

С.В. СОРОКІНА, М.С. ОДАРЧЕНКО,
В.В. КОЛЕСНИК, В.А ПОЛУПАН,
В.О. АКМЕН, Є.Б. СОКОЛОВА,
Т.М. ЛЕТУТА, Д.М. ОДАРЧЕНКО,
Н.М. ПЕНКИНА, А.І. КУДРЯШОВ,
А.К. ПЕНКІН

УДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ ТА РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ ОВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ

МОНОГРАФІЯ



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

С. В. Сорокіна, М. С. Одарченко, В. В. Колесник, В. В. Полупан,
В. О. Акмен, Є. Б. Соколова, Т. М. Летуга, Д. М. Одарченко, Н. М. Пенкіна, А.
І. Кудряшов, А. К. Пенкін

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ ТА РОЗШИРЕННЯ
АСОРТИМЕНТУ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ
ОВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ**

Монографія

Харків

ДБТУ

2024

УДК 637.14:664.849] (02.064)

В 31

Затверджено
Вченою радою Державного біотехнологічного університету
Протокол № 7 від 26 грудня 2023 року

Рецензенти:

Мардар М. Р. доктор технічних наук, професор кафедри маркетингу, підприємництва і торгівлі, проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародних зв'язків Одеського національного технологічного університету;

Янчева М. О. доктор технічних наук, професор, декан факультету переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету;

Звягінцева О. В. кандидат біологічних наук, доцент кафедри біотехнології, біофізики та аналітичної хімії ННІ ХТІ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

В 31 Удосконалення якості та розширення асортименту молочної продукції за рахунок додавання овочевої сировини : монографія / С. В. Сорокіна та ін. – Харків : ДБТУ, 2024. – 219 с. табл.

ISBN

У монографії охарактеризовано споживні властивості молока та технологічні рішення щодо збагачення молочних продуктів для здорового харчування. Охарактеризовано напрями підвищення функціональних властивостей та розширення асортименту конкурентоспроможних молочних продуктів. Науково обґрунтовано вибір овочевої сировини для удосконалення споживних властивостей та розширення асортименту молочної продукції. Розроблено технології паст з моркви та з гарбуза для використання під час виготовлення молочної продукції. Здійснено математичне моделювання рецептур молочних продуктів з додаванням овочевих паст. Проведена товарознавча оцінка якості збагачених молочних продуктів, досліджено зміни під час зберігання.

Монографію рекомендовано для науковців, практичних працівників харчової промисловості, викладачів, які здійснюють підготовку фахівців для харчової промисловості та торгівлі, аспірантів і здобувачів вищої освіти.

УДК 637.14:664.849] (02.064)

© Сорокіна С. В., Одарченко М. С., Колесник В. В.,
Полупан В. В., Акмен В. О., Соколова Є. Б., Летуга Т. М.,
Одарченко Д. М., Пенкина Н. М., Кудряшов А. І.,
Пенкін А. К., 2024.

© ДБТУ, 2024.

ISBN

ЗМІСТ

Перелік використаних скорочень	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОЛОКА ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ЗБАГАЧНЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ	7
1.1. Аналіз харчових переваг та споживних властивостей молока, молочних продуктів і добавок, що пропонуються для формування їх якості	7
1.2. Функціональні інгредієнти, що використовуються для раціоналізації складу молочних продуктів, їх вплив на параметри якості	20
1.3. Характеристика вимог до якості та безпечності сировини, що використовується для виготовлення молочних продуктів, у тому числі з підвищеною біологічною цінністю	23
1.4 Напрямки підвищення функціональних властивостей та розширення асортименту конкурентоспроможних молочних продуктів	35
1.4.1. Роль пробіотиків у підвищення функціональних властивостей та розширення асортименту збагачених молочних продуктів	36
1.4.2. Асортимент молочних товарів, збагачених при використанні компонентів рослинного походження	38
РОЗДІЛ 2. НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ	50
2.1. Маркетингові дослідження стосовно споживчих переваг молочної продукції	50
2.2. Підбір сировини для введення до складу молочної продукції	57
2.3. Наукове обґрунтування технології пасти з моркви, пасти з гарбуза для використання під час виготовлення молочної продукції	61
2.4. Вивчення показників якості паст із гарбуза і моркви	66
2.4.1. Органолептичні показники якості овочевих паст	66
2.4.2. Дослідження хімічного складу паст	68
2.4.3. Вміст токсичних речовин у пастах з гарбуза і моркви	71
2.4.4. Мікробіологічні показники	74

РОЗДІЛ 3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЦЕПТУР МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ З ДОДАВАННЯМ ОВОЧЕВИХ ПАСТ	76
3.1. Особливості математичного моделювання рецептур молочних продуктів збагачених овочевими пастами	76
3.2. Математичне моделювання рецептури молока питного збагаченого овочевими пастами	79
3.3. Математичне моделювання рецептури вершків питних збагачених овочевими пастами	87
3.4. Математичне моделювання рецептури кефіру збагаченого овочевими пастами	96
3.5. Математичне моделювання рецептури йогурту збагаченого овочевими пастами	103
3.6. Математичне моделювання рецептури сметани збагаченої овочевими пастами	111
3.7. Математичне моделювання рецептури сиркових десертів, збагачених овочевими пастами	119
3.8. Математичне моделювання рецептури плавлених сирів збагачених овочевими пастами	128
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗБАГАЧЕНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ	138
4.1. Оцінка якості молока збагаченого овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання	138
4.2. Оцінка якості вершків питних збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання	146
4.3. Оцінка якості кефірів збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання	155
4.4. Оцінка якості йогуртів збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання	165
4.5. Оцінка якості сметани збагаченої овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання	169
4.6. Оцінка якості сиркових десертів збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання	176
4.7. Оцінка якості плавлених сирів збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання	182
ВИСНОВКИ	192
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	199

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ

- БАР – біологічно активні речовини;
- БГКП – бактерії групи кишкової палички;
- ГДК – гранично допустима концентрація;
- ДОС – домішка з овочевої сировини;
- ДсанПіН – державні санітарні правила і норми;
- ДСТУ – державний стандарт України;
- МАФАНМ – мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні
мікроорганізми;
- МОЗ – Міністерство охорони здоров'я;
- НТД – нормативно-технічна документація;
- СМВ – структурно-механічні властивості;
- ФТВ – функціонально-технологічні властивості.

ВСТУП

Результати щорічних наукових досліджень свідчать про недостатній вміст вітамінів, мікроелементів, незамінних амінокислот у раціоні харчування більшої частини населення України. Молочні продукти є одним із основних компонентів у раціоні харчування людини, незалежно від статі та вікової групи споживачів. Молоко серед продуктів харчування займає особливе місце, як постійне і найважливіше джерело більшості вітамінів, амінокислот і жирних кислот, що є в природі. Великою популярністю користуються у мільйонів людей різних країн світу кисломолочні напої, тобто молоко, сквашене різними видами молочнокислих бактерій. На основі різних видів молока й корисних мікроорганізмів шляхом сквашування отримують різні види кисломолочної продукції.

В умовах існуючого екологічного та соціального стану, молочні продукти відповідають запитам сучасності щодо вмісту корисних компонентів та позитивному впливу на функціонування організму людини, тому є конкурентоспроможними і перспективними для розширення асортименту за рахунок формування якості та надання властивостей функціональності. Виходячі із зазначеного, вченими обговорюються різні підходи, щодо використання низки нових інгредієнтів для збагачення молока та молочних продуктів.

Розроблення напрямку здорового харчування стало важливим для розвитку та удосконалення структури ринку продовольчих товарів. Бажання виробників поліпшити органолептичні властивості, забезпечити безпеку і рентабельність продуктів призводить до зміни традиційних способів виробництва, раціоналізації складу, вироблення комбінованих молочних продуктів з додаванням немолочних компонентів та застосуванням різних харчових добавок. У зв'язку з цим актуальним завданням в молочній галузі є вдосконалення технологій виробництва та рецептур високоякісних молочних та, зокрема, кисломолочних продуктів.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОЛОКА ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ЗБАГАЧНЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ

1.1 Аналіз харчових переваг та споживних властивостей молока, молочних продуктів і добавок, що пропонуються для формування їх якості

Молоко та продукти переробки молочної промисловості, є традиційними для споживання в багатьох країнах. Їх користь зумовлена вмістом біологічно активних компонентів, позитивним впливом на травну систему, антибіотичною активністю, гарною засвоюваністю, здатністю налагодити мікробіологічний баланс людського організму, підвищити імунний статус, а також допомагати в ліквідації дисбіотичних порушень тощо. В умовах росту інтенсифікації техногенної дії цивілізації, широкого використання ксенобіотиків (включаючи хімотерапевтичні препарати), дії фізичних та біологічних факторів, дефіциту в раціоні харчування біологічно активних компонентів, рослинних тканин, мінеральних речовин – відбуваються значні мікроекологічні порушення в людському організмі. Ці порушення мають серйозні наслідки як для окремих осіб, так і для суспільства в цілому [1]. Тому, особливо цінними вважаються продукти, що задовольняють комплекс споживних властивостей, є функціональними і корисними для організму людини в сучасних умовах. У цьому переліку продуктів, не останнє місце займають молочні продукти, що виробляються молочною галуззю вітчизняної промисловості.

Молочна галузь, відповідно до класифікатору видів діяльності, об'єднує низку видів діяльності по виробництву молочних товарів (рис. 1.1.), які характеризуються різними органолептичними властивостями, мають різну харчову цінність та вміст жиру, однак, переважна їх частка, є продуктами багатими на кальцій та повноцінний білок, який представлений у виді розчинних форм, що сприяє легкому засвоюванню [2].

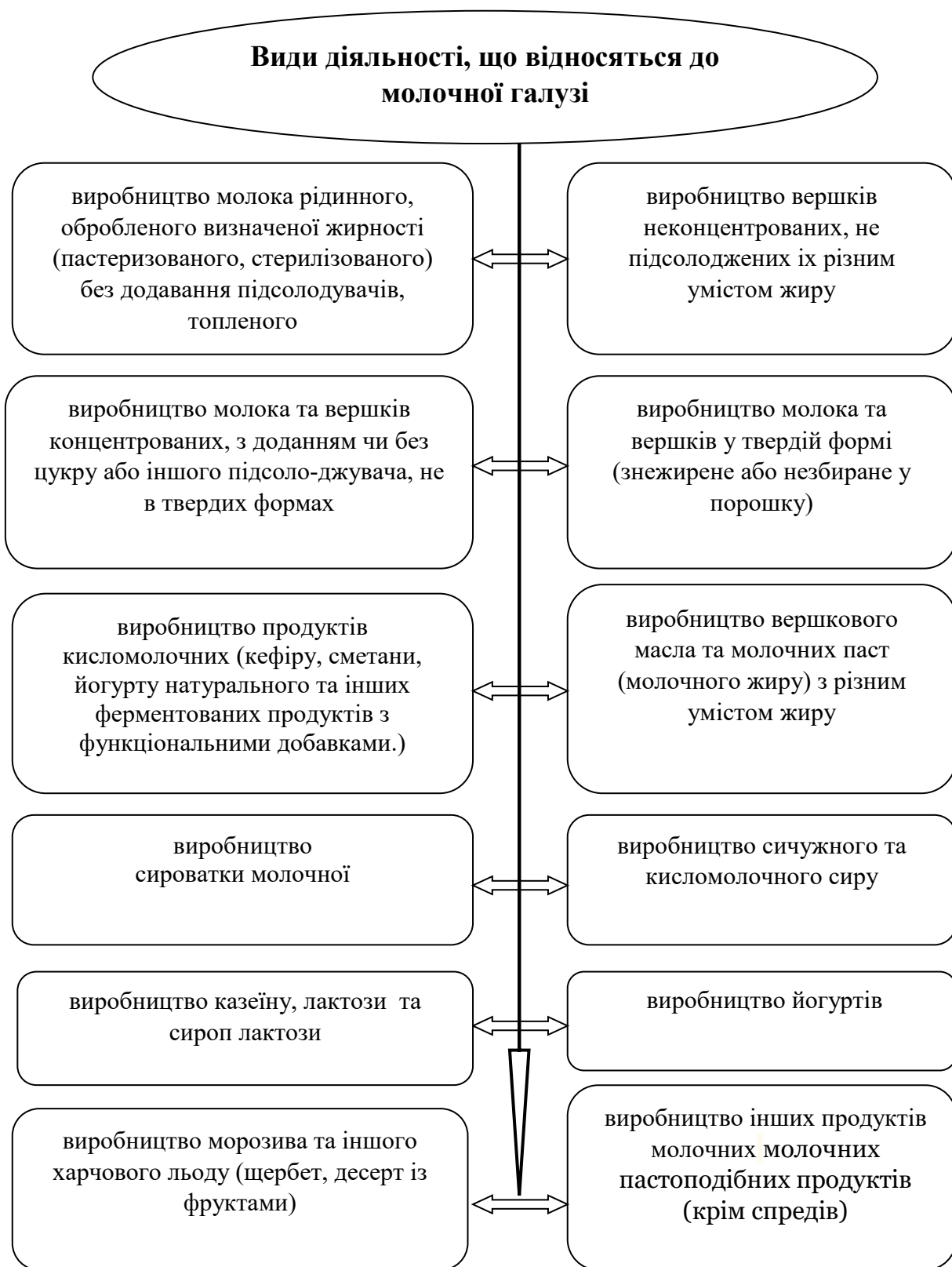


Рис. 1.1 – Класифікація молочної галузі за видами діяльності

Проте, сюди не відноситься виробництво сухих молочних сумішей і молочних консервів для дітей, виробництво спредів та сумішей молочного і

рослинних жирів, у яких частка молочного жиру складає не менше 50%.

