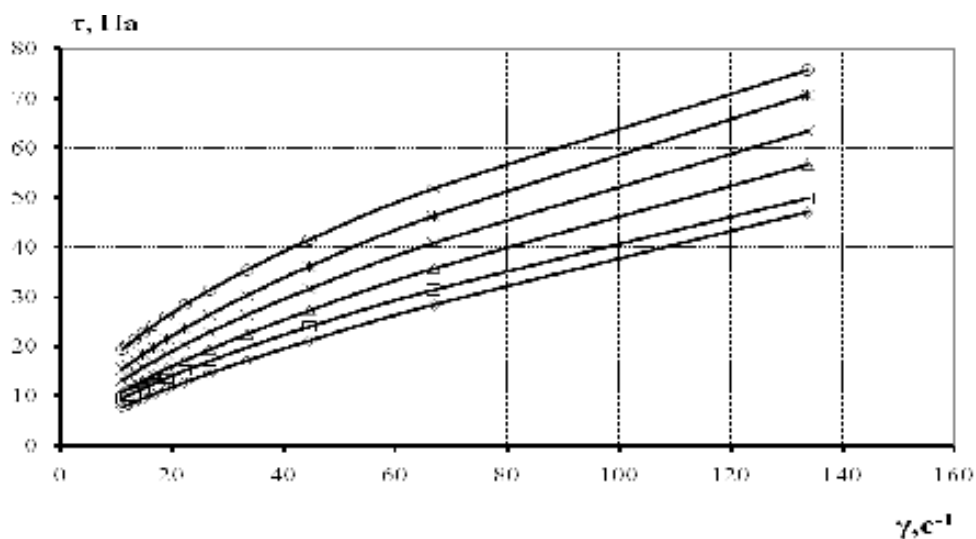


Рисунок 4.205 – Напряга зсуву системи ”молоко – КС” від концентрації КС за різних швидкостей зсуву: \times дослід 3% КС; \square дослід 6% КС; \triangle дослід 9% КС; \diamond дослід 12% КС; \wedge дослід 15% КС; \circ дослід 18% КС

На основі експериментально отриманих даних побудовано залежності напруги зсуву від швидкостей зсуву для композиційної суміші дієтичних добавок за різних концентрацій (3 – 18%) (рис. 4.205). Напряга зсуву при швидкостях зсуву 10 і 69 с⁻¹ для системи “молоко – КС” з концентрацією композиційної суміші 3% становить 7,8 та 20,1 Па відповідно.

При збільшенні концентрації композиційної суміші до 18% напруга зсуву зростає до 19,8 та 75,2 Па, тобто у 2,5 і 3,7 рази відповідно.

Досліджено залежність ефективної в'язкості харчової системи для білих соусів, за різних швидкостей зсуву при різних концентраціях (3–18%) композиційної суміші (рис. 4.206). Модельні системи “бульйон – КС” мають також характер неньютонівських рідин.

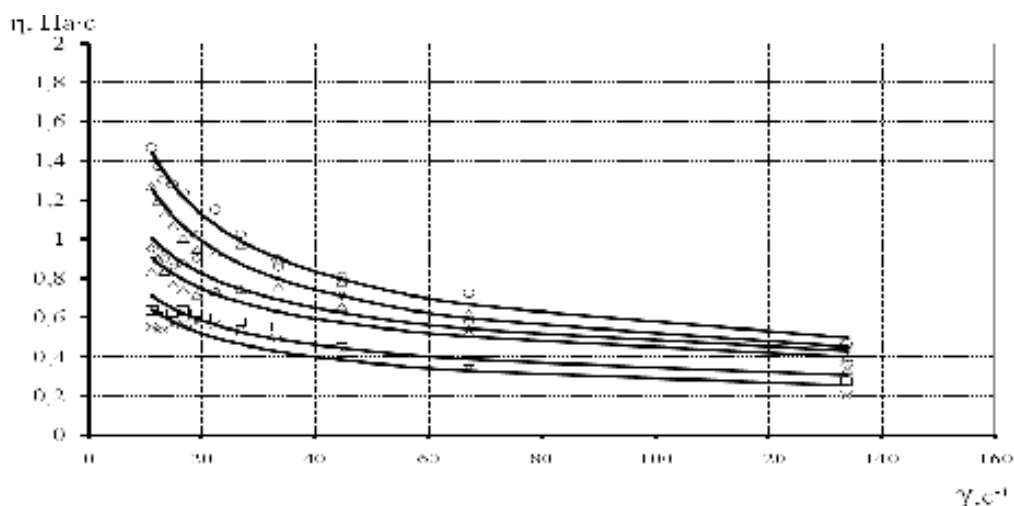


Рисунок 4. 206 – Ефективна в'язкість системи “бульйон – КС” за різних концентрацій КС і швидкостей зсуву: × дослід 3%; Γ дослід 6%; Δ дослід 9%; ◊ дослід 12%; ^ дослід 15%; ◻ дослід 18%

Модельна система на основі бульйону з концентрацією композиційної суміші 3% за швидкості зсуву 69 с⁻¹ має ефективну в'язкість 0,37 Па·с. У модельних системах з концентрацією композиційної суміші 6, 9, 12, 15, 18% ефективна в'язкість збільшується на 10; 35,2; 48,6; 62,2; 86,5%. При концентрації 3% КС за низьких значень швидкості зсуву 10 с⁻¹ ефективна

в'язкість становить 0,63 Па·с і збільшується на 12,7; 42,8; 58,7; 130,4 відповідно.

На основі експериментально отриманих даних побудовано залежності напруги зсуву системи на основі бульйону від швидкостей зсуву композиційної суміші дієтичних добавок за різних концентрацій (3 – 18%) (рис. 4.207). Напряга зсуву при швидкостях зсуву 10 і 69 с⁻¹ для системи на основі бульйону з концентрацією композиційної суміші 3% становить 7,1 та 21,7 Па.

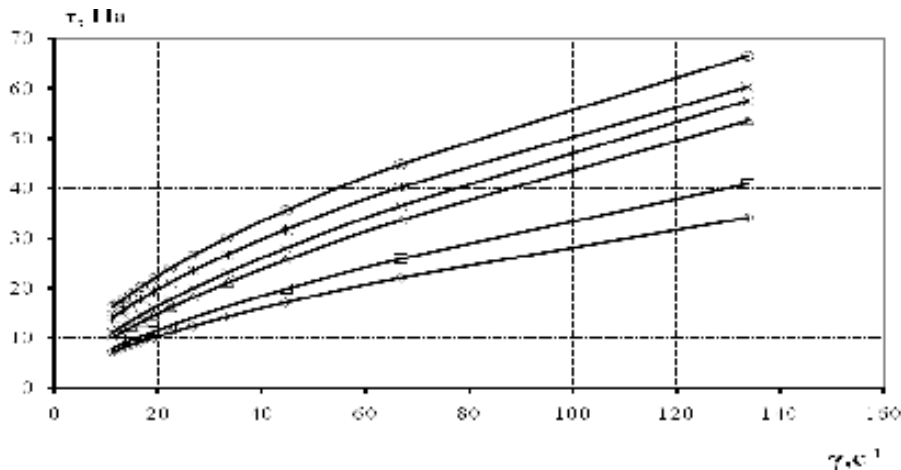


Рисунок 4. 207 – Напряга зсуву системи “бульйон – КС” від концентрації КС при різних швидкостях зсуву: * дослід 3%; ' дослід 6%; ^ дослід 9%; ◊ дослід 12%; ^ дослід 15%; ◊ дослід 18%

При збільшенні концентрації композиційної суміші до 18% напруга зсуву зростає до 17,1 та 66,3 Па відповідно.

Залежність ефективної в'язкості харчової системи для фруктових соусів, за різних швидкостей зсуву при різних концентраціях (3–18%) композиційної суміші приведено на рис. 4.208.

Модельні системи "сливове пюре – КС" з концентрацією останньої 3% за швидкості зсуву 68 с⁻¹ має ефективну в'язкість 0,09 Па·с. У модельних системах з концентрацією композиційної суміші 6, 9, 12, 15, 18% за цих умов в'язкість збільшується у 2,1; 3,8; 3,9; 4,4; 5,05 разів.

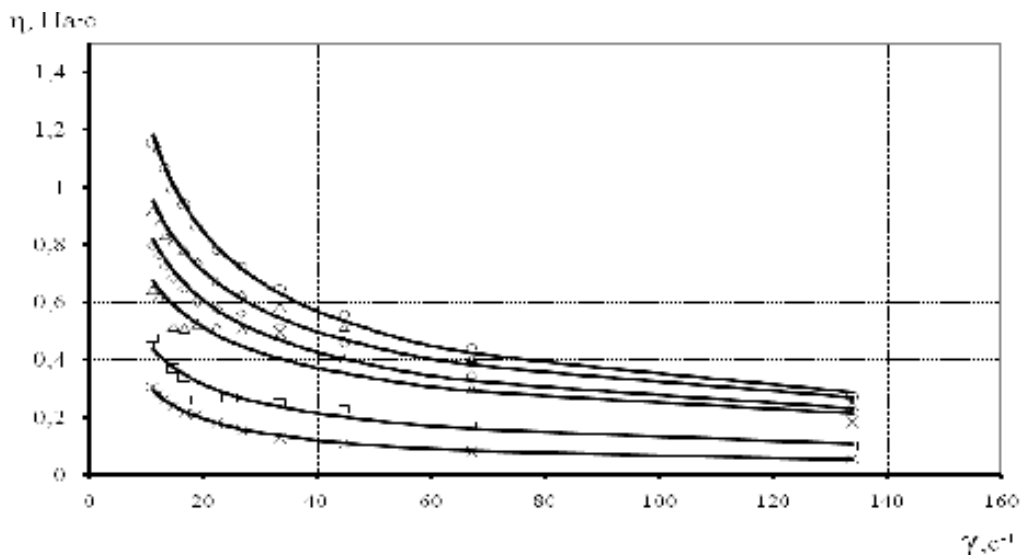


Рисунок 4.208 – Ефективна в’язкість системи “сливове пюре – КС” за різних концентрацій КС при різних швидкостях зсуву: \times дослід 3%; $'$ дослід 6%; \triangle дослід 9%; \circ дослід 12%; \wedge дослід 15%; \diamond дослід 18%

Відповідно при концентрації 3% композиційної суміші за низьких значень швидкості зсуву 10 s^{-1} ефективна в’язкість становить $0,33 \text{ Па}\cdot\text{с}$ і збільшується на 51,7%, у 2,0; 2,4; 2,9; 3,6 рази відповідно.

На основі експериментально отриманих даних побудовано залежності напруги зсуву системи на основі бульйону від швидкостей зсуву композиційної суміші дієтичних добавок за різних концентрацій (3 – 18%) (рис. 4.209).

Напруга зсуву при швидкостях зсуву 10 і 69 s^{-1} для системи на основі бульйону з концентрацією композиційної суміші 3% становить $3,1$ та $6,1 \text{ Па}$. При збільшенні концентрації композиційної суміші до 18% напруга зсуву зростає до $4,5$ та $4,6$ разів відповідно.

Залежність ефективної в’язкості харчової системи для солодких соусів за різних значень швидкостей зсуву і концентраціях (3–18%) композиційної суміші приведено на рис. 4.210.

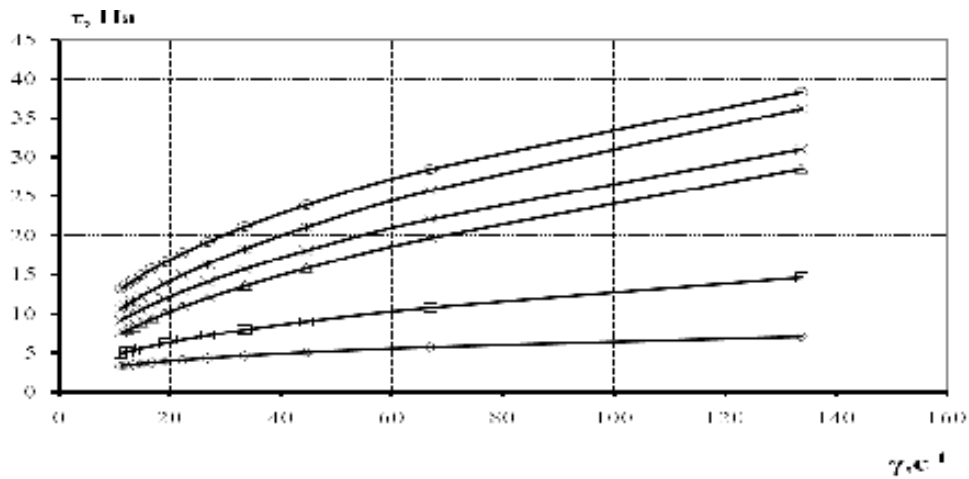


Рисунок 4.209 – Напряга зсуву системи “сливове пюре – КС” від концентрації КС при різних швидкостях зсуву: × дослід 3%; ▽ дослід 6%; △ дослід 9%; ◊ дослід 12%; ^ дослід 15%; ◉ дослід 18%

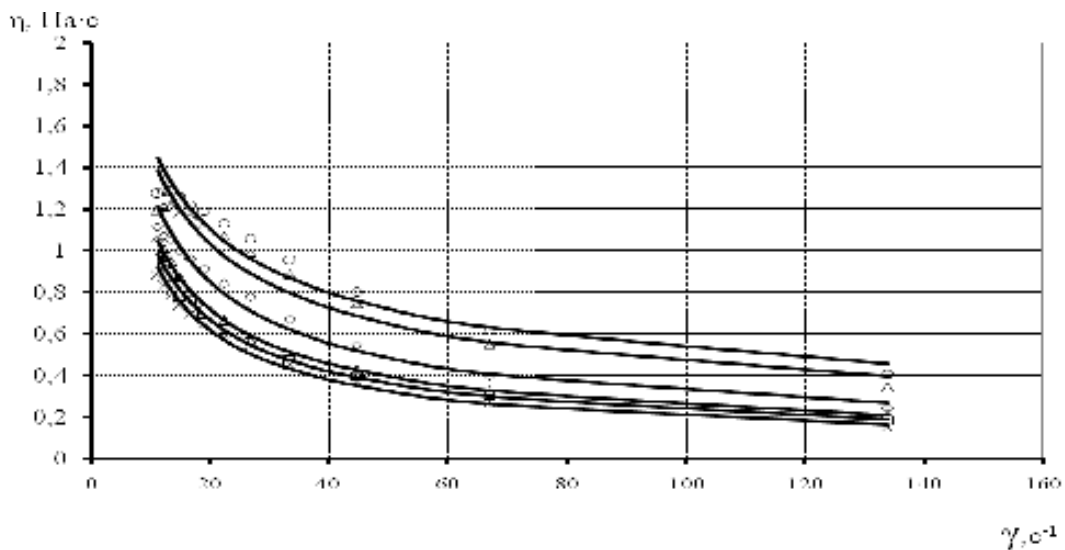


Рисунок 4.210 – Ефективна в’язкість системи “яблучний сік – КС” за різних концентрацій КС і швидкостей зсуву: × дослід 3%; ' дослід 6%; ^ дослід 9%; ◊ дослід 12%; ^ дослід 15%; ◉ дослід 18%

Модельні системи “яблучний сік – КС” з концентрацією останньої 3% за швидкості зсуву 69 s^{-1} має ефективну в’язкість $0,22 \text{ Па}\cdot\text{с}$. У модельних системах з концентрацією композиційної суміші 6, 9, 12, 15, 18% ефективна в’язкість

збільшується на 9,2; 40,8; 80,3%, у 2,45 та 2,8 разів. Відповідно при концентрації 3% КС за низьких значень швидкості зсуву 10 c^{-1} ефективна в'язкість становить $0,9 \text{ Па}\cdot\text{c}$ і збільшується на 11,6; 20,4; 32,4; 54,9; 61,8 % відповідно.

На основі експериментально отриманих даних побудовано залежності напруги зсуву системи на основі яблучного соку від швидкостей зсуву для композиційної суміші дієтичних добавок за різних концентрацій (3 – 18%) (рис. 4.211).

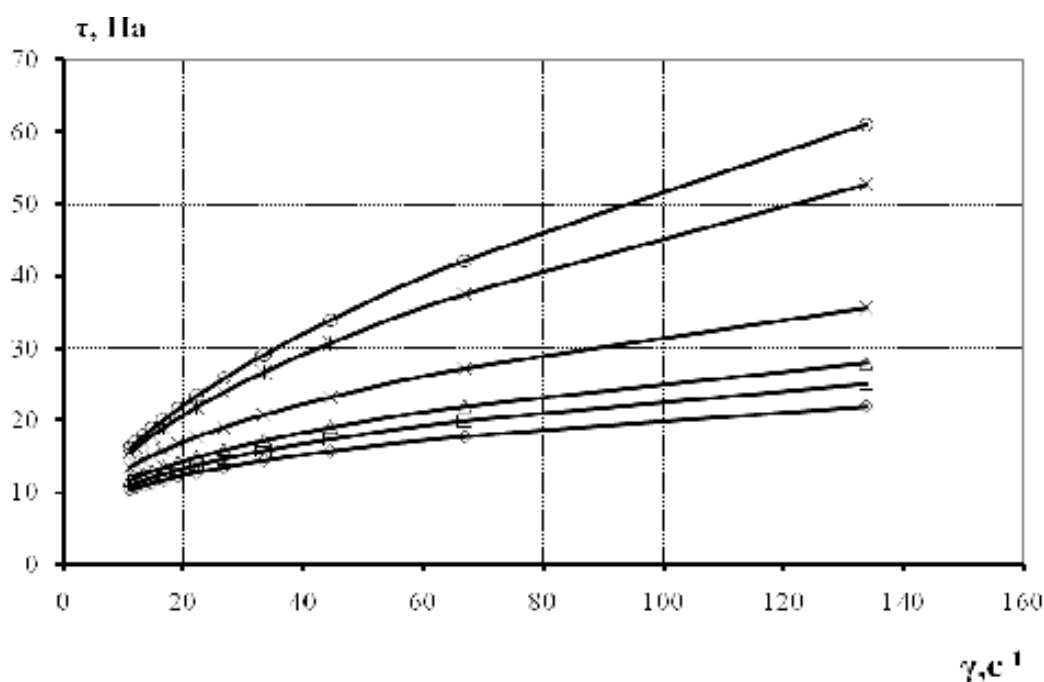


Рисунок 4.211 – Напруга зсуву системи "яблучний сік – КС" за різних концентрацій КС і швидкостей зсуву: \times дослід 3%; $'$ дослід 6%; \wedge дослід 9%; \diamond дослід 12%; \wedge дослід 15%; \circ дослід 18%

Напруга зсуву при швидкостях зсуву 10 і 69 c^{-1} для системи на основі бульйону з концентрацією КС 3% становить $10,1$ та $17,2 \text{ Па}$. При збільшенні концентрації КС до 18% напруга зсуву зростає у 1,6 та 2,5 рази відповідно.

Ефективна в'язкість і напруга зсуву традиційних соусів при швидкості зсуву 69 c^{-1} становить для молочних $0,6 \text{ Па}\cdot\text{c}$ і 45 Па , білих – $0,5 \text{ Па}\cdot\text{c}$ і 40 Па , сливових –

0,4 Па·с і 25 Па, яблучних – 0,3 Па·с і 35 Па. Значення ефективної в'язкості і напруги зсуву дослідних модельних систем соусів наближені до контрольних зразків при концентрації композиційної суміші 15%.

Оскільки до складу КС входить лактат кальцію, для підтвердження реакційної здатності пектинових речовин з солями кальцію є молекулярно-масовий розподіл пектинових речовин розчину за різних значень рН. Встановлено (табл. 4.146), що у складі пектину переважають фракції з низькою молекулярною масою 20–70 кДа, що складають 63 % від зальної кількості пектинових речовин. Середньовагова молекулярна маса пектинових речовин складає 367 кДа. Встановлено, що присутність лактату кальцію при рН 7,1–7,5 не впливає на збільшення середньовагової молекулярної маси пектинів, що свідчить про відсутність комплексоутворення та низьку стабілізуючу здатність за цих умов.

Таблиця 4.146

Молекулярно-масовий розподіл пектинових речовин за різних значень рН середовища

Молекулярна маса маркерів, кДа	Вміст фракцій, % від загальної кількості		
	розчин пектину	розчин пектину з лактатом кальцію, рН = 7,1–7,5	розчин пектину з лактатом кальцію, рН = 5,0–5,1
20	10,6	25,3	11,0
40	21,2	19,2	14,4
70	31,2	12,9	17,2
110	9,5	7,7	12
500	8,2	19,2	19,4
1000	9,5	8,9	12,8
2000	9,8	6,8	13,2
Всього	100,0	100,0	100,0
\bar{M}_m	367	351	522

Видно, що середньовагова молекулярна маса незначно зменшується (з 367 кДа до 351 кДа), що обумовлено в основному зменшенням частки пектинів з молекулярною масою 2000 кДа (з 9,8% до 6,8%) та 1000 кДа (з 9,5% до 8,9%) з накопиченням пектинів з молекулярною масою 500 кДа (до 19,2%) та 20 кДа (до 25,3%). Встановлено, що не реакційний кальцій (за лужних значень рН) може бути

розчинений зі зниженням рН, що приводить у присутності розчинних пектинів до утворення пектатів та стабілізації гетерогенної системи. При зміщенні рН середовища в кислу сторону до значень 5,0–5,2 зафіксовано зростання середньовагової молекулярної маси (з 351 кДа до 522 кДа), що є результатом розчинення кальцію зі зниженням рН середовища. Видно, що зростає частка високомолекулярних фракцій пектинів з одночасним зменшенням частки низькомолекулярних фракцій з молекулярною масою 20–40 кДа. Так, збільшується вміст фракцій з молекулярною масою 2000 кДа (з 6,8% до 13,2%), 1000 кДа (з 8,9 % до 12,8%), 110 кДа (з 7,7% до 12,0%). Збільшення середньовагової молекулярної маси є результатом комплексоутворення низькомолекулярних пектинів через кальцієві місточки з утворенням комплексів з певним ступенем полімеризації у вигляді пектатів кальцію, що є необхідною передумовою стабільності гетерогенних структур. Очевидно, що за певної концентрації пектинів у розчині такий перебіг реакції може призвести до хімічних змін з утворенням гелеподібної системи.

З метою встановлення можливого комплексоутворення між гуміарабіком та кальцієм у розчині проведено гель-хроматографію гуміарабіку та гуміарабіку в присутності 2 % лактату кальцію. В результаті молекулярного розподілу гуміарабіку та системи “гуміарабік–лактат кальцію” виявлено вісім фракцій. Домінуючою є фракція з молекулярною масою 4,3 кДа (32%), фракцій з молекулярними масами 1,9 кДа та 1 кДа виявлено у кількостях 6,7% та 10,6%, відповідно, високомолекулярна фракція, що виходить з вільним об’ємом, – більше 2000 кДа – складає 0,8% від загальної кількості.

Решта фракцій (49,9%) віднесена нами до полісахаридів з молекулярною масою менше 1 кДа (рис. 4.212, крива 1). Після додавання лактату кальцію спостерігається зменшення кількості фракцій до шести. Встановлено зменшення сумарної площі під піками. Спостерігається зменшення фракції з молекулярною масою більше 2000 кДа у 2,7 разів, що складає 0,3 %, виявлено нові фракції з молекулярною масою 3,2 кДа (50,3 %) та 1 кДа (15,8 %) (рис. 4.212, крива 2), вміст фракції з молекулярною масою менше 1 кДа складає

33,6 %, що підтверджує осаджувальну дію іонів кальцію на високомолекулярні фракції гуміарабіку.

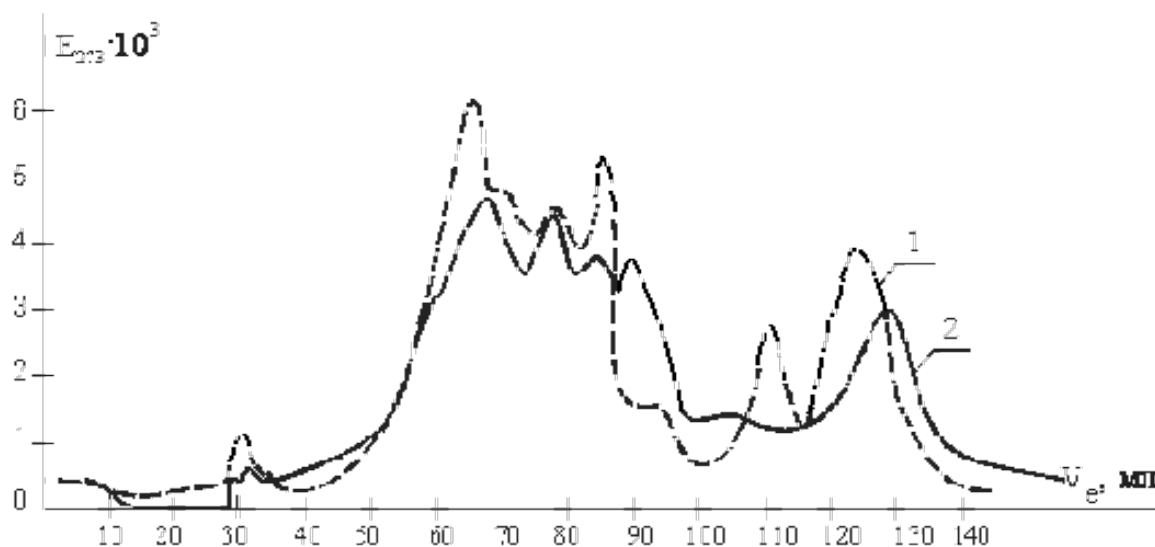


Рисунок 4.212 – Криві гель-хроматографії: 1 – гуміарабік; 2 – гуміарабік за наявності лактату кальцію

Поява фракції з молекулярною масою 4,3 кДа, може бути пов'язана з комплексоутворенням низькомолекулярних фракцій з іонами кальцію. Таким чином, підтверджено, що осадження кальцію, яке досягається за рН 7,1–7,5, приводить до зростання розчинності полісахаридів та зменшення їх молекулярної маси. Підтвердженням утворення комплексів гуміарабіку з низькоетерифікованим пектином є гель-хроматографія. Проведено дослідження молекулярно-масового розподілу гуміарабіку у присутності пектинів за рН 7,1–7,5. Під час розподілу полісахаридів гуміарабіку та пектину з використанням буферу ($\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$), що забезпечують підтримання рН на рівні 7,4, отримано два піки з молекулярними масами 537 кДа та 10,5 кДа, середньовагова молекулярна маса становить 96 кДа (рис. 4.213, крива 1). Їх частки у загальному складі полісахаридів склали 16,3% та 83,6% відповідно. Наявність певної проміжної оптичної активності кривої елювання від осі абсцис у зоні високих молекулярних мас свідчать, що існують фракції з молекулярними масами близько 500 кДа, що важко відокремлюються.

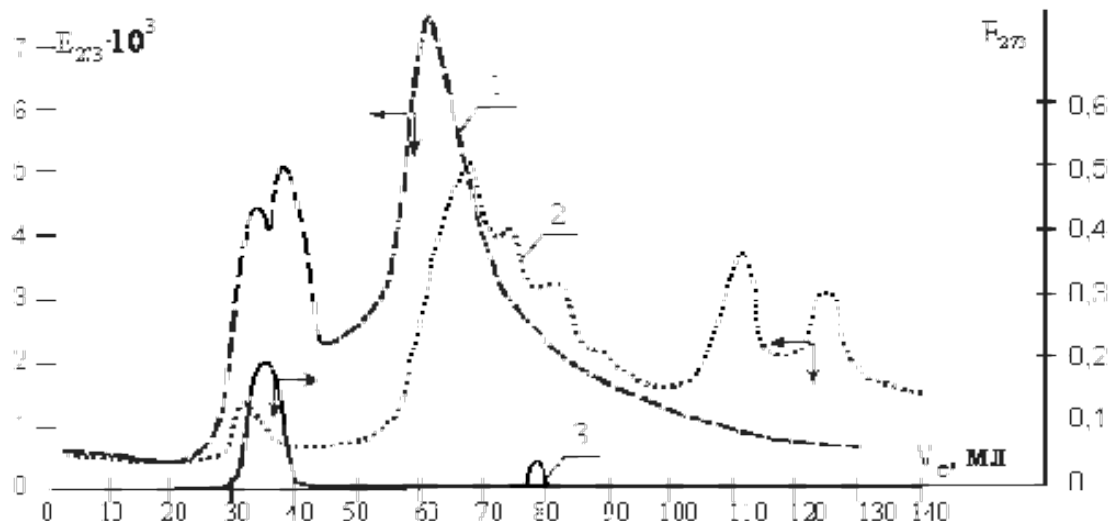


Рисунок 4. 213 – Криві гель-хроматографії: 1 – розчин, що містить гуміарабік (6%) та пектин (2%) (рН = 7,1–7,5); 2 – розчин, що містить гуміарабік (6%), пектин (2%) та лактат кальція (2 %) (рН = 7,1–7,5); 3 – розчин, що містить гуміарабік (6%) та пектин (2%) (рН = 5,0–5,2)

Порівнюючи дані розподілу фракцій гуміарабіку у присутності пектину з розподілом фракцій гуміарабіку (рис. 4.213, крива 1), видно, що введення пектину приводить до значного збільшення молекулярних мас фракцій, що реєструються, що може бути пов'язано з утворенням внутрішньомолекулярних комплексів між гуміарабіком та пектином. З метою визначення реакційноздатності гуміарабіку та пектину по відношенню до іонів кальцію та можливого комплексоутворення в систему, що містить гуміарабік та пектин ввели 2 % лактату кальцію. За тих же параметрів елювання отримано сім піків: з молекулярними масами 2000 і більше кДа, 4,7 кДа, 2,4 кДа, 1,1 кДа та три фракції з молекулярними масами менше 1 кДа (крива 2). Їх частка в загальному складі склала 3,0%, 32,3%, 12,7%, 12,5% та 39,5%, відповідно. Такий розподіл молекулярних мас близький до розподілу гуміарабіку, що свідчить про відсутність осаджуючої дії іонів кальцію на гуміарабік, що одночасно підтверджує збереження потенціалу пектинів до комплексоутворення. Таким чином, можна стверджувати, що йони кальцію у присутності гуміарабіку

будуть реагувати з пектинами, утворюючи пектати кальцію, стабілізуючи таким чином колоїдну систему. З метою встановлення комплексоутворення між гуміарабіком, пектинами та лактатом кальцію за зниження величини рН, що є необхідною умовою розчинення кальцію, проведено дослідження молекулярно-масового розподілу гуміарабіку при зниженні рН до 5,0–5,2. В результаті розподілу отримано два піки з молекулярними масами 762 кДа (99%) з високою оптичною активністю (рис. 4.214, крива 3) та з 1,1 кДа (1%), що свідчить про утворення міжмолекулярних гумі-пектинових комплексів. Середньовагова молекулярна маса (\bar{M}_m) зростає з 89 кДа до 761 кДа, що є свідченням утворення комплексів (гуміарабік – пектин – лактат кальцію).