Молочні продукти є одним із основних компонентів у раціоні харчування людини. В нашій країні, ці товари є продуктами щоденного споживання, незалежно від статі та вікової групи споживачів. На їхню частку припадає 20% задоволення потреб людини у білку та 30% – у жирі. Згідно з класифікацією експертів ФАО ООН молоко належить до найцінніших продуктів харчування людини, без якого неможливо виростити повноцінне молоде покоління людей [3].

У галузі виробництва інших молочних продуктів, пріоритетним напрямом є створення продуктів із заданими властивостями, з комплексним використанням сировини та матеріалів.

При визначенні споживних властивостей молочних продуктів, насамперед, слід розглянути молоко. Оскільки, саме молоко є сировинним компонентом для виготовлення всіх молочних товарів. Воно являє собою продукт, який благотворно впливає на організм людини, будь-якого віку, як у випадку вживання в натуральному вигляді, так і в разі, коли молоко використовується як основа для виробництва інших молочних продуктів і молочних добавок для інших продуктів. За харчовою цінністю воно може замінити практично будь-який продукт, натомість його жодним чином не заміниш. Але це стосується саме молока, а не виробів, насичених рослинними жирами. У дійсно якісних продуктах, молочна сировина повинна становити не менше 50...75% від загального складу, проте сьогодні в Україні досить часто й вони фальсифіковані. Саме тому важливо, щоб продукти, котрі є на стільки корисними, були високої якості [4].

Молоко має численні харчові переваги. Поживний склад молока різних тварин широко варіюється, однак коров'яче молоко застосовується найбільш широко як для вживання в готовому вигляді, так і для приготування різних молочних продуктів. Козяче і овече молоко є менш популярними і застосовується в основному у виготовленні сирів. Оскільки молоко – це рідина, основним його компонентом є вода. Багато технологій, що використовуються в

молочній промисловості, засновані на контролі відсоткового вмісту води, в готовому продукті. Відсоток води, в коров'ячому молоці, становить 87,5...93%; вода, в молоці, має високу активність (близько 0,993) [5], що обумовлює схильність продукту до швидкого бактеріального псування. Тому, молочні продукти мають проходити відповідну термічну обробку та поміщуються у зберігаючу тару.

Хімічний склад коров'ячого молока, а відповідно і продуктів, виготовлених з нього, залежить від породи тварин, стадії їх лактації, віку, умов годування й утримання, стану здоров'я, пори року та інших чинників. Середній хімічний склад молока наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Основні складові, що містяться в коров'ячому молоці

Складові молока	Вміст, на 100мл		
	Поживних речовин	Основних компонентів	Основних компонентів сухої основи
1	2	3	4
Жир, г	4,01	3,90	30,80
Білки, г:	3,29	3,20	25,30
казеїн	-	2,60	20,60
білки сироватки	-	0,60	4,70
лактоза	4,95	4,80	37,90
зола	-	0,75	5,90
Кальцій, мг	119,00	-	-
Залізо, мг	0,05	-	-
Натрій, мг	56,70	-	-
Вітамін А (еквівалент ретинолу), мг	57,20	-	-
Тіамін, мг	0,03	-	-

1	2	3	4
Рибофлавін, мг	0,17	-	-
Ніацину еквівалент, мг	0,83	- -	-
Вітамін В ₁₂ , мкг	0,41	-	-
Вітамін С, мг	1,06	-	-
Вітамін Е, мкг	0,03	-	-
Енергетична цінність:			
кДж	283,60	-	-
ккал	67,80	-	-

Джерела: за [4].

Вміст сухої речовини молока, за сезонами року, обумовлений зміною вмісту основних його складових – молочного жиру, білка, цукру і мінеральних речовин. Сезонні умови по різному впливають на вміст окремих компонентів молока. Якість молока та його технологічні властивості залежать від цілого ряду чинників: від породи, годівлі, природно-кліматичних умов, сезону року, лактації [5].

Найціннішою складовою частиною молока є білки, що вміщують усі необхідні людині амінокислоти, зокрема й незамінні. За ступенем засвоювання та збалансованістю амінокислотного складу білки молока відносять до найбільш біологічно цінних, їх засвоюваність становить 96-98 %, показник чистої утилізації – 82 % .

Білки молока – це казеїн (75-85 % загального вмісту білків), який має основне значення; сироваткові білки — альбумін та глобулін (близько 16 %), решта – це низькомолекулярні білки та білки оболонок жирових кульок і ферментів (решта). Казеїн спроможний витримувати досить жорстке теплове оброблення та зсідается під дією кислот та сичужного ферменту. Альбумін та глобулін, які відповідно становлять майже 0,6 і 0,1 %, належать до простих білків. У виробництві сиру альбумін і глобулін залишаються у сироватці, тому їх

називають сироватковими білками. Ці білки багаті аліфатичними амінокислотами, що робить їх надзвичайно корисними в харчуванні пацієнтів з проблемами печінки (цироз печінки) або зростаючих дітей. Два білки містяться у підвищеній кількості в сироватці та сирі, виготовленому з неї (урда) [6–8].

Молочний жир – енергетичний компонент молока, він представлений 20 жирними кислотами, переважно низькомолекулярними (масляної, капронової, каприлової та інших.). Молочний жир разом із жироподібними речовинами (фосфатидами, стеринами) рівномірно диспергований у водній частині молока у вигляді емульсії. Жирові кульки емульсії оточені білково-лецитиновими оболонками, що перешкоджає їх агрегуванню та коалесценції.

До біологічно активних речовин, що перебувають у безперервній фазі молочного жиру, відносять лецитин, уміст якого у молоці сягає 0,1 %, і кефалін (до 0,05 %). Із стеринів молока найважливішим є холестерин. Молочний жир містить біологічно активні жирні кислоти і є гарним джерелом вітамінів А та D. Нестача вітаміну D призводить до різних захворювань, серед яких остеопороз у дорослих та рахіт у дітей. Вітамін А необхідний забезпечення обмінних процесів в органах зору, він входить до складу зорових пігментів і відповідає за сутінковий зір. При фальшуванні молочного продукту він втрачає важливі жиророзчинні вітаміни. Така фальсифікована продукція викликає всілякі алергічні реакції, особливо їм піддаються діти. Жири немолочного походження ніколи не замінять ті корисні для дітей речовини, які є в натуральному молоці, що призводить до ожиріння, згодом можливі серцево-судинні захворювання [9].

Розглядаючи корисність молочного жиру для здоров'я людини, можна сказати, що важливим є збільшення, в його складі, кількості ненасичених жирних кислот. Раціон корови впливає на ступінь ненасиченості, але селекційне розведення може також сприяти вищим індексам не насиченості жирними кислотами [10].

Відповідно даним, представленим, у дослідженнях вчених Об'єднаного Колролівства відзначено, що органічне молоко має більш високе співвідношення полиненасичених жирних кислот, до мононенасичених жирних кислот та омега-

3 FA, ніж звичайне молоко. І також містило, постійно більш низьке співвідношення омега-6 : омега-3 FA (яке вважається корисним) порівняно із звичайним молоком [11].

Наступним елементом, що міститься у молочних продуктах, є лактоза, її називають молочним цукром. Відноситься до редукуючих дисахаридів. Складається з молекул моноцукрів – глюкози і галактози. Молочний цукор приблизно в 5 разів менш солодкий за сахарозу, але їх поживна цінність однакова. В організмі людини лактоза всмоктується повільніше за інші цукри, що обумовлює можливість її доходження до товстого кишківника. У кишківнику, під дією молочнокислих бактерій, лактоза перетворюється в молочну кислоту, яка сприяє нормалізації кишкової мікрофлори, оскільки здатна гальмувати шкідливі гнійні процеси. Під впливом молочнокислої мікрофлори молочний цукор зброджується до молочної кислоти, яка викликає коагуляцію казеїну з утворенням характерних для кисломолочних продуктів органолептичних властивостей.

В організмі людини, в кишечнику, під впливом ферменту лактази, відбувається утворення галактози. Галактоза – ключове джерело енергії та важливий структурний елемент у складних молекулах - особливо важлива для раннього розвитку людини. Однак метаболізм галактози може бути важливим не тільки для розвитку плоду та новонароджених, але і для дорослого віку, про що свідчать спадкові порушення метаболізму галактози. Крім того, встановлено, що галактоза сприяє зростанню біфідобактерій у кишечнику і навіть допомагає засвоєнню кальцію та інших мінералів, а також є корисною при ряді захворювань, особливо при захворюваннях головного мозку [12]. Дієта з відсутністю молочних продуктів також негативно впливає на мікрофлору товстого кишківника й призводить до суттєвого зниження концентрації пробіотичних бактерій уже після чотирьох тижнів [13, 14].

В умовах українських реалій, враховуючі соціальні та економічні фактори, молочні продукти є одним з найдоступніших джерел білку та поживних речовин. Тому, вони мають залишатись у раціоні харчування людей з лактазною

недостатністю. Проте вони мають бути низьколактозні або безлактозні. Аналіз показує, що в останні роки, у багатьох регіонах спостерігається поширена непереносимість лактози серед дорослого населення. І це є значною проблемою, яка обмежує споживання молочних продуктів. Як наслідок, це призводить до нераціонального харчування, а це, в свою чергу, до зростання рівня захворювання дітей та дорослих, зниження працездатності та скорочення тривалості життя [15].

Молоко – важливе джерело мінеральних речовин. Мінеральний склад молока залежить від мінерального складу кормів і технології годівлі тварин, тому спостерігаються певні його зміни, в різні пори року. Особливо ціниться молоко за вміст кальцію та фосфору, які містяться в молоці у легкозасвоюваній формі та у збалансованих співвідношеннях, що особливо важливо для дитячого харчування. Наприклад, вміст деяких макроелементів молока такий, мг %: кальцію – 120, магнію – 12, калію – 143, фосфору 93, сірки – 34, заліза – 0,2 [16]. Кальцій і фосфор, містяться у молоці, в співвідношенні 1,2: 1-1,4:1. Слід сказати, що вміст кальцію впливає на технологічні властивості молока, так як від нього, певним чином, залежить розмір казеїнових міцел і їх стійкість, а відповідно спостерігається залежність щодо сичужного згортання молока. Усі молочні продукти бідні залізом та міддю, тому вважаються анемічними продуктами харчування [17].