Проведено дослідження взаємодії гуміарабіку з лактатом кальцію у концентрації 1–3%. Аналізуючи ІЧ-спектри в області 3300 – 3380 cm^{-1} , встановлено, що додавання лактату кальцію у зазначених кількостях не призводить до зменшення смуги поглинання –ОН груп, що могло бути лише за умови, коли гідроксильні групи могли б зв'язуватися динамічними зв'язками з йонами кальцію. Це є опосередкованим свідченням, що за цих концентрацій лактат кальцію не є дегідратуючим агентом по відношенню до гуміарабіка та суттєво не впливає на конформацію молекул у розчиннику.

ІЧ-спектроскопія гуміарабіку, що досліджувався, свідчить що в складі є домішки азотовмісних речовин, про що свідчить широка виражена полоса за рахунок валентних коливань –NH в –NH₂ (3500–3300 cm^{-1}) (рис. 4.214, 4.215) та одночасних деформаційних коливань –NH в 1650–1590 cm^{-1} . Одночасна присутність цих полос поглинання є підтвердженням наявності домішок азотутримуючих речовин. За цих передумов при додаванні лактату кальцію можливе виникнення зв'язків "кисень-метал", що суттєво може впливати на структуроутворення. Одночасно можливе заміщення двовалентних металів на одновалентні метали, результатом чого є міжланцюгова деполімеризація і, як наслідок, підвищення рухливості моноланцюгів полісахариду, що може бути причиною більшого ущільнення структури комплексів.

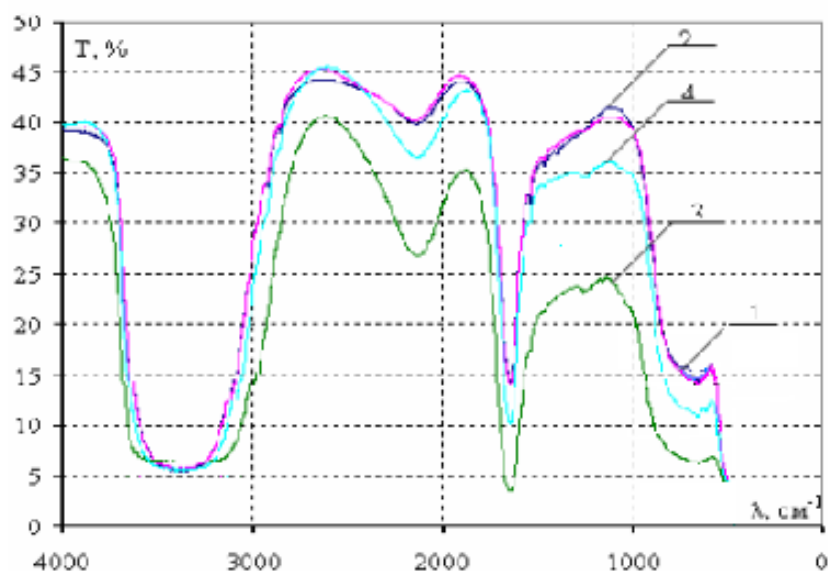


Рисунок 4.214 – Інфрачервоні спектри розчину гуміарабіку (6%) з різною концентрацією лактату кальцію: 1, 2, 3, 4 – 0; 1; 2; 3% відповідно

За вивченням системи “гуміарабік–лактат кальцію” нами відмічено зміни коливань спектроскопії в області $1300\text{--}1529\text{ cm}^{-1}$ і зроблено припущення, що вони обумовлені конформаційними змінами полімерного ланцюга макромолекули гуміарабіка. Градієнт зміни структури гуміарабіку включає в себе не тільки конформаційні зміни, але й обумовлені ними перерозподіл фізичних зв’язків та координаційних взаємодій. Послідовне співставлення ІЧ-спектрів “гуміарабік – лактат кальцію” з ІЧ-спектрам гуміарабіку свідчить, що конформаційні зміни пов’язані з концентрацією лактату кальцію. З’ясовано, що додавання лактату кальція призводить до зсуву в бік довгохвильових чисел (1529 cm^{-1} для гуміарабіку, 1548 cm^{-1} – для гуміарабіку при концентрації лактату кальцію 1%), що є підтвердженням певного роду просторових, тобто конформаційних змін гуміарабіку. Це дає можливість стверджувати про виражену чутливість гуміарабіку до іонної сили взагалі, а також, вірогідно, до полі- електrolітного складу. Поступове збільшення концентрації лактату кальцію призводить до більше виражених конформаційних змін. Можна передбачити, що варіювання як концентрації лактата кальцію так і порядок введення в розчин може суттєво

змінювати конформацію макромолекули гуміарабіку та його функціональні властивості.

Перерозподіл інтенсивності стану зі збільшенням концентрації лактату кальція і зміщення в бік високих частот полос свідчить про перерозподіл (ослаблення) водневих зв'язків. Додавання йонів кальцію у системи “гуміарабік–пектин” більш інтенсивно впливає на конформаційні зміни і не залежить від концентрації в інтервалі 1–3%. Вже за концентрації 1% лактату кальцію зникають конформаційно чутливі зони, зафіксовані при 1529cm^{-1} та 1465cm^{-1} (рис. 4.215).

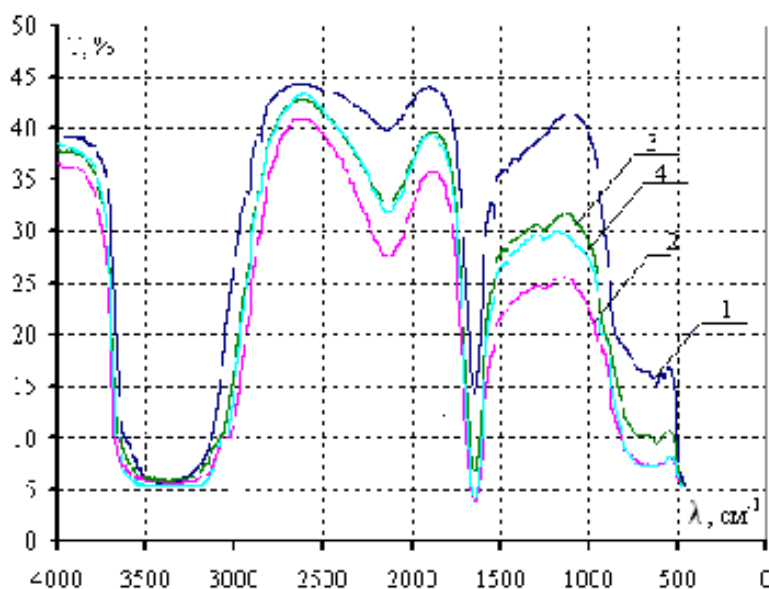


Рисунок 4. 215 – Інфрачервоні спектри системи “гуміарабіку–пектин” за концентрації лактату кальцію: 1, 2, 3, 4 – 0; 1; 2; 3% відповідно

Інформаційно важливим є відсутність зміщення інтенсивності поглинання за інших хвильових чисел в бік більш високих частот полос, яка підтверджує, що виникнення нового конформаційного стану не пов'язано з порушенням будови гуміарабіку і не викликає перерозподіл водневих зв'язків. Видно, що в спектрі системи “гуміарабік–пектин” чітко проявлені дві роздільні неінтенсивні полоси 1335cm^{-1} , 1360cm^{-1} (рис. 4.216), а також чітка полоса 1425cm^{-1} . Експериментально підтверджено, що при додаванні лактату кальцію інтенсивність цих полос зменшується за одночасно інтенсивно наростаючих

полос 1055, 1139, 1235 cm^{-1} . Особливо це виражено при додаванні білково-жирової добавки (рис. 4.216).

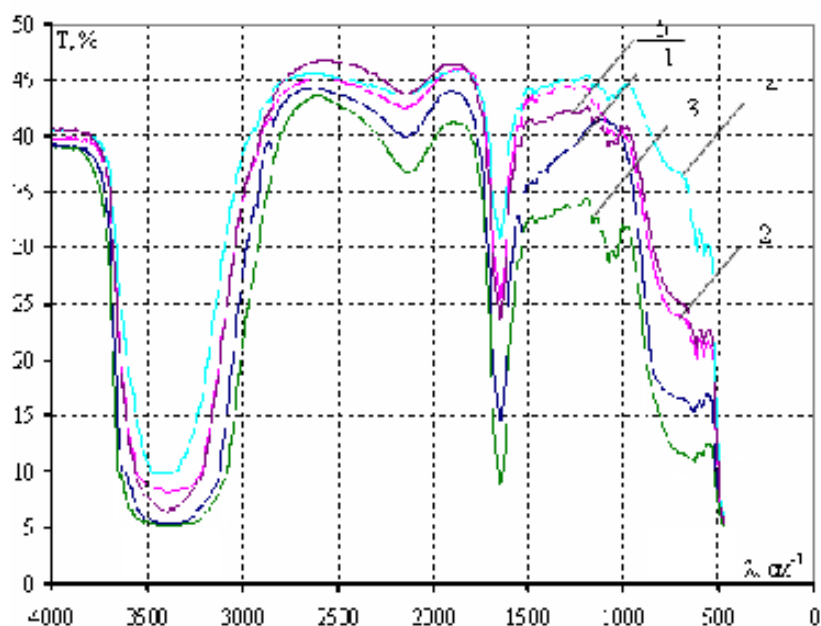


Рисунок 4. 216 – Інфрачервоні спектри системи “гуміарабік–пектин” (1), та систем "гуміарабік–пектин" з розчином білково-жирової добавки за концентрації: 2, 3, 4, 5 – 1; 3; 5; 7% відповідно

Можна стверджувати, що поглинання 1159, 1118, 1075, 1041 та можливо 994 cm^{-1} є конформаційно чутливими, а для систем “гуміарабік–пектин” смуги 1360 та 1425, 1540 cm^{-1} свідчать про можливий перехід транс-конформацій в інші конформаційні структури.

Визначено для систем "гуміарабік–пектин" характерну наявність конформаційно-чутливих зон, інтерпретація яких ускладнює трактовку взаємодій речовин, які потенційно можуть впливати на систему "гуміарабік–пектин".

Спектри систем "гуміарабік–пектин" також одночасно містять аніонні групи, які мають інтенсивне поглинання в областях 1050, 1130, 1200 cm^{-1} . Як свідчить аналіз кривих з додаванням білково-жирової добавки (рис. 4.217) інтенсивність спектрів основного максимуму (1130 cm^{-1}) в спектрах систем "гуміарабік–пектин" незміщені, що свідчить про відсутність хімічної взаємодії

аніонних груп. Таким чином можна стверджувати, що комплексоутворення в системі "гуміарабік–пектин" відбувається за участю іонів кальцію з карбоксильними групами систем "гуміарабік–пектин".

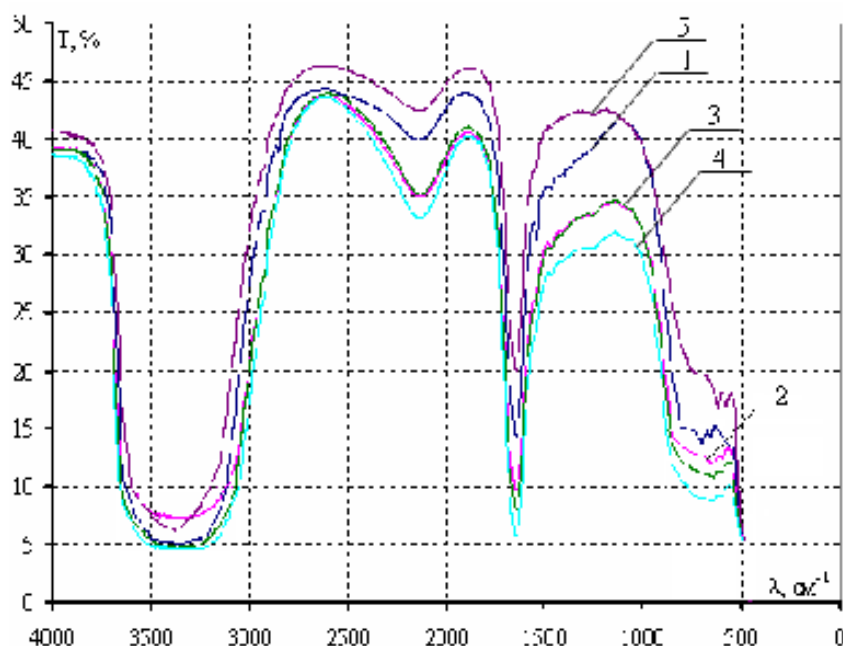


Рисунок 4.217 – Інфрачервоні спектри розчину гуміарабіку (1) та 5% розчину білково-жирової добавки за концентрації: 2, 3, 4, 5 – 0; 2; 4; 6% відповідно

Додавання солей лактату кальцію суттєво змінює інтенсивність в областях $1335\text{--}1360\text{ см}^{-1}$, $1440\text{--}1465\text{ см}^{-1}$ та 1130 см^{-1} , які слід віднести до наявності в структурі гуміарабіку хімічних груп смуги C-N. Слід підкреслити, що за додавання лактату кальцію відбувається зменшення інтенсивності полоси C-N. В той же час додавання лактату кальцію в малих концентраціях призводить до значної зміни в поглинанні конформаційно чутливих зон. Така зміна можлива з передбаченням того, що можливі залишки азотовмісних речовин у складі гуміарабіку, які можуть утворювати додаткові взаємодії за рахунок іонних зв'язків.

Це призводить до зниження інтенсивності поглинання на ІЧ-спектрах в області 1130 см^{-1} . Для випадку з білково-жировою добавкою де іонний склад солей зовсім інший, цей ефект також спостерігається, але з іншою інтенсивністю поглинання на ІЧ-спектрах. Область 1600 см^{-1} не зникає при додаванні всіх

досліджуваних речовин, а також конформаційно чутливі зони 1425, 1465 cm^{-1} та 1540 cm^{-1} , які показують, що конформаційні зміни та перерозподіл водневих зв'язків супроводжується виникненням нових зв'язків груп $-\text{CO}-\text{NH}-$ з іонами кальцію з утворенням нещільних структур за участю води у формі структуруючого елементу.

Приведені результати ІЧ-спектроскопічних досліджень показують зменшення інтенсивності полос 1425, 1465, 1540 cm^{-1} , що свідчить про виражені транс-конформаційні зміни у присутності солей та носіїв іонів. Вірогідно, виходячи з хімічної структури гуміарабіку та пектину, додавання солей кальцію пригнічує протилежні відносно них заряди на ланцюгах гідролоїдів, зсуваючи структуру та упорядковуючи за новою закономірністю, тобто сприяє гелеутворенню системи. У той же час зниження інтенсивності полос $-\text{CO}-\text{NH}-$ є непрямым свідченням про можливе виникнення ковалентних міжланцюгових з'єднань за структурою хелатних комплексів, які підсилюють міцність гелеподібних систем.

У результаті аналізу спектрів систем "гуміарабік–пектин–лактат кальцію" також виявлено валентні коливання $-\text{NH}-$ в $-\text{NH}_2$ (3500–3300 cm^{-1} (рис. 4.218) та одночасно деформаційні коливання $-\text{NH}-$ в 1650–1590 cm^{-1} , що свідчить про наявність азотовмісних домішок.

У результаті додавання бульйону, спостерігається зменшення інтенсивності поглинання за довжин хвиль 1450 cm^{-1} та 1240–1260 cm^{-1} та поява полос поглинання за довжин хвиль 1140 cm^{-1} та 1045 cm^{-1} . Це свідчить про транс-конформаційні зміни, так як не спостерігається зсуву полос поглинання до області більших довжин хвиль це дає підставу вважати, що в системі "гуміарабік–пектин–лактат кальція–бульйон" не утворюються ковалентні зв'язки.

Значні зміни спостерігаються за додавання молока. Так, видно розширення зони 3200–3400 cm^{-1} до 3100–3600 cm^{-1} , розширення зони з одночасним збільшенням інтенсивності поглинання за 1600 cm^{-1} та конформаційно чутливої зони 1440, 1395, 1100, 1035 cm^{-1} показують, що відбувається перерозподіл водневих зв'язків, який

супроводжується виникненням нових зв'язків груп $-\text{CO}-\text{NH}-$ з йонами кальцію з утворенням щільних структур за участю води.

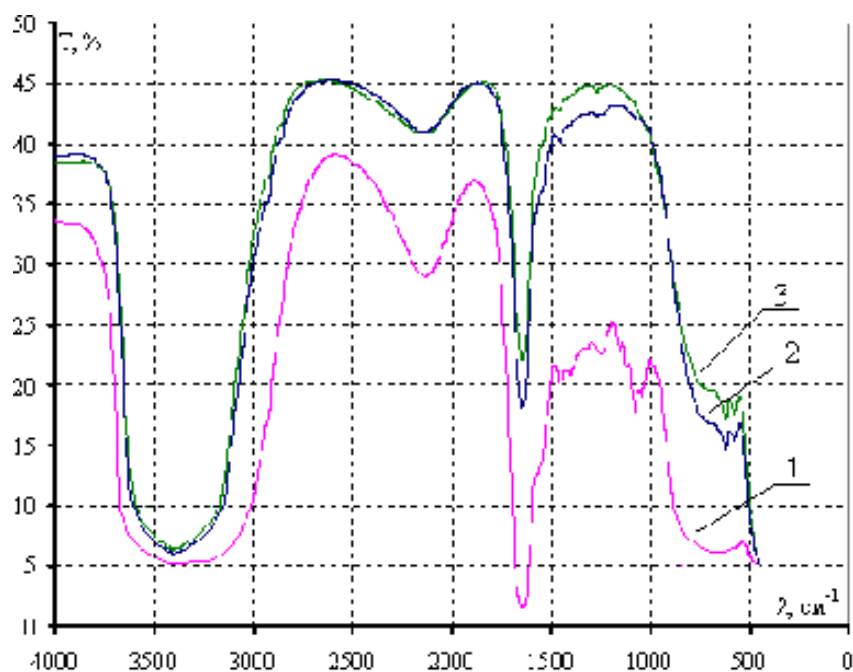


Рисунок 4.218 – Інфрачервоні спектри розчинів систем "гуміарабік–пектин–лактат кальцію": 1 – розчин системи "гуміарабік–пектин"; 2 – розчин системи "гуміарабік–пектин–лактат кальція" та бульйону; 3 – розчин системи "гуміарабік–пектин–лактат кальція" та молока

Зміщення полос поглинання характерних для аніонних груп $1050, 1130 \text{ см}^{-1}$, та 1200 см^{-1} в область більших хвильових чисел $1070, 1136, 1235 \text{ см}^{-1}$ відповідно, підтверджує факт хімічної взаємодії через йони кальцію з карбоксильними групами гуміарабіку та пектину з утворенням комплексів "гуміарабік – кальцій – пектин".

Таким чином, на основі отриманих даних інфрачервоних спектрів можна стверджувати, що величина йонної сили та йонний склад розчинів впливає на конформаційний стан гуміарабіку та пектину, що визначає процеси гелеутворення. Встановлено виражену здатність до комплексоутворення систем "гуміарабік–пектин" у присутності йонів кальцію.

Наукове обґрунтування використання композиційної суміші у технології виробництва соусів. Технологічний процес приготування соусів супроводжується фізико-хімічними та механічними процесами, які впливають на їх реологічні характеристики. Фізико-хімічні показники соусів залежать від сировини, внесених добавок та параметрів технологічного процесу. Реологічні властивості характеризуються ефективною в'язкістю, тиксотропністю, агрегативною і кінетичною стійкістю.

При розробленні технології використання дієтичних добавок у виробництві соусної продукції вивчено закономірності змін якісних показників контрольних та дослідних зразків залежно від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок. Традиційні рецептурні компоненти – пшеничне борошно, крохмаль, які виконують роль загусника і структуроутворювача у рецептурах соусів, замінені на розроблену композиційну суміш.

Для визначення меж раціональної кількості композиційної суміші дієтичних добавок у модельних харчових системах на основі молока, бульйону, сливового пюре та яблучного соку визначали залежності седиментаційної стійкості та органолептичної оцінки від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок (рис. 4.219–4.220).

Функція, що враховує залежність седиментаційної стійкості модельної системи на основі молока від концентрації композиційної суміші, досягає максимальних значень в інтервалі 10–15% і становить 91–93%. Проте значення органолептичної оцінки саме в цьому інтервалі становлять відповідно 8,8–9,0 балів (рис. 4.219).

Аналогічний характер мають відповідні функції для харчових систем “бульйон – композиційна суміш”, “сливове пюре – композиційна суміш”, “яблучний сік – композиційна суміш”. Показник седиментаційної стійкості досягає максимальних значень (80–91%) при значеннях органолептичної оцінки 8,0–9,0 бала, за концентрацій композиційної суміші 10-15% (рис. 4.221, 4.222).

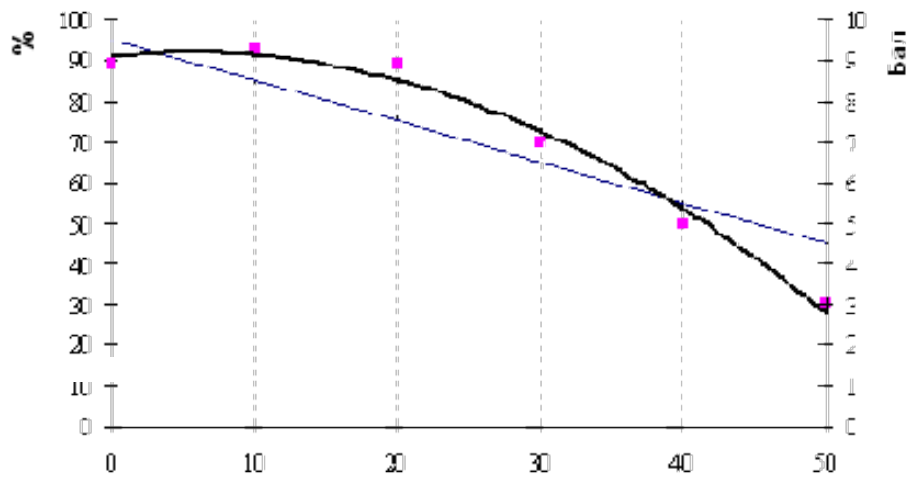


Рисунок 4. 219 – Седиментаційна стійкість та органолептична оцінка харчової системи "молоко – КС" від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок: —■— седиментація,%; — середня органолептична оцінка

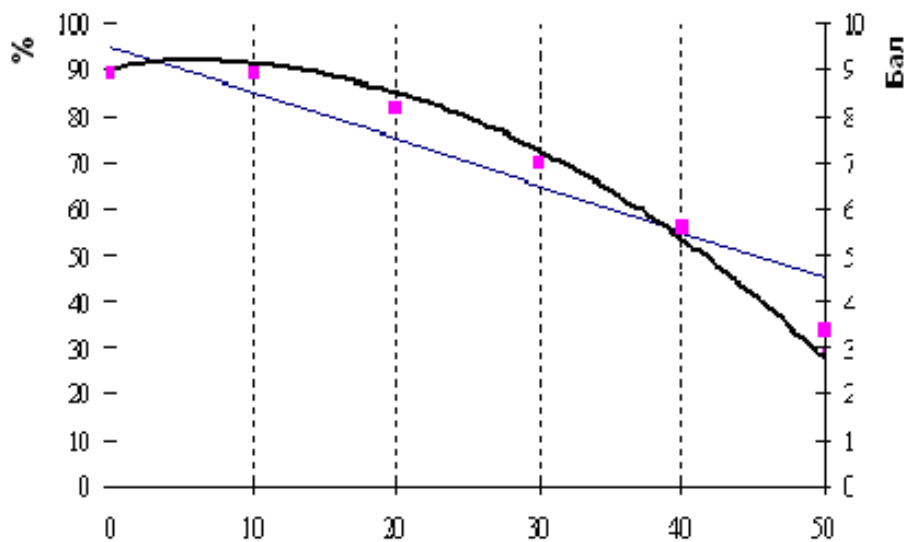


Рисунок 4.220 – Седиментаційна стійкість та органолептична оцінка харчової системи "бульйон – КС" від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок: —■— седиментація,%; — середня органолептична оцінка

Седиментаційна стійкість модельних харчових систем за концентрації композиційної суміші дієтичних добавок 10–15% становить в інтервалі значень 80–93 %, а органолептична оцінка вар'юється в інтервалі значень 8,0–9,0 балів.

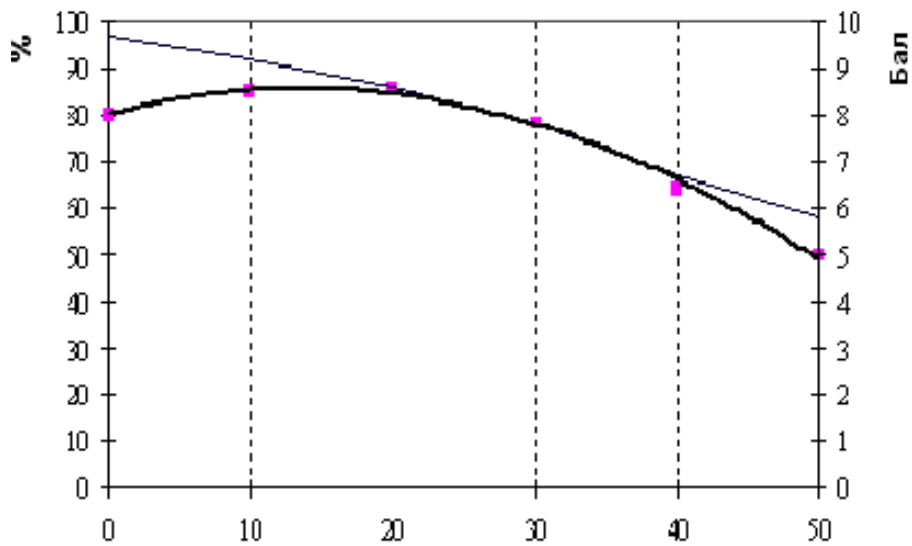


Рисунок 4.221 – Седиментаційна стійкість та органолептична оцінка харчової системи "сливовое пюре – КС" від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок: ■ седиментація,%; — середня органолептична оцінка

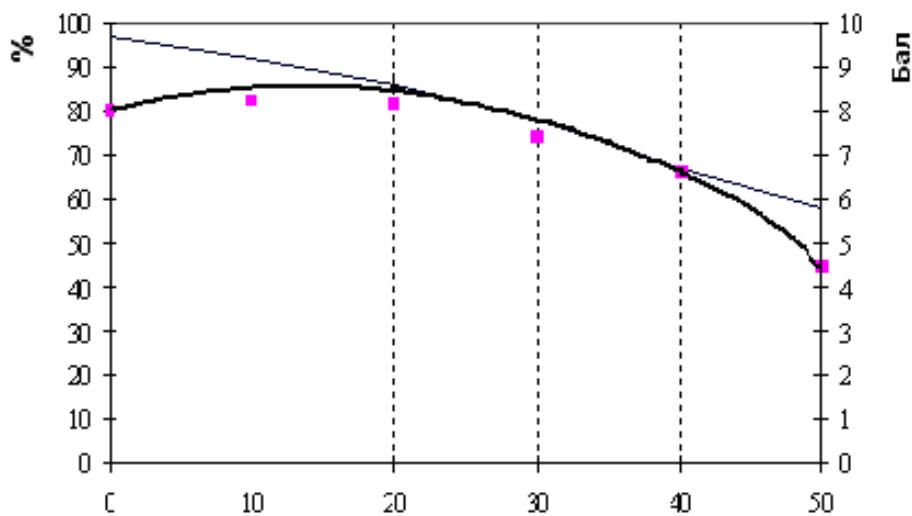


Рисунок 4.222 – Седиментаційна стійкість та органолептична оцінка харчової системи "яблучний сік – КС" від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок: ■ седиментація,%; — середня органолептична оцінка

Визначення раціональної концентрації композиційної суміші дієтичних добавок у модельних соусах визначено на основі комплексної оцінки якості. Розрахунок комплексного показника якості (КПЯ) модельних харчових систем проведено за визначеними показниками органолептичної оцінки, тиксотропності,

седиментаційної стійкості, мінерального складу (вміст фосфору, кальцію, магнію), вмісту харчових волокон.

За розрахунками, дослідні зразки мають вищий КПЯ порівняно з контролем, значення якого прийнято за 100 од.: для модельних харчових систем на молочній основі знаходиться в інтервалі 113,3–162,4 од., на основі бульйону – 112,9–171,4 од., на основі сливового пюре – 110,4–164,2 од., на основі яблучного соку – 113,5–171,6 од.

Шляхом математичної обробки експериментальних даних визначено рівняння регресії, які описують однофакторний простір залежності КПЯ від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок у модельних системах (рис. 4.223– 4.226).