До основних переваг молока і молочних продуктів слід віднести і те, що вони є, майже, незамінним джерелом харчового кальцію [18]. Молочний кальцій відповідає якісним критеріям – він має високу біодоступність завдяки безлічі факторів, що сприяють його засвоєнню (наявність вітаміну D тощо). Кальцій у кислотних лактатах (кисломолочні продукти) навіть ефективніший, ніж кальцій у молоці, оскільки присутня в цих продуктах молочна кислота утворює лактат кальцію, який розчинний і легко засвоюється. При цьому, жодного з факторів, що протистоїть засвоєнню кальцію в інших продуктах харчування (фітати, оксалати, клітковина, важко засвоювані жири), у молоці немає.

Однак, надмірний вміст солей кальцію і магнію буває причиною зсідання

молока під час теплового оброблення.

Молоко містить широкий спектр жиро- та водорозчинних вітамінів – вітамінів А, Б, Е, групи В, РР, С та ін. Однак, вітаміни відносять до елементів, які є дуже чутливими, у відношенні теплового оброблення. Так, при пастеризації, вміст вітамінів Е, В, В₂, А, та РР зменшується на 5-10 %. За миттєвої пастеризації кількість вітаміну С знижується на 11-12 %, а за тривалої – до 20 %.

Молоко містить низку ферментів, яких налічують близько двадцяти. До соновних відносять: ліпазу, пероксидазу, каталазу, фосфатазу, редуктазу тощо. Але деякі з ферментів, наприклад, ліпаза, протеаза є небажаними у молочних продуктах, оскільки прискорюють процеси їх псування. Крім того, за активністю деяких нативних і бактеріальних ферментів можна стверджувати про певний санітарно-гігієнічний стан сиропу молока (редуктаза) або про ефективність його теплового оброблення (фосфатаза, пероксидаза) [19].

Структура (будова) речовини характеризується розмірами, формою та положенням частинок. Молочні продукти, переважно відносять до дисперсних систем, з рідким дисперсним середовищем. Дисперсні системи молочних продуктів можуть знаходитись: а) у вільному стані – золь (молоко), коли окремі елементи не пов'язані або слабо пов'язані між собою; б) у зв'язаному стані – гель (простокваша, кефір), коли часточки пов'язані одна з одною молекулярними силами і утворюють упорядковану структуру, тобто просторовий каркас [20].

Крім звичайного молока важливу роль харчуванні людини грають різні молочні та кисломолочні (ферментовані) продукти (КМП). Існує близько 400 назв традиційних та комерційних видів ферментованих молочних продуктів. Головний принцип виробництва подібних продуктів, що склався у багатьох західноєвропейських країнах, і якому намагається відповідати Україна – це стандартність технології та якості продукту [21]. Молочні продукти – продукти, одержані із молока або молочної сировини, які можуть містити харчові добавки, необхідні для виробництва, за умови, що ці добавки ні частково, ні повністю не замінюють складові молока (молочний жир, молочний білок, лактозу) [22].

До молочної продукції відносяться: молоко питне; вершки; молоко і

вершки сухі; масло вершкове і жир молочний; сир твердий, напівтвердий, м'який, підплавлений, плавлений і кисломолочний; кисломолочні продукти (йогурт, кефір, ацидофілін, ряжанка, кумис, сметана, простокваша, варенець); морозиво молочне, вершкове, пломбір; консерви молочні; сироватка молочна; десерти і пасти молочні; казеїн; лактоза.

Молочний продукт – вершки, є емульсією типу «масло у воді». Глобули молочного жиру, в негомогенизованих вершках, обмежені мембранами і мають діаметр, в середньому, 3-4 мкм, але можуть бути і до 20 мкм. Мембрани мають поверхневу активність або поверхневі властивості і включають, у складі, фосфоліпиди, ліпопротеїни, цереброзиди, білки та інші компоненти. Молочний дир. У вершках є концентрованим і містить більшу частку жиророзчинених вітамінів: А, D, Е та К. Вершки відокремлюються від молока за допомогою центрифуги [23].

Кисломолочні продукти займають стабільне становище у споживчому кошику українців, це обумовлено не лише смаковими якостями, а й забезпеченням організму усіма необхідними, для людини харчовими нутрієнтами: повноцінним кальцієм, необхідним для роботи нервової, кісткової та серцево-судинної системи, а також повноцінним білком.

Білки кисломолочних продуктів знаходяться у денатурованому стані, що істотно полегшує засвоєння організмом людини. Ліпідні молоко містять значну кількість ненасичених жирних кислот арахідонової, ліноленової і ліноленової.

Кисломолочні ферментовані молочні продукти містять значну кількість фізіологічно та технологічно важливих сполук: функціонально активних пептидів, антибіотичних речовин, в'язких екзополімерів, ароматичних сполук тощо. У кисломолочних продуктах кальцій, фосфор, магній знаходяться у біодоступній формі, що є особливо важливим для дітей. Кальцій міститься в оптимальному співвідношенні з різними елементами, що сприяє кращому його засвоєнню, особливо для людей похилого віку [24].

Але головна перевага кисломолочних продуктів – це вміст у них молочнокислих та -біфідобактерій, які нормалізують склад і функції мікрофлори

шлунково-кишкового тракту, вбивають гнильні та хвороботворні мікроорганізми, що знаходяться в організмі людини.

Залежно від складу мікрофлори ферментовані молочні продукти (йогурт, кефір, ацидофілін тощо) умовно поділяють на: продукти молочнокислого бродіння, їх домінантна мікробіота представлена мезофільними, термофільними молочнокислими бактеріями, або їх комбінацією; продукти змішаного бродіння, які містять комплекс молочнокислих бактерій з іншими бактеріями, дріжджами та пліснявами.

У продуктах простого (спонтанного) сквашування (простокваша) склад мікрофлори формується залежно від виду використаного молока, наявності сторонньої мікрофлори, температури та часу сквашування. У разі промислового виготовлення склад мікрофлори залежить від технології виготовлення та виду внесених заквашувальних культур. Наприклад кефірні грибки відносять до заквашувальної мікрофлори, яка здатна до відтворення. Це драглеподібні утворення, що за формою схожі на суцвіття цвітної капусти. Їх діаметр 0,3...3,5 см, колір – від білого до світло-жовтого. Хімічний склад, кефірних грибків, може бути наступним: 89–90 % води, 0,3 % жирів, 3,2 % білків, 6,0 % вуглеводів та 0,7 % мінеральних компонентів [25].

Йогурт виготовляють з цільного, нормалізованого і знежиреного молока методом ферментації. При ферментації молочного цукру в молочну кислоту за допомогою молочнокислих бактерій знижується рН продукту від 6,5-6,7 (кислотність звичайного молока) до 2,6, що призводить до утворення гелю. На ринках в світі та в Україні, представлено широкий асортимент йогуртів, які отримують із натурального молока, з природньою жирністю і знежирені, серед них є змішані йогурти, які можуть містити у складі різні комбінації йогурту, фруктів, ягід і злаків. Вміст жиру, в йогурті, може коливатися від повністю знежирених продуктів до таких, що містять до 15% жиру і навіть вище [26]. Наприклад «Грецький йогурт», вміст сухих речовин якого складає 22...26%, а за текстурою він нагадує вершковий сир. Споживачі виражають прихильність, також, до біоферментованих йогуртів, що володіють вираженими

лікувальними властивостями. Ферментація відбувається при введенні таких заквасок мікроорганізмів: *Lactobacillus casei*, subsp. *casei* і *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* [27].

У різних регіонах України, на підприємствах молочної промисловості, здійснюється випуск великої кількості (понад 100 найменувань) дієтичних та лікувально-профілактичних продуктів та напоїв з використанням заквасок локально ізольованих чистих культур або комплексів молочнокислих мікроорганізмів (лактобацили, стрептококи, пропіонібактерії, дріжджі, біфідобактерії) різного походження: ряженка, «Біолакт», маслянка, ацидофілін, йогурт, «Біфівіт», «Біфілакт», «Біфілін», кисляка та ін. [28].

Сири, різні за жирністю та технологією виготовлення, є традиційними і найулюбленими для споживачів, продуктами харчування. Їх отримують шляхом зсідання молочної сировини (молока) під дією молокозсідальних ферментів, закваски або впливу фізико-хімічних факторів. Прихильність споживачів обумовлена широким асортиментом та спектром органолептичних властивостей. Традиційно, сир містить сухих речовин від 25% до 55%, що забезпечує його кращу стійкість при зберіганні. Споживчі властивості і біологічна цінність сирів істотно залежить від виду використаної молочної сировини, мікробіоти, її метаболічної активності, а також від концентрації сухих речовин та форм вологи. Засвоюваність сирів, особливо сичужних, доволі висока 96–98 %. Залежно від виду молока, з якого отримано сир, він має специфічні смакові ідентифікатори [29].

Вершкове масло є продуктом, виробленим із молочних вершків, який являє собою жиру-водну емульсію, безперервною (дисперсійною) фазою якої є жир, а в ньому рівномірно розподілена волога і сухий знежирений молочний залишок. Залежно від масової частки жиру, поділяють на групи:

- Екстра (частка жиру: 80...85 %);
- Селянське (частка жиру: 72,5...79,9 %);
- Бутербродне (частка жиру: 61,5...72,4 %);
- Пряжене (частка жиру: не менше 99 %).

Біологічна цінність продукту визначається хімічним складом та структурою тригліцеридів, присутніми жиророзчинними вітамінами А, Е, каротину, поліненасичених жирних кислот (лінолевої, ліноленової та арахідонової) та функціонально активними метаболітами мікробіоти. Енергетична цінність продукту складає 32 683 кДж/кг при засвоюваності 97 %. Готове кисловершкове масло характеризується специфічним смаком з кислинкою та характерним «масляним» ароматом [30].

Молочна сироватка є вторинним продуктом молочної і використовується як джерело природних біологічно активних сполук, з вираженою функціональною активністю. В даний час цей молочний продукт все частіше починають використовувати у вигляді нативної, делактозної, демінералізованої та сухої. Також з сироватки виділяють концентрати сироваткових протеїнів, ізолятів, функціональних сироваткових білковіпептидів [31]. Світове виробництво молочної сироватки зросло і сягає 145 млн т, обсяг її продажів – 1,5 млн т, 40% її припадає на країни Євросоюзу та 25% на США. Близько 25% сироватки в ЄЕС та 50% сироватки в США використовують у харчовій промисловості.

Молочні продукти, також, можна вважати відмінною матрицею для вивільнення біоактивних сполук. Вчені та виробники харчових продуктів зацікавлені в дослідженні можливих напрямків збагачення молочних продуктів, що на практиці дає можливість розвинути профіль поживних речовин, в них, а відповідно створити продукти функціонального призначення, що характеризуються високим рівнем споживчих властивостей [32].

Таким чином молоко і молочні продукти вважаються корисними продуктами, що здатні забезпечити унікальний пакет високої незамінності поживних речовин (білків, жирних кислот, вітамінів та мінералів), однак необхідність підвищення конкурентоспроможності, забезпечення стабільних якісних показників продуктів вимагає покращення споживчих властивостей шляхом раціоналізації складу та коригування традиційних технологій.

1.2 Функціональні інгредієнти, що використовуються для раціоналізації складу молочних продуктів, їх вплив на параметри якості

На сьогоднішній день, вченими всього світу, приділяється особлива увага розробці нових технологій асортименту молочних продуктів, які містять натуральні добавки природного походження. Включення до раціону харчування різних груп населення, таких продуктів, дозволить не тільки заповнити харчовий дефіцит речовин, що відсутні в раціоні, а й підвищити загальну опірність організму [33].

Тому сучасний ринок молочних товарів характеризується наявністю значного асортименту товарів, до складу яких було введено інгредієнти, функціонального призначення. Так, на ринку функціональних продуктів, 65% займають саме молочні продукти з функціональними інгредієнтами [34]. Молочні функціональні продукти розділяють на три основні групи:

- молочні продукти з пробіотичними і пребіотичними властивостями, до яких можна віднести традиційні кисломолочні продукти, кисломолочні продукти, збагачені пробіотичними культурами, молочні продукти з пребіотиками і молочні продукти із синбіотиками;

- біокоректори і біологічно активні добавки до їжі;

- продукти спеціального призначення: дитячого харчування, геродієтичні, лікувально-профілактичні.