За допомогою математичного пакету обробки даних MathCAD отримано рівняння регресії, що описує однофакторний простір досліджуваної залежності комплексного показника якості модельних систем на основі молока від концентрації композиційної суміші:

$$Y(x) = - 0,184 x^2 + 5,808 x + 96,28. \quad (4.30)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму даної функції:

$$Y(x) = - 2 \cdot 0,184 x + 5,808; \quad (4.31)$$

$$- 2 \cdot 0,184 x + 5,808 = 0;$$

$$Y_k (\max) = 15,7$$

Визначено рівняння регресії, що описує однофакторний простір досліджуваної залежності комплексного показника якості модельних систем на основі бульйону від концентрації композиційної суміші:

$$Y(x) = - 0,169x^2 + 5,088x + 95,63. \quad (4.32)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму цієї функції:

$$Y(x) = - 2 \cdot 0,169x + 5,088; \quad (4.33)$$

$$- 2 \cdot 0,169x + 5,088 = 0;$$

$$Y(x) (\max) = 15,05$$

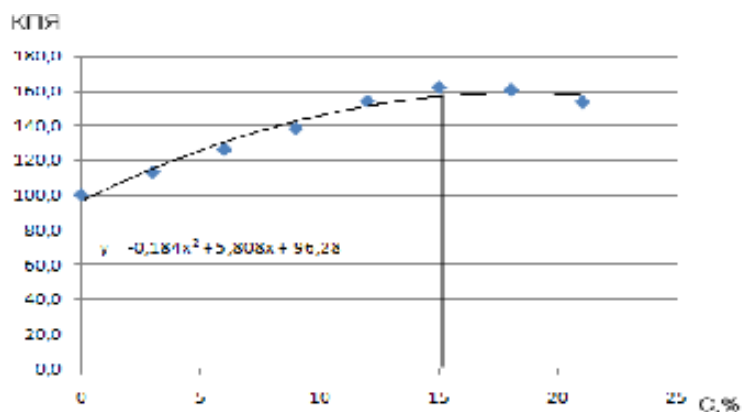


Рисунок 4.223 – Комплексний показник якості модельних систем на основі молока з різними концентраціями композиційної суміші

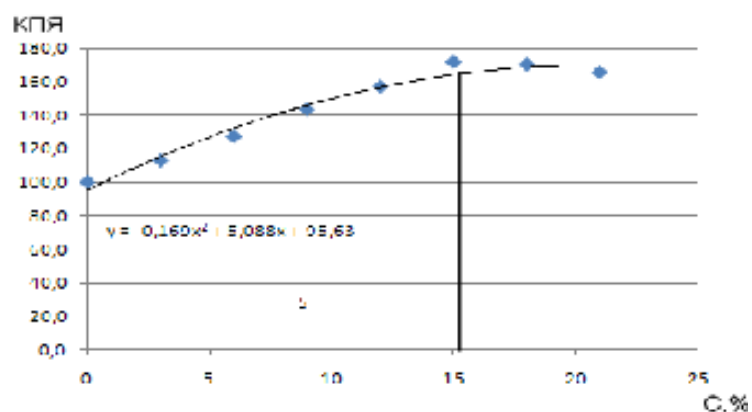


Рисунок 4.224 – Комплексний показник якості модельних систем на основі бульйону з різними концентраціями композиційної суміші

Визначено рівняння регресії, що описує однофакторний простір досліджуваної залежності комплексного показника якості модельних систем на основі сливового пюре від концентрації композиційної суміші:

$$Y(x) = -0,193 x^2 + 5,915 x + 95,03. \quad (4.34)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму цієї функції:

$$Y(x) = -2 \cdot 0,193 x + 5,915; \quad -2 \cdot 0,193 x + 5,915 = 0; \quad Y(x) (\max) = 15,3. \quad (4.35)$$

Визначено рівняння регресії, що описує однофакторний простір досліджуваної залежності комплексного показника якості модельних систем на основі яблучного соку від концентрації композиційної суміші:

$$Y(x) = -0,190 x^2 + 5,857 x + 95,97. \quad (4.36)$$

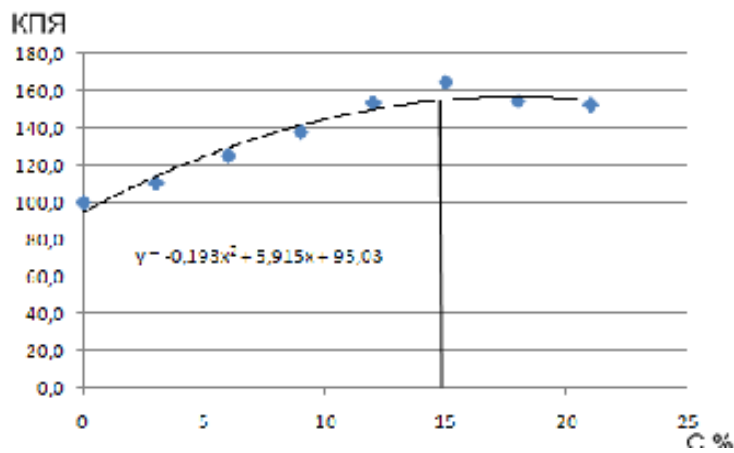


Рисунок 4.225 – Комплексний показник якості модельних систем на основі сливового пюре з різними концентраціями композиційної суміші

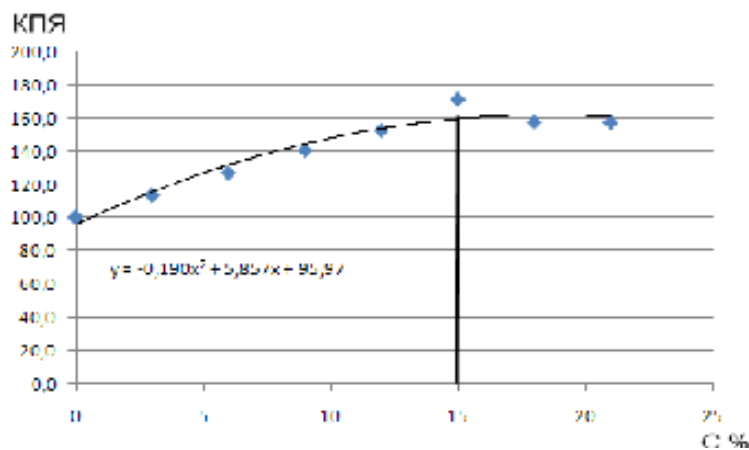


Рисунок 4. 226 – Комплексний показник якості модельних систем на основі яблучного соку з різними концентраціями композиційної суміші

Звідси знаходимо точку екстремуму цієї функції:

$$Y(x) = -2 \cdot 0,190 x + 5,857; -2 \cdot 0,190 x + 5,857 = 0; Y(x) (\max) = 15,57. \quad (4.37)$$

З підвищенням концентрації композиційної суміші КПЯ зростає і набуває максимального значення при концентраціях 15,7, 15,0, 15,3, 15,5 % для модельних харчових систем на основі молока, бульйону, сливового пюре та яблучного соку.

Для підтвердження раціональних концентрацій композиційної суміші у модельних системах соусів за реологічними показниками досліджено

ефективну в'язкість традиційних соусів при швидкості зсуву 69с^{-1} , яка становить для молочних – $0,6\text{ Па}\cdot\text{с}$, білих – $0,5\text{ Па}\cdot\text{с}$, сливових – $0,4\text{ Па}\cdot\text{с}$, яблучних – $0,3\text{ Па}\cdot\text{с}$. Серед розроблених модельних систем соусів показники ефективної в'язкості наближені до контрольних зразків при концентрації композиційної суміші 14–16% (рис. 4.228).

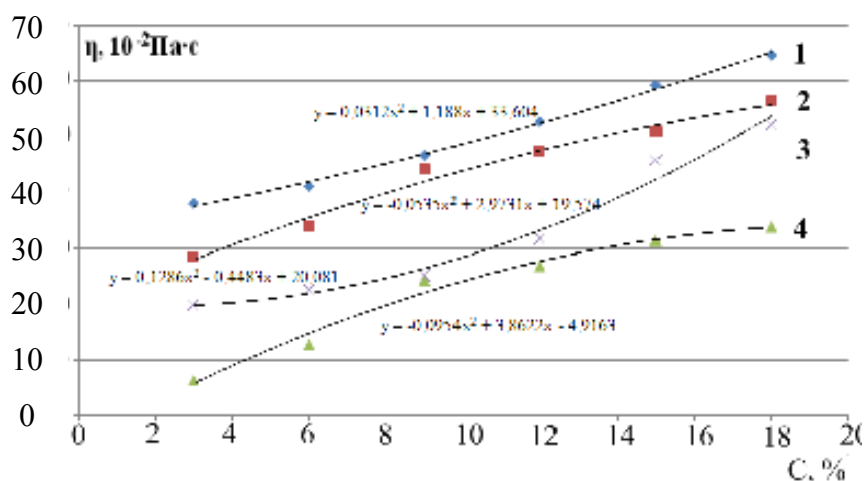


Рисунок 4.227 – Ефективна в'язкість модельних систем (МС) соусів при різних концентраціях композиційної суміші при швидкості зсуву 69с^{-1} : 1 – МС на основі молока; 2 – МС на основі бульйону; 3 – МС на основі сливового пюре; 4 – МС на основі яблучного соку

Отже, за раціональну концентрацію композиційної суміші у модельних харчових системах соусів визначено 15%, за якої вони мають органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості, наближені до традиційних соусів.

На основі проведених досліджень визначено раціональну концентрацію композиційної суміші дієтичних добавок (КСДД) та співвідношення інших рецептурних компонентів у соусах. Після відпрацювання технології розроблено рецептури молочного соусу "Сонячний" та білого "Баланс" (табл. 4.147, 4.148), технологічні схеми їх виробництва (рис. 4.228).

Технологія соусу "Сонячний" складається з наступних етапів (рис. 4.228):

I етап. Гідратація композиційної суміші. Гаряче молоко або суміш молока і води поступово вливають у композиційну суміш. Масу доводять до кипіння, весь час ретельно перемішуючи для запобігання утворення грудочок, і проварюють протягом 4-5 хв.

II етап. Технологія приготування пюре. Попередньо підготовлені гарбуз, моркву, коріння селери відварюють до готовності, подрібнюють і перетирають до отримання пюреподібної маси.

III етап. З'єднання рецептурних компонентів. Заварену композиційну суміш з'єднують з овочевим пюре у співвідношенні 2:1 і перемішують до утворення однорідної маси та проварюють протягом 2-3 хв.

Таблиця 4.147

Рецептура соусу молочного "Сонячний"

Сировина	Брутто, г	Нетто, г
Молоко	500	500
Масло вершкове	35	35
Цукор	7	7
Вода питна	90	90
Композиційна суміш дієтичних добавок	150	150
Гарбуз	150	110
Селера	100	80
Морква	217	160
Вихід соусу	–	1000

Таблиця 4.148

Рецептура соусу білого "Баланс"

Сировина	Брутто, г	Нетто, г
Вода або бульйон або овочевий відвар	1000	1000
Масло вершкове	50	50
Цибуля ріпчаста	36	30
Петрушка (корінь) або селера (корінь)	27 29	20 20
Композиційна суміш дієтичних добавок	150	150
Лимона кислота	1	1
Вершкове масло	50	50
Вихід соусу	-	1000

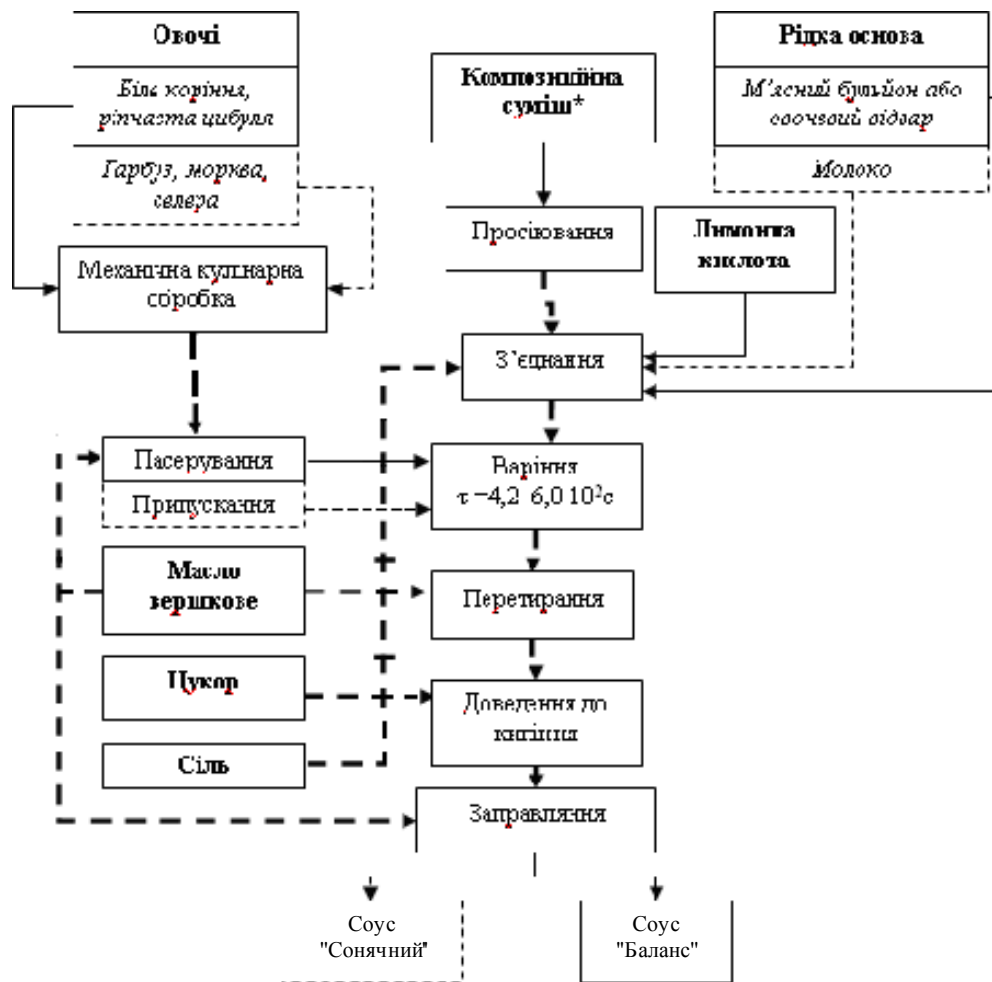


Рисунок 4. 228 – Технологічна схема виробництва соусів "Сонячний" і "Баланс" з використанням композиційної суміші дієтичних добавок: \dashrightarrow спільні технологічні операції; \dashrightarrow технологія соусу "Сонячний"; \longrightarrow технологія соусу

Технологічний процес виробництва соусу "Баланс" здійснюється у наступній послідовності: у композиційну суміш поступово вливають четверту частину гарячого бульйону або овочевого відвару з цибулі ріпчастої, коріння петрушки або селери та додають вершкове масло. Ретельно перемішують. Потім поступово вливають решту рідини і проварюють протягом $4.2 \cdot 10^2 - 6.0 \cdot 10^2$ с. Наприкінці варіння додають сіль, перець чорний горошком, лавровий лист. Соус проціджують, перетирають розварені овочі, і доводять до кипіння. Готовий соус використовують для приготування похідних соусів. Якщо соус

використовується самостійно, то його заправляють лимонною кислотою і вершковим маслом.

Розроблено технологію солодких фруктових соусів "Горець", "Веселка" (рис. 4. 229) та їх рецептури (табл. 4.149, 4.150).

Таблиця 4.149

Рецептура соусу "Горець"

Сировина	Брутто, г	Нетто, г
Сливи свіжі	1100	1000
або сливове пюре	850	850
Часник	23	20
Кріп (сушений)	5	5
Коріандр	15	15
Перець червоний мелений	4	4
М'ята (сушена)	5	5
Композиційна суміш дієтичних добавок	150	150
Вихід соусу	-	1000

Технологічний процес виробництва соусу "Горець" здійснюється у наступній послідовності: свіжі сливи розрізають навпіл і відварюють, додаючи воду, поки сливи не розваряться. Потім видаляють шкірку і кісточку, після чого масу перетирають до пюреподібної консистенції і проварюють протягом 30 хв. на слабкому вогні.

Таблиця 4.150

Рецептура соусу "Веселка"

Сировина	Брутто, г	Нетто, г
Яблука свіжі	1000	850
або пюре з яблук	850	850
Цукор	60	60
Кориця (мелена)	1	1
Кислота лимонна	1	1
Композиційна суміш дієтичних добавок	150	150
Вихід соусу	-	1000

У технології свіжі сливи можна замінити на сливове пюре. Подрібнений часник, кріп, коріандр, м'яту, перець, сіль і композиційну суміш додають в протерту масу і прогрівають, помішуючи, протягом 4.2·102–6.0·102с. Соус проціджують і подають.

Технологія виробництва соусу "Веселка" складається з наступних операцій: очищені, нарізані на шматочки яблука зі шкіркою заливають гарячою водою і припускають протягом 6–8 хв. в закритому посуді до готовності. Потім перетирають до пюреподібної консистенції. Можна використовувати в технології яблучне пюре. Додають цукор, кислоту лимонну та композиційну суміш на основі БЖД "Супер" ЕСО, гуміарабіку "Fibregum", пектину "GRINDSTED YF 738", лактату кальцію Е327. Додають цукор, корицю і доводять до кипіння. Проціджують і подають.

Використання композиційної суміші дієтичних добавок у технологіях виробництва молочних, білих, фруктових та солодких соусів дозволяє розширити асортимент соусної продукції функціонального призначення підвищеної харчової цінності.

Наукове обґрунтування якості соусів функціонального призначення. Для проведення органолептичної оцінки соусної продукції розроблено методику оцінювання за 10-бальною шкалою. Досліджено органолептичні властивості соусів з використанням композиційної суміші дієтичних добавок, порівняно з традиційними соусами (табл. 4.151).

На основі узагальнення експертних оцінок встановлено, що органолептичні показники розроблених соусів знаходяться на рівні контролю. Як контрольні, так і дослідні зразки характеризувалися ароматним запахом та вираженим кольором, властивими для основної сировини. Експерти розробленим соусам дали дещо нижчу оцінку за зовнішнім виглядом порівняно з контролем (на 0,8–1,0 бала). Проте соуси характеризувалися достатньо високими органолептичними показниками. На основі узагальнення результатів дегустацій встановлено, що

середня органолептична оцінка розроблених соусів нижча за контроль на 0,15–0,30 бала.

Таблиця 4.151

Органолептична оцінка соусів

Зразки соусів	Зовнішній вигляд	Смак	Запах	Консистенція	Колір	Середня оцінка, бали
“Молочний” (контроль)	8,7±0,11	8,9±0,14	8,8±0,18	8,8±0,19	8,6±0,17	8,8±0,15
“Сонячний” (дослід)	7,7*±0,12	8,6±0,12	8,8±0,15	8,9±0,21	8,6±0,21	8,5±0,18
“Білий основний” (контроль)	8,7±0,12	8,9±0,14	8,8±0,18	8,7±0,19	8,6±0,17	8,8±0,15
“Баланс” (дослід)	7,9*±0,13	8,6±0,12	8,8±0,15	8,8*±0,21	8,6±0,21	8,6±0,18
“Ткемалі” (контроль)	8,7±0,11	8,9±0,14	8,8±0,18	8,7±0,19	8,6±0,17	8,8±0,15
“Горець” (дослід)	7,7*±0,14	8,6±0,12	8,8±0,15	8,7±0,21	8,6±0,21	8,5±0,18
“Яблучний” (контроль)	8,8±0,12	8,8±0,14	8,8±0,18	8,7±0,19	8,6±0,17	8,8±0,15
“Веселка” (дослід)	7,7*±0,17	8,7±0,12	8,8±0,15	8,9±0,21	8,6±0,21	8,6±0,18

Примітка.* Різниця з контролем достовірна ($P \leq 0.05$).

За десятибальною шкалою якість контрольних та дослідних зразків можна характеризувати високою органолептичною оцінкою.

Важливою характеристикою якості соусної продукції з використанням композиційної суміші є фізико-хімічні показники (табл. 4.152).

Збільшення вмісту сухих речовин відбувається за рахунок збільшення масової частки структуроутворювача (КС), що є позитивним, оскільки основну частку складають харчові волокна. Волога в соусах залишається, в основному, у зв'язаному стані не лише завдяки утриманню вологи сухими речовинами складових компонентів, але й завдяки здатності наявних у структурі полімерів та реакційних агентів (пектину, гуміарабіку, лактату кальцію) набрякати та утримувати вільну вологу у просторовому каркасі полімерних комплексів. Експериментально визначено стан води в дослідних та контрольних соусах (рис. 4.230).

Фізико-хімічні характеристики соусної продукції

Показник	Контроль	Дослід	Відхилен-ня, %
Соус	“Молочний”	“Сонячний”	
Вміст сухих речовин, %	14,2±0,53	16,6±0,62	16,90
Кислотність, рН	7,1±0,36	7,0±0,35	-1,41
Вільна волога, %	16,3±0,75	13,6±0,62	-16,56
Зв’язана волога, %	83,7±1,62	86,4±1,42	3,23
Ефективна в’язкість при $\gamma=69\text{с}^{-1}$, Па·с	0,6±0,03	0,59±0,03	1,5
Соус	“Білий”	“Баланс”	
Вміст сухих речовин, %	15,6±0,51	18,1±0,47	16,03
Кислотність, рН	4,5±0,17	4,5±0,19	0
Вільна волога, %	13,4±0,42	11,3±0,39	-15,67
Зв’язана волога, %	84,6±3,12	88,7±3,03	4,85
Ефективна в’язкість при $\gamma=69\text{с}^{-1}$, Па·с	0,5±0,03	0,52±0,03	4,0
Соус	“Ткемалі”	“Горець”	
Вміст сухих речовин, %	13,5±0,41	14,4±0,34	6,67
Кислотність, рН	7,3±0,31	7,3±0,28	0,00
Вільна волога, %	17,1±0,56	12,9±0,42	-24,56
Зв’язана волога, %	82,9±2,12	87,1±2,38	5,07
Ефективна в’язкість при $\gamma=69\text{с}^{-1}$, Па·с	0,4±0,02	0,42±0,02	5,0
Соус	“Яблучний”	“Веселка”	
Вміст сухих речовин, %	16,1±0,61	17,0±0,63	5,59
Кислотність, рН	4,5±0,17	4,5±1,6	0,00
Вільна волога, %	14,8±0,44	10,8±0,41	-27,03
Зв’язана волога, %	85,2±3,48	89,2±3,51	4,69
Ефективна в’язкість при $\gamma=69\text{с}^{-1}$, Па·с	0,3±0,02	0,31±0,02	3,0

Примітка.*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

Аналіз дериватограм свідчить про зміну питомого вмісту вільної і зв’язаної води у розроблених соусах: частка вільної води в загальній масі зменшується, зв’язаної – збільшується. Встановлено, що співвідношення вільної і зв’язаної води у контрольних і дослідних зразках відрізняється, оскільки замість бороша і крохмалю використовується композиційна суміш дієтичних добавок (рис. 4.231). Аналіз зміни фракційного складу води показує, що одночасно зі збільшенням вмісту сухих речовин в розроблених соусах відбувається збільшення питомого вмісту зв’язаної води – відношення маси зв’язаної води до маси сухих речовин соусів (табл. 4.153).

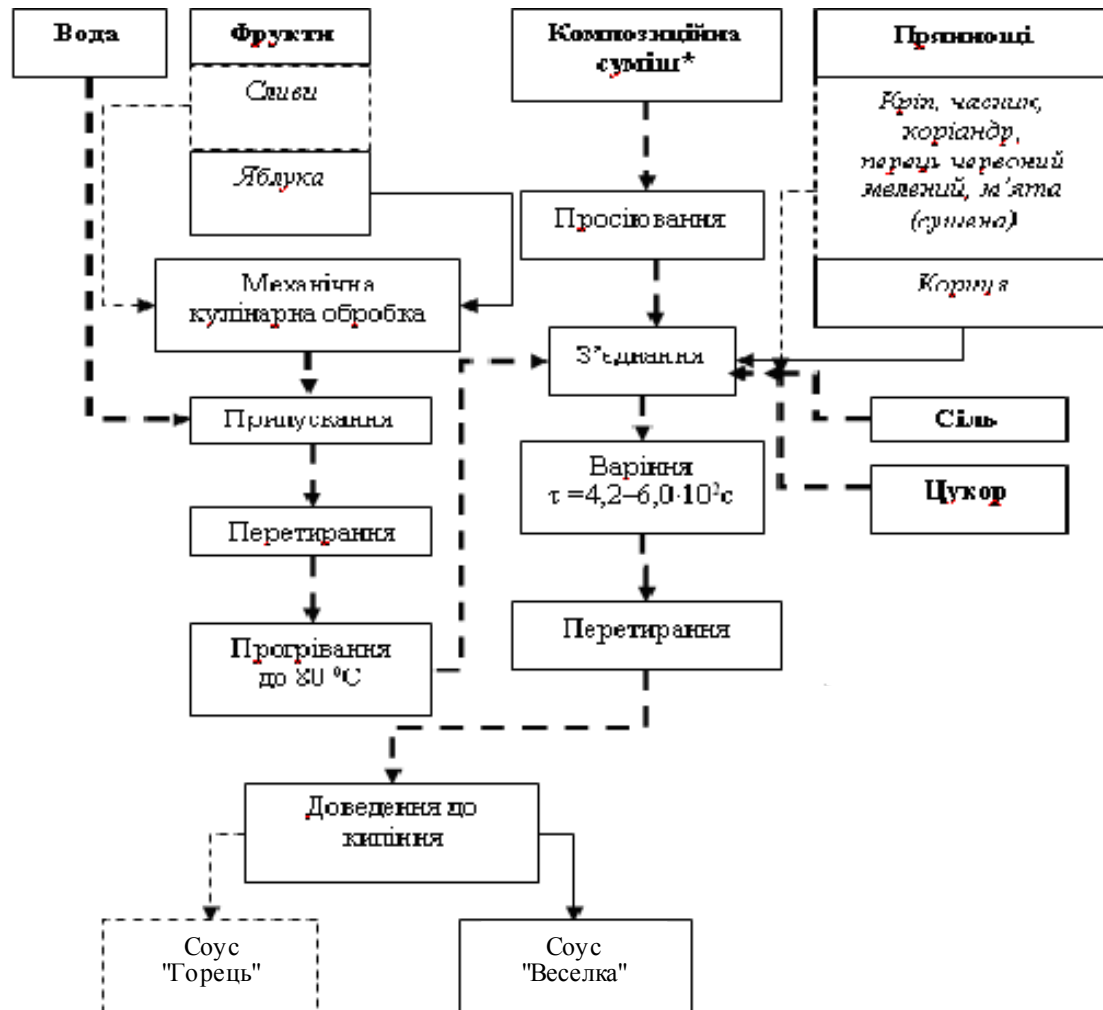


Рисунок 4. 230 – Технологічна схема виробництва соусів "Горець" і "Веселка" з використанням композиційної суміші дієтичних добавок: : - -> спільні технологічні операції; - - - -> технологія соусу "Горець"; * технологія соусу "Веселка"

Експериментально встановлено, що в соусах питомий вміст зв'язаної води збільшується: "Сонячний" на 16,8, "Баланс" – 16,3, "Горець" – 7,2, "Веселка" – 6,3 % порівняно з відповідними значеннями контрольних зразків. Підвищений питомий вміст зв'язаної води в дослідних зразках порівняно з контрольними можна пояснити комплексною дією гідроколоїдів наявних у складі композиційної суміші порівняно з борошном пшеничним та крохмалем,

які використані у контрольних зразках. Вологість розроблених соусів знижується в інтервалі 1,0 – 3,1%.

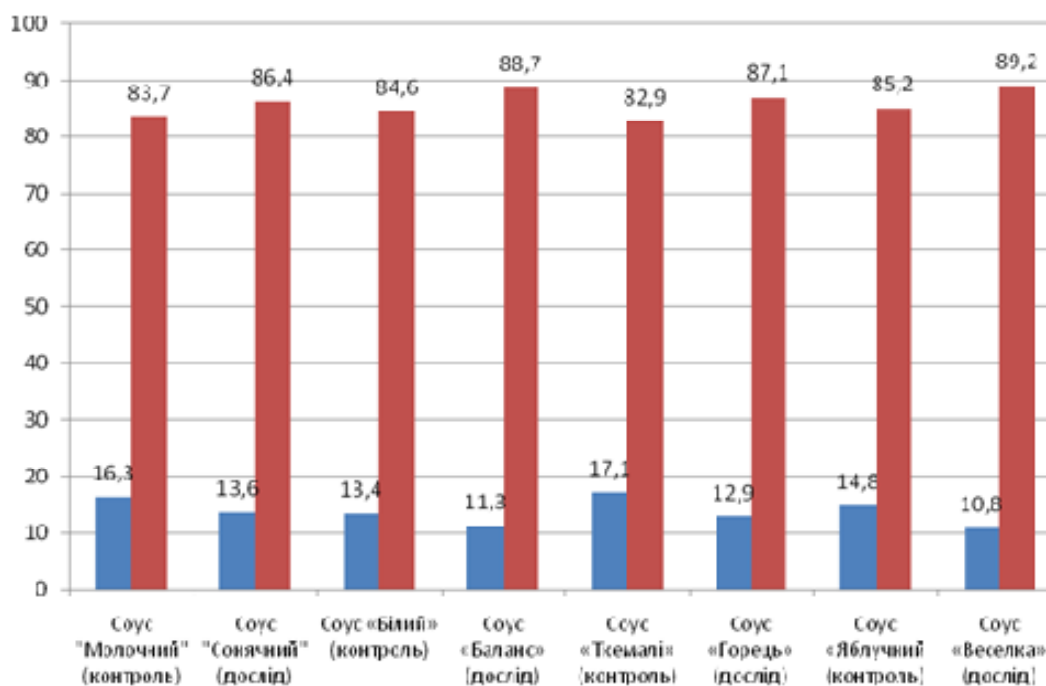


Рисунок 4.230 – Питомий вміст вільної і зв'язаної води у соусній продукції: ■ вільна волога; ■ зв'язана волога

Таблица 4.153

Питомий вміст зв'язаної води в соусній продукції

Зразки соусів	Співвідношення складових, % по масі		Питомий вміст зв'язаної води, гводи / гср
	сухих речовин	води	
«Молочний» (контроль)	14,2±0,53	85,8±3,61	6,04±0,27
«Сонячний» (дослід)	16,6±0,62*	83,4±3,24	5,02±0,21*
«Білий» (контроль)	15,6±0,51	84,4±3,55	5,41±0,24
«Баланс» (дослід)	18,1±0,47*	81,9±3,18	4,52±0,23*
«Ткемалі» (контроль)	13,5±0,41	86,5±3,11	6,41±0,29
«Горець» (дослід)	14,4±0,34	85,6±3,17	5,94±0,23*
«Яблучний» (контроль)	16,1±0,61	83,9±3,09	5,21±0,20
«Веселка» (дослід)	17,0±0,63	83,0±3,32	4,88±0,19*

Примітка. *Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

Утримувати вологу в нових соусах можливо за рахунок використання композиційної суміші дієтичних добавок (БЖД, гуміарабіку, пектину, лактату кальцію), що в комплексному використанні здатні утворювати полімерний каркас. Наявність молока та масла вершкового також сприяє кращому утриманню вологи. Це обумовлено утворенням нових активних центрів для зв'язування води, які утворюються при сполученні білків масла вершкового та молока з речовинами полісахаридної природи.

Враховуючи вищу здатність полісахаридів до гідратації, ніж БЖД, можна припустити, що формування вологоутримуючої здатності соусів належить більшою мірою полісахаридам, ніж білкам. Таким чином, збільшення вологоутримуючої здатності у розроблених соусах відбувається в результаті зміни кількості та якості водневих зв'язків, збільшення кількості гідрофільно активних центрів, утримання вільної вологи у просторовому трьохмірному каркасі полімерних гідроколоїдів. Це, в свою чергу, дозволяє знизити рухливість молекул води у розроблених соусах. Досліджено кислотність дослідних соусів, яка знаходиться на рівні контрольних зразків.

Дослідження реологічних показників соусів підтвердили покращення або відповідність контролю наступних реологічних показників: агрегативної і кінетичної стійкості, тиксотропності та термостабільності нової соусної продукції.

Встановлено, що ефективна в'язкість розроблених соусів при $t=20\pm 2^\circ\text{C}$ вища порівняно з контрольними зразками, що є наслідком збільшення вмісту сухих речовин (табл. 4.154). Так, соус "Сонячний", виготовлений на основі композиційної суміші, містить сухих речовин $16,6\pm 0,62$ ($P\leq 0,05$) і має ефективну в'язкість (при $\gamma=69\text{с}^{-1}$) – $0,59\pm 0,03$ Па·с, що на 16,9% та 1,5% вище за контроль. Соус "Баланс" містить сухих речовин $18,1\pm 0,47$ ($P\leq 0,05$), а ефективна в'язкість (при $\gamma=69\text{с}^{-1}$) складає $0,52\pm 0,03$, що на 16% і 4% вище за контроль. Для соусів "Горець" та "Веселка" відмічається схожа тенденція: вони містять $14,4\pm 0,34$ і $17\pm 0,63$ сухих речовин, а ефективна в'язкість (при $\gamma=69\text{с}^{-1}$) складає $0,42\pm 0,02$ і

0,31±0,02 Па·с ($P<0,05$), що на 6,6–7,0% за вмістом сухих речовин та 5% і 3% за ефективною в'язкістю вище за контрольні зразки відповідно.

Таблиця 4.154

Реологічні характеристики соусної продукції

Показник	Контроль	Дослід	Відхилення, %
Соус	"Молочний"	"Сонячний"	
Агрегативна стійкість, %	96,1±1,4	99,3±0,7	3,3
Кінетична стійкість, %	98,0±1,6	99,2±0,8	1,2
Тиксотропність, %	76,1±1,2	81,1±1,6*	6,6
Термостабільність, %	72,5±1,3	79,4±1,9*	9,5
Соус	"Білий"	"Баланс"	
Агрегативна стійкість, %	96,3±1,8	98,4±1,9	2,2
Кінетична стійкість, %	98,1±1,4	99,2±2,1	1,1
Тиксотропність, %	74,1±2,5	79,6±2,1*	7,4
Термостабільність, %	71,1±2,1	76,2±2,1*	7,2
Соус	"Ткемалі"	"Горець"	
Агрегативна стійкість, %	99,9±0,1	99,9±0,1	0,0
Кінетична стійкість, %	93,1±2,4	97,2±2,9	4,4
Тиксотропність, %	78,3±2,1	82,6±2,0*	5,5
Термостабільність, %	73,1±1,6	76,2±1,7*	4,2
Соус	"Яблучний"	"Веселка"	
Агрегативна стійкість, %	99,9±0,1	99,9±0,1	0,0
Кінетична стійкість, %	91,1±2,2	96,2±2,7*	5,6
Тиксотропність, %	76,2±2,8	83,1±2,9*	9,1
Термостабільність, %	74,8±2,1	79,6±2,2*	6,4

*Примітка.**Різниця з контролем є статистично достовірною ($P\leq 0,05$)

Для визначення термостабільності соусів у контрольних та дослідних зразках визначали ефективну в'язкість при температурі $20\pm 1^\circ\text{C}$. Потім нагрівали до температури $98\pm 2^\circ\text{C}$ протягом $(7-10)\cdot 60\text{c}$, постійно перемішуючи, після чого охолоджували до температури $20\pm 1^\circ\text{C}$ і визначали ефективну в'язкість. Співставляючи різниці в'язкостей, отримували відсоток незруйнованої структури харчових систем. Під час термообробки відбуваються складні зміни фізико-хімічних, структурно-механічних і біологічних властивостей харчових систем, зокрема перехід нерозчинного протопектину в розчинний пектин.

Ефективна в'язкість розроблених соусів до і після термообробки за швидкості зсуву 10 c^{-1} для соусу "Молочний" становила 1,95 і 1,52, "Білий" – 1,38 і 1,13, "Ткемалі" – 1,81 і 1,43, "Яблучний" – 2,83 і 2,31 Па·с. Цей же показник становив за тієї ж швидкості зсуву у дослідних системах соусів: "Сонячний" – 2,05 і 1,73, "Баланс" – 1,38 і 1,21, "Горець" – 1,82 і 1,55, "Веселка" – 2,84 і 2,56 Па·с відповідно (рис. 4.231–4.233).

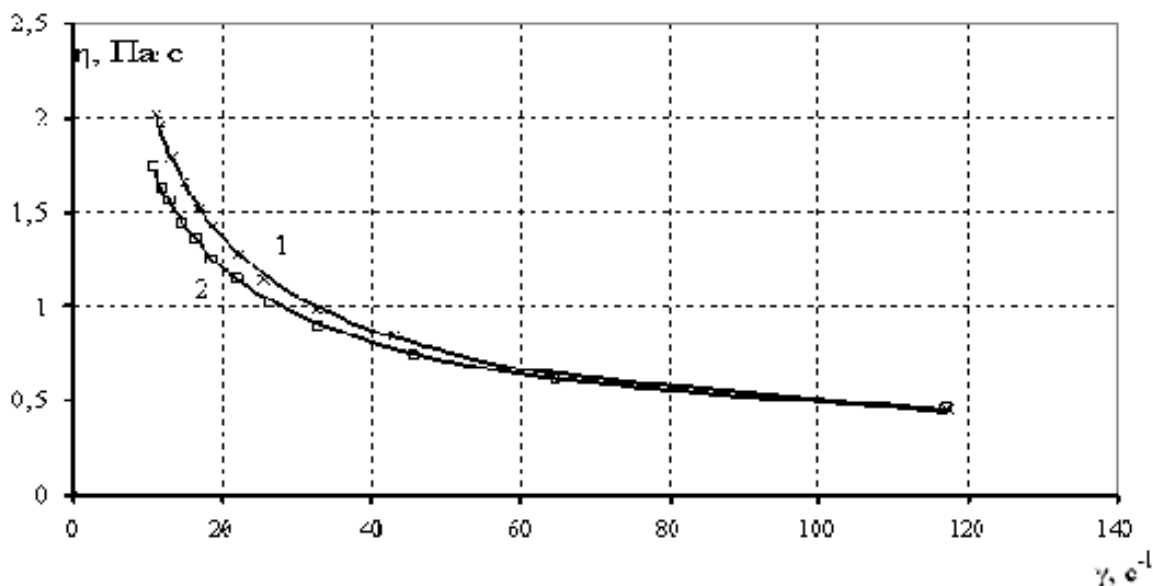


Рисунок 4.231 – Ефективна в'язкість соусу "Сонячний" за різної швидкості зсуву: 1 – до термообробки; 2 – після термообробки

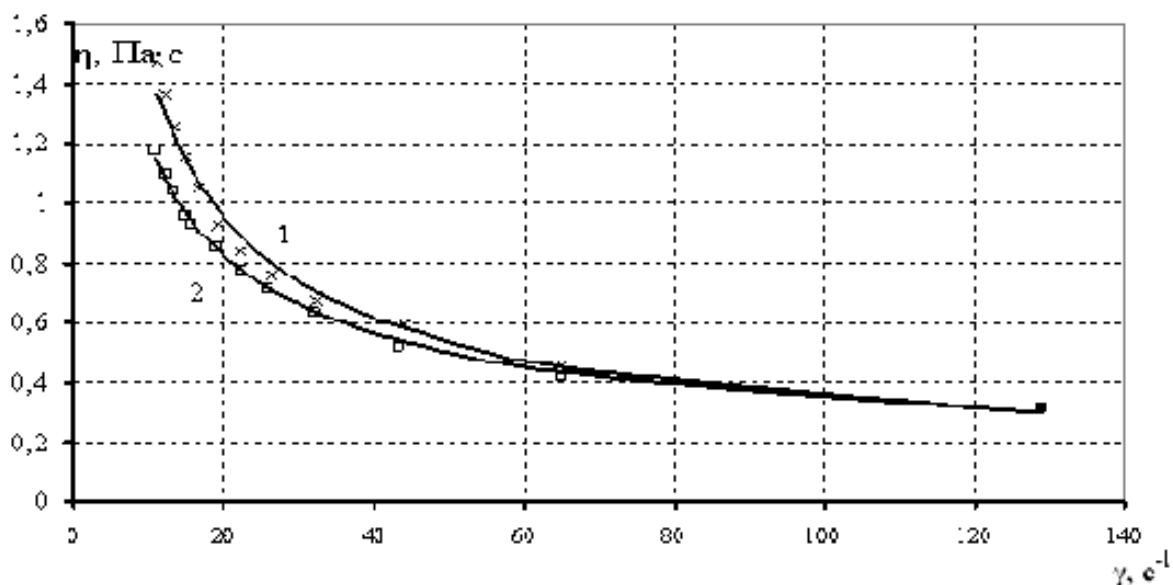


Рисунок 4. 232 – Ефективна в'язкість соусу "Баланс" за різної швидкості зсуву: 1 – до термообробки; 2 – після термообробки

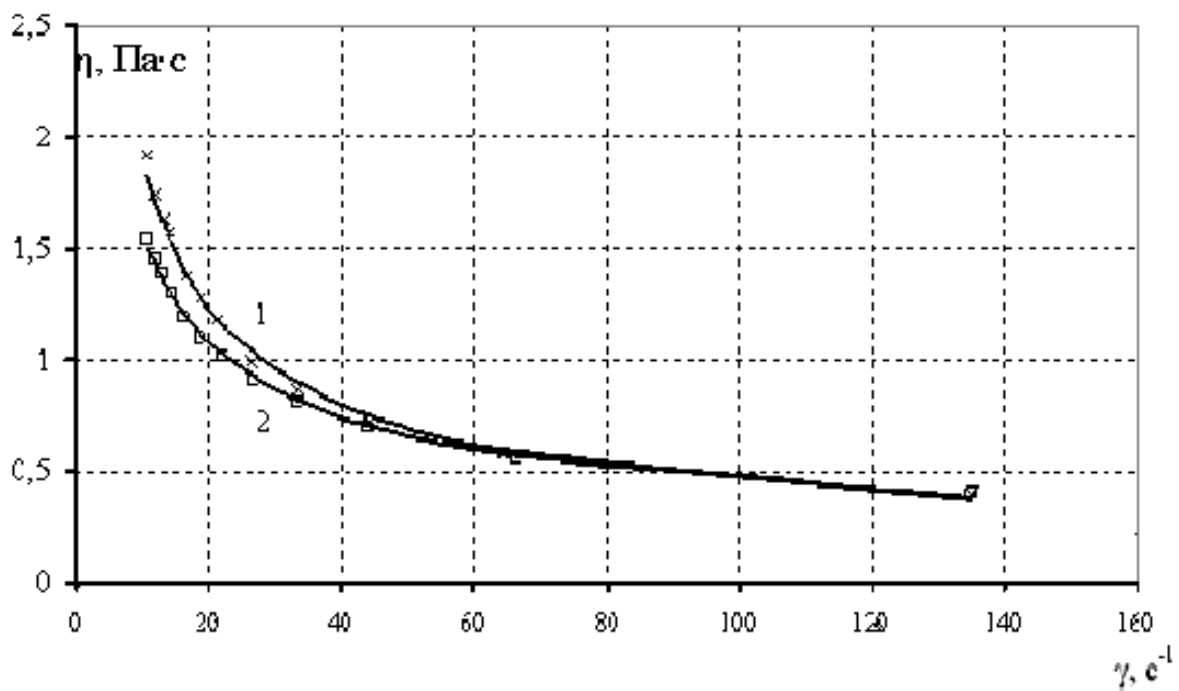


Рисунок 4.233 – Ефективна в'язкість соусу "Горець" за різної швидкості зсуву:
1 – до термообробки; 2 – після термообробки

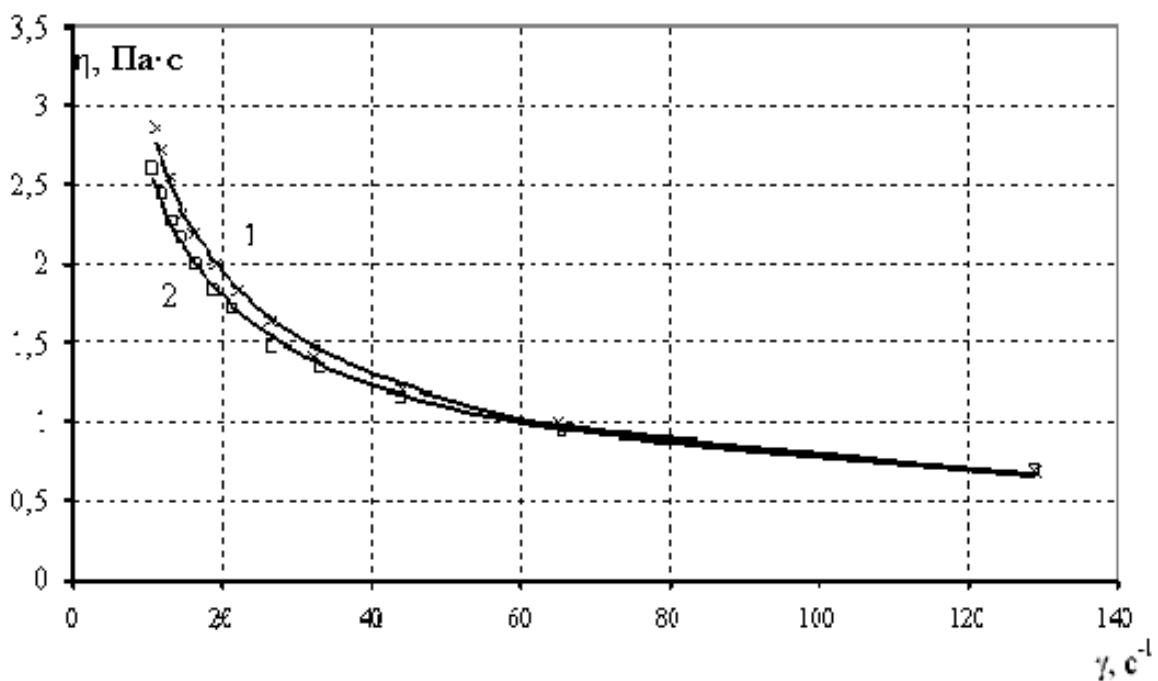


Рисунок 4.234 – Ефективна в'язкість соусу "Веселка" за різної швидкості зсуву:
1 – до термообробки; 2 – після термообробки

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать, що розроблені соуси за органолептичними, фізико-хімічними показниками, ефективною

в'язкістю, тиксотропністю, седиментаційною та агрегативною стійкістю відповідають вимогам до соусної продукції.

Експериментальні дані свідчать, що використання в технології соусів частки традиційної рослинної сировини та введення нетрадиційних сировинних компонентів – дієтичних добавок (білково-жирової добавки, гуміарабіку, пектину та лактату кальцію), які містять біологічно активні речовини, зумовлюють позитивні зміни хімічного складу готового харчового продукту.

Дослідження харчової цінності соусної продукції з використанням композиційної суміші дієтичних добавок показало, що кількість білку, жиру та вуглеводів полісахаридної будови зростає порівняно з контролем (табл. 4.155). Експериментально встановлено, що загальний вміст білку підвищився у соусах: "Сонячний" – у 2,3 рази, "Баланс" – 2,5 рази, "Горець" – у 3 рази, "Веселка" – у 3,8 рази порівняно з контролем (різниця з контролем достовірна).

Таблиця 4.155

Харчова та енергетична цінність соусів із використанням композиційної суміші, г/100 г

Соус	Показник				
	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи	Енергетична цінність, кКал
"Молочний"	85,80±1,32	2,00±0,08	6,00±0,11	7,04±0,31	92,86±2,52
"Сонячний"	83,40±1,21	4,74±0,11*	6,58±0,12*	11,53±0,35*	127,90±4,45
"Білий"	84,40±1,54	1,27±0,05	2,89±0,05	5,43±0,21	54,35±1,56
"Баланс"	81,80±1,34	3,20±0,13*	3,30±0,04*	10,10±0,23*	85,22±2,45
"Ткемалі"	86,50±1,52	0,8±0,01	0,10±0,003	14,2±0,34	62,43±1,45
"Горець"	85,60±1,65	2,36±0,05*	1,85±0,03*	17,60±0,38*	99,04±3,1
"Яблучний"	83,90±1,82	0,60±0,01	0,10±0,003	22,10±0,42	94,00±2,57
"Веселка"	83,00±1,67	2,15±0,05*	1,82±0,03*	25,50±0,45*	130,29±4,32

*Примітка.**Різниця з контролем є статистично достовірною (P < 0,05)

Відмічено збільшення вмісту жиру на 9,7 %, 14,2 %, на 1,84 г, і 1,81 г у розроблених соусах, відповідно до контролю (різниця з контролем достовірна).

Збільшення вмісту білку, жиру і вуглеводів у нових соусах пояснюється використанням у технології композиційної суміші дієтичних добавок. Вміст вуглеводної складової також збільшився: у соусах "Сонячний" – на 63,7%, "Баланс" – 86,0%, "Горець" – 23,9%, "Веселка" – 15,3%.

Відмічено підвищення енергетичної цінності нових соусів: "Сонячний" – на 37,7%, "Баланс" – 56,8%, "Горець" – 58,6%, "Веселка" – 38,6% порівняно з контролем за рахунок використання композиційної суміші дієтичних добавок (рис. 4.235), що дозволить корегувати енергетичну цінність страв і харчових раціонів. Експериментально у білку визначено 18 амінокислот, при цьому сумарна кількість незамінних амінокислот складає для соусів: "Сонячний" – 41,0%, "Баланс" – 37,3%, "Горець" – 32,0%, "Веселка" – 35,9% від їх загальної кількості, що характеризує соусну продукцію як продукт з високою біологічною цінністю.

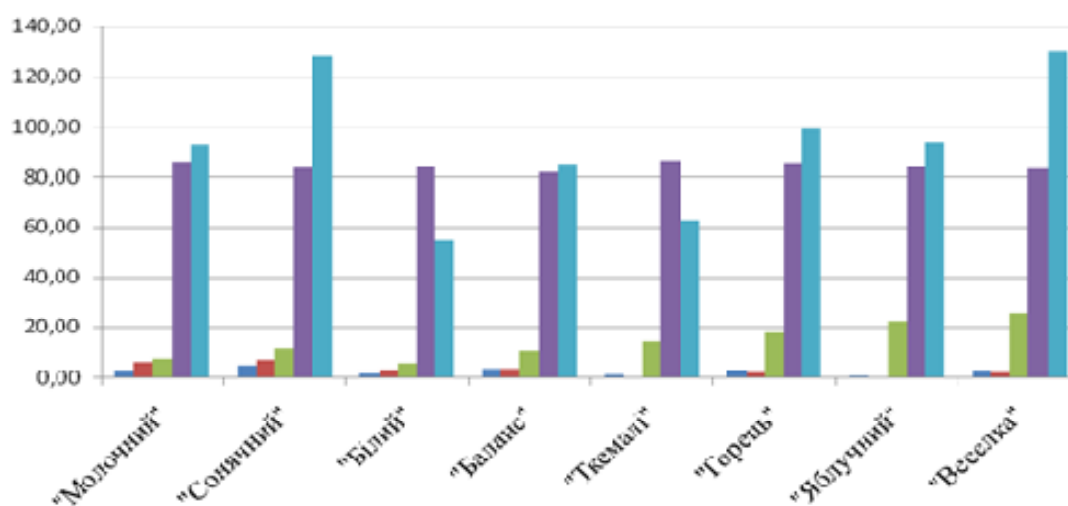


Рисунок 4.235 – Харчова та енергетична цінність соусів: ■ білки; ■ жири; ■ вуглеводи; ■ вода; ■ енергетична цінність

Біологічну цінність білка за амінокислотним скором оцінювали шляхом порівняння його з амінокислотним скором "ідеального білка". Аналіз даних показує, що за рівнем вмісту амінокислот відносно ідеального білку відбувається зниження амінокислотного скору суми метіоніну + цистину (соус "Сонячний" – до 94,3, "Баланс" – 91,4, "Горець" – 79,1, "Веселка" – 87,7) та треоніну ("Горець" – 87,0) (рис. 4.236).

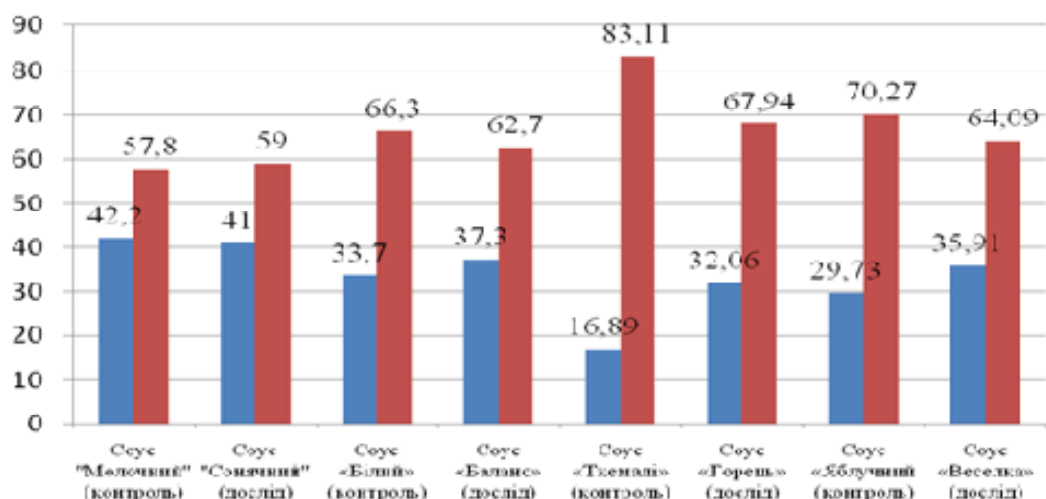


Рис. 4.236 – Амінокислотний склад соусів з використанням композиційної суміші дієтичних добавок: ■ незамінні амінокислоти, %; ■ замінні амінокислоти

Для біологічно повноцінних білків обов'язковим є не тільки присутність всіх незамінних кислот, але й їх збалансованість. Для визначення збалансованості незамінних амінокислот здійснено розрахунки згідно існуючих методик за "триптофановим" та "треоніновим" індексами (табл. 4.156 – 4.158).

Таблиця 4.156

Характеристика амінокислотного складу соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок

Найменування амінокислот	Шкала ФАО/ВОЗ	Соус "Сонячний"		Соус "Баланс"		Соус "Горіць"		Соус "Веселка"	
	мг/1 г білка	мг/1 г білка	Амінокислотний скор	мг/1 г білка	Амінокислотний скор	мг/1 г білка	Амінокислотний скор	мг/1 г білка	Амінокислотний скор
Лейцин+ізолейцин	110,0	142,0	129,1	132,0	120,0	110,9	100,8	127,7	116,1
Лізин+гістидин	55,0	102,0	185,5	91,0	165,5	78,0	141,8	88,9	161,6
Валін	50,0	60,0	120,0	60,0	120,0	52,7	105,4	58,3	116,6
Триптофан	10,0	16,0	160,0	16,0	160,0	13,6	136,0	12,7	127,0
Треонін	40,0	46,0	115,0	42,0	105,0	34,8	87,0	40,1	100,3
Фенілаланін+тирозин	60,0	99,0	165,0	79,0	131,7	68,0	113,3	74,3	123,8
Метіонін+цистин	35,0	33,0	94,3	32,0	91,4	27,7	79,1	30,7	87,7

Таблиця 4.157

Збалансованість незамінних амінокислот соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок за “триптофановим” індексом

Амінокислота	Стандартна шкала ФАО/ВООЗ	Соус "Сонячний"	Соус "Баланс"	Соус "Горець"	Соус "Веселка"
Треонін	2–3	2,88	2,63	2,56	3,16
Лізін+гістидин	3–5	6,38	5,69	5,81	7,00
Валін	4	3,75	3,75	3,88	4,59
Лейцин+ізолейцин	7–10	8,88	8,25	8,15	10,06
Фенілаланін	2–4	3,25	2,94	3,04	3,53
Метіонін	2–4	1,38	1,00	1,08	1,14
Триптофан	1	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблиця 4.158

Збалансованість незамінних амінокислот соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок за "треоніновим" індексом

Амінокислота	Стандартна шкала ФАО/ВООЗ	Соус "Сонячний"	Соус "Баланс"	Соус "Горець"	Соус "Веселка"
Треонін	1	1,00	1,00	1,00	1,00
Лізін+гістидин	1,1	2,22	2,17	2,27	2,22
Валін	1,5	1,30	1,43	1,51	1,45
Лейцин+ізолейцин	3,1	3,09	3,14	3,19	3,18
Фенілаланін	1,1	1,13	1,12	1,19	1,12
Метіонін	0,7	0,48	0,38	0,42	0,36
Триптофан	0,25	0,35	0,38	0,39	0,32

Результати розрахунку збалансованості амінокислот у соусах за допомогою визначення «триптофанового» індексу показують, що за співвідношенням недостатньо валіну та метіоніну (у соусі "Веселка" валіну більше за норму), але білок перевантажений сумою лізину та гістидину. За "триптофановим" індексом білок є збалансованим. Результати розрахунку збалансованості амінокислот у соусах за визначенням "треонінового" індексу показують, що за співвідношенням недостатньо валіну (виключення – соус "Горець") та метіоніну, але білок перевантажений сумою лізину + гістидину і триптофаном. За "треоніновим" індексом білок є збалансованим.

При виробництві традиційних і розроблених соусів ми використовували вершкове масло, композиційну суміш дієтичних добавок, борошно пшеничне вищого гатунку, які містять значну частку жиру. У зв'язку з цим визначено жирнокислотний склад ліпідних фракцій соусної продукції.

Особливий інтерес у вивченні жирнокислотного складу представляє наявність мононенасичених та поліненасичених жирних кислот (рис. 4.237). Аналіз одержаних даних показав, що домінуючими для соусу "Сонячний" і "Баланс" є насичені жирні кислоти: 66,4% і 59,9% від загальної кількості жиру, превалюючими серед яких є пальмітинова – 26,4 і 25,2%, стеаринова – 11,6 і 11,3% і міристинова – 8,6 і 7,8%.

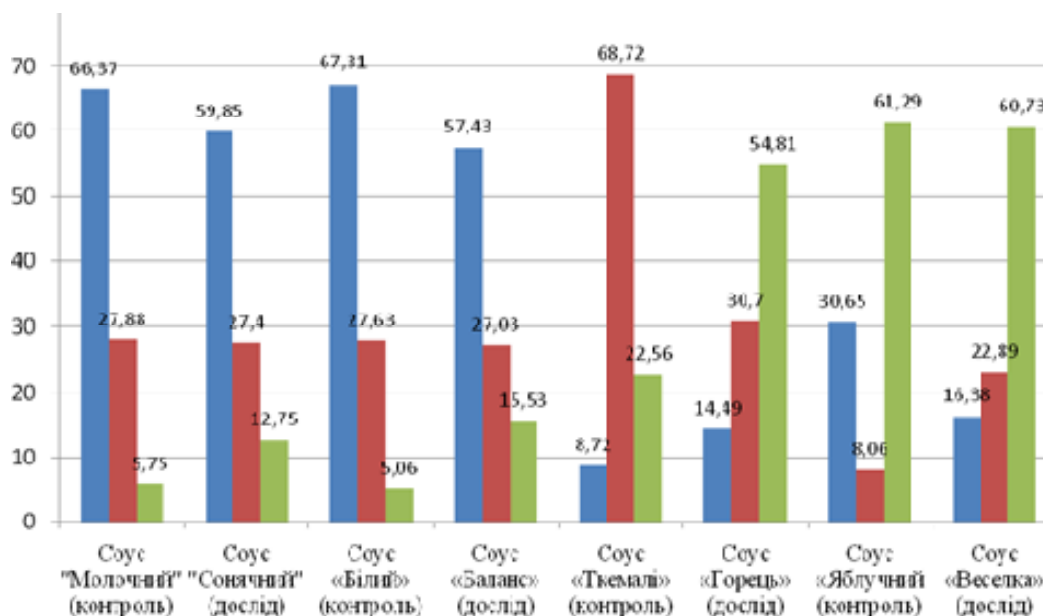


Рисунок 4.237 – Жирнокислотний склад соусної продукції: ■ насичені кислоти,%; ■ мононенасичені кислоти; ■ поліненасичені кислоти,%

Такий вміст насичених жирних кислот в основному обумовлений тим, що соуси містять вершкове масло. Серед мононенасичених і поліненасичених домінують олеїнова – 26,6 і 25,9% та ленолева – 10,7 і 13,5% від загальної кількості жирних кислот. У соусах "Горець" та "Веселка" домінують поліненасичені та мононенасичені жирні кислоти: лінолева – 48,7 і 53,3%, олеїнова – 30,3 і 22,6% відповідно. Насичені жирні кислоти представлені в

основному пальмітиною – 10,8 і 12,3% та стеариною – 3,5 і 3,8% від загальної кількості жирних кислот. Водночас структурно змінюється кількісний і якісний склад вуглеводів у розроблених соусів: збільшується кількість харчових волокон (табл. 4.159).