Створення молочних функціональних продуктів спрямоване на збереження корисних речовин молока, оскільки молоко є природним функціональним продуктом, основні функціональні інгредієнти якого – це кальцій та рибофлавін.

Традиційно, до основних інгредієнтів, що вводять до складу молока, відносять вітаміни А, D, С, кальцій і комплекси інших вітамінів і мінералів. Для збагачення використовують йод, селен, фолієву кислоту, кальцієвмісні добавки та інші препарати.

Популярними стають продукти, збагачені протеїном, пробіотиками та пребіотиками, а також продукти з підвищеним вмістом жиру та додаванням цукру.

В багатьох дослідженнях, вчені підкреслюють, що добавки із фруктів і овочів (наприклад, свіжі, соки, порошок, пюре та екстракт) є багатим джерелом каротиноїдів, клітковини, поліфенолів і є чудовим джерелом для збагачення молочних продуктів. Це обумовлено їх різноманітним смаком, коліром, ароматом, вмістом клітковини, вітамінів, мінеральних елементів, токоферолів, флавоноїдів тощо [35].

До того ж деякі фрукти і овочі чинять позитивний ефект на реологічну поведінку (стабілізують консистенцію, сприяють зв'язуванню води, гелеутворюванню тощо), фізико-хімічні властивості, параметри кольору, сенсорні та якісні властивості молочних продуктів, у тому числі сири, морозиво та йогурти. Крім того, ці продукти сприяють загальному покращенню здоров'я, нормалізації функції імунної системи, зниженню ризику серцево-судинних захворювань, зниженню ризику втрати кісткової маси та захисту від впливу вільних радикалів.

Наприклад, додавання розчинної клітковини ямсу, до йогурту, збільшує бачиму в'язкість продуктів і зменшує синерезис йогурту, створюючи приємні відчуття у роті [36]. Вичавки маракуї [37], яблучні вичавки [38], частинки клітковини моркви або її соку, клітковина фініків, апельсину, волокна яблук, пшениці, бамбука, лопуха тощо [39–41], порошки з ананасової шкірки та вичавок [42] також позитивно впливають на консистенцію, додають смакові акценти та збагачують молочні продукти на мінеральні елементи та біофлавоноїди.

У якості додаткової сировини, при одержанні кисломолочних сирів, комбінованих масел, м'яких та сичугових сирів, використовують різновиди плодово-ягідної сировини, диких та лікарських рослин, морські продукти, продукти бджільництва лікувально-профілактичного призначення.

Вченими пропонується використання лікувально-профілактичних біодобавок – кріопорошок «Амарант» [43].

Кріопорошок «Амарант» – вітчизняна фітодобавка, що містить до 16% білка (що складається більш ніж на 30% з незамінних амінокислот), близько 9–11% харчових волокон (клітковини). У складі амарантового насіння також вельми високий вміст вітамінів (E, A, B₁, B₂, B₄ (холін), C, D), дуже важливих для організму людини макро- і мікроелементів (залізо, калій, кальцій, фосфор, магній, мідь і ін.), а також інших біологічно активних речовин, що визначають різноманітні лікувально-профілактичні властивості амарантового борошна (сквален, фітостероли, фосфоліпіди та ін.).

Склад амарантового борошна відрізняється високою концентрацією холіну (входить до складу лецитину, який є структурним компонентом нервових волокон і клітин мозку) та вмістом речовини – сквален, що володіє сильною антиоксидантною дією, рекомендується при атеросклерозі та ішемічній хворобі серця.

Зазначені властивості та зручна консистенція фітодобавки, дали можливість використовувати її для збагачення молочних товарів.

Одним із основних інгредієнтів, який додають до молочних продуктів є пектин. Зараз випускають кілька видів пектинів, які виділяються з різних видів сировини та відрізняються складом та функціональними властивостями: яблучний, цитрусовий, буряковий, пектин із кошиків соняшника, а також комбіновані пектини зі змішаної сировини [44, 45].

Лляна олія, олія насіння каучуку, цільне лляне насіння і насіння конопель, також відносяться до найбільш часто використовуваних харчових добавок.

Вченими обговорюються різні підходи, щодо використання низки нових інгредієнтів для збагачення молока та молочних продуктів. Одним із них є жирні кислоти омега-3. Наприклад, трави та насіння овочів або олії, такі як лляне насіння, насіння конопель та насіння каучуку, є основними джерелами α -линоленової кислоти, в той час як рибне борошно або риб'ячий жир, водоростева олія або біомаса мікрowodоростей є визнаними джерелами ейкозапентаєнової кислоти ЕПК та докозагексаєнової ДГК кислоти (складові довголанцюгових фракцій омега-3) [46]. Зараз активно обговорюють доцільність використання

мікробіодоростей, у різних формах (знежирена біомаса мікробіодоростей, повножирна біомаса мікробіодоростей або водоростева олія), як джерело ЕПК та ДГК у молоці та молочних продуктах, особливо у сирах та йогурті.

Таким чином, одним із провідних напрямів дієтології і харчових технологій, у молочній галузі, є розробка і організація промислового виробництва асортименту продуктів, для різних груп населення, з введенням функціональних інгредієнтів, відповідно до вимог сучасної науки про харчування.

1.3 Характеристика вимог до якості та безпечності сировини, що використовується для виготовлення молочних продуктів, у тому числі з підвищеною біологічною цінністю

Основним сировинним компонентом всіх видів молочних товарів є молоко. Тобто, якість молокопродуктів, безпосередньо, залежить від якості молока, з якого їх виготовляють. Якість – це сукупність властивостей і характеристик товару, які зумовлюють його здатність задовольняти конкретні особисті чи виробничі потреби відповідно до свого призначення. Якість охоплює не всі властивості товару, а тільки ті, що пов'язані із задоволенням конкретних потреб відповідно до його призначення. Її вимірюють системою показників, які характеризують споживчі властивості товару. Зокрема на якість молока впливають показник кислотності, кількість соматичних клітин, точка замерзання, масова частка сухої речовини, щільність, загальнодопустима кількість бактерій [47].

В Україні якість молочної сировини, яку приймають на переробні підприємства для виготовлення молочних продуктів, регламентується вимогами ДСТУ 2661:2010. Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови, Законом України «Про молоко та молочні продукти» та Законом України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів, у редакції 2014

р. [48–50].

Відповідно до Закону молоко сире – є продуктом нормальної секреції молочних залоз однієї або декількох здорових корів, овець, кіз, буйволиць, кобил, температура якого не перевищує 40° С і який не піддавався будь-якій обробці (далі - молоко). Молочна сировина – молоко, яке піддавалося попередній фізичній обробці (фільтрації, охолодженню), а також будь-які молочні продукти, що містять виключно складові молока (молочний жир, молочний білок, лактозу) і можуть бути використані у виробництві іншої продукції; молочні продукти – продукти, одержані з молока або молочної сировини, які можуть містити харчові добавки, необхідні для виробництва, за умови, що ці добавки ні частково, ні повністю не замінюють складових молока (молочний жир, молочний білок, лактозу);

Тобто, у сфері виробництва, переробки, реалізації, експорту та імпорту молока, молочної сировини та всіх молочних продуктів, здійснюється Державний контроль та нагляд і державна підтримка виробників.

Молоко сире незбиране повинно бути натуральним, чистим, без сторонніх не властивих свіжому молоку присмаків і запахів. Не допускається змішування молока від здорових та хворих корів та за показниками якості відповідати вимогам ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне» [50].

Базисні норми масової частки жиру і білка в молоці розробляються і затверджуються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної аграрної політики.

Молоко має бути отримано від клінічно здорових тварин, які перебувають у задовільному фізичному стані, у яких не виявлено жодних симптомів хвороб і травм вимені (тобто тих, що можуть призвести до забруднення молока), які не страждають на будь-які інфекції сечостатевого шляху, не мають ознак запалення вимені тощо. У разі захворювання, тварини не мають піддаватися незаконному лікуванню. Їх регулярно перевіряють на туберкульоз, лейкоз, бруцельоз (згідно з планом протиепізоотичних заходів). Оператором ринку забезпечується запровадження програми виявлення прихованих форм маститів та доведення її

ефективності.

Аналіз показав, що в останні роки, для забезпечення необхідної бактеріологічної чистоти, молокопереробні підприємства все частіше почали використовувати більш жорсткі режими пастеризації, температура яких складає 95...97 °С. Це значно підвищує енергозатрати, а також суттєво впливає на хімічний склад молока (особливо на білки, вітаміни, кальцій). Більш перспективним напрямом підвищення бактеріологічної чистоти молока є застосування електрофізичних методів, а саме сильних імпульсних електричних полів (ІЕП) без розрядів, із напругою 30 кВ см [51].

Пошук таких ефективних методів є доцільним, оскільки зараз, молочна галузь України, намагається вийти на більш високий якісний рівень виробництва молока, для цього запроваджено високі стандарти безпеки та якості молочної продукції. Подібні стандарти, вже багато років, є нормою для провідних світових виробників. У країнах ЄС основним документом, де прописано вимоги до якості та безпеки харчових продуктів, є Регламент № 853/2004 Європейського Парламенту та Ради Європейського Союзу від 29 квітня 2004 року, яким встановлюються спеціальні правила щодо гігієни харчової продукції тваринного походження [52]. Правила подані в документі доповнюють правила, встановлені в Регламенті (ЄС) № 852/2004. Отак, у секції XI – «Сире молоко та молокопродукти» викладено вимоги для підприємств харчової галузі, які займаються виробництвом або збиранням сирого молока. Регламент не повинен застосовуватись до продуктів, що містять як продукти рослинного походження, так і оброблені продукти тваринного походження. Регламентом встановлюються чіткі правила гігієни харчових продуктів, а саме дотримання норм загальної бактеріальної забрудненості, кількості соматичних клітин та кислотність молока. Наприклад, загальна кількість бактерій у молоці відповідно до регламенту ЄС 853/2004 становить не більше 100 000 /см³. Крім того, із молочних продуктів должны быть исключены антибиотики и пальмовое масло, пестициды, заменители растений, замена молока водой и т.д. [53].

В Україні, молоко, яке надходить від операторів ринку на молокопереробні

підприємства, за показниками безпеки, має відповідати «Вимогам до безпеки та якості молока і молочних продуктів» та Закону України «Про основи принципів та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів» [54], які запроваджують належну практику виробництва, переробки та введення в обіг молока та молочних продуктів, встановлюють критерії до сирого молока, які обумовлюють його придатність для введення в обіг. Виконання Вимог є обов'язковим для всіх операторів ринку незалежно від форми власності та підпорядкування. На виробництво молочних продуктів, що призначені для власного споживання, дія цих вимог не поширюється [55].

Вимоги до безпеки та якості молока і молочних продуктів, застосовуються до операторів ринку молока та молочних продуктів, що здійснюють експорт або заявили компетентному органу про готовність до здійснення такого експорту, з дня набрання чинності цим наказом.

Для перевірки молока сирого від корів за показниками кількості мікроорганізмів за $30\text{ }^{\circ}\text{C} \leq 100\ 000$ колонієутворюючих одиниць/мл, кількості соматичних клітин $\leq 400\ 000$ клітин/мл, точки замерзання не вище ніж мінус $0,52\text{ }^{\circ}\text{C}$ або густини не менше ніж $1\ 028$ грамів на літр, а також для перевірки, у молоці сирому від інших видів сільськогосподарських тварин, вмісту мікроорганізмів за $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (має становити $\leq 1\ 500\ 000$ КУО/мл), повинні проводитися лабораторні дослідження (випробування) зразків відповідно до таких референс-методів:

1) ДСТУ EN ISO 4833-1:2014 (EN ISO 4833-1:2013) «Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку мікроорганізмів. Частина 1. Підрахунок колоній за температури $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ методом розливу по чашках»;

2) ДСТУ ISO 13366-1/IDF 148-1:2014 (ISO 13366-1:2008/IDF 148-1:2008, ISO 13366-1:2008/Cor 1:2009, IDT) «Молоко. Підрахування соматичних клітин. Частина 1. Мікроскопічний (контрольний) метод».