Таблиця 4.159

Склад полісахаридів соусної продукції на основі композиційної суміші, г/100 г

Соус	Загальна кількість	Моно- і дисахариди	Крохмаль та декстрини	Харчові волокна
"Молочний"	7,04±0,21	3,37±0,11	3,57±0,11	0,1±0,004
"Сонячний"	11,53±0,32	3,42±0,13	0,61±0,02	7,5±0,23
"Білий"	5,43±0,11	1,49±0,05	3,84±0,10	0,1±0,004
"Баланс"	10,1±0,22	1,48±0,05	1,12±0,03	7,5±0,22
"Ткемалі"	14,2±0,23	11,5±0,43	2,1±0,04	0,6±0,01
"Горець"	17,6±0,33	9,5±0,33	0,2±0,01	7,9±0,21
"Яблучний"	22,1±0,85	19,2±0,62	2,1±0,06	0,8±0,01
"Веселка"	25,5±0,97	17,3±0,58	0,2±0,005	8,0±0,31

*Примітка.**Різниця з контролем є статистично достовірною (P< 0,05)

Вміст полісахаридів у розроблених соусах зростає: "Сонячний" – у 2,2 раза, "Баланс" – у 2,2 раза, "Горець" – у 3 раза, "Веселка" – у 2,8 раза. Полісахариди становлять значну кількість вуглеводів соусної продукції, основна частина яких, у контрольних зразках, припадає на крохмаль. Композиційна суміш дієтичних добавок містить значно менше крохмальних речовин, ніж борошно пшеничне та крохмалі.

У зв'язку з цим, при повній заміні борошна вищого гатунку та крохмалю на композиційну суміш, у дослідних зразках спостерігається зменшення крохмальних речовин на 83%, 71%, 91%, 91% порівняно з контролем і зростає кількість харчових волокон на порядок.

Особливої уваги заслуговує збільшення кількості харчових волокон у дослідних зразках порівняно з контрольними: на 7,4 г, – у соусах "Сонячний" та "Баланс", 7,3 і 7,2 г – "Горець" та "Веселка" відповідно. Це відбувається,

здебільшого, за рахунок збільшення вмісту пектину та гуміарабіку, які містяться в композиційній суміші.

Мінеральні речовини відіграють важливу роль в обмінних процесах організму людини. Вони входять як пластичний матеріал в опорні тканини – кістки, хрящі, зуби, беруть участь у кровотворенні (залізо, кобальт, мідь, марганець, нікель); впливають на водний обмін, впливають на осмотичний тиск плазми крові, є складовими частинами ряду гормонів, вітамінів, ферментів. Збагачення соусної продукції мінеральними речовинами за рахунок використання природної сировини, яка містить значну їх кількість, має велике соціальне значення.

Слід зазначити, що необхідною умовою до розроблених соусів є здатність посилювати захисні функції організму людини, за рахунок підвищеної кількості визначених мінеральних речовин. У зв'язку з цим, використання композиційної суміші дієтичних добавок у технології соусів впливає на покращення їх харчової цінності (зростання вмісту мінеральних речовин у їхньому складі) (табл. 4.160).

Аналізуючи кількісний склад мікро- та макроелементів, слід відзначити підвищення рівня вмісту калію (у соусі "Сонячний" – у 1,9 раза, "Баланс" – 4,3 раза, "Горець" – 1,25 раза, "Веселка" – 1,54 раза), кальцію ("Сонячний" – 3,3 раза, "Баланс" – на 265 мг, "Горець" – у 14,7 разів, "Веселка" – у 24 раза), магнію ("Сонячний" – у 1,7 раза, "Баланс" – 1,9 раза, "Горець" – 2,2 раза, "Веселка" – 2,7 раза), фосфору ("Сонячний" – на рівні контролю, "Баланс" – у 1,6 раза, "Горець" – 2,5 раза, "Веселка" – 2,9 раза), заліза ("Сонячний" – у 9 разів, "Баланс" – 2,7 раза, "Горець" – 2,2 раза, "Веселка" – 1,6 раза) відносно контролю, що є важливим, оскільки сприяє підвищенню імунітету та резистентності організму до несприятливих факторів навколишнього середовища.

З підвищенням вмісту мінеральних речовин у соусах зростає задоволення добової потреби організму людини у визначених нутрієнтах (табл. 4.161).

Вміст мінеральних речовин у соусах функціонального призначення

Соус	Калій, мг/ 100 г	Кальцій, мг/ 100 г	Магній, мг/ 100 г	Фосфор, мг/ 100 г	Залізо, мкг/ 100 г
Соус "Молочний" (контроль)	151,4±4,3	112,9±3,4	18,9±0,4	103,0±3,1	392,1±7,4
Соус "Сонячний" (дослід)	284,0±5,7	376,0±7,6	31,9±0,1	103,2±3,1	3491,4±8,8
Різниця, %	87,6	233,0	68,6	0,2	794,9
Соус "Білий" (контроль)	20,0±0,5	4,0±0,1	6,3±0,1	21,1±0,6	300,2±9,5
Соус "Баланс" (дослід)	85,9 0±2,1	269,0±8,1	12,0±0,1	32,9±0,7	810,3±10,3
Різниця, %	329,5	6640,6	91,7	56,3	170,0
Соус "Ткемалі" (контроль)	214,0±6,5	20,0±0,5	9,0±0,1	20,0±0,6	500,2±13,6
Соус "Горець" (дослід)	268,0±6,8	295,4±6,9	19,7±0,2	49,0±1,8	1225,6±18,5
Різниця, %	24,8	1376,8	118,3	144,8	145,0
Соус "Яблучний" (контроль)	124,0±3,8	12,0±0,3	7,0±0,1	17,0±0,3	1301,3±15,9
Соус "Веселка" (дослід)	190,6±4,3	290,4±9,1	19,0±0,8	49,0±1,8	2104,8±24,6
Різниця, %	53,7	2319,6	171,4	187,9	61,5

Примітка.*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

**Задоволення добової потреби у мінеральних елементах при споживанні
100 г соусної продукції**

Соус	Задоволення добової потреби, %				
	Калій, мг/ 100 г	Кальцій, мг/ 100 г	Магній, мг/ 100 г	Фосфор, мг/ 100 г	Залізо, мг/ 100 г
Добова потреба	2000,0	1200,0	300- 350,0	800-1200,0	15,0
Соус "Молочний" (контроль)	7,6	9,4	5,4	10,6	2,6
Соус "Сонячний" (дослід)	14,2	31,3	10,1	10,6	23,3
Соус "Білий" (контроль)	1,0	0,3	1,8	1,8	2,0
Соус "Баланс" (дослід)	4,3	22,4	3,4	2,7	5,4
Соус "Ткемалі" (контроль)	10,7	1,7	2,6	1,7	3,3
Соус "Горець" (дослід)	13,4	24,6	5,6	4,1	10,2
Соус "Яблучний" (контроль)	6,2	1,0	2,0	1,4	8,7
Соус "Веселка" (дослід)	10,5	24,2	5,4	4,1	14,0

Примітка.*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

Дослідженням мінерального складу визначено, що розроблені соуси мають вищий вміст макро- і мікроелементів порівняно з традиційними аналогами і за кількісним вмістом мінеральних речовин можуть бути віднесені до продуктів функціонального призначення. Їх можна рекомендувати до використання в оздоровчо-профілактичному харчуванні для всіх верств населення як харчові продукти функціонального призначення.

Аналіз вітамінного складу розроблених соусів виявив зростання вітамінів у соусах: "Сонячний" (ніацину – на 33%, тіаміну – 45,5%, рибофлавіну –18%, аскорбінової кислоти – 154%, каротиноїдів – у 4,2 рази порівняно з контролем), "Баланс" (ніацину – на 40,0%, тіаміну – 104,0%, рибофлавіну – 36,0%, аскорбінової кислоти – 55,0%, каротиноїдів – на 23%), "Горець" (ніацину – на 85,0 %, тіаміну – 83,3%, рибофлавіну – у 2,1 раза, аскорбінової кислоти – на 7%, каротиноїдів – у 2,3 раза), "Веселка" (ніацину – у 2,4 раза, тіаміну – у 6.3 раза, рибофлавіну – на 60,0%, аскорбінової кислоти – на 7%, каротиноїдів – у 2,3 рази відповідно) (табл. 4.162).

Таблиця 4.162

Вміст вітамінів та вітаміноподібних речовин у соусній продукції

Соус	Показник				
	Каротиноїди мг/100г	Тіамін (В1), мг/100г	Рибофлавін (В2), мкг/100г	Ніацин (РР), мг/100г	Аскорбінова кислота (С), мг/100г
Соус "Молочний"	0,140±0,001	0,055±0,001	0,143±0,002	0,200±0,002	1,300±0,03
Соус "Сонячний"	0,605±0,002*	0,080±0,001*	0,169±0,002*	0,266±0,002*	3,30±0,09*
Рівниця, %	1400,0	45,5	18,2	33,0	153,8
Соус "Білий"	0,130±0,001	0,025±0,001	0,013±0,001	0,100±0,001	0,200±0,007
Соус "Баланс"	0,160±0,001*	0,051±0,00*	0,017±0,001*	0,140±0,001*	0,310±0,01*
Рівниця, %	23,1	104,0	36,0	40,0	55,0
Соус "Ткемалі"	0,100±0,001	0,060±0,0011	0,010±0,001	0,600±0,02	1,600±0,027
Соус "Горець"	0,230±0,002*	0,110±0,001*	0,021±0,002*	1,110±0,03*	1,710±0,03*
Рівниця, %	130,0	83,3	110,0	85,0	6,9
Соус "Яблучний"	0,100±0,001	0,010±0,001	0,020±0,002	0,380±0,009	1,800±0,039
Соус "Веселка"	0,230±0,002*	0,063±0,002*	0,032±0,002*	0,920±0,02*	1,920±0,04*
Рівниця, %	130,0	530,0	60,0	142,1	6,7

Примітка.*Рівниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

Підвищений вміст вітамінів та вітаміноподібних сполук (каротиноїдів, тіаміну, ніацину, рибофлавіну, аскорбінової кислоти) у дослідних зразках пояснюється наявністю в їх складі композиційної суміші дієтичних добавок.

Необхідно підкреслити, що забезпечення добової потреби у вітамінах за рахунок нових соусів можливе: каротиноїдами – до 20%, тіаміном, ніацином, рибофлавіном, аскорбіновою кислотою – до 10%. За узагальненими результатами експериментальних досліджень встановлено, що розроблені соуси "Сонячний", "Баланс", "Горець" та "Веселка" мають більш високий вміст вітамінів та вітаміноподібних речовин ніж традиційні соуси. Таким чином, підвищення вмісту вищезазначених вітамінів у соусах з використанням композиційної суміші дієтичних добавок дає змогу прогнозувати, що нова соусна продукція сприятиме підвищенню імунітету та резистентності організму до несприятливих факторів навколишнього середовища.

Показники безпечності, якість соусів функціонального призначення при зберіганні

Внаслідок високого вмісту вологи соуси є сприятливим середовищем для розвитку мікрофлори. Враховуючи швидке псування сировини і сприятливі природні умови розвитку мікрофлори у соусах, високий вміст вологи (80-90%), контроль загального мікробіологічного обсіменіння і визначення наявності патогенних бактерій є обов'язковим етапом дослідження соусів.

Встановлено, що волога у складі соусів знаходиться переважно у зв'язаному стані в результаті використання комплексоутворюючих речовин – композиційної суміші дієтичних добавок, що сприяє зниженню активності води та швидкості фізико-хімічних реакцій. У зв'язку з різноманітністю процесів, які відбуваються при зберіганні соусів, визначення ступеня їх свіжості проводили за органолептичними та мікробіологічними показниками, враховуючи, що зміни якості соусів при лабораторному дослідженні виявляються краще, ніж при сенсорному аналізі. За санітарними нормами максимальний термін зберігання соусів не має перевищувати 24 год з моменту закінчення

технологічного процесу при температурі 2–4°C. У зв'язку з цим проведено мікробіологічні дослідження щодо доброякісності традиційних і нових соусів. Дослідні та контрольні зразки піддавали зберіганню в холодильній шафі до 48 год при температурі 4°C і відносній вологості повітря 75%.

Для визначення мікробіологічної безпеки нових соусів на основі композиційної суміші дослідним шляхом визначали загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ) у 1 г готової продукції, наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП) та інші мікроорганізми. Контролем слугували соуси, виготовлені за традиційною технологією (за мікробіологічними показниками повинні відповідати вимогам МБВ № 5061, ГСТУ 18.06, зазначеним у табл. 4.163).

Таблиця 4.163

Мікробіологічні показники якості соусної продукції, (t = 4°C, φ = 75%)

Показник	Соуси	Норма	Фактичний вміст в соусах, год.			
			0	12	24	48
Кількість МАФАнМ, КУО в 1 г	"Молочний"	1 · 10 ⁴	1.40 · 10 ²	2.23 · 10 ²	3.61 · 10 ²	5.41 · 10 ²
	"Сонячний"		1.31 · 10 ²	2.04 · 10 ²	3.42 · 10 ²	5.03 · 10 ²
	"Білий"		1.37 · 10 ²	2.15 · 10 ²	2.96 · 10 ²	5.47 · 10 ²
	"Баланс"		1.32 · 10 ²	2.06 · 10 ²	2.62 · 10 ²	5.31 · 10 ²
	"Ткемалі"		1.31 · 10 ²	1.94 · 10 ²	2.84 · 10 ²	5.12 · 10 ²
	"Торець"		1.25 · 10 ²	1.86 · 10 ²	2.56 · 10 ²	4.74 · 10 ²
	"Яблучний"		1.38 · 10 ²	2.18 · 10 ²	2.88 · 10 ²	5.33 · 10 ²
	"Веселка"		1.31 · 10 ²	2.07 · 10 ²	2.62 · 10 ²	4.66 · 10 ²
БГКП (коліформи), в 1 г	Соуси	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії р. Salmonella, в 25 г	Соуси	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Staphylococcus Aureus, в 1 г	Соуси	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Proteus, в 1 г	Соуси	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісняві гриби, КОЕ	Соуси	Не більше 10	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

При дослідженні термінів зберігання розроблених соусів встановлено, що кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів після зберігання ($t=4^{\circ}\text{C}$, 24 год) становить $1,86\text{--}2,07 \cdot 10^2$, що на 6–9% менше порівняно з контролем. Соуси після зберігання протягом 48 год. також відповідають вимогам до мікробіологічних норм безпечності харчової продукції.

На нашу думку збільшення частки сухих речовин і зв'язаної вологи сприяє підвищенню осмотичного тиску й уповільненню розвитку мікроорганізмів. Зв'язана волога, на відміну від вільної, недоступна мікроорганізмам, тому зі зменшенням частки вільної вологи або переведенням її у зв'язану розвиток мікрофлори у харчових продуктах пригнічується.

У результаті досліджень контрольних і дослідних зразків соусів фосфорорганічних пестицидів не виявлено. За вмістом важких металів соуси функціонального призначення відповідають МБВ № 5061 (табл. 4.164).

Таблиця 4.164

Вміст важких металів та миш'яку в соусній продукції

Соуси	Вміст важких металів, мг/кг*					
	Свинець (Pb)	Кадмій (Cd)	Миш'як (As)	Мідь (Cu)	Ртуть (Hg)	Цинк (Zn)
"Молочний"	0.02	Не виявлено	Не виявлено	0.10	Не виявлено	0.40
"Сонячний"	0.02	Не виявлено	Не виявлено	0.05	Не виявлено	0.42
"Білий"	0.03	Не виявлено	Не виявлено	0.11	Не виявлено	0.51
"Баланс"	0.03	Не виявлено	Не виявлено	0.12	Не виявлено	0.53
"Ткемалі"	0.03	Не виявлено	Не виявлено	0.12	Не виявлено	0.60
"Горець"	0.03	Не виявлено	Не виявлено	0.12	Не виявлено	0.50
"Яблучний"	0.02	Не виявлено	Не виявлено	0.12	Не виявлено	0.40
"Веселка"	0.02	Не виявлено	Не виявлено	0.11	Не виявлено	0.36

Примітка. * ГДР, мг/кг: Pb – 0,1; Cu – 0,5; Zn – 3,0.

Результатами проведених досліджень встановлено, що мікробіологічні показники як контрольних зразків, так і розроблених соусів функціонального призначення протягом встановлених термінів зберігання відповідали "Медико-біологічним вимогам і санітарним нормам качества

продовольственного сырья и пищевых продуктов” № 5061 від 01.08.89 р., що свідчить про безпеку нових соусів у межах строку зберігання. Встановлено умови зберігання розроблених соусів ($t = 4\text{оС}$, $\phi = 75\%$, $T \leq 24$ год). На соуси функціонального призначення отримано позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-06/43755 від 17.07.2009 р.

Одними з основних показників якості продукції при зберіганні є органолептичні. Досліджували органолептичні показники свіжовиготовлених та через 6, 12 і 24 год зберігання у контрольних та розроблених соусах з використанням композиційної суміші (рис. 4.238).

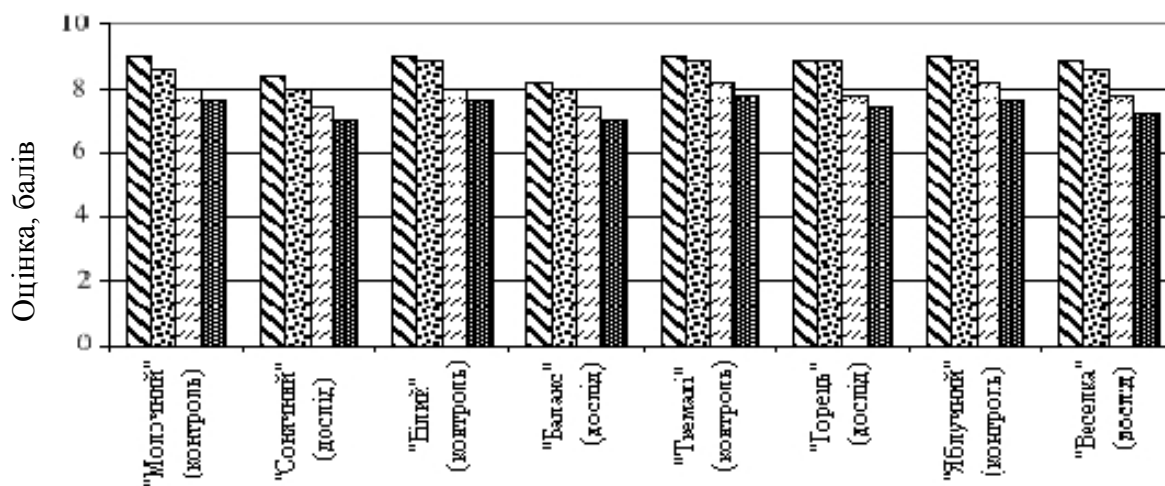


Рисунок 4.238 – Динаміка дегустаційної оцінки соусів під час зберігання, балів:
 ▨ свіжо виготовлені; ▩ термін зберігання 6 год; ▪ термін зберігання 12 год;
 ▫ термін зберігання 24 год

Перші 6 год зберігання соусів практично не впливали на органолептичні показники контрольних і дослідних зразків. Органолептична оцінка для свіжовиготовлених контрольних зразків соусів склала: "Молочний" – $8,77 \pm 0,15$, "Білий" – $8,78 \pm 0,15$, "Ткемалі" – $8,79 \pm 0,15$, "Яблучний" – $8,80 \pm 0,15$ бала; для дослідних: "Сонячний" – $8,54 \pm 0,18$, "Баланс" – $8,61 \pm 0,18$, "Горець" – $8,51 \pm 0,18$, "Веселка" – $8,56 \pm 0,18$ бала.

Після 12 год зберігання органолептична оцінка традиційних соусів становила відповідно: $8,75 \pm 0,15$, $8,76 \pm 0,15$, $8,74 \pm 0,15$, $8,55 \pm 0,18$ бала, а дослідних $8,54 \pm 0,18$,

8,61±0,18, 8,50±0,18, 8,55±0,18. Зниження органолептичної оцінки за всіма показниками під час зберігання соусів протягом 12 год відбувалося в основному на 0,61–0,72 бали як в контрольних, так і дослідних зразках. Після 24 год зберігання органолептичні показники контрольних та дослідних соусів знизилися на 0,65 – 0,73 бала порівняно з показниками зразків, які зберігалися протягом 12 год.

Відмічено, що значення органолептичної оцінки розроблених соусів після 24 год зберігання соусів становлять: "Сонячний" – 7,22±0,11, "Баланс" – 7,29±0,14, "Горець" – 7,18±0,12, "Веселка" – 7,23±0,14 бала, а контрольних зразків – 7,43±0,12, 7,44±0,14, 7,42±0,11, 7,42±0,12 бала відповідно.

Показники тиксотропності, агрегативної та кінетичної стійкості в контрольних і дослідних зразках залишалися практично незмінними під час всього терміну зберігання.

За результатами проведених досліджень визначено, що за органолептичною оцінкою, фізико-хімічними, реологічними показниками та показниками безпечності нові соуси протягом встановленого терміну зберігання знаходилися на достатньо високому рівні і відповідають харчовій продукції високої якості.

На основі органолептичних, фізико-хімічних показників та показників хімічного складу з урахуванням коефіцієнтів вагомості визначено комплексні показники якості соусів функціонального призначення (табл. 4.165). Як еталон для соусів визначено умовний продукт, який відповідає поставленим науковим завданням: створити продукт харчування функціонального призначення з підвищеним вмістом нутрієнтів, що забезпечує 25% добової потреби у них. При розрахунку комплексного показника якості приймається до уваги безпечність розроблених продуктів (мікробіологічні показники, вміст солей важких металів, пестицидів, інших забруднювачів). Для цього застосовували правило "вето": якщо продукт не відповідає встановленим санітарно-гігієнічним вимогам, його комплексний показник якості помножується на 0, якщо відповідає – на 1. Комплексні показники якості розроблених соусів перевищують відповідні значення контролю (100 од.) і становлять: для соусів: "Сонячний" – 162,4, "Баланс" – 171,4,

"Горець" – 164,2, "Ткемалі" – 171,6 од., що перевищують контроль на 62,4 – 71,6 % відповідно.

За отриманими одиничними показниками побудовано профілі якості соусів порівняно з еталоном (за який прийнято умовний продукт, що забезпечує 25% добової потреби у визначених нутрієнтах) (рис. 4.239–4.242).

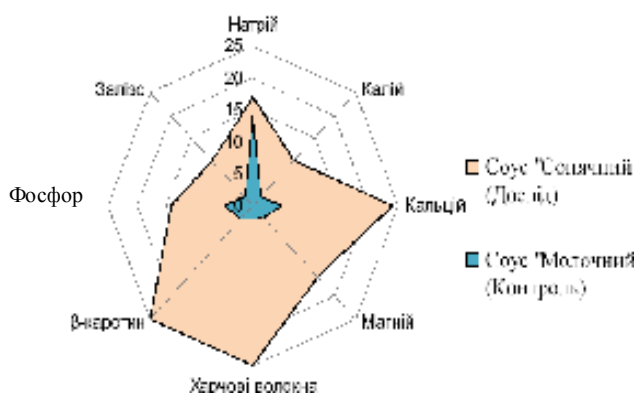


Рисунок 4.239 – Профіль якості соусу "Молочний"

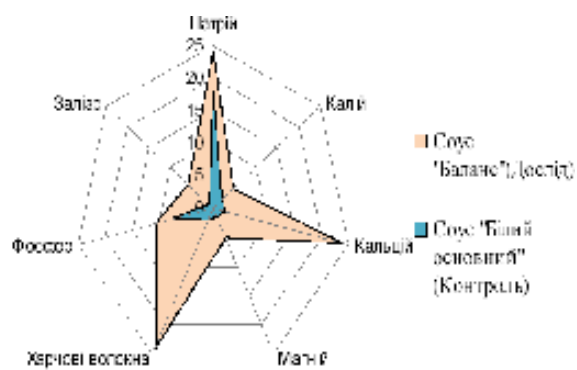


Рисунок 4.240 – Профіль якості соусу "Баланс"

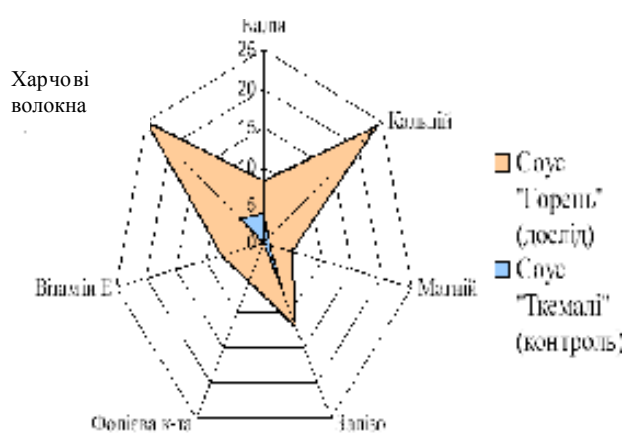


Рисунок 4.241 – Профіль якості соусу "Горець"

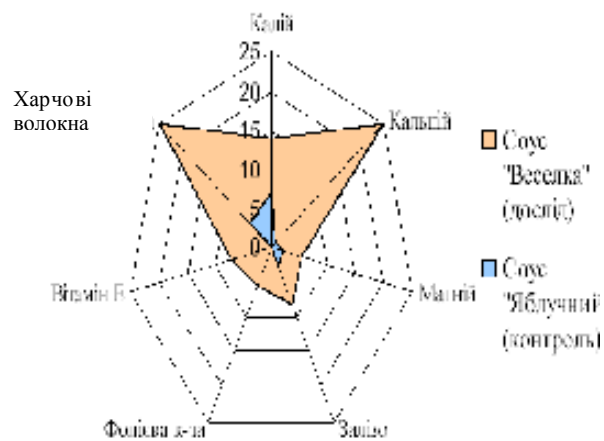


Рисунок 4.242 – Профіль якості соусу "Веселка"

Комплексна оцінка якості соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок

Показник	Коефіцієнт вагомості	Соус "Молочний"	Соус "Сонячний"	Соус "Білий"	Соус "Баланс"	Соус "Ткемалі"	Соус "Горець"	Соус "Яблучний"	Соус "Веселка"
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Абсолютні показники									
Органолептична оцінка якості, бали	70	9,2	7,2	9,2	8,2	9,0	7,3	9,1	8,2
Тиксотропність,%	15	80,0	71,0	80,0	84,0	80,0	80,0	70,0	81,0
Сидементаційна стійкість, %	7	90,0	91,0	89,0	91,0	85,0	91,0	89,0	90,0
Кальцій, мкг	2	14,2	302,0	14,2	302,0	14,2	302,0	14,2	302,0
Магній, мкг	2	6,6	32,9	6,6	32,9	6,6	32,9	6,6	32,9
Фосфор, мкг	2	83,0	163,2	83,0	163,2	83,0	163,2	83,0	163,2
Харчові волокна, г	2	0,4	5,7	0,4	5,9	0,4	5,7	0,4	5,7
Сума	100								
Відносні показники									
Органолептична оцінка якості, бали	70	1,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	0,9
Тиксотропність,%	11	1,0	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2
Сидементаційна стійкість, %	11	1,0	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,0
Кальцій, мг	2	1,0	21,3	1,0	21,3	1,0	21,3	1,0	21,3
Магній, мг	2	1,0	5,0	1,0	5,0	1,0	5,0	1,0	5,0
Фосфор, мг	2	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0
Харчові волокна, г	2	1,0	14,1	1,0	14,6	1,0	14,1	1,0	14,1
Комплексний показник якості									
Органолептична оцінка якості, бали	70	70,0	54,8	70,0	62,4	70,0	56,8	70,0	63,1

Продовження табл. 4.165

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тиксотропність, %	15	11,0	9,8	11,0	11,6	11,0	11,0	11,0	12,7
Сидементаційна стійкість, %	7	11,0	13,2	11,0	11,8	11,0	11,8	11,0	11,1
Кальцій, мкг	2	2,0	42,5	2,0	42,5	2,0	42,5	2,0	42,5
Магній, мкг	2	2,0	10,0	2,0	10,0	2,0	10,0	2,0	10,0
Фосфор, мкг	2	2,0	3,9	2,0	3,9	2,0	3,9	2,0	3,9
Харчові волокна, г	2	2,0	28,3	2,0	29,3	2,0	28,3	2,0	28,3
Безпечність, од.	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Комплексний показник якості, од.	100	100,0	162,4	100,0	171,4	100,0	164,2	100,0	171,6

Профілі якості розроблених соусів мають більшу площу поверхні: "Сонячний" – у 9,2; "Баланс" – 5,4; "Горець" – 8,2; "Веселка" – у 8,1 раз порівняно з контрольними і наближаються до еталонних. Підвищений вміст фізіологічно необхідних речовин дозволяє рекомендувати нову соусну продукцію у оздоровчому харчуванні всіх верств населення, особливо що проживає на забруднених територіях.

Соціально-економічна ефективність та конкурентопридатність. У процесі проведення досліджень встановлено, що соціальна ефективність впровадження розробок у практику полягає у:

- розширенні асортименту соусної продукції;
- залученні до виробництва нової сировини;
- підвищенні харчової цінності соусів;
- підвищенні резистентності організму людини до впливу негативних чинників навколишнього середовища.

Практичне використання розробленої продукції виявило необхідність розрахунку економічних показників, які підтверджують економічну ефективність від впровадження розроблених виробів.