Дозволяється використовувати альтернативні аналітичні методи та методи мікробіологічного контролю, які зазначені у діючому ДСТУ 7357:2013. Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання [56]

Відбір проб проводять за ДСТУ ISO 707:2002. Молоко та молочні

продукти. Настанови з відбирання проб [57]. Частота відбору зразків і проведення досліджень визначається оператором ринку. При цьому, оператори ринку мають враховувати вимоги країни призначення, якщо сире молоко вироблене на його господарстві та використовується як сировина для виробництва продукції, яка призначена для експорту. Лабораторні дослідження проводяться за участю уповноважених компетентним органом лабораторій. Це можуть бути порівняльні лабораторні дослідження (випробуванні або раунді професійного тестування), відповідно до видів досліджень. Вимоги до якості молока та молочних продуктів чітко визначають показники, за наявності яких, продукти не мають надходити до споживачів (рис. 1.2).

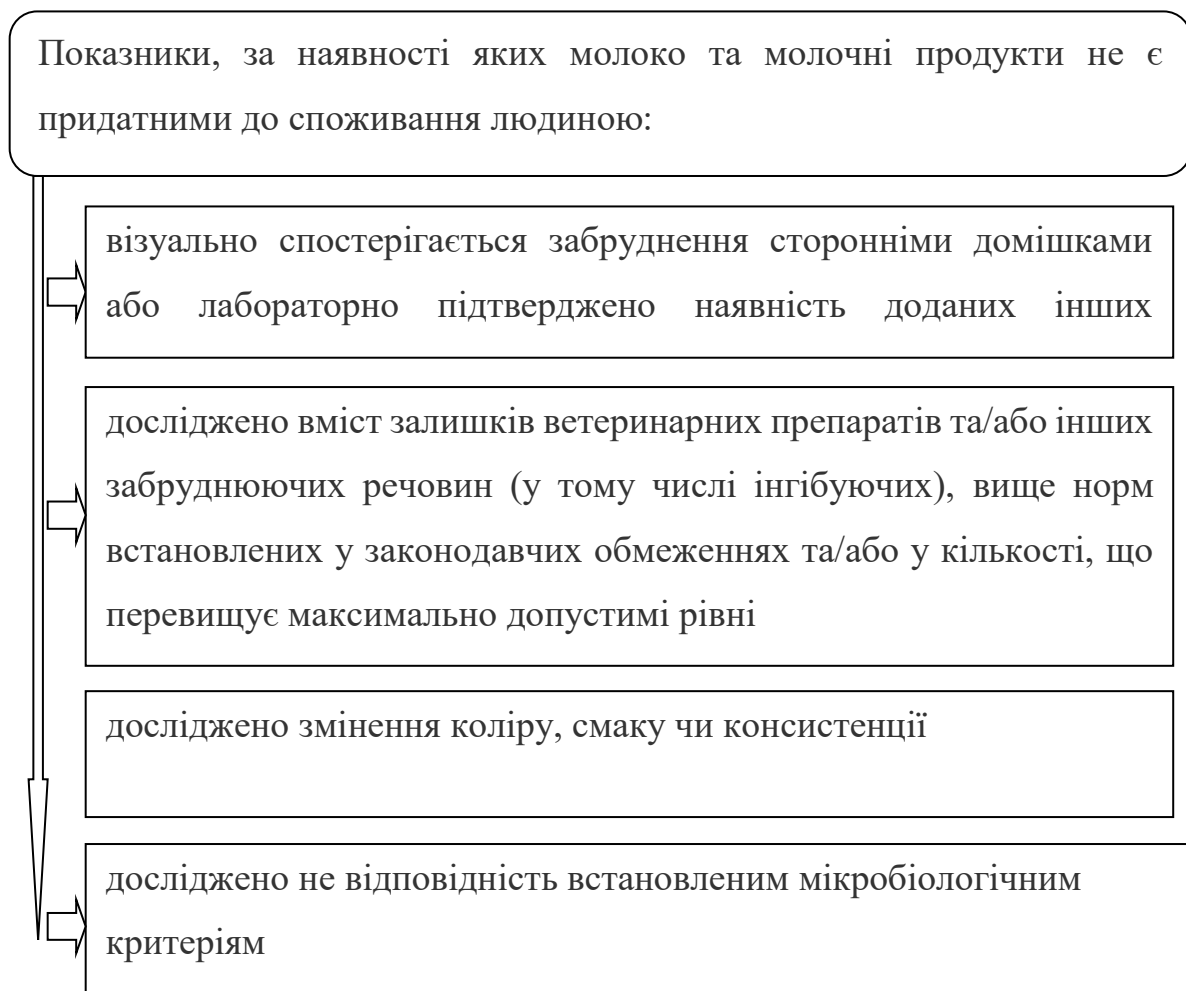


Рис. 1.2 Показники, які визначають непридатність молока до споживання людиною

Для отримання молочних продуктів належної якості виробники молочних харчових продуктів повинні забезпечити, певні умови їх переробки і зберігання. Наведемо такі вимоги:

- молоко має швидко охолоджуватися до температури не вище ніж 6 °С;

- молозиво має швидко охолоджуватися до температури не вище ніж 6 °С або заморожувалося та утримувалося за такої температури до переробки.

- сире молоко має підлягати термічній обробці або бути використаним відповідно до затверджених технічних умов: негайно після приймання, якщо молоко не охолоджувалося; не пізніше ніж через 36 годин після приймання, якщо молоко зберігалось за температури не вище ніж 6 °С; не пізніше ніж через 48 годин після приймання, якщо молоко зберігалось за температури не вище ніж 4 °С, або протягом 72 годин для молока буйволиць, овець і кіз.

- перевищення термінів і температурних показників, може допускатися за умови зміни технології виробництва окремих продуктів на основі молока (про це необхідно інформувати територіальний орган компетентного органу);

- дозволено зберігати молоко та молозиво за вищезазначених температур, якщо переробка розпочинається одразу після доїння або протягом чотирьох годин після прийняття переробною потужністю.

- якщо молоко, молочні продукти чи продукти на основі молозива підлягають термічній обробці, оператори ринку повинні забезпечити пастеризацію: високою температурою протягом короткого часу (принаймні 72 °С протягом 15 секунд); низькою температурою протягом тривалого часу (принаймні 63 °С протягом 30 хвилин); будь-якою іншою комбінацією часу і температури, яка дає еквівалентний результат.

- реакція на виявлення лужної фосфатази під час дослідження продуктів безпосередньо після термічних обробок має бути негативною;

- високотемпературна обробка має досягатися шляхом витримки за високої температури, яка є неперервною протягом короткого часу (не нижче ніж 135 °С у поєднанні з помірним часом експозиції), щоб оброблений продукт не

містив жодних живих мікроорганізмів чи спор;

– підприємства, які здійснюють термічну обробку або переробку молока мають дотримуватись процедур, заснованих на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках [58].

Якість молочних продуктів, залежно від їх виду та асортименту контролюється Державними стандартами, наведемо деякі з них:

ДСТУ 2212:2003. Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2004-07-01 із змінами від 2-11-2016. С. 34

ДСТУ 7519:2014. Вершки питні. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2015-02-01. 15 с.

ДСТУ 8131:2015. Вершки-сировина. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2017-01-01. 13 с.

ДСТУ 7566:2014. Молоко питне для харчування дітей. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2015-08-01. 17 с.

ДСТУ 4273:2015 Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови. Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук : Чинний від 4 серпня 2015 р. № 89 з 2016-01-01 (ІПР НААН) ДП «УкрНДНЦ».

ДСТУ 4417:2005. Кефір. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2006-10-01, із змінами та доповненнями від 7-2006*,1-12-2013. 17 с.

ДСТУ 4635:2006. Сири плавлені. Загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2007-07-01. 19 с.

ДСТУ 4418:2005. Сметана. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2006-10-01, із змінами від 2-(1-3)-2016. 20 с.

ДСТУ 6003:2008 Сири тверді. Загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2009-03-01, із змінами від 5-2009*,7-2009*,7-2013*. 24 с.

ДСТУ 8549:2015. Напої із сироватки. загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2017-01-01. 15 с.

ДСТУ 4404:2005. Консерви молочні. молоко згущене стерилізоване в банках. Загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2006-10-01. Із

змiнами 7-2006*. 18 с.

ДСТУ 4503:2005. Вироби сиркові. Загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2006-10-01. 17 с.

ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2005-10-01. 14 с.

ДСТУ 4399:2005. Масло вершкове. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2006-07-01, із останніми змiнами від 3-5-2015. 26 с.

ДСТУ 4554:2006. Сир кисломолочний. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2007-07-01, із змiнами 1-12-2013. 20 с.

ДСТУ 4274:2019. Консерви молочні. Молоко незбиране згущене з цукром. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2020-11-01. 13 с.

ДСТУ 4733:2007. Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2008-01-01. Із останніми змiнами від 3-12-2022. С. 49.

ДСТУ 3718:2007. Концентрати харчові. Солодкі страви. желе, муси, пудинги, концентрати молочні. Загальні технічні умови. Чинний від 2009-01-01. 17 с.

ДСТУ 8027:2015. Сири з пліснявою. Загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2017-01-01. 17 с.

ДСТУ 4395:2005. Сири м'які. Загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2006-10-01, із змiнами 7-2006*,1-10-2014. 17 с.

ДСТУ 4565:2006. Ряжанка та варенець. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2007-10-01. Із змiнами від 5-2007* (5-2006). 15 с.

ДСТУ 4539:2006. Простокваша. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2007-07-01. 15 с.

ДСТУ 7515:2014. Сироватка молочна. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2015-02-01. 14 с.

ДСТУ 4669:2006. Сири напівтверді. Загальні технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2007-07-01. 15 с.

ДСТУ 4702:2006. Продукти молочні. продукт згущений з олією та цукром.

технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2007-10-01. 15 с.

ДСТУ 7170:2010. Молочна промисловість. продукти молочні та молоковмісні. Номенклатура та вимоги до назв. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2011-10-01. 9 с.

ДСТУ 4324:2004. Молочна промисловість. Виробництво молочних консервів. Терміни та визначення понять. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2005-01-01. 17 с.

ДСТУ 4420:2005. Молочна промисловість. виробництво сиру. терміни та визначення понять. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2006-07-01. 17 с.

При проведенні дослідження якості молочних продуктів, визначають відповідність низці фізико-хімічних показників, які обумовлюються властивостями його компонентів і взаємодіями між ними. Наслідком будь-яких змін фізико-хімічних показників молочних продуктів, є зміна їх технологічних властивостей. Наприклад, для якісного проведення ферментативних процесів, при приготуванні сирів, необхідні не тільки певні температурні умови, а й наявність необхідної кількості мікроелементів. Відсотковий вміст солей, в пеній мірі, обумовлює осмотичний тиск і кислотність свіжого молока. При їх надлишку або недоліку може відбуватися випадання білків в осад. Наслідок – втрата термостійкості молока.

Показник щільності цільного коров'ячого молока знаходиться у мажах від 1,027 до 1,033 г/см³. На щільність молока впливає його хімічний склад. Наприклад щільність має тенденцію до зниження при збільшенні вмісту жиру, а при збільшенні кількості білка, молочного цукру (лактози) і солей – щільність збільшується. Підвищення температури молока сприяє зниженню щільності. Щільність змінюється і при фальсифікації молока – знижується при додаванні води, а при знятті вершків або додаванні знежиреного – підвищується [59].

Показник в'язкості характеризує консистенцію молока, тобто тертя частинок молока при їх переміщенні. Залежить від відсоткового вмісту казеїну і жиру, дисперсності міцел казеїну і кульок жиру, ступеня їх гідратації та агрегації. В'язкість нормального молока при 20 ° С в середньому становить $1,8 \cdot 10^{-3}$ Па·с

[60]. Показник вязкості або поверхневий натяг враховуються при переробці молока. Оскільки має практичне значення при виробництві морозива, масла, згущенні молока.

Окислювально-відновний потенціал (потенціал E) виступає як кількісна міра окислювальної або відновлювальної здатності молока. За літературними даними потенціал E нормального свіжого молока дорівнює 0,25...0,35 В (250 - 350 мВ) [61].

Показники загальної та титруємої кислотності молока обумовлені вмістом у ньому білків, кислих солей, газів і виражається в градусах Тернера ($^{\circ}$ T). У нормі для свіжого молока вона повинна складати 16...18 $^{\circ}$ T. Активна кислотність характеризується концентрацією водневих іонів і виражається величиною рН, яка становить в середньому 6,5...6,6 з коливаннями в межах 6,3-6,9. Кислотність молока це один із критеріїв оцінки його свіжості. Вона залежить від стану обміну речовин в організмі тварин [62].

Показник титруємої кислотності є показником якості, який свідчить не тільки про загальну свіжість молока і встановлює його гатунок, а й дозволяє говорити про підвищення кислотності в результаті розвитку мікроорганізмів та сприятність молока для подальшої технологічної обробки.

Не менш важливим показником якості молока є активна кислотність. У свіжого і якісного молока рН становить від 6,3 до 6,9. Від показника рН залежать стабільність полідисперсної системи молока, умови зростання мікрофлори та її вплив на технологічні процеси дозрівання сиру. Також рН пов'язаний із швидкістю хімічних перетворень, від яких залежить смак і запах молочних продуктів, а також термостійкість білків молока та ступінь їх коагуляції [63, 64].

Відповідно до закону України «Про молочні продукти» молоко, сир, вершкове масло, сметана, сир, молоко, згущене молоко, морозиво та ін. повинні бути натуральними. Не допускається використання немолочних жирів при виробництві молочної продукції. Їх можна застосовувати тільки в молоковмісній продукції, яка нормується за іншою нормативною документацією. Інформацію про вміст не молочних жирів. виробник має зазначати на маркуванні. Однак, не

всі учасники ринку молочної продукції, в Україні, працюють у рамках системи державного регулювання галузі. Близько 10-15% сирого молока потрапляє до недобросовісних виробників, з яких ті виготовляють фальсифікат. Розмір тіньового сегменту ринку молочної продукції в Україні оцінюється експертами на рівні 20-25% загального обсягу [65].

Найпоширенішим способом фальсифікації молочних продуктів є зміна натурального складу шляхом додавання незаявлених компонентів, а іноді й небезпечних для здоров'я людей. Недобросовісні виробники замінюють молочні жири рослинними оліями (пальмовою, соєвою та іншими дешевими оліями) або тваринними жирами немолочного походження (яловичим, свинячим, риб'ячим жиром тощо). При цьому рослинні олії попередньо піддаються спеціальній фізико-хімічній обробці, внаслідок цього збільшується концентрація трансізомерів жирних кислот, гліцидилових ефірів. Вплив на показники молока:

- корегування титрованої кислотності (сода, аміак, амонійні солі, формалін, пероксид водню та інші);
- завищені значення масової частки молочного жиру та густини при додаванні мила господарського, миючих і пральних рідин та порошоків;

термостійкості молока – при додаванні фосфатів [66].

Постійне вживання цих, небезпечних для здоров'я, речовин може спричинити незворотні порушення в організмі та призвести до тяжких захворювань. Слід зазначити, що на смак, відрізнити деякі фальсифіковані товари, наприклад, сир або сметану, практично неможливо. До того ж, за результатами опитування, що проводяться серед споживачів, встановлено, що фальсифіковані продукти найчастіше сприймаються як більш смачні [67].

Ще один, із простих і найбільш розповсюджених, є спосіб фальсифікації молочних продуктів шляхом додавання вологоутримуючих агентів (крохмаль, карагенан тощо). Ці добавки не мають таких важких незворотних наслідків, але на організм вони впливають негативно – навантажують роботу нирок, можуть спричинити збільшення маси тіла.

Слід акцентувати увагу на двох методах перевірки натуральності молочних продуктів:

1. метод виявлення рослинних жирів у жировій фазі газорідною хроматографією стеринів;
2. визначення жирнокислотного складу (жкз).

Проте, використання навіть обох методів, не завжди дозволяє зробити однозначний висновок про фальсифікацію.

Аналіз на стерини показує, чи застосовувалися рослинні жири під час виробництва молочного продукту. він передбачає різночитань (або рослинні жири є, або їх немає). Аналіз на ЖКС показує відповідність жирнокислотного складу продукту складу коров'ячого молока [68].

Вміст жирних кислот у молочному жирі сильно варіюється залежно від пори року, породи корів, харчового раціону і, особливо, технології виробництва продукту. Тому, метод визначення жирно-кислотного складу дозволяє виявити лише грубі підробки, де вміст рослинних добавок та інших тваринних жирів становить понад 20%. Однак, досвідчені технологи підбирають склад компонентів, що додаються в продукт, який фальсифікується, настільки точно, що ЖКС практично не відрізняється від натурального продукту. Що ускладнює процес виявлення фальсифікації.

26 вересня 2012 року на засіданні Кабінет Міністрів було схвалено законопроект «Про внесення змін до Закону України «Про молоко та молочні продукти», згідно до якого було передбачено посилення заходів по боротьбі з фальсифікацією молочних продуктів. Документ зобов'язує, виробників молоковісних продуктів, зазначати на упаковці, що у продукті використані рослинні жири. Згідно чинному законодавству, до прийняття зазначеного законопроекту, виробники могли використовувати в молоковісній продукції до 75% рослинних жирів. Проте, з прийняттям цього законопроекту, молоковісні продукти, в яких є рослинні жири, мають реалізовуватися в торговельних мережах з окремих полиць; відсоток рослинних жирів, у молоковісних продуктах, зменшено до 50%, відповідно до граничної межі, що застосовується у країнах ЄС. Це сприяло підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних товарів, налагодженню інвестиційного та економічного клімату країни та дало

можливість споживачу відрізнити молочні продукти від молоковмісної продукції. Законопроект обумовлює розмір шрифту, яким зазначається напис про вміст рослинних жирів (не менше ніж 80% назви самого продукту) [69].

Особливі вимоги висуваються і до пакування до пакування молочної продукції. Тара й упаковка для молока та молочних продуктів мають бути виготовлені з матеріалів, дозволених для використання з цією метою відповідно до чинного законодавства України. Споживча тара, одразу після наповнення, має герметизуватись засобами асептичного та герметичного фасування, що виключають забруднення. Оператори ринку не повинні використовувати назви молочних продуктів та традиційних молочних продуктів, а також їх похідних у власних назвах продуктів і торговельних марках, якщо ці продукти виробляються з використанням сировини немолочного походження.

Саме якість сирого молока забезпечує можливість виготовлення якісних молочних товарів для постачання їх споживачам. Сучасні проблеми підвищення конкурентоспроможності виробників молочних товарів є актуальними, а заходи держави, спрямовані на забезпечення високих стандартів безпеки та якості молочної продукції, які є правилом для провідних світових виробників, починають, належним чином, реалізовуватись і в Україні. Таким чином, при виробництві якісних екологічно чистих молочних продуктів необхідно дотримуватись високих санітарно-гігієнічних та технологічних вимог до безпеки вихідної сировини, її транспортування, технології виробництва, упаковки та зберігання готової продукції, які відпрацьовані та дотримуються на сучасному рівні на більшості вітчизняних і закордонних харчових підприємствах, що працюють на території України.

1.4 Напрямки підвищення функціональних властивостей та розширення асортименту конкурентоспроможних молочних продуктів

Сьогодні структура харчування людини зазнала значних змін, що пов'язано з незбалансованістю харчування, а саме: споживанням рафінованих

вуглеводів, трансжирів, недостатньою кількістю повноцінного білка та продуктів, що містять мікронутрієнти та речовини з антиоксидантною активністю. Крім того, надто стрімке міське життя, хронічний стрес, прийом антибіотиків, погіршення навколишнього середовища та інші фактори негативно впливають на здоров'я людини, знижують імунітет і призводять до хронічних захворювань [70].

Тому, в сучасній харчовій промисловості багато вчених спрямовують свої дослідження у напрямку розробки різних способів підвищення функціональних властивостей молочних продуктів та удосконалення технологічного процесу [71–74].

Виходячі із того, що кожен харчовий продукт має свою консистенцію, фізико-хімічні та структурні характеристики, володіє комбінацією певних смако-ароматичних властивостей, містить різний набір макро і мікронутрієнтів, для формування якості та розширення асортименту, обираються речовини та компоненти, що мають бути сумісними із основним продуктом і забезпечувати показники якості, не нижче вимог нормативно-технічної документації.

1.4.1 Роль пробиотиків у підвищення функціональних властивостей та розширення асортименту збагачених молочних продуктів

Для сучасних умов, які склалися в Україні, характерний повний набір несприятливих факторів, які впливають на нормальне функціонування травної системи людини: зростання стресових впливів, безконтрольне вживання антибіотиків та хіміотерапевтичних препаратів, підвищений радіаційний фон, екологічний стан оточуючого середовища, нестабільне матеріальне становище людей, розповсюдження вторинних імунодефіцитних станів та неповноцінне харчування. Логічним наслідком є виникнення і розповсюдження захворювань шлункового тракту, пов'язаних із дисбіозом [75]. Широке поширення дисбіозів відносять до найважливіших факторів, які визначають частоту випадків та важкість гострих і хронічних захворювань. Для боротьби з дисбіотичними

порушеннями, поряд з препаратами фармації, встали пробіотичні продукти, основний асортимент яких, на ринку України, складають кисломолочні продукти. Саме роботи вчених, які розробили і запропонували на ринок широкий асортимент продуктів з пробіотичними властивостями, серед яких є і продукти олійно-жирової галузі, вдалося покращити стан травлення, знизити рівень холестеролу, підвищити рівень засвоюваності вітамінів і мінералів, посилити діяльність імунної системи тощо. Тобто вдалося знайти запобіжні засоби щодо виникнення та прогресування дисбактеріозів різного ступеню тяжкості, що позитивно вплинуло на стан здоров'я населення України [76]. Пробіотики – живі мікроорганізми, які при вживанні в певній кількості забезпечують корисну, для здоров'я людини, дію. У випадку застосування пробіотиків як додаткових компонентів продуктів харчування, оздоровча дія спрямована на нормалізацію кишкової мікрофлори [77–79].

Класичними і визнаними, у всьому світі, пробіотиками є лакто- й біфідобактерії. Біфідобактерії з'являються з перших днів життя і відносяться до найбільш постійної, домінуючої мікрофлори, протягом всього життя людини. Однак, у процесі життя під дією нераціонального харчування, позбавленого пребіотиків, харчових волокон та інших незамінних складових, вживання антибіотиків, несприятливих зовнішніх факторів, кількість біфідобактерій, у кишечнику, поступово зменшується. К 60 рокам їх кількість може складати до 25 % від загальної кількості мікрофлори кишечника (для порівняння, у малюків, їх кількість доходить до 97-98%). Тому вживання продуктів харчування, збагачених біфідобактеріями, є необхідним, оскільки сприяє поновленню групи біфідобактерій, у кишечнику людини. Однак, введення біфідобактерій у продукти харчування супроводжується низкою проблем, висвітлених у роботах багатьох вчених [80–82]. До так відносять наявність у продуктах кисню, який стримує розвиток біфідобактерій та стимуляторів росту біфідобактерій. Також несприятливим фактором для росту, розвитку і збереження життєздатності біфідобактерій є низькі температури зберігання, низький показник активної кислотності, який є не сприятливим при тривалому зберіганні. У напрямку

вирішення цих проблем, вченими запропоновано наступні операції: використовувати для ферментації адаптовані до молока культури біфідобактерій, стійкі до низьких температур та низької активної кислотності продукту; культивувати біфідобактерії разом з лактобактеріями, які володіють значно вищою β -галактозидазною активністю, порівняно з біфідобактеріями; збагачувати молоко біфідогенними факторами-стимуляторами (фруктозою, глюкозою, олігосахаридами та ін.), які сприяють росту й розвитку біфідобактерій у молоці при зберіганні; вводити до складу кисломолочних біфідовмісних продуктів пребіотиків, які не перетравлюються (лактозу, інулін, пектин, олігосахариди) і сприяють адсорбції та поліферації біфідобактерій у кишечнику людини [83]. Таким чином тема пробіотиків має розвиватись, оскільки їх роль у підвищення функціональних властивостей молочних продуктів, є значною.