Основними складовими поняття "конкурентоспроможність товару" виступають не тільки його якість та ціна, але й здатність виробника просунути товар на ринок з відповідним попитом споживачів. Через це для характеристики конкурентних можливостей товару більш точним є термін "конкурентопридатність", який відображає потенційну можливість виробника досягти відповідної конкурентоспроможності на ринку. З огляду на це, розроблено методику моделювання перспективної конкурентопридатності соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок.

Для оцінки перспективної конкурентопридатності розроблено методику зі 100-бальною шкалою оцінювання, яка складається з чотирьох змішаних показників (комплексного і одиничних), для кожного з яких встановлено експертним методом певні коефіцієнти вагомості.

На відміну від багатьох відомих методів оцінки конкурентопридатності товару, який надходить на ринок, розроблена нами методика враховує взаємний вплив один на одного комплексу застосованих показників (комплексного показника якості; економічного показника – рівня собівартості продукції; показника маркетингових досліджень – рівня задоволення потреб споживачів, який непрямо враховує кон'юнктуру ринку (попит і пропозицію) досліджуваних продуктів; показника інноваційної діяльності – патентної захищеності). При цьому якість має вирішальне значення і є основним конкурентоутворюючим фактором.

Комплексні показники перспективної конкурентопридатності соусу "Баланс" і "Сонячний" перевищують відповідні значення контролю на 35,2 та 33,5 бали (табл. 4.167).

Комплексні показники перспективної конкурентопридатності соусу "Веселка" і "Горець" перевищують відповідні значення контролю на 34,6 і 30,1 бала (табл. 4.168).

Комплексні показники конкурентопридатності соусів на основі композиційної суміші перевищують відповідні значення контролю і становлять відповідно: "Сонячний" – 68,2 од., "Баланс" – 70,3 од., "Горець" – 64,8 од., "Веселка" – 70,1 од., що за розробленою нами шкалою відповідає високоперспективній соусній продукції (табл. 4.169).

За результатами проведених розрахунків побудовано модель конкурентопридатності розроблених виробів (рис. 4.243, 4.244).

Соціальний ефект полягає у розширенні асортименту конкурентопридатної соусної продукції з підвищеним вмістом мінеральних речовин, каротиноїдів, харчових волокон, що сприятиме покращенню здоров'я, підвищення життєвого рівня населення, задоволення попиту споживачів на соусну продукцію оздоровчого призначення, зокрема працівників шкідливих виробництва та населення, що проживає на забруднених територіях.

Шкала оцінки конкурентопридатності соусної продукції на основі композиційної суміші дієтичних добавок

Показник	Коефіцієнт вагомості, од.	Рівень конкурентопридатності, бали			Характеристика рівня конкурентопридатності продукції		
		5	4	3	Високий рівень (5) (високоперспективна соусна продукція)	Середній рівень (4) (перспективна соусна продукція)	Невисокий рівень (3) (малоперспективна соусна продукція)
Комплексний показник якості*	0,4	> 100	100	< 100	>100	100	< 100
Рівень собівартості**	0,1	< 100	100	> 100	Собівартість соусів нижча за собівартість традиційних соусів	Собівартість соусів на рівні собівартості традиційних соусів	Собівартість соусів вища за собівартість традиційних соусів
Рівень задоволення потреб споживачів***	0,2	>81	41-80	<40	Високий рівень – > 81	Середній рівень – 41-80	Невисокий рівень – < 40
Патентна захищеність	0,3	81-100	41-80	<40	Оригінальна технологія захищена патентом, на яку розроблені та затверджені технічні умови	Оригінальна технологія не захищена патентом, на яку розроблені та затверджені технічні умови	Оригінальна технологія відсутня (розробляється за традиційним збірником рецептур)
Комплексний показник конкурентопридатності, од.	-	> 60	40-60	< 40	60-100	40-60	< 40

*Примітка.** Розрахований за сукупністю показників якості кваліметричним методом (як відношення значень фактичних показників якості до еталону з урахуванням коефіцієнтів вагомості);

** Розрахований попередньо як відношення фактичної собівартості дослідного виробу до собівартості традиційного;

*** Розрахований за даними анкетного опитування споживачів.

**Результати розрахунку комплексного показника конкурентопридатності
молочних та білих соусів**

Показник	Коефіцієнт вагомості, м, од.	Соус "Баланс"	Соус "Білий"	Соус "Сонячний"	Соус "Молочний"
Комплексний показник якості	0,4	171,4	100	162,4	100
Рівень собівартості	0,1	81	100	96	100
Патентна захищеність	0,3	90	40	90	40
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	88	42	91	46
Сума	1,0				
Автоматичне визначення приведених показників					
Комплексний показник якості	0,4	4,9000	8,3986	4,9000	7,9576
Рівень собівартості	0,1	0,2820*	0,2284	0,2820*	0,2707
Патентна захищеність	0,3	1,6060	3,6135	1,6060	3,6135
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	1,4000	2,9333	1,5333	3,0333
Координата Y	c1=	0,1477	0,0113	0,1309	0,0096
	c2=	0,0369	0,0028	0,0327	0,0024
	c3=	0,0277	0,0021	0,0245	0,0018
	c4=	0,0138	0,0011	0,0123	0,0009
Координата Z	n1=	0,0937	0,0274	0,0909	0,0284
	n2=	0,4068	0,2514	0,3948	0,2089
Відносне значення кожної ознаки в їх сукупності	n3=	0,0536	0,0119	0,0520	0,0117
	n4=	0,0307	0,0073	0,0272	0,0070
Комплексна оцінка конкурентопридатності					
Комплексний показник якості	k1=	45,891	22,973	44,529	22,624
Рівень собівартості	k2=	11,473	5,743	11,132	5,656
Патентна захищеність	k3=	8,605	4,307	8,349	4,242
Рівень задоволення потреб споживачів	k4=	4,302	2,154	4,175	2,121
Комплексний показник конкурентопридатності, од.		70,3	35,1	68,2	34,7

Примітка. * При визначенні приведенного показника рівня собівартості (РС) враховували його обернений вплив на конкурентопридатність продукції (РС-к). Прийняли коефіцієнт перерахунку $k=1 \cdot 104$ (для дотримання однакових розмірностей значень показників).

**Результати розрахунку комплексного показника конкурентопридатності
фруктових та солодких соусів**

Показник	Коефіцієнт вагомості, т, од.	Соус "Веселка"	Соус "Яблучний"	Соус "Горець"	Соус "Ткемалі"
Комплексний показник якості	0,4	171,6	100	164,2	100
Рівень собівартості	0,1	94,8	100	100	81,2
Патентна захищеність	0,3	90	40	90	40
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	85	42	93	53
Сума	1,0				
Автоматичне визначення приведених показників					
Комплексний показник якості	0,4	4,9	8,4084	4,9000	8,0458
Рівень собівартості	0,1	0,282*	0,2673	0,2820*	0,2290
Патентна захищеність	0,3	1,606	3,6135	1,6060	3,6135
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	1,4	2,8333	1,7667	3,1000
Координата Y	c1=	0,1477	0,0101	0,1080	0,0109
	c2=	0,0369	0,0025	0,0270	0,0027
	c3=	0,0277	0,0019	0,0202	0,0020
	c4=	0,0138	0,0009	0,0101	0,0010
Координата Z	n1=	0,0937	0,0276	0,0864	0,0280
	n2=	0,4068	0,2168	0,3753	0,2458
Відносне значення кожної ознаки в їх сукупності	n3=	0,0536	0,0120	0,0494	0,0117
	n4=	0,0307	0,0077	0,0225	0,0068
Комплексна оцінка конкурентопридатності					
Комплексний показник якості	k1=	45,791	23,188	42,330	22,514
Рівень собівартості	k2=	11,173	5,797	10,582	5,629
Патентна захищеність	k3=	8,605	4,348	7,937	4,221
Рівень задоволення потреб споживачів	k4=	4,302	2,174	3,968	2,111
Комплексний показник конкурентопридатності, од.		70,1	35,5	64,8	34,5

*Примітка.** При визначенні приведенного показника рівня собівартості (РС) враховували його обернений вплив на конкурентопридатність продукції (РС-к). Прийняли коефіцієнт перерахунку $k=1 \cdot 10^4$ (для дотримання однакових розмірностей значень показників).

Узагальнена оцінка конкурентопридатності соусної продукції

Показник	Коефіцієнт вагомості, од.	Оцінка соусної продукції							
		Соус "Молочний"	Соус "Сонячний"	Соус "Білий"	Соус "Баланс"	Соус "Гкемалі"	Соус "Горець"	Соус "Яблучний"	Соус "Веселка"
Комплексний показник якості	0,4	22,6	44,5	23,0	45,9	22,5	42,3	23,2	45,9
Рівень собівартості	0,1	5,7	11,1	5,7	11,5	5,6	10,6	5,8	11,5
Патентна захищеність	0,3	4,2	8,3	4,3	8,6	4,2	7,9	4,3	8,6
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	2,1	4,2	2,2	4,3	2,1	4,0	2,2	4,3
Комплексний показник конкурентопридатності, од.	-	34,6	68,2	35,2	70,3	34,5	64,8	35,5	70,3
Характеристика конкурентопридатності продукції	-	Малоперспективна соусна продукція	Високоперспективна соусна продукція	Малоперспективна соусна продукція	Високоперспективна соусна продукція	Малоперспективна соусна продукція	Високоперспективна соусна продукція	Малоперспективна соусна продукція	Високоперспективна соусна продукція

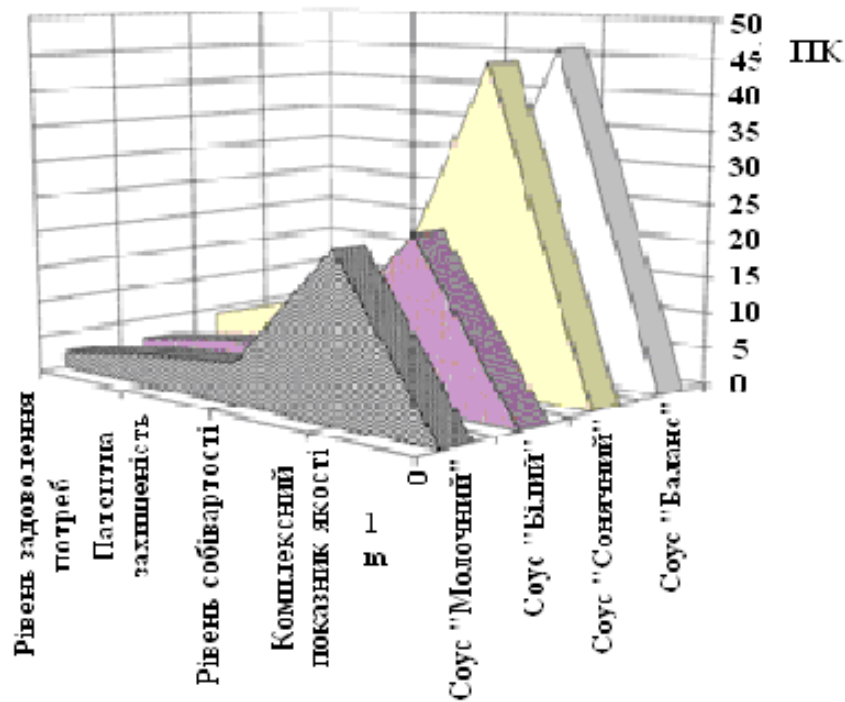


Рисунок 4.243 – Модель конкурентопридатності молочних та білих соусів функціонального призначення: ПК – показник конкурентопридатності, од.;
 m – вагомість i -го показника конкурентопридатності

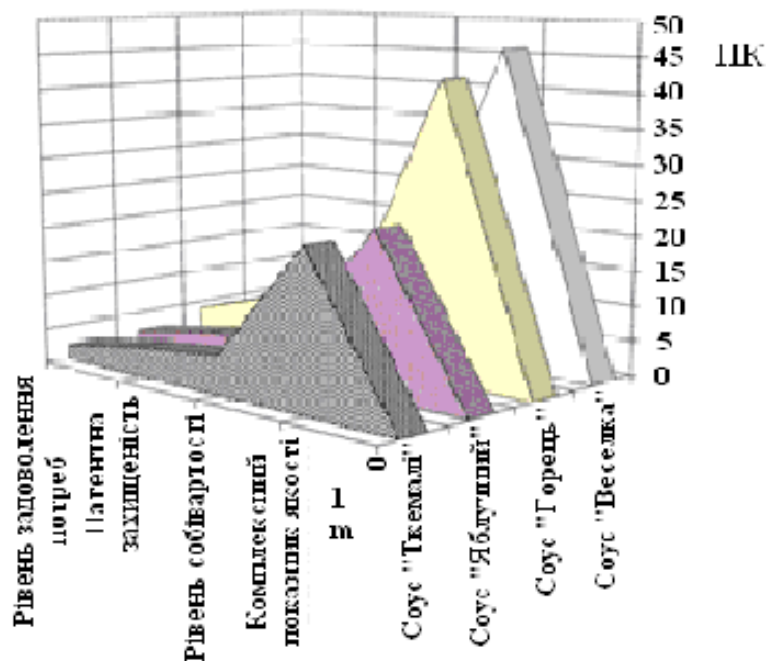


Рисунок 4.244 – Модель конкурентопридатності фруктових та солодких соусів функціонального призначення: ПК – показник конкурентопридатності, од.;
 m – вагомість i -го показника конкурентопридатності

4.11. Напої на основі ревеню та волоського горіха

На основі проведених досліджень технологічних і фізико-хімічних характеристик ревеню та харчових композицій із його використанням розроблено технологію напоїв з умістом горіхових екстрактів.

Ураховуючи високу активну кислотність ревеневого соку (рН = 3,1), у рецептуру напоїв вводили підсолоджувач – мед або цукровий сироп. З метою підвищення біологічної цінності напоїв додавали спиртовий екстракт ВГМВС.

Технологічну схему виробництва напою із ревеню з додаванням горіхового екстракту наведено на рис. 4.245.

За органолептичними показниками напій ревеневий із медом і горіховим екстрактом мав приємний світло-жовтий колір, кислувато-солодкий смак і запах із медовим і горіховим відтінками. Напій ревеневий з цукровим сиропом і горіховим екстрактом має приємний темно-жовтий колір, кислувато-солодкий смак і запах із малопомітним горіховим відтінком. Дегустаційна оцінка розроблених напоїв представлена в табл. 4.170.

Визначено, що зразки напоїв отримали однакову, але не найвищу оцінку. Недоліком напоїв для дегустаторів виявилися непрозорість, незначний осад, специфічний горіховий аромат і смак (табл. 4.170).

Таблиця 4.170

Органолептична оцінка напоїв із ревеню з додаванням горіхових екстрактів

Показник	Ревеневий напій із горіховим екстрактом	
	із медом	цукровим сиропом
Зовнішній вигляд	4,5	4,4
Консистенція	4,8	4,8
Аромат	4,7	4,6
Смак	4,6	4,8
Середній бал	4,5	4,5

Основні фізико-хімічні показники розроблених напоїв із ревеню з додавання горіхового екстракту наведені в табл. 4.171 [155]. Доведено, що

розроблена технологія напоїв на основі ревеню з додаванням горіхового екстракту на основі ВГМВС дозволяє отримати новий за харчовою і біологічною цінністю продукт.

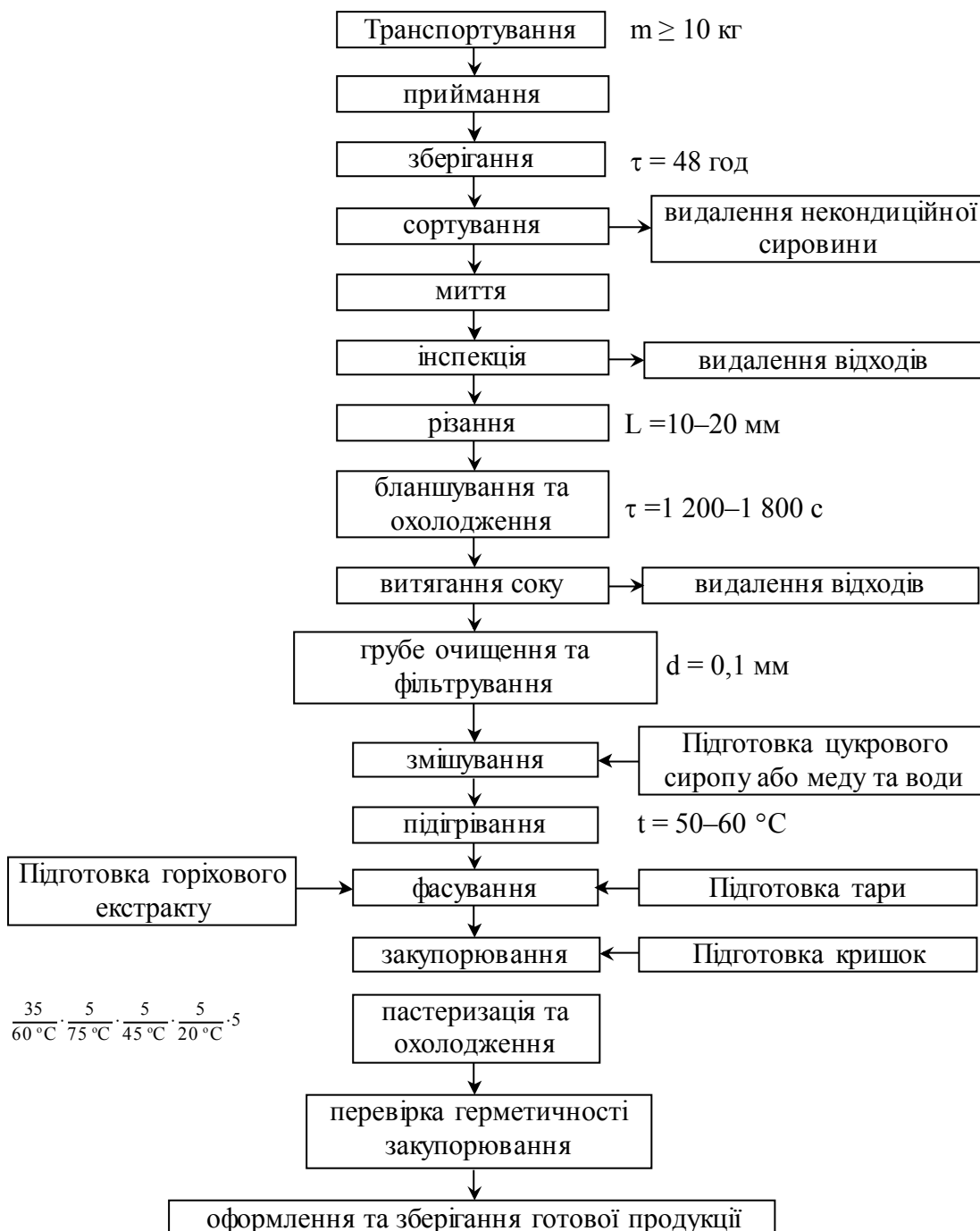


Рисунок 4.245 – Технологічна схема виробництва напою із ревеню з горіховим екстрактом

Фізико-хімічні показники напоїв із ревеню з додаванням горіхових екстрактів

Показник	Ревеневий напій із горіховим екстрактом	
	із медом	із цукровим сиропом
Сухі розчинні речовини, %	11,00±0,5	21,00±0,9
Моно- та дисахариди, %	6,15±0,3	15,66±0,7
pH-кислотність	3,10±0,1	3,20±0,1
Титровані кислоти, %	1,11±0,05	1,19±0,05
L-аскорбінова кислота, мг/100 г	14,4±0,6	12,64±0,5

Технологія напоїв на основі селери. На основі проведених досліджень харчових композицій для напоїв із використанням селери кореневої і горіхової добавки розроблено технологію та технологічну схему виробництва напоїв (рис. 4.246).

Враховуючи специфічний смак селери у рецептуру напоїв, вводили підсолоджувач – медовий або цукровий сироп. Із метою підвищення їх біологічної цінності додавали спиртовий екстракт волоського горіха.

За органолептичними показниками напій селеровий із медом і горіховим екстрактом мав світло-каштановий колір, солодкий смак із нотками селери, меду та горіха, запах – ледве виражений селеровий із незначним горіховим.

Напій, в рецептуру якого додавали витяжку із м'яти, мав дуже приємний солодкий смак, з нотками меду, запах – медово-м'ятний. Органолептична оцінка розроблених напоїв представлена в табл. 4.172.

Визначено, що обидва зразки напоїв отримали не найвищу оцінку. Недоліком напоїв для дегустаторів виявилися непрозорість, незначний осад, специфічний селеровий аромат і смак.

Основні фізико-хімічні показники розроблених напоїв із селери наведені в табл. 4.173 [48, 171].

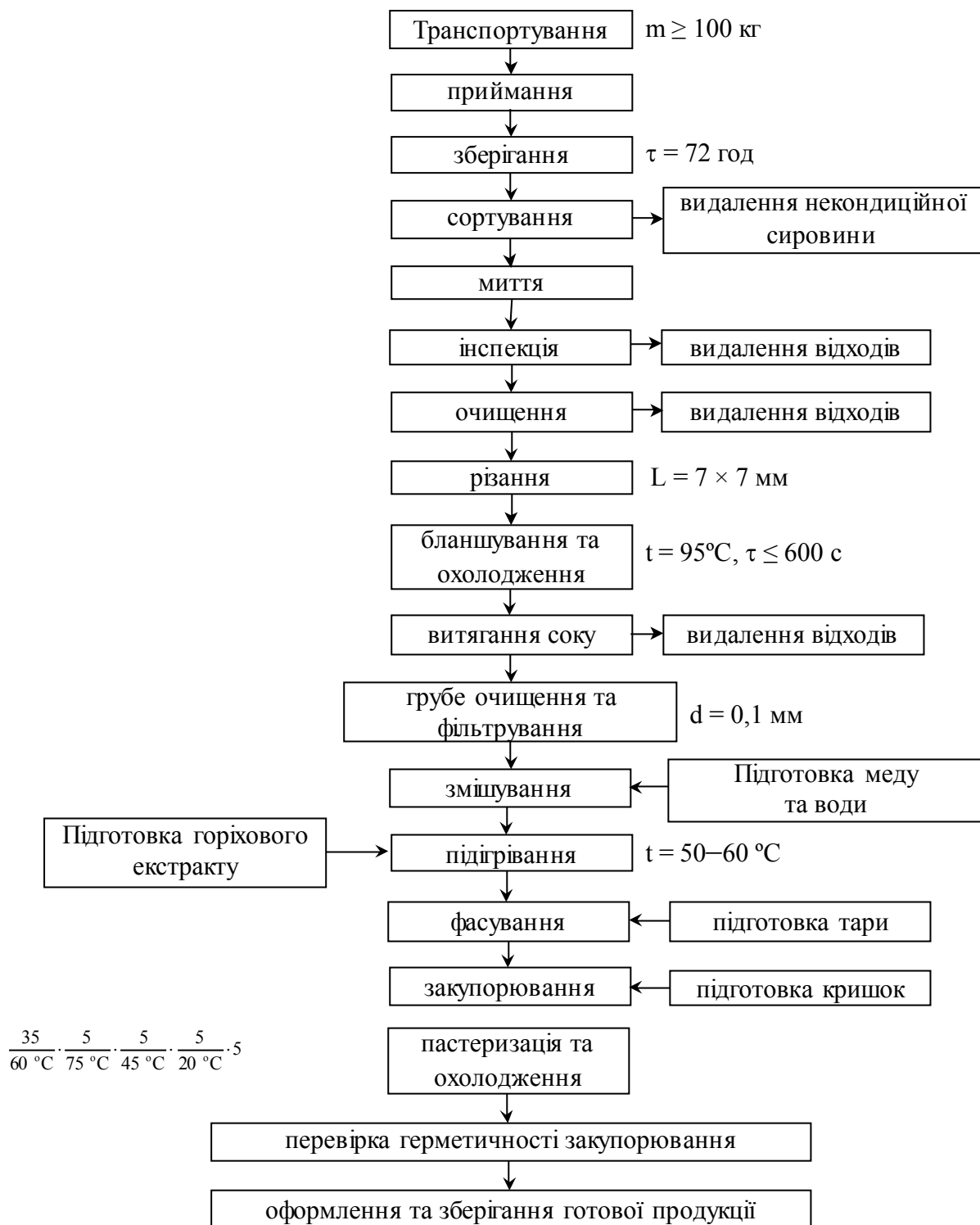


Рисунок 4.246 – Технологічна схема виробництва напою із селери з горіховим екстрактом

Органолептична оцінка напоїв із селери з додаванням горіхових екстрактів

Показник	Напій із селери з горіховим екстрактом та	
	медом	медом і м'ятою
Зовнішній вигляд	4,6	4,6
Консистенція	4,8	4,8
Аромат	4,8	5,0
Смак	4,7	4,8
Середній бал	4,7	4,8

Таблиця 4.173

Фізико-хімічні показники напоїв із селери

Показник	Селеровий напій із горіховим екстрактом та	
	медом	медом і м'ятою
Сухі розчинні речовини, %	22,44±1,0	21,37±1,0
pH-кислотність	5,7±0,02	5,6±0,02
Титровані кислоти, %	12,0±0,5	12,2±0,5
L-аскорбінова кислота, мг/100 г	7,87±0,3	7,90±0,3

Доведено, що розроблена технологія напоїв на основі селери з додаванням горіхової добавки із ВГМВС дозволяє отримати новий за харчовою і біологічною цінністю харчовий продукт (табл. 4.173).

Технолія купажованих напоїв на основі топінамбура. На основі проведених досліджень технологічних і фізико-хімічних властивостей топінамбура та плодоовочевих харчових композицій із його використанням розроблено технологію напоїв [54]. За основу харчових композицій взято сік неосвітлений або пюре із топінамбура з напівфабрикатами із плодової сировини (сливове пюре, яблучний, апельсиновий, лимонний соки неосвітлені) з додаванням горіхових екстрактів у вигляді добавки для збагачення готового продукту БАР. Технологічна схема виробництва купажованих напоїв на основі соку неосвітленого з топінамбура з додаванням горіхової добавки наведена на рис. 4.247.

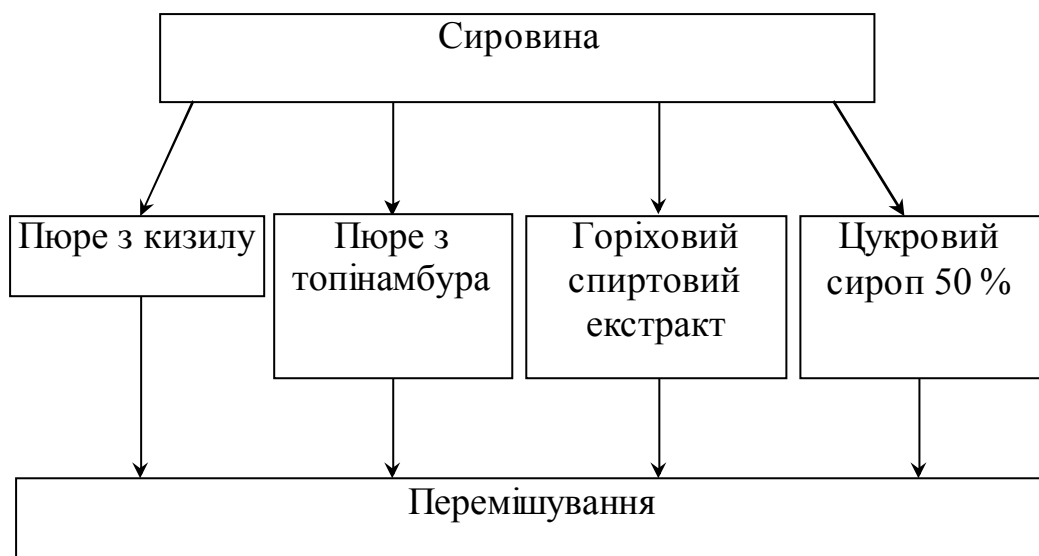


Рисунок 4.247 – Загальна технологічна схема виробництва напоїв із м'якоттю на основі топінамбура та кизилу з екстрактом горіха МВС

Розроблені раціональні варіанти напоїв із використанням соку із топінамбура неосвітленого, фруктових соків (пюре) та горіхових екстрактів на спиртовій і цукровій основах дозволили створити новий харчовий продукт підвищеної біологічної цінності. Хімічний склад напоїв містить пектинові речовини (0,17–1,34 %), аскорбінову кислоту (22,88–95,80 мг/100 г), фенольні речовини (1920–2 515 мг/100 г) [156, 35].

Технологічна схема виробництва купажованих напоїв на основі пюре із топінамбура та кизилу з додаванням горіхової добавки ВГМВС наведена на рис. 4.248.

За розробленими технологіями напоїв виготовлені дослідні зразки, проведено їх органолептичну оцінку.

За результатами органолептичної оцінки плодово-овочевих напоїв, збагачених БАР за рахунок додавання спиртового екстракту ВГМВС, виокремлені кращі технології (співвідношення харчових компонентів), які отримали середній бал не нижче 4,75 за п'ятибальною шкалою (табл. 4.174).