1.4.2 Асортимент молочних товарів, збагачених при використанні компонентів рослинного походження

Останнім часом виробники молочних продуктів прагнуть використовувати доступну й недорогу сировину яка, крім того, відрізняється підвищеною харчовою й біологічною цінністю, що сприятиме формуванню молочних товарів із збалансованим складом. Рослинна сировина є тим компонентом, що містить весь багатогранний набір природних речовин, які здатні впливати на всі життєво важливі функції організму людини. Рослинні компоненти є джерелом хімічних речовин і мікронутрієнтів, які впливають на підвищення опірності організму людини до дії навколишнього середовища, підвищують перистальтику кишечника людини, захищають від розвитку гіподинамії, зашлакованості організму, нормалізують роботу внутрішніх органів і кровотворної системи тощо [84].

Безпосередньо, самі молочні продукти теж займають особливе місце серед харчових продуктів, оскільки є джерелом, повноцінних білків, незамінних амінокислот, які є будівельним матеріалом в організмі людини та джерелом

енергії. Поряд з цим, молочні продукти містять мало вітамінів (особливо антиоксидантного ряду – це вітамін С, В-каротин, а-токоферол), мало природних антиоксидантів, геропротекторів, таких як низькомолекулярні фенольні сполуки (катехіни, флавонові глікозиди, антоціани та ін.), терпеноїди. Саме ці речовини входять до хімічного складу більшості рослинної сировини: фруктів, ягід, овочів, трав'яних рослин, насіння тощо.

Доцільність збільшення використання рослинних компонентів обумовлена наростаючим впливом, на споживачів, світового тренду щодо здорового способу життя, одним із проявів якого є прихильність до вживання продуктів рослинного походження. Стрімке зростання популярності рослинних продуктів обумовило появу рослинного молока, розробленого з горіхів, із злаків, з соєвої, кокосової сировини тощо. Такі продукти активно рекламують як «аналоги молока» або «альтернативне молоко». В думці щодо повноцінності складу такого молока, вчені розділились [85]. Однак було доведено, що жоден рослинний продукт не відповідає традиційному молоку за харчовою цінністю і поживними речовинами. Деякі фахівці стверджують, що рослинні білки, як правило, нижчі за біологічною цінністю через обмежений вміст амінокислот та погану засвоюваність. Це підтверджено дослідженням амінокислотного скору шляхом розрахунку коефіцієнта засвоюваності білка (PDCAAS) [86, 87]. Це свідчить про те, що рослинне молоко не здатне бути повноцінною заміною натуральному. До того ж, питання повноцінного харчування розглядаються вченими, з точки зору збільшення в ньому вмісту повноцінних білкових компонентів.

В Україні також з'являється сегмент споживачів, які дотримуються харчування на рослинній основі, проте вживання традиційних молочних продуктів, з додаванням рослинних компонентів, має більшу перевагу у населення.

Тому напрям створення комбінованих молочних продуктів, з додаванням інгредієнтів рослинного походження, для імунопрофілактики населення і зміцнення здоров'я, залишається актуальним і на сьогоднішній день. Це стосується не лише основних продуктів харчування, але й сиркових мас, десертів, солодоців

тощо [88].

У даному напрямку, на сьогодні, працюють багато вітчизняних вчених і вчених за кордоном.

З метою покращення амінокислотного, мінерального, вітамінного складу, поширення набувають технології з цілеспрямованим використанням природної сировини, яка у значних кількостях накопичує певні нутрієнти. Цей напрямок є актуальним, оскільки йде в унісон із принципами безвідходного споживання та екологічно відповідальної поведінки, яка підтримується різноманітними світовими організаціями [89] та відповідає концепції сталого розвитку, де серед цілей зазначено відповідальне споживання та виробництво, забезпечення доступності збалансованого харчування на рівні науково обґрунтованих норм для всіх верств населення; створення стійких систем виробництва продуктів харчування, що сприяють збереженню екосистем і поступово покращують якість земель та ґрунтів, в першу чергу за рахунок використання інноваційних технологій [90].

Для введення у молочні продукти, на сьогодні, вчені використовують дуже багато рослинних добавок, витяжок з рослинної сировини та їх композицій з іншими інгредієнтами.

Науковий прогрес дозволяє знаходити зв'язок між біохімічними структурами в харчових продуктах та їх впливом на здоров'я. Але не тільки успіхи в науці і технологіях пробуджують інтерес до створення нових продуктів функціонального харчування [91]

Популярними стають молочні продукти збагачені на харчові волокна, які містяться майже у всіх рослинних компонентах, але відрізняються за кількістю та обмежуються органолептичною сумісністю із молочними продуктами. До того ж, харчові волокна, в технології таких молочних виробів як сири і десерти, виконують роль структуроутворюючих компонентів та підвищують вологоутримуючу здатність.

Для стабілізації структури, збагачення харчовими волокнами та підвищення харчової цінності, використовують висівки злакових рослин, зернові

інгредієнти, отримані методом екструзії та солодощення, рослинний шрот, де містяться білки та вуглеводи, мікро- і макроелементи, вітаміни та баластні речовини [92].

Запропоновано технологічне рішення для виробництва молочних желюваних десертів (їстівні йогурти, коктейлі, пудинги, желе, муси,) з використанням пюре з коріння лопуха. Лопух містить багато клітковини, білки, вуглеводи, у тому числі поліцукрид інулін, який сприяє засвоєнню вітамінів і мінералів, і є доцільним при застосуванні при діабеті. На основі дослідження хімічного складу нового продукту, оцінки його харчової та біологічної цінності, обґрунтовано перспективність, даної розробки, для виробництва молочних десертів [93].

Науковці Романчук І. О., Рудакова Т. В., Моїсеєва Л. О. застосовували рисове борошно у технологіях виготовлення йогуртів, сирів твердих і м'яких сортів, плавлених сирків, морозива тощо. Доцільність такого поєднання вчені пояснювали тим, що рисове борошно має високу вологозв'язувальну здатність. Відповідно, при виробництві молочних товарів, може розглядатись як природній загущувач і стабілізатор а також як натуральний замітник модифікованого крохмалю [94. 95].

У роботах Новгородської Н.В. та Берник І.М. пропонується додавання до молочних продуктів, таких як сиркові маси, пюре з гарбуза. Вчені доводять, що така добавка, при спеціальній підготовці, сприяє збагаченню продукту, є джерелом харчових волокон та надає приємних органолептичних властивостей [96].

Інші дослідники розробляли творожні маси із введенням кріопорошку на основі гарбуза, отримуючи високі результати при різній жирності продукту [97]

Також, розроблено асортимент вершкового масла, плавлених сирів та десертів з добавками з гарбуза та його комбінації з іншими рослинними компонентами, які виконували роль збагачення та покращення органолептичних властивостей [98, 99].

До плавлених сирів, для підвищення органолептичних та функціональних

властивостей, багато розробників вводили різні види прянощів, особливо цікаві результати були отримані при додаванні кропу, тміну, паприки та кукурудзяного крохмалю. При дослідженні мікроструктури плавленого сиру, з добавками, за допомогою конфокальної мікроскопії, отримані зображення, які було візуалізовано для використання у комерційних цілях [100].

Пропонується сир, виготовлений шляхом додавання до 20% кукурудзяного молока, на заміну коров'ячого. На дегустації такий сир отримав найбільший бал органолептичної оцінки. Дослідження показали, що збільшення частки кукурудзяного молока призвело до збільшення вмісту фенольних компонентів та активності видалення DPPH. Вихід сиру було збільшено за рахунок збільшення коефіцієнта заміщення [101].

Гарні результати щодо зміни в концентраціях вітамінів та у співвідношеннях амінокислот спостерігаються при збагаченні молочних продуктів з додаванням кріопорошку «Амарант» та модифікованого крохмалю серії LYCKEBY CAREFUL, збагаченого рослинним біопротектором – насінням Чіа. Продукти, збагачені даною добавкою, за показниками якості, повністю відповідають нормативній документації, при цьому їх біологічна цінність (вміст антиоксидантів, поліненасичених жирних кислот клітковини, вітамінів) і корисність стає вищою [102].

Розроблено та запущено у виробництво технологію творожного напівфабрикату із введенням, у якості функціональних добавок харчових волокон «Цитри-Фай 200», ягід чорної смородини та клюкви. Готовий продукт характеризувався підвищеним вмістом клітковини до 35,5%, кальцію до 13,4%, фосфору до 27,8%, вітаміну С до 6-19%, каротину до 61% від добової норми [103].

Запропоновано асортимент рідких кисломолочних продуктів функціонального призначення. Серед них біокефір, отриманий з обезжиреного молока, який збагачений натуральними наповнювачами: пюре із бояришника та сиропом стевії. Натуральні наповнювачі вносили із закваскою, вони збагачували продукт на вітамін С, РР, каротин, пектин, фруктозу, наданням оздоровлюючих

властивостей. Показники якості продукту залишалися в межах норми протягом гарантованих термінів зберігання [104].

Асортимент кисломолочних продуктів, а саме кефіру, збагаченого овочевими добавками на основі пюре моркви та тикви було розроблено вченими ХДУХТ. Доведено покращення органолептичних властивостей продукту та збільшення вмісту вітамінів групи С та каротиноїдів [105].

Розроблено такий продукт як кефір з пшеничними висівками, що містить харчові волокна, які є цінною енергетичною добавкою і сприяли зростанню загальної суми амінокислот, у продукті, на 15,08%, в тому числі незамінних – на 10,57%, замінних – на 18,24%. Це свідчить про його біологічну цінність та лікувально-профілактичні властивості [106].

Також відомим є асортимент функціональних кисломолочних продуктів, розроблених вченими на чолі з О. П. Чагаровським [107].

Вченими кафедри технології молока і молочних продуктів Національного університету харчових технологій обгрунтовано технології асортименту молочних продуктів зі збалансованим складом основних нутрієнтів [108].

Розробкою технологій біфідовмісних йогуртових напоїв із комбінованим молочно-рослинним складом, займались вчені Н. А. Ткаченко та П. О. Некрасов [109, 110].

Вчені Львівського університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького працювали над технологіями йогуртових напоїв. Для збагачення складу продукту, вони вводили спельтуту ягідну наповнювачі, а також рисове борошно. Дослідженнями встановлено отримання продуктів із збалансованим хімічним складом [111, 112].

Вже багато років виробляються збиті молочні десерти на основі відновленого знежиреного молока й рослинної сировини (із плодово-ягідними добавками), які є низькокалорійними продуктами, що дозволяє використовувати їх у дієтичному харчуванні. Готові десерти містять біологічно активні речовини, такі як біофлавоноїди, аскорбінова кислота, клітковина, пектин, що володіють радіопротекторними властивостями [113].

Запропоновано виробництво порошкоподібного концентрату десерту молочного, збагаченого біологічно-активними речовинами. Десерт являє собою порошок продукт, на основі сухого незбираного молока, фруктози, гуарової камеді, натрієвої солі карбоксиметилцелюлози, лецитину, з додаванням, як збагачуючого компонента, овочевого концентрату й комплексу вітамінів і амінокислот. Автори доводять, що у продукті забезпечено біодоступність активних речовин [114, 115].

Розроблено технологію виробництва овочевих та фруктових порошків, які були опробовані при введенні у кисломолочні продукти. Нові порошки, з точки зору фізіології харчування, збагачували продукти на всі цінні компоненти [116]. Досліджено доцільність збагачення молочних десертів та сиру на біологічно активні компоненти та вітаміни С, А, Е шляхом введення гомогенізованого пюре з обліпихи та селери [117].