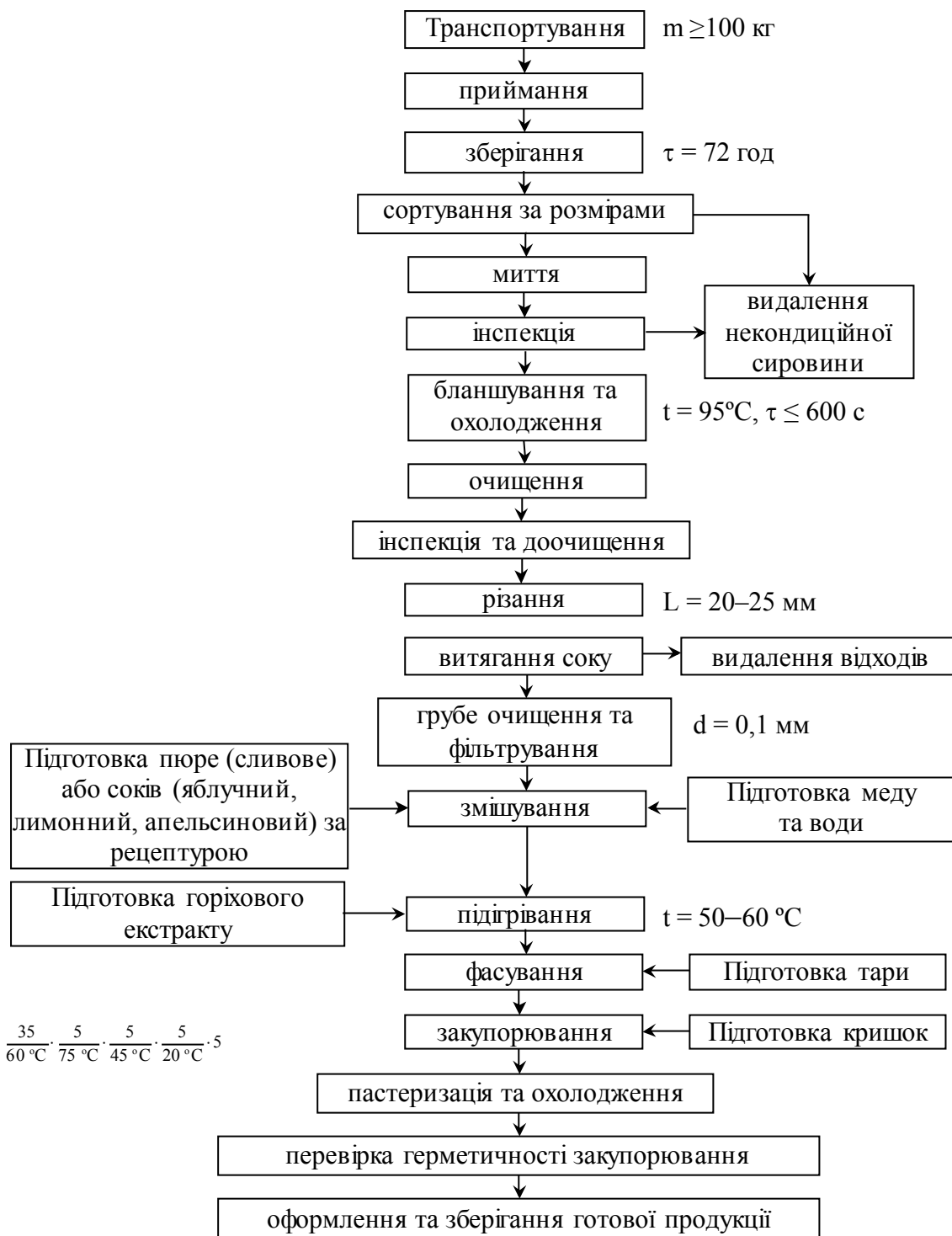


Рис. 4.248 – Технологічна схема виробництва напою топінамбурно-фруктового з екстрактом ВГМВС

Органолептична оцінка напоїв із м'якоттю та екстрактом горіха

Харчовий компонент	Показник				середній бал
	консистенція	колір	смак	аромат	
<i>Кизилевий напій</i>					
Пюре кизилеве + горіховий екстракт + цукровий сироп 50%	5	4	5	5	4,75
<i>Топінамбурний напій</i>					
Пюре топінамбурне + горіховий екстракт + цукровий сироп 50%	5	4	5	5	4,75
<i>Кизило-топінамбурний напій</i>					
Пюре кизилеве + пюре топінамбурне + горіховий екстракт + цукровий сироп 50%	5	5	5	5	5

Напої із м'якоттю і горіховою добавкою мали помірну густу консистенцію. Напій кизилевий мав темно-рожевий колір, досить приємний, солодко-кислуватий смак, фруктовий-горіховий аромат. Топінамбурний напій мав помаранчево-коричневий колір, солодкий із терпкістю смак і топінамбурів аромат із легкими нотками горіха. Кизилово-топінамбурний напій мав рожево-коричневий колір, приємний, у міру солодкий і кислуватий смак, дуже гарно поєднаний аромат усіх компонентів.

Отже, виявлено, що співвідношення харчових компонентів у купажах напоїв на фоні постійної кількості основного, активно впливають на органолептичні показники продукту. Розроблено раціональні варіанти технології купажах напоїв на основі топінамбура і кизилу з додаванням біологічно цінного екстракту із ВГМВС.

Технологія купажах напоїв на основі каротиновмісної сировини. Морква та гарбуз – цінна каротиновмісна овочева сировина [30,31]. Але сировина та напівфабрикати на її основі містять низьку кількість органічних кислот (рН більше 4,5), тому при їх консервуванні застосовують підкислення

лимонною, яблучною або молочною кислотами. Крім того, морквяні напівфабрикати мають специфічний присмак, який не завжди смакує споживачам, і низький уміст вітаміну С. Підвищити кислотність можливо за рахунок купажування з кислою сировиною, наприклад, ревенем, а покращити смакові властивості та вітамінізувати готовий продукт – за рахунок біологічно цінних екстрактів, отриманих на основі ВГМВС.

На основі проведених досліджень технологічних і фізико-хімічних властивостей сировини та харчових композицій на їх основі розроблено технологію виробництва напоїв [54].

Загальна технологічна схема виробництва морквяно-ревеневих напоїв із горіховою добавкою наведена на рис. 4.249.

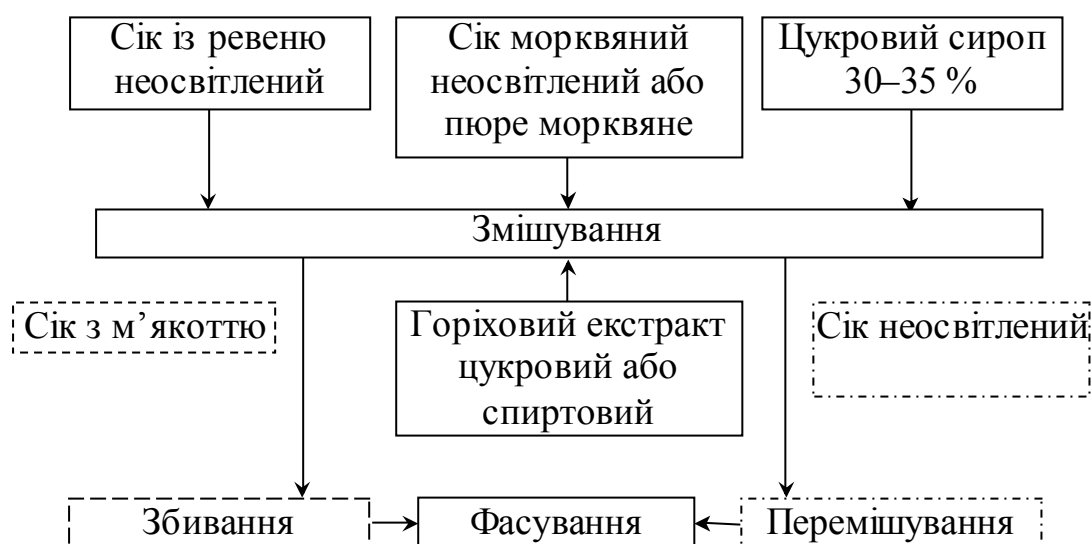


Рисунок 4.249 – Загальна технологічна схема виробництва напоїв морквяно-ревеневих з екстрактом горіха МВС

У процесі розроблення морквяно-ревеневого купажу враховували кислотність готового продукту. Згідно із технологією виробництва традиційного морквяного соку рН кислотність готового продукту не повинна

бути нижчою, ніж 4,4 [13]. Визначено, щоб досягти такої кислотності, рецептурна кількість ревеневого соку не повинна бути меншою ніж 1/10 частини купажу.

Новітні купажовані напої виготовляються за існуючою технічною документацією з доповненням, яке полягає у доукомплектуванні лінії з виробництва горіхового екстракту.

За розробленими технологіями напоїв виготовлені дослідні зразки, проведено їх органолептичне оцінювання (табл. 4.175).

За результатами органолептичних оцінок овочевих напоїв, збагачених екстрактом ВГМВС виділені найкращі технології (співвідношення купажних компонентів), які отримали середній бал не нижче 4,6 за п'ятибальною шкалою (табл. 4.175).

Таблиця 4.175

Органолептична оцінка дослідних зразків напоїв

Напій	Показник					середній бал
	консистенція	колір	смак	аромат	зовнішній вигляд	
<i>Морквяно-ревеневий напій неосвітлений із горіховим екстрактом</i>						
цукровим	5	4	5	5	4,5	4,7
етиловим	5	4	5	5	5	4,8
<i>Морквяно-ревеневий напій з м'якоттю та горіховим екстрактом</i>						
цукровим	5	4	5	5	5	4,8
етиловим	5	4	4,5	4,5	5	4,6

Морквяно-ревеневі напої неосвітлені з горіховим екстрактом не отримали найвищої оцінки за рахунок буро-помаранчевого кольору, який вплинув і на зовнішній вигляд. Напій із цукровою горіховою добавкою мав солодкий смак і приємний морквяно-горіховий аромат. Напій зі спиртовою горіховою добавкою мав кисло-солодкий смак і горіховий аромат.

Морквяно-ревеневий напій із м'якоттю та горіховим етиловим екстрактом мав темно-жовтий колір, який вплинув на загальну органолептичну оцінку.

Напій з цукровою горіховою добавкою мав приємний кисло-солодкий смак і морквяний аромат із ледве відчутним горіховим. Напій зі спиртової горіховою добавкою мав також кисло-солодкий смак, але горіховий аромат більш виражений, що вплинуло на вподобання дегустаторів.

Досліджено основні фізико-хімічні показники розроблених морквяно-речених напоїв із горіховою добавкою (табл. 4.176).

Таблиця 4.176

Фізико-хімічні показники напоїв з екстрактом ВГМВС на основі морквяної сировини

Харчовий компонент	Масова частка, %		Масова концентрація, мг/100 г				рН
	сухих речовин	титрованих кислот	пектинових речовин	L-аскорбі-нової кислоти	β-каротину	фенольних речовин	
1	2	3	4	5	6	7	8
Сік морквяний + речених сік + горіховий екстракт спиртовий + цукровий сироп 30%-й	14,0 ±0,6	0,362 ±0,01	0,342 ±0,01	31,5 ±1,5	1,702 ±0,08	930 ±40	5,1 ±0,2
Сік морквяний + речених сік + горіховий екстракт цукровий + цукровий сироп 30%-й	24,0 ±1,1	0,429 ±0,01	0,331 ±0,01	51,0 ±2,5	1,689 ±0,08	3 788 ±180	4,7 ±0,2
Морквяне пюре + речених сік + горіховий екстракт спиртовий + цукровий сироп 35%-й	15,8 ±0,7	0,590 ±0,02	0,626 ±0,02	15,0 ±0,6	1,716 ±0,08	1 350 ±60	4,3 ±0,2
Морквяне пюре + речених сік + горіховий екстракт цукровий + цукровий сироп 35%-й	18,6 ±0,8	0,697 ±0,02	0,626 ±0,02	25,0 ±1,1	1,702 ±0,08	3 488 ±180	4,25± 0,2

Доведено, що розроблені харчові композиції для овочевих напоїв дозволили отримати готовий продукт із підвищеною біологічною цінністю, завдяки вмісту в ньому вітамінів А, С, фенольних і пектинових речовини [171].

Загальна технологічна схема виробництва гарбузово-ревеневих напоїв із горіховим екстрактом наведена на рис. 4.250.

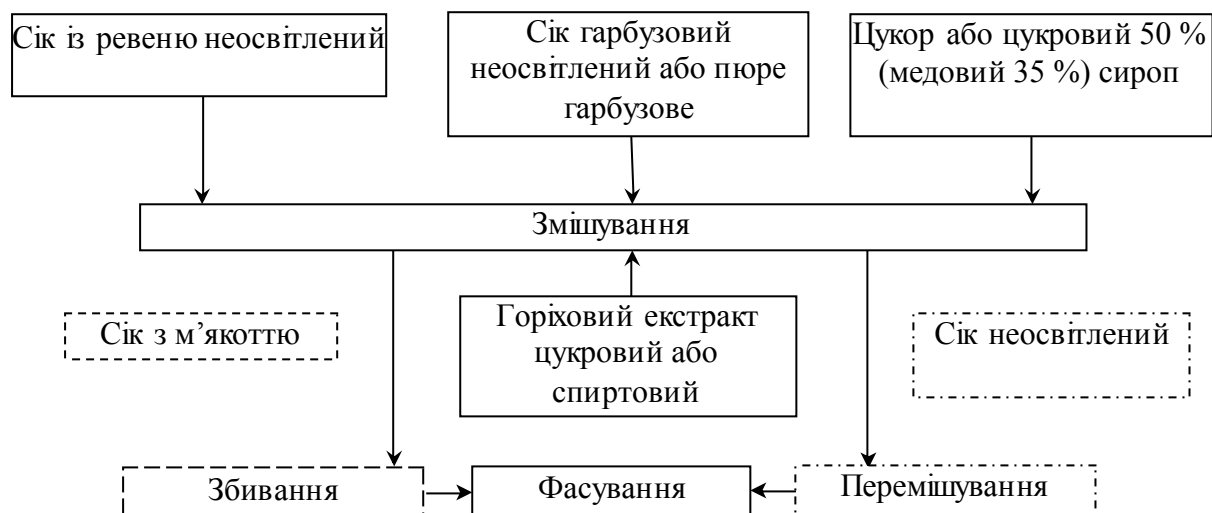


Рисунок 4.250 – Загальна технологічна схема виробництва напоїв гарбузово-ревеневих з екстрактом горіха МВС

У технології напоїв як харчові компоненти використовували сік або пюре гарбузове, як підсолоджувач – цукор, сироп цукровий 50% і медовий 35%.

Купажовані напої на основі гарбуза виготовлялися відповідно до існуючої технічної документації з доповненням, яке полягає у виробництві горіхового екстракту.

Розроблені купажі напоїв отримали високі органолептичні оцінки, але не найвищі (табл. 4.177). Гарбузово-ревеневі напої неосвітлені мали каштановий колір і незначний темний осад, що вплинуло на загальну їх оцінку. Напій, у рецептурі якого містилися цукор і спиртова горіхова добавка, мав солодкий з горіховим відтінком смак і фруктовий аромат. Напій за рецептурою з цукром і цукровою горіховою добавкою мав яскраво виражений гарбузовий смак із

кислинкою та гарбузово-фруктовий аромат, а напій із медом і цукровою горіховою добавкою – приємний, солодкий із кислинкою смак і фруктовий аромат.

Таблиця 4.177

Органолептична оцінка дослідних зразків напоїв із горіховим екстрактом

Основа горіхової добавки	Показник					Середній бал
	консистенція	колір	смак	аромат	зовнішній вигляд	
<i>Гарбузово-ревеневий напій неосвітлений з цукром</i>						
Цукрова	5	5	4,5	5	5	4,9
Етилова	5	4,5	5	5	4	4,7
<i>Морквяно-ревеневий напій неосвітлений із медом</i>						
Цукрова	5	4,5	4	4	4,5	4,4
<i>Гарбузово-ревеневий напій з м'якоттю, з цукром</i>						
Цукрова	5	4,5	5	4,5	5	4,8
Етилова	5	4,5	5	5	4	4,7
<i>Гарбузово-ревеневий напій з м'якоттю, із медом</i>						
Етилова	5	5	5	4,5	5	4,9

Гарбузово-ревеневі напої з м'якоттю мали привабливий вигляд, густу консистенцію з рівномірно розподіленими часточками м'якоті. Напій, у рецептурі якого містилися цукровий сироп і спиртова горіхова добавка, мав помаранчевий колір, солодкий смак і яскраво виражений гарбузовий смак із відтінком горіха; напій з цукровим сиропом і цукровою горіховою добавкою – каштановий колір, кисло-солодкий із незначною гірчинкою смак і фруктово-гарбузовий аромат; напій із медом і спиртовою горіховою добавкою – світло-коричневий (нагадував яблучний) колір, приємний, солодкий із кислинкою смак і фруктовий аромат.

Основні фізико-хімічні показники розроблених гарбузово-ревеневих напоїв із екстрактом горіха МВС наведені в табл. 4.178. Новітні напої багаті моно- та дисахаридами, вітамінами, органічними кислотами, мінеральними речовинами, поліфенолами, які необхідні організму людини у повсякденному раціоні.

Фізико-хімічні показники напоїв з екстрактом горіха МВС

Компонент	Масова частка, %		Масова концентрація, мг/100 г				рН
	сухих речовин	титрованих кислот	пектинових речовин	L-аскорбі- нової кислоти	β-каротину	фенольних речовин	
1	2	3	4	5	6	7	8
Сік гарбузовий + ревеневий сік + горіховий екстракт спиртовий + цукор	21,0 ±1,0	0,52 ±0,02	0,541 ±0,02	17,60 ±0,8	1,749 ±0,08	563 ±25	3,70 ±0,2
Сік гарбузовий + ревеневий сік + цукровий екстракт горіховий + цукор	13,8 ±0,5	0,31 ±0,01	0,515 ±0,02	14,08 ±0,7	1,705 ±0,08	1 050 ±50	3,80 ±0,2
Сік гарбузовий + ревеневий сік + цукровий екстракт горіховий + медовий сироп 35%-й	19,2 ±0,9	0,36 ±0,01	0,520 ±0,02	15,84 ±0,7	1,712 ±0,08	1 125 ±50	3,65 ±0,2
Гарбузове пюре + ревеневий сік + горіховий екстракт спиртовий + цукровий сироп 50%-й	23,5 ±1,1	0,34 ±0,01	0,342 ±0,01	9,94 ±0,4	1,654 ±0,08	713 ±30	3,70 ±0,2
Гарбузове пюре + ревеневий сік + горіховий екстракт цукровий + цукровий сироп 50%-й	21,0 ±1,0	0,38 ±0,01	0,592 ±0,02	17,26 ±0,8	1,755 ±0,08	810 ±35	3,70 ±0,2
Гарбузове пюре + ревеневий сік + горіховий екстракт спиртовий + медовий сироп 35%-й	17,0 ±0,8	0,31 ±0,01	0,557 ±0,02	13,25 ±0,6	1,782 ±0,08	900 ±40	3,75 ±0,2

Технологія вітамінізованих напоїв із традиційної плодової сировини. На основі проведених досліджень [54] розроблено технологію напоїв грушевого [121] та яблучного вітамінізованих.

Для виробництва напоїв використовували груші та яблука пізніх сортів стиглості [11, 167-168], споживчої стиглості I та II товарних сортів. Технологічний процес виробництва соків складається з операцій, передбачених існуючими технологіями [36]. Підготовлений сік підігрівають до 60°C, додають водно-спиртовий горіховий екстракт кількістю 1–1,5% до загальної маси соку. Готовий напій перед подаванням охолоджують до температури 14–16°C. Для довготривалого зберігання напоїв фасують у скляну тару, закупорюють і пастеризують за температури 85°C. Новітні вітамінізовані натуральні напої на основі плодової сировини виготовляються за існуючою технічною документацією з доповненням, яке полягає у технології виробництва горіхового екстракту.

За розробленими технологіями напоїв виготовлені дослідні зразки, проведено їх органолептичне оцінювання та визначені основні фізико-хімічні показники (табл. 4.179–4.180).

Органолептичним оцінюванням визначено, що напої мають приємний насичений запах, притаманний вихідній сировині, але з ледве відчутним горіховим відтінком, що надає їм деякої оригінальності. Колір – з каштановим відтінком, що суттєво не вплинуло на його початковий вигляд. Консистенція напоїв – однорідна, але спостерігається поява незначного осаду.

Таблиця 4.179

**Органолептична оцінка ревеневих напоїв із додаванням
горіхових екстрактів**

Показник	Плодовий напій з горіховим екстрактом	
	грушевий	яблучний
Зовнішній вигляд	4,0	5,0
Консистенція	5,0	5,0
Колір	4,8	5,0
Запах	5,0	5,0
Смак	4,5	5,0
Середній бал	4,7	5,0

**Основні фізико-хімічні показники плодівих напоїв
із горіховим екстрактом**

Показник	Напій консервований із додаванням горіхового екстракту	
	яблучний	грушевий
Сухі розчинні речовини, %	7,9±0,4	12,6±0,5
pH-кислотність	3,5±0,1	6,6±0,2
L-аскорбінова кислота, мг/100 г	2,8±0,1	4,0±0,2
Титровані кислоти, %	0,66±0,02	0,44±0,02
Моно- і дисахариди, %	3,4±0,1	18,9±0,8

Отримані плодіві напої з горіховим екстрактом мають підвищену біологічну та харчову цінність. Вони багаті на цукри, органічні кислоти, вітамін С. Отже, розроблено технологію вітамінізованого напою на основі плодівих соків із додавання водно-спиртового екстракту волоського горіха МВС як біологічно цінної добавки, що дозволяє значно підвищити в готовому продукті вміст БАР і зберегти споживчі властивості. Напої можна споживати у повсякденному раціоні та з профілактичною метою.

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 4

1. Гойко І. Ю. Розроблення безалкогольного напою оздоровчого призначення / І. Ю. Гойко, Н. О. Стеценко, Н. В. Шнайдер // Харчова наука та технологія. – 2012. – № 3 (20). – С. 75–79.
2. Наукове обґрунтування процесу сорбції йодид-іонів яечним білком / М. П. Головка, В. В. Полевич, Т. М. Головка, М. П. Бакіров // Проблеми харчових технологій і харчування. Сучасні виклики і перспективи розвитку : VII Міжнар. наук. - практ. конф. : тези доп. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2011. – С. 11.
3. Нераціональне харчування – ризик для здоров'я / Н. В. Давиденко, І. П. Смирнова, І. М. Горбась, О. О. Кваша // Український терапевтичний журнал. – 2002. – № 3. – С. 26–29.
4. Дворська Т. А. Оцінка сучасного стану виробництва грецького горіха в Україні та інших країнах світу / Т. А. Дворська // Зб. наук. пр. Уман. нац. ун-ту садівництва. – Умань : УНУС, 2012. – Вип. 77. Ч. 2 «Економіка». – С. 125–130.
5. ДСТУ 3190-95. Гарбузи продовольчі свіжі. Технічні умови. – К. : Держспоживстандарт. – 11 с.
6. Дубініна А. А. Нові екологічно чисті пасти з овочів і ягід / А. А. Дубініна, Г. А. Селютіна, Т. М. Шапорова // Праці 67-ї наук. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених. – К. : УДУХТ. – 2001. – С. 86.
7. Єлін Ю. Я. Дари лісів / Ю. Я. Єлін, М. Я. Серова, С. З. Шаброва – К. : Урожай, 1979. – 210 с.
8. Збірник рецептур страв і кулінарної продукції / О. І. Здобнов, В. А. Циганенко, М. І. Пересічний. – К. : А.С.К., 2000. – 656 с.
9. ТУУ 15.8-00382208-002-2002. Карамель жувальна. Технічні умови. – К. : Держспоживстандарт, 2002. – 27 с.
10. Карпенко П. О. Особливості харчування та здоров'я / П. О. Карпенко // Журнал практичного лікаря: спеціалізоване інформаційне видання. – 2004. – № 5-6. – С. 12-14.

11. Корисна модель № 76596, МПК А23L 2/02 (2006.01). Процес виробництва напою грушевого вітамінізованого / Тюрікова І. С.; заявл. 07.08.12; опубл. 10.01.2013 р., Бюл. № 1. – 4 с.
12. Корисна модель № 77238, МПК В01D 11/02. Спосіб отримання екстракту із волоського горіха молочно-воскової стадії стиглості / Тюрікова І. С.; заявлено 01.2006 ; опубл. 11.02.2013 р., Бюл. № 3. – 4 с.
13. Корисна модель № 98463, МПК С12G 3/04. Спосіб приготування смузі «Насолода» / Тюрікова І. С., Пересічний М.І.; заявлено 11.2014 ; опубл. 27.04.2015 р., Бюл. № 8. – 4 с.
14. Корисна модель № 98464, МПК С12G 3/04. Спосіб приготування смузі «Загадковий» / Тюрікова І. С., Пересічний М.І. ; заявлено 11.2014 ; опубл. 27.04.2015 р., Бюл. № 8. – 4 с.
15. Корисна модель № 98889, А23Р 1/100. Спосіб приготування смузі «Топіфрут» / Тюрікова І. С., Пересічний М.І. ; заявлено 11.2014 ; опубл. 12.05.2015 р., Бюл. № 9. – 4 с.
16. Корисна модель № 98890, МПК А23L 1/100, А23Р 1/100. Спосіб приготування основи для смузі із топінамбура з використанням волоського горіха / Тюрікова І. С., Пересічний М.І. ; заявлено 11.2014 ; опубл. 12.05.2015 р., Бюл. № 9. – 4 с.
17. Корзун В. Н. Нові підходи у вирішенні проблеми ліквідації йоддефіцитних захворювань / В. Н. Корзун, А. М. Парац, К. М. Бруслова // Проблеми харчування. – 2004. – №3. – С. 21–25.
18. Корзун В. Н. Технологія млинцевого напівфабрикату функціонального призначення / В. Н. Корзун, І. Ю. Антонюк // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі : зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 2 (16). Ч. 2. – С. 430.
19. Кузнецов К. Л. Збагачене БАВ драже / К. Л. Кузнецов // Харчова промисловість. – 2005. – № 5. – С. 21–23.

20. Лявинець Г. М. Пряно-ароматична та каротиновмісна сировина в технології соусів емульсійного типу / Г. М. Лявинець, А. В. Гавриш, Л. Ю. Арсеньєва // Здобутки, проблеми та перспективи розвитку готельно-ресторанного та туристичного бізнесу: II-ї Всеукр. науково-практ. конф. – К. : НУХТ, 2013. – С. 23–25.
21. Малюк Л. П. Дослідження зміни якості продуктів із білих коренеплодів під час зберігання / Л. П. Малюк // Товарознавча оцінка якості продуктів із білих коренеплодів. – Харків, 2010. – С. 80.
22. Матасар І. Вплив незбалансованого харчування на розвиток залізодефіцитних станів у населення України / І. Матасар, Н. Салій, Л. Врублевська // Ліки України. – 2002. – № 1. – С. 61–63.
23. ДСТУ 4497:2005. Мед бджолиний натуральний. Технічні умови. – К. : Держспоживстандарт, 2005. – 26 с.
24. ДСТУ 3845-99. Метод визначення масової концентрації фарбувальних речовин. – Чинний від 1999-06-01. – К. : Держстандарт України, 1999. – 14 с.
25. ДСТУ 7035:2009. Морква свіжа. Технічні умови. – К. : Держспоживстандарт. – 15 с.
26. ДСТУ 4164:2003. Напої лікєро-горілочні. Правила приймання і методи випробування. – Чинний від 2004-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2003. – 30 с.
27. Омельчук С. В. Покращення лікувальних властивостей і біологічної активності пива шляхом внесення екстракту волоського горіха / С. В. Омельчук, І. В. Мельник, С. І. Вікуль // Збірник наукових праць ОНАХТ. – Одеса : ОНАХТ, 2012. – С. 11–15.
28. Павлюк Р. Ю. Розробка технології консервованих вітамінних фітодобавок і їх використання в продуктах харчування профілактичної дії : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.13 / Павлюк Р. Ю. – ОДАХТ, Одеса, 1996. – 446 с.
29. Парац А. М. Гігієнічна оцінка морських водоростей і харчових продуктів з ними, як засобів мінімізації дії радіації та ендемії : автореф. дис. ... канд. мед. наук

: 14.02.01. / А. М. Парац. – Київ, 2004. – 20 с.

30. Пат. 46672 Україна, МПК А 23 L 1/212. Спосіб виробництва паст на основі гарбуза та моркви / А. М. Одарченко ; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна). – № 2002010278 ; заявл. 10.01.2002 ; опубл. 15.05.2002, Бюл. №5. – 2 с.

31. Пат. 73050 Україна, МПК А 23L 1/06 (2006.01). Спосіб виробництва пектиновмісного овочевого пюре / Крапивницька І.О.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій ; заявл. 24.02.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17.

32. Збірник рецептур кулінарної продукції і напоїв (технологічних карт) для харчування дітей у дошкільних навчальних закладах // М. І. Пересічний, В. Н. Корзун, П. О. Карпенко, С. М. Пересічна, І. С. Тюрікова та ін. - К. : Видавничий дім «АртЕк», 2015. – 716 с.

33. Пересічний М. І. Технологія продуктів громадського харчування з використанням біологічно активних добавок : монографія / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко. – К. : КНТЕУ, 2002. – 320 с.

34. ДСТУ ISO 2173:2007 (ISO 2169:1981, IDT). Продукти з фруктів та овочів. Визначення розчинних сухих речовин рефрактометричним методом. – Чинний від 2009-01-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 11 с.

35. ДСТУ 289-91. Селера коренева свіжа. Технічні умови. – К. : Держспоживстандарт. – 5 с.

36. ДСТУ EN 1132:2005 (EN 1132:1994, IDT). Соки фруктові та овочеві. Визначення рН. – Чинний від 2006-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с.

37. ДСТУ 4221:2003. Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. – К. : Держспоживстандарт, 2003. – 14 с.

38. Назаренко І. А. Технологія молочно-рослинних фаршів на основі концентрату зі сколотин : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Назаренко Ірина Анатоліївна. – Донецьк, 2014. – 20 с. : рис., табл.

39. Тюрікова І. С. Волоський горіх молочної стадії стиглості – джерело БАР / І. С. Тюрікова, Г. М. Рибак, Л. П. Холодний // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2008. – Вип. 20. – С. 126–131.
40. Тюрікова І. С. Вивчення хімічного складу і можливостей використання волоського горіху в консервній промисловості / І. С. Тюрікова, Г. М. Рибак // Нові ресурсо- та енергозберігаючі технології харчових виробництв: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., 1–2 берез. 2007. – Полтава : РВЦ ПУСКУ, 2007. – С. 83–84.
41. Тюрікова І. С. Визначення оптимальних термінів збирання перикарпу волоського горіху з максимальним вмістом біологічно-активних речовин / І. С. Тюрікова // Харчові технології – 2011 : зб. наук. пр. ОНАХТ за матеріалами VII Міжнар. наук.-практ. конф. – Одеса : ОДАХТ, 2011. – Вип. 40, т. 2. – С. 87–90.
42. Тюрікова І. С. Використання плодів зеленого волоського горіху для отримання продуктів підвищеної якості / І. С. Тюрікова, Л. П. Холодний // Харчові технології – 2008 : зб. наук. пр. ОНАХТ за матеріалами IV Міжнар. наук.-практ. конф., 9–10 жовт. 2008. – Одеса : ОДАХТ, 2008. – Вип. 34, т. 2. – С. 168–171.
43. Тюрікова І. С. Вплив ступеня подрібнення плодів горіха волоського молочної стадії стиглості на якість вилучення БАР / І. С. Тюрікова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : ХДУХТ, 2012. – Вип. 1 (15). – С. 283–288.
44. Тюрікова І. С. Динаміка накопичення аскорбінової кислоти у місцевих форм грецького горіху (Полтавський район) в технічній стадії стиглості / І. С. Тюрікова, Г. М. Рибак // Науковий вісник ПУСКУ. – 2006. – № 19 (1). – С. 91–93.
45. Тюрікова І. С. Екстракти із волоського горіха – важливий компонент для створення біологічно-цінних напоїв / І. С. Тюрікова // Стратегія качества в промисленности и образовании : Междунар. науч. журнал Acta Universitatis Pontica Euxinus. Спец. выпуск за результатами материалов IX Междун. конф, 31 мая – 07

июня 2013 г. – Днепропетровск ; Варна (Болгария) : ДИПОпром : ТУ-Варна, 2013. – Т. 3. – С. 212–214.

46. Тюрікова І. С. Наукові дослідження з розробки технології виробництва екстрактів з плодів волоського горіху / І. С. Тюрікова, Г. М. Рибак // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : ХДУХТ, 2009. – Вип. 2 (10). – С. 198–204.

47. Тюрікова І. С. Отримання напоїв підвищеної якості та біологічної цінності з використанням екстракту волоського горіху / І. С. Тюрікова, Г. М. Рибак, В. Я. Плахотін // Обладнання та технології харчових виробництв : тематичний зб. наук. пр. ДонДУЕТ ім. Михайла Туган-Барановського. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2009. – Вип. 22. – С. 426–431.

48. Тюрікова І. С. Розроблення технології смузі на основі топінамбура з використанням волоського горіха / І. С. Тюрікова, М. І. Пересічний, Н. В. Рогова // Технологический аудит и резервы производства. – Харьков : Технологический центр, 2015. – 5/4 (25). – С. 9–13.

49. Тюрікова І. С. Розроблення технології біологічно цінного смузі з використанням волоського горіха / І. С. Тюрікова., М. І. Пересічний, Н. В. Рогова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков : Технологический центр, 2015. – 5/11 (77). – С. 49–53.

50. Тюрікова І. С. Пошукові дослідження можливості використання перикарпу волоського горіху для виробництва напоїв / І. С. Тюрікова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. Харківського держ. ун-ту харчових технологій. – Х. : ХДУХТ, 2010. – Вип. 2 (12). – С. 453–458.

51. Тюрікова І. С. Розробка технології напою функціонального призначення з використанням горіхового екстракту / І. С. Тюрікова, Г. М. Рибак, В. Я. Плахотін // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. ДонНУЕТ ім. Михайла Туган-Барановського. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2010. – Вип. 23. – С. 130–134.

52. Тюрікова І. С. Створення функціональних напоїв на основі плодовоовочевої сировини з використанням екстракту волоського горіху / І. С. Тюрікова // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. ДонНУЕТ ім. Михайла Туган-Барановського. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2012. – Вип. 29, т. 2. – С. 300–305.
53. Тюрікова І. С. Технологічні аспекти виробництва екстрактів на основі волоського горіху в молочній стадії стиглості / І. С. Тюрікова // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. ДонНУЕТ ім. Михайла Туган-Барановського. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2012. – Вип. 28. – С. 63–69.
54. Тюрікова І. С. Технологія харчової продукції з використанням волоського горіха: теорія і практика : монографія / І. С. Тюрікова. – Полтава : ПУЕТ, 2015. – 203 с.
55. ДСТУ 2316-93. Цукор-пісок. Технічні умови. – К. : Держспоживстандарт, 1994. – 36 с.
56. Чехова Н. С. Технологія напівфабрикату на основі печериць і насіння гарбуза та кулінарних виробів з його використанням : автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Чехова Н. С. ; ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2013. – 20 с.
57. Аитова Н. В. Разработка технологии плодовоовощных нестерилизуемых паст закусочных острых с использованием кавитационного диспергирования : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.13 / Аитова Н. В. – Москва, 2002. – 20 с.
58. Айзенберг Р. С. Некоторые итоги исследования по химии юглона / Р. С. Айзенберг, Е. П. Коптенко, Л. Н. Айзенберг. – Кишинев : [б. и.], 1991. – 258 с.
59. Андреева В. А. Фермент пероксидаза / В. А. Андреева. – М. : Наука, 1988. – 128 с.
60. Арасимович В. В. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз и пектолитических ферментов в плодах / В. В. Арасимович, С. В. Балтага, Н. П. Паномарева. – Кишинев : РИО АН МССР, 1970. – 84 с.

61. Астахов Р. О. Новые виды водки / Р. О. Астахов – М. : Гидиор, 2006. – 65 с.
62. Барабой В. А. Растительные фенолы и здоровье человека / В. А. Барабой. – М. : Наука, 1984. – 161 с.
63. Блажей А. Фенольные соединения растительного происхождения / А. Блажей, Л. Шутый. – М. : Мир, 1977. – 239 с.
64. Блейз А. Энциклопедия орехов и диких ягод / Блейз А. – М. : Олля-Прес, 2000. – 336 с.
65. Бэртон У. Г. Физиология созревания и хранения продовольственных культур / У. Г. Бэртон. – М. : Агропромиздат, 1995. – 359 с.
66. Вехов В. Н. Культурные растения СССР / В. Н. Вехов, И. А. Губанов, Г. Ф. Лебедева. – М. : Мысль, 1988. – 300 с.
67. ГОСТ 13191-73. Вина, виноматериалы, коньяки и коньячные спирты. Соки плодово-ягодные спиртованные. Метод определения этилового спирта. – Взамен ГОСТ 13191-67 ; введ. 75-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 4 с.
68. Влияние ядер орехов на потребительские свойства сахарного печенья / А. В. Стриженко, Т. И. Тимофеев, Т. А. Шахрай, Н. Ф. Гринь // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 2. – С. 40–41.
69. Грецкие орехи – производство в мире и в Украине // Продукты & ингредиенты. – 2006. – № 5. – С. 14–17.
70. Григоров Ю. Г. Сравнительная оценка фактического питания и состояния здоровья людей старших возрастов / Ю. Г. Григоров, Т. М. Семесько [и др.] // Проблемы старения и долголетия. – 2002. – № 1. – С. 78–86.
71. Грисюк Н. М. Дикорастущие, пищевые технические и медоносные растения Украины : справочник / Н. М. Грисюк, Е. Я. Елин. – К. : Урожай, 1993. – 200 с.
72. ГОСТ 21713-76. Груши свежие поздних сроков созревания. – М. : Стандартиформ. – 5 с.

73. Гудковский В. А. Антиоксидантные свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / В. А. Гудковский // Хранение и переработка с/х сырья. – 2001. – № 4. – С. 13–14.
74. Дацковский Б. М. Растения и косметика / Б. М. Дацковский. – Пермь : Урал-Пресс, 1986. – 112 с.
75. Державина Н. А. Целительный грецкий орех / Н. А. Державина – СПб. : Респекс, 2000. – 64 с.
76. Драгилев А. И. Производство мучных кондитерских изделий / А. И. Драгилев. – М. : ДеЛи, 2000. – 448 с.
77. Драгомерецкий Ю. А. Целебные свойства орехов / Ю. А. Драгомерецкий – Донецк : Сталкер, 1999. – 256 с.
78. Донченко Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов : учебное пособие / Л. В. Донченко. – М. : ДеЛи, 2000. – 253 с.
79. Драгомирецкий Ю. О пользе грецких орехов / Ю. Драгомирейкий // Будь здоров! – 2000. – № 9. – С. 42–46.
80. Еникеева Р. А. Исследование по фармакологическому изучению и стандартизации сырья и препаратов ореха грецкого / Р. А. Еникеева. – М. : Агропромиздат, 1997. – 200 с.
81. Еникеева Р. А. Исследование по фармакогностическому изучению и стандартизации сырья и препаратов ореха грецкого (*Juglans regia* L.) : автореф. дис. ... канд. фармацевт. наук : спец. 15.00.02 / Еникеева Р. А. – М. : ВИЛАР, 2008. – 21 с.
82. Жунгиету Г. И. Юглон / Г. И. Жунгиету. – Кишнев : Штиица, 1988. – 78 с.
83. Забодалова Л. А. Кисломолочные напитки обогащенные БАВ / Л. А. Забодалова // Молочная промышленность. – 2002. – № 6. – С. 49–52.
84. Зарубин А. С. Замечательное дерево грецкого ореха / А. С. Зарубин // Ботанический журнал. – 1969. – Т. 34, № 3. – С. 298–302.

85. Зелепуха С. И. Антимикробные свойства растений употребляемых в пищу / С. И. Зелепуха. – К. : [б. и.], 1993. –360 с.
86. Ивашкин Ю. А. Экспертная система адекватного питания / Ю. А. Ивашкин, М. А. Никитина // Пища, экология, человек : тез. докл. IV междунар. техн. конф. – М., 2001. – С. 58.
87. Комбинированные продукты для здорового питания / Т. К. Каленик [и др.] // Пищевая промышленность. – 2012. – № 7. – С. 65–67 .
88. ГОСТ 16524-70. Кизил свежий. Технические условия. – (Актуализован 27.10.2010). – М. : Стандартиформ. – 4 с.
89. ГОСТ 908-2004. Кислота лимонная моногидрат пищевая. Технические условия. – М. : Стандартиформ, 2004. – 18 с.
90. Колесникова Г. Н. Разработка технологий комбинированных продуктов с использованием добавок полифункционального действия : автореф. дис. ... ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 / Колесникова Г. Н. – Москва, 2005. – 21 с.
91. Колтунов В. А. Плодоовочеві товари / В. А. Колтунов. – К. : КНТЕУ, 2009. – 99 с.
92. ГОСТ 30425-98. Консервы. Метод определения мезофильных аэробных и факультативно-аэробных микроорганизмов. – Взамен ГОСТ 10444.3-85 ; введ. 1999-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 14 с.
93. Препараты из морских водорослей для профилактики и лечения патологии щитовидной железы / В. Н. Корзун, А. М. Парац, В. И. Сагло, Т. И. Бурлак // Лекарства Украины. – 2002. – №5. – С. 43 – 45.
94. Красина И. Б. Йодированный мармелад / И. Б. Красина, А. А. Хаустова // Кондитерское производство. – 2006. – № 1. – С. 16.
95. Лайко Р. Э. Минеральный состав ядра плодов некоторых видов рода орех в Беларуси и Украине / Р. Э. Лайко, Т. С. Ширко // Физиология и биология культ, растений. – 1994. – Т. 26, № 2. – С. 165–169.
96. Лайко Р. Э. Откуда пошли названия грецкого ореха? / Р. Э. Лайко // Садоводство, виноград и вино Украины. – 2002. – № 5/6. – С. 13.

97. Лилишенцева А. Н. Перспективные направления создания комбинированных продуктов / А. Н. Лилишенцева, Д. А. Сафронова, Н. В. Комарова // Пищевая промышленность. – 2008. – № 2. – С. 16–18.
98. ГОСТ 4429-82. Лимоны. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2011. – 3 с.
99. Липатов Н. Н. Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности / Н. Н. Липатов, И. А. Рогов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1987. – №2. – С. 9–10.
100. Липатов Н. Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью / Н. Н. Липатов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1995. – № 3. – С. 4–9.
101. Липинская С. М. Напитки из сыворотки с лекарственными растениями / С. М. Липинская // Молочная промышленность. – 2006. – № 6. – С. 89.
102. ГОСТ 23768-94. Листья мяты перечной обмолоченные. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 1995. – 10 с.
103. Лифмендский В. Г. Лечение орехами / В. Г. Лифмендский – М. : Эксимо, 2003. – 269 с.
104. Лоранская Т. И. Анализ фактического питания больных гастроэнтерологического профиля / Т. И. Лоранская, А. К. Шаховская, М. С. Павлючкова // Клиническая медицина. – 2004. – № 11. – С. 29–32.
105. Мазулин А. В. Изучение перспективных видов растений юго-востока Украины для создания лекарственных средств : автореф. дисс. ... д-ра. фарм. наук / Мазулин А. В. – М., 1994. – 50 с.
106. Максютин Н. П. Растительные лекарственные средства / Н. П. Максютин, Н. Ф. Комиссаренко, А. П. Прокопенко. – К., 1985. – 280 с.
107. Малюк Л. П. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии полуфабрикатов многофункционального назначения из

растительного сырья : автореф. дисс. ... д-ра техн. наук: 05.18.16. / Малюк Л. П. — Х., 1995. — 32 с.

108. Социально-демографическая характеристика и фактическое питание женщин, проживающих в Украине / И. Матасар, В. Водопьянов, Л. Буцкая [и др.] // Ліки України. – 2002. – № 11. – С. 49–54.

109. Матвеева Т. М. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий : монография / Т. В. Матвеева, С. Я. Корячкина. – Орел. : ФГБОУ ВПО Госуниверситет-УНПК, 2012. – 947 с.

110. Материалы исследований лекарственных средств и сырья / А. Ф. Гаммерман, М. Н. Семенова // Труды Ленинградского химико-фармацевтического института. – 1959. – Вып. 8. – С. 124–129.

111. Метлицкий Л. А. Химия лекарственных растений, употребляемых в пищу / Л. А. Метлицкий. – М. : Знание, 1999. – 48 с.

112. МУ 2657-82. Методические указания по санитарно-бактериологическому контролю на предприятиях общественного питания и торговли за пищевыми продуктами. – М. : Пищевая пром-сть, 1983. – 10 с.

113. Микронутриенты в питании человека / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. П. Суханов, В. А. Кудашева. – М. : Колос, 2002. – 423 с.

114. ГОСТ 6687.7. Напитки безалкогольные и квасы. Метод определения спирта. – Введ. 89-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 8 с.

115. Насолодин В. В. Оценка фактического питания и состояния иммунологической реактивности у студенток / В. В. Насолодин, И. П. Зайцева, О. Н. Зайцев // Гигиена и санитария. – 2005. – № 3. – С. 36–37.

116. Нетребенко О. К. Питание и развитие иммунитета у детей на разных видах вскармливания / О. К. Нетребенко // Педиатрия. – 2005. – № 6. – С. 50–56.

117. Никитский Ю. И. Биологические и экологические основы хозяйства в лесах грецкого ореха / Ю. И. Никитский. – М. : Колос, 1990. – 287 с.

118. Онищенко Г. Г. О дополнительных мерах по профилактике йоддефицитных состояний / Г. Г. Онищенко, А. И. Петухов, И. В. Сваховская // Вопросы питания. – 1998. – № 2. – С. 9 – 11.

119. ГОСТ 16832-71. Орехи грецкие. Технические условия. – (Актуализован 01.07.2014). – М. : Стандартинформ. – 6 с.

120. Орехи и сухофрукты. Мировые стандарты / С. Ю. Шевченко, В. В. Дронов, Р. Л. Пашкевич, А. А. Ковалева. – СПб. : ООО АИФ СТЕла, 2002. – 344 с.

121. Орлова О. Ю. Разработка рецептуры и технологии творожных продуктов с добавкой из плодов грецкого ореха молочно-восковой стадии зрелости : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Орлова О. Ю. – СПб. : ГОУ ВПО, 2009. – 15 с.

122. Пасько О. В. Исследование и разработка технологии кисломолочного комбинированного продукта для функционального питания : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.04 / Пасько О. В. – Москва, 2004. – 39 с.

123. Пат. № 2933803, МПК А61К 35/78. Способ экстракта грецких орехов молочно-восковой спелости в авиационном керосине / Горлов И. Ф., Юрина О. С., Осадченко И. М., Каренгина Т. В. – Заявлено 12.03.2002 ; опубл. 20.03.2002 г. – 4 с.

124. Пат. № RU3744549, МПК А61К36/52, В01D11/02. Способ получения биологически активной добавки / Куликов В. Д. – Заявлено 12.01.2006 ; опубл. 20.01.2006 г. – 4 с.

125. Пелех К. Н. Технология напитков на основе экстрактов из грецкого ореха / К. Н. Пелех, П. О. Рукич // Весник Краснодарского научно-исследовательского института. – 2003. – Т. 2. – С. 45–46.

126. Пептидная регуляция генома и старение / В. Х. Хавинсон, С. В. Анисимов, В. В. Малинин [и др.]. – М. : Изд-во РАМН, 2005. – 208 с.

127. Покровский Б. Г. Лечимся орехами. Грецкий, кедровый, миндаль и другие / Б. Г. Покровский. – М. : ООО ИКТЦ Лада, 2005. – 64 с.

128. Популярная энциклопедия. Секреты целебных трав. – Минск : [б. и.], 1995. – Т. 1. – 323 с.
129. Преображенский В. В. Полное очищение и лечение грецкими орехами / В. В. Преображенский. – Ростов н/Д : Баро-Пресс, 2003. – 32 с.
130. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения сухих веществ или влаги. – Взамен ГОСТ 8756.2-82, ГОСТ 13340.3-77; введ. 01.07.1991. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 14 с.
131. ГОСТ 26313-84 (Ст.СЭВ 4246-83). Продукты переработки плодов и овощей. Правила приемки, методы отбора проб. – Взамен ГОСТ 8756.0-70 ; введ. 01.07.1985. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 6 с.
132. ГОСТ 26671-85 (Ст. СЭВ 4233-83). Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Подготовка проб для лабораторных анализов. – Взамен ГОСТ 8756.0-70; введ. 01.07.1987 – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 2 с.
133. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – Введ. 90-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 16 с.
134. ГОСТ 8756.11-70. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения прозрачности соков и экстрактов, растворимости экстрактов. – Введ. 90-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 16 с.
135. ГОСТ 8756.1-79. Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей, массы нетто или объема и массовой доли составных частей. – Введ. 85-09-01 – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 16 с.
136. ГОСТ 26668-85. Продукты пищевые и вкусовые. Метод отбора проб для микробиологических анализов. – Введ. 1986-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 5 с.
137. ГОСТ 26669-85. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов. – Взамен ГОСТ 10444.0-75 ; введ. 1986-07.01. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.

138. Просеков А. Ю. Научные основы производства продуктов питания: учебное пособие / А. Ю. Просеков. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. – 234 с.
139. Противоопухолевая и иммуностимулирующая активность О- и S-ацетилгликозидов 5-гидроксил-1,4-нафтохинона (юглона) / С. Г. Полоник, Н. Г. Прокофьева, И. Г. Агафонова, Н. И. Уварова // Химико-фармацевтический журнал. – 2004. – № 8. – С. 15–17.
140. Растительные ресурсы СССР. – Ленинград : Наука, 1985. – 173 с.
141. РСТ УССР 299-89. Ревень свежий. Технические условия. – Введ. с 1990.01.01. – К. : Стандарт, 1991. – 6 с.
142. Рейнус Р. Витамин С в зеленых плодах грецкого ореха Таджикистана / Р. Рейнус // Известия Таджикского филиала АН СССР. – 1984. – № 3. – С. 43–45.
143. Рихтер А. А. Грецкий орех / А. А. Рихтер, В. А. Ядров – М. : Агропромиздат, 1995. – 184 с.
144. Романовская И. В. Разработка и исследование технологии творожно-растительного продукта с пшеничными зародышевыми хлопьями : дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Романовская И. В. – Кемерово, 2005. – 155 с.
145. Самсонов А. Н. Фруктовые и овощные соки / А. Н. Самсонов, В. Б. Ушева. – М. : Пищевая промышленность. – 1976. – 208 с.
146. Самченко О. Н. Разработка и оценка потребительских свойств продуктов питания с использованием йодсодержащего и растительного сырья : дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Самченко О. Н. – Владивосток, 2007. – 188 с.
147. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки / Л. А. Сарафанова // Энциклопедия. – СПб. : ГИОРЛ, 2004. – 808 с.
148. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Консервы овощные. – М. : АгроНИИТЭИПП, 1990. – Т. 1. – 324 с.
149. Склеревский Л. Я. Лекарственные растения в быту / Л. Я. Склеревский, И. А. Губанов. – М. : [б. и.], 1986. – 224 с.

150. ГОСТ 21920-76. Слива и алыча крупноплодная свежие. Технические условия. – М. : Стандартинформ. – 11 с.

151. Сравнительная оценка антиоксидантной активности фикоцианина и селенфикоционина *in vitro* и *ex vivo* / Л. В. Кравченко, Н. П. Кириленко, О. В. Баранова [и др.] // Вопросы питания. – 2006. №6. – С. 18-23.

152. Стрела Т. Е. Орех грецкий : справочное пособие / Т. Е. Стрела – К. : Наук. думка, 1991. – 255 с.

153. РСТ УССР 1995-89. Топинамбур (земляная груша) свежий. Технические условия. – Введ. с 01.01.1991. – М. : Стандартинформ, 1992. – 10 с.

154. Тхагушев Н. А. Орехоплодные Краснодарского края / Н. А. Тхагушев. – Майкоп : Адыгейское республ. кн. изд-во, 2003. – 320 с.

155. Тюрикова И. С. Изучение возможностей использования грецкого ореха в молочной стадии зрелости в консервной промышленности / И. С. Тюрикова // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2010. – Вып. № 1(8). – С. 41–46.

156. Тюрикова И. С. Использование сельдерея и зеленого грецкого ореха для создания напитков функционального назначения / И. С. Тюрикова // Наука. Образование. Молодежь : сб. науч. трудов Республиканской науч.-практ. конф. молодых ученых, 18–19 апреля 2011 г. – Алмата : АТУ, 2013. – С. 93–95.

157. Тюрикова И. С. Создание напитков функционального назначения из овощного сырья и экстрактов грецкого ореха / И. С. Тюрикова // Наукові сторінки Міжнародного академічного товариства М. Балудянського (за результатами Міжнар. наук.-практ. конф. «Соціально-політичні, економічні та гуманітарні виміри європейської інтеграції України», 28–31 травня 2013 р. – Україна–Словаччина : [б. в.], 2013. – II вип. – С. 173–175.

158. Унчиев Н. Д. Динамика нарастания массы и изменение химического состава по частям грецкого ореха в онтогенезе / Н. Д. Унчиев. – М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1989. – Сб. 5. – 186 с.

159. Филатова О. Ф. Взаимодействие юглона с природными антиоксидантами / О. Ф. Филатова, С. М. Ходжибаева, А. А. Тыщенко // XVI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии : тезисы. – Казань 2003. – С. 71.

160. Дадали В. А. Фитостерины – биологическая активность и перспективы практического применения / В. А. Дадали, В. А. Тутельян // Успехи современной биологии. – 2007. – №5. – С.458–470.

161. Ходжибаева С. М. Новые аспекты получения и контроля юглона / С. М. Ходжибаева, О. Ф. Филатов, А. А. Тыщенко // Химия природных соединений. – 2000. – № 3. – С. 17–19.

162. Хуснутдинов Р. Скороплодный грецкий орех: мифы и реальность / Р. Хуснутдинов // Приусадебное хозяйство. – 2005. – № 11. – С. 56–58.

163. Чернышова А. Н. Комбинированные продукты питания на основе ферментативно модифицированного соевого сырья / А. Н. Чернышова, В. П. Корчагин, Л. П. Ольховая // Вестник ТГЭУ. – 2005. – №3. – С. 84.

164. Шарова Н. И. Грецкий орех как источник витамина С / Н. И. Шарова. – Свердловск : [б. в.], 1988. – С. 445–447.

165. Шепелев В. П. Целебные свойства орехов / В. П. Шепелев. – Ростов н/Д : Феникс, 2002. – 128 с.

166. Юбова-Касумова М. Антимикробная активность листьев, зеленого околоплодника грецкого ореха и некоторых растений в народной медицине : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Юбова-Касумова М. – М., 1985. – 32 с.

167. ГОСТ 16270-70. Яблоки свежих сроков созревания. Технические условия. – Переизд. с изм. 03.05.2011. – М. : Стандартинформ, 2011. – 11 с.

168. ГОСТ 2122-75. Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия. – Переизд. с изм. 22.05.2013. – М. : Стандартинформ, 2013. – 10 с.

169. Lipid transfer protein: a pan-allergen in plant-derived foods that is highly resistant to pepsin digestion / R. Asero, G. Mistrello, D. Roncarolo [et al.] // Int Arch Allergy Immunol. – 2001. – №124 (1-3) – P. 67–69.

170. Decreased vitamin A levels in common variable immunodeficiency: vitamin A supplementation in vivo enhances immunoglobulin production and downregulates inflammatory responses/P. Aukrust, F. Muller, T. Ueland [et al.] // Eur J. Clin Invest. – 2000. – №30 (3) – P. 252–259.

171. Tiurikova I. Prospects of using walnut in technologies of drinks / I. Tiurikova, M. Peresichnyi. // Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY. – 2015. – Vol. XIX, № 2. – P. 37–48.

172. Альтернатива ядовитому ДСП. Массив дерева [Електронний ресурс] // Медичний блог про ліки : веб-сайт. – Режим доступу : <<http://pills.org.ua>>.

173. Галузева програма “Плоди і ягоди України – 2017” [Електронний ресурс] // Justpeoplenews.com – Просто народные новости : веб-сайт / М-во аграрної політики та продовольства України, Нац. акад. аграрних наук, Ін-т садівництва. – Режим доступу: <<http://eurowine.com.ua/node/17364>>.

174. Forest Gifts : веб-сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <<http://forestgifts.com.ua>>. – Назва з екрана.

175. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною [Електронний ресурс] : ДСанПіН 2.2.4-171-10. – Режим доступу : <<http://document.ua/gigienichni-vimogi-do-vodi-pitnoyi-priznachenoyi-dlja-spozhi-nor19074.html>>.

176. Кушніренко С. В. Чи необхідна дієтотерапія для хворих на хронічну хворобу нирок [Електронний ресурс] / С. В. Кушніренко // Нирки. – 2014. – Режим доступу до ресурсу : <<http://www.mif-ua.com/archive/issue-34287>>.

Висновки до частини першої

1. Проаналізовано науково-технічну інформацію щодо еволюції розвитку нутріціології, стану харчування і здоров'я сучасної людини. Розглянуто теоретичні основи функціонального харчування та особливості складання харчових раціонів для людей різних вікових категорій.

2. Надано класифікацію та узагальнено відомості щодо характеристики харчових продуктів функціонального призначення. Визначено соціально-економічні, науково-технічні та технологічні передумови створення продукції та харчових раціонів.

3. Охарактеризовано сучасні науково-практичні та методологічні підходи до конструювання харчових продуктів функціонального призначення.

4. Систематизовано закономірності оптимізації нутрієнтного складу, які покладені в основу моделювання продукції харчування та харчових раціонів функціонального призначення, що забезпечують профілактику захворювань і патології у людей різних вікових категорій.

5. Розглянуто класифікацію і дано характеристику дієтичних добавок як основи продуктів харчування функціонального призначення та обґрунтовано технологію використання їх у харчовій продукції функціонального призначення.

6. Сформульовано принципи моделювання харчової продукції функціонального призначення як носіїв есенціальних речовин. Представлено розроблені технології харчової продукції і визначено раціональність використання дієтичних добавок у її складі. Експериментально виявлено закономірності впливу зміни основних сировинних компонентів харчових продуктів на органолептичні, фізико-хімічні, технологічні, структурно-механічні властивості.

7. Формалізовано вимоги щодо оптимізації технологій харчової продукції функціонального призначення, враховуючи технологічні, медико-біологічні та соціально-економічні аспекти, результати теоретичних і експериментальних досліджень з використанням принципів кваліметрії і математичного моделювання.

8. Наведено дослідження хімічного складу розробленої харчової продукції функціонального призначення і встановлено збільшення вмісту дефіцитних есенціальних речовин у межах 10...50% добової потреби людського організму.

Висновки до частини першої

1. Проаналізовано науково-технічну інформацію щодо еволюції розвитку нутріціології, стану харчування і здоров'я сучасної людини. Розглянуто теоретичні основи функціонального харчування та особливості складання харчових раціонів для людей різних вікових категорій.
2. Надано класифікацію та узагальнено відомості щодо характеристики харчових продуктів функціонального призначення. Визначено соціально-економічні, науково-технічні та технологічні передумови створення продукції та харчових раціонів.
3. Охарактеризовано сучасні науково-практичні та методологічні підходи до конструювання харчових продуктів функціонального призначення.
4. Систематизовано закономірності оптимізації нутрієнтного складу, які покладені в основу моделювання продукції харчування та харчових раціонів функціонального призначення, що забезпечують профілактику захворювань і патологій у людей різних вікових категорій.
5. Розглянуто класифікацію і дано характеристику дієтичних добавок як основи продуктів харчування функціонального призначення та обґрунтовано технологію використання їх у харчовій продукції функціонального призначення.
6. Сформульовано принципи моделювання харчової продукції функціонального призначення як носіїв есенціальних речовин. Представлено розроблені технології харчової продукції і визначено раціональність використання дієтичних добавок у її складі. Експериментально виявлено закономірності впливу зміни основних сировинних компонентів

харчових продуктів на органолептичні, фізико-хімічні, технологічні, структурно-механічні властивості.

7. Формалізовано вимоги щодо оптимізації технологій харчової продукції функціонального призначення, враховуючи технологічні, медико-біологічні та соціально-економічні аспекти, результати теоретичних і експериментальних досліджень з використанням принципів кваліметрії і математичного моделювання.
8. Наведено дослідження хімічного складу розробленої харчової продукції функціонального призначення і встановлено збільшення вмісту дефіцитних есенціальних речовин у межах 10...50% добової потреби людського організму.