В наукових розробках, нових видів плавленого сиру та кефіру, використовують гарбузячий, морквяний, томатний, яблучний соки, що дозволяють надати молочним продуктам, властивостей дієтичного та лікувального призначення при одночасному покращенні якісних показників. Ці технології направлені на зниження калорійності та холестерину і збагачення продуктів вітамінами та мікроелементами. Рекомендовані соки та порошки мають тривалі терміни зберігання, збалансований вміст білків, жирів, вуглеводів, незамінних амінокислот та ферменти, необхідні для покращення травлення та нормалізації обміну речовин, що передається, і продукту, в який вони додаються [118, 119].

Вченими розроблено молочні десерти для діабетиків, на основі молока без цукру. У якості добавки використано інжир, як загущувач метилцелюлозу. Отриманий продукт мав приємні органолептичні властивості та консистенцію та підвищений вміст антиоксидантів та флавоноїдів [120].

Вже багато років випускаються йогурти з додаванням кріоконцентрованої м'якоті полуниці, у кількості 15% і 30%. Розробки було проведено групою вчених (Жастером та ін.). Встановлено, що продукт містить у 3 рази більше антоціанів,

що обумовило його антиоксидантну активність; підвищену поживність і функціональні властивості [121].

Відомі розробки технологій молочних напоїв та молочних десертів із застосуванням хітозану. Даний поліцукрид, розглядали як продукт, що володіє певними технологічними, бактерицидними і фунгістатичними властивостями [122].

Низка вчених, що працюють над проблемою подолання йододефіциту, у раціонах харчування населення, пропонують введення до складу молочних продуктів, добавок, що містять йод, у формі, доступній для засвоювання організмом. В цьому напрямку відомі розробки сиру кисломолочного, збагаченого йодованим білком, в якому в молоко вносять йодказеїн, забезпечуючи отримання вмісту його в молоці 0,1 - 10мг/кг і за рахунок нього отримують лікувальні властивості, пов'язані з профілактикою хвороб населення, що пов'язані з недостатністю йоду в раціоні харчування [123]. Як йодовмісну добавку, що вводять до складу сирів використовують також сухий порошок мікроводорості спіруліни в кількості 0,3-1,0%. Недоліком способу є те, що в порошку спіруліни міститься значна частка білку (50-70%), що змінює збалансовану стандартну кількість білку у готовому продукті та до 20% вуглеводів, що впливає на дієтичні характеристики та змінює присмак продукту.

Відомими є пропозиції рецептур солоних сиркових мас із використанням кріопорошків «Морська капуста» та «Брокколи». Їх додавали до продукту наприкінці технологічного режиму. При цьому продукт мав приємний свіжий запах, колір з незначним зеленуватим відтінком, смак приємний із легким відтінком добавки [124].

Виробляють сири, до складу яких вводять добавки на основі Ламінарії, що забезпечує підвищену біологічну цінність і органолептичні показники продукту, а саме, консистенції. Це відбувається за рахунок вмісту у цій водорослі солей альгінової кислоти, яка позитивно впливає на збільшення частки зв'язаної води в продукті. В результаті отримують сир, з покращеною консистенцією і збагачений на макро- і мікроелементи (йод, селен) [125–127].

Розроблено та запропоновано до виробництва рецептури термостатних йогуртів (1,5%) з додаванням кріопорошку вітчизняного виробництва «Морська капуста». Доведено, що йогурти характеризувалися збільшенням кількості сірковмісних амінокислот та триптофану, високим вмістом регуляторних вітамінів, добрими органолептичними та технологічними показниками; нормативні показники безпеки були у нормі протягом зберігання [128].

Збагачення йодовмісними добавками є достатньо перспективним, оскільки у молочних продуктах спостерігається підвищення біологічної цінності та покращення реологічних властивостей. Однак засновуючись на аналізі думок споживачів, можна сказати, що значний відсоток людей негативно відноситься, навіть, до мінімального відчуття присмаку подорослів у молочному продукті. Поряд з цим вони вважають більш сумісними комбінації молочних товарів із овочами, ягодами та фруктами.

Морозиво, яке поступає на ринок, як правило, має дефіцит вітамінів, поліфенолів, антиоксидантів і барвників, природного походження. Тому розробкою нових продуктів, цінних для здоров'я, із низьким вмістом жиру і відсутністю синтетичних добавок, при цьому збагачених за допомогою поживних інгредієнтів, що містять набір вітамінів (А, Е, В₁, В₂, В₆ і С), мінеральних елементів займалися і закордонні дослідники Наприклад, Fakhreddin Salehi та ін. досліджували виробництво морозива, використовуючи значну кількість соку (49% об'єму) з м'якоті різних плодів ківі, полуниці, апельсину тощо. Морозиво, що містить різні соки фруктів, зберігає вміст каротиноїдів, поліфенолів і вітаміну С, а також має природній смак і колір фрукту. Також було доведено покращення поживних властивостей, текстури, фізико-хімічної, сенсорної та біологічної активності морозива при додаванні хурми (пюре або сік). Пюре хурми, що є джерелом біоактивних речовин, таких сполук як аскорбінова кислота, антиоксиданти, дубильні речовини, поліфеноли та каротиноїди, додавали в суміш для морозива в різних кількостях (8%–40%). Хурма є дешевою сировиною для країн Азії, Китаю, де і доцільно використовувати цю технологію.

Також є розробки морозива, де у якості основного збагачуючого компонента використовували каротиноїдні пігменти (β -каротин, лікопін, цис-лікопен, фітоєн, фітофлуен, лютеїн). Пігмент томатів використовували як природний антиоксидант і барвник [128].

Враховуючи високу харчову цінність традиційних видів молочного морозива, розроблено технології нового асортименту цього продукту, які відповідають вимогам сучасних тенденцій харчування. Розроблено низку видів морозива з низьким вмістом жиру та цукру та з додаванням функціональних інгредієнтів тваринного та рослинного походження [129].

Відомий спосіб виробництва морозива, збагаченого йодовмісною добавкою ламінарією, що сприяло покращенню збивних властивостей та появи приємного присмаку топленого молока. Далі, запропоновано вкривати, таке морозиво, шоколадною глазурю, що містить легкозасвоюване гемове залізо. Розроблений продукт також має лікувально-профілактичні та оздоровчі властивості і спрямований на комплексну профілактику захворювань йододефіциту та анемії різних етіологій [130].

Розроблено технології виготовлення напоїв з кисломолочних продуктів та запіканки, збагачені на повноцінний білок та йод Існують спеціальні технології виготовлення харчових продуктів, одночасно збагачених на сполуки йоду та заліза – «Гематогенка з йодом», де йод і залізо, входять у продукт в комплексі з молочним білком і низкою вітамінів, які сприяють кращому засвоєнню зазначених мікроелементів [131].

Розроблено багато напоїв, які поєднують в одному продукті молочну, плодо-овочеву сировину і пектини, використовуючи позитивні сторони кожної складової. Їх біологічна цінність обумовлена наявністю, у складі, сироваткових білків (джерело аргініну, триптофану, лейцину), а також вмістом вуглеводів, мінеральних речовини, ферментів, вітамінів, органічних кислот [132].

На основі вдалого поєднання сироватки та пюре плодів манго, науковцями, Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, запропоновано технологію мусу

функціонального призначення. У продовження теми розробок на основі молочної сироватки, вченими розроблено десерти з натуральної, концентрованої або згущеної пастеризованої молочної сироватки, з можливістю введення, одатково, знежиреного сиру, цукру, манної крупи, плодово-ягідних сиропів [133].

Вітчизняною промисловістю випускаються йогурти, сирки та десерти для дітей під ТМ «Локо Моко», збагачені кальцієм, вітаміном D3 та кислотами Омега 3.

Для задоволення потреб споживачів, які мають непереносимість лактози (лактазна недостатність), вченими запропоновано багато технологічних рішень та розроблено низку ферментованих молочних продуктів із зниженим вмістом лактози. Для збагачення таких продуктів теж використовують продукти рослинного походження. Запропоновано функціональний продукт – йогурту діабетичного призначення. Продукт виготовлено на основі вторинної молочної сировини, він має діабетичні властивості, подовжений термін зберігання та знижений вміст лактози. Як додаткові компоненти використано ферментний препарат β -галактозидази, харчові волокна, концентрат сироваткових білків, біологічно активну добавку «Селен Активний», вітаміни E і C, 10%-вий спиртовий екстракт шипшини та суміш молочних вершків та соєвої і оливкової олій, а також симбіотичну закваску [134].

Вчені, також, приділяють увагу таким напрямкам інноваційних технологій як впровадження на підприємствах системи менеджменту безпеки, вдосконалення і посилення контролю якості на виробництві, використання сучасних методів визначення якості молочних товарів. Для налагодження системи постійного контролю, упродовж всього технологічного циклу, виготовлення продукції, почалася активна робота щодо забезпечення систематизації і характеристики небезпек, при виробництві молочних продуктів; запроваджено порядок аналізу ризиків на кожній стадії процесу виробництва [135].

Тобто, зберігається тенденція запиту споживачів на нові смаки молочних

товарів, тому, з кожним роком асортимент молочних продуктів функціонального призначення, поповнюється новими товарами, виробленими за удосконаленими технологіями і володіючими новим спектром властивостей, що відповідає тенденціям і запитам на ринку. серед споживачів як в Україні, так і за кордоном, популярністю користуються функціональні добавки на основі рослинних сировинних компонентів (фруктів, ягід та овочів). Їх асортимент дуже великий, а відповідно є достатньо перспектив для проведення подальших досліджень по збагаченню ними молочних продуктів: йогуртів, сирків, плавлених сирів, кефіру, сиркових мас тощо. Це свідчить про актуальність продовження розробок у даному напрямку.

РОЗДІЛ 2. НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

2.1. Маркетингові дослідження стосовно споживчих переваг відповідно молочної продукції

Для визначення відношення покупців до споживчих властивостей товарів і ступеня їх важливості застосовують маркетингові дослідження. Одним із найбільш розповсюджених і доступних методів для виявлення споживчих переваг є опитування потенційних споживачів.

У процесі дослідження було розроблено анкету та проведено опитування. Усього було заповнено 700 анкет, із яких до аналізу відібрано 682, інші анкети були вибракувані внаслідок неправильного їх заповнення респондентами. З урахуванням належної репрезентативності вибірки опитуваних отримана кількість анкет відповідає вимогам принципу надійності інформації (для генеральної сукупності в 1 млн осіб рекомендується обсяг вибірки 420 осіб [136], тому репрезентативною буде вибірка, що перебільшує 600 респондентів). Опитування проводилося шляхом заповнення анкети на он-лайн платформі. Характеристику опитаних наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Соціально-демографічний портрет респондентів

Характеристика	Кількість респондентів, осіб	Частка респондентів, осіб, %
Стать: чоловіча/ жіноча	379/303	55,6/44,4
Вік: від 10 до 25 років	143	21,0
від 25 до 40 років	278	40,8
від 40 до 55 років	212	31,1
від 55 років і більше	49	7,2

Продовження таблиці 2.1

Рівень середнього доходу на місяць:		
до 8500 грн	78	11,4
від 8501 до 1200 грн	178	26,1
від 12001 до 15000 грн	316	46,3
більше 15000 грн	110	16,2
Разом	682	100

За результатами обробки анкет виявлено наступні переваги споживачів щодо вибору виду молочної продукції (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Споживчі переваги щодо виду молочної продукції

Вид напою	Кількість опитаних, осіб	Частка, %
Сиркові вироби	161	12,8
Сметана	133	10,6
Сири	89	7,1
Йогурт	140	11,2
Кефір	216	17,2
Молоко	265	21,1
Питні вершки	121	9,6
Ряжанка	76	6,1
Ацидофільне молоко	54	4,3

Відповідно до отриманих результатів найбільшим попитом у споживачів молочної продукції користуються молоко та кефір, які визначили 21,1 та 17,2%, відповідно. Ще 12,8% опитаних віддають перевагу сирковим виробам. Слід відзначити, що більше 11% респондентів обирають йогурт, що зумовлено популяризацією відповідного продукту серед споживачів маленького віку. З отриманих даних видно, що 10,6% опитаних віддають перевагу сметані, 9,6% є прихильниками питних вершків.

На наступному етапі дослідження вважали за доцільне визначити ступінь задоволення асортиментом молочної продукції, представленої на споживчому ринку (рис. 2.1).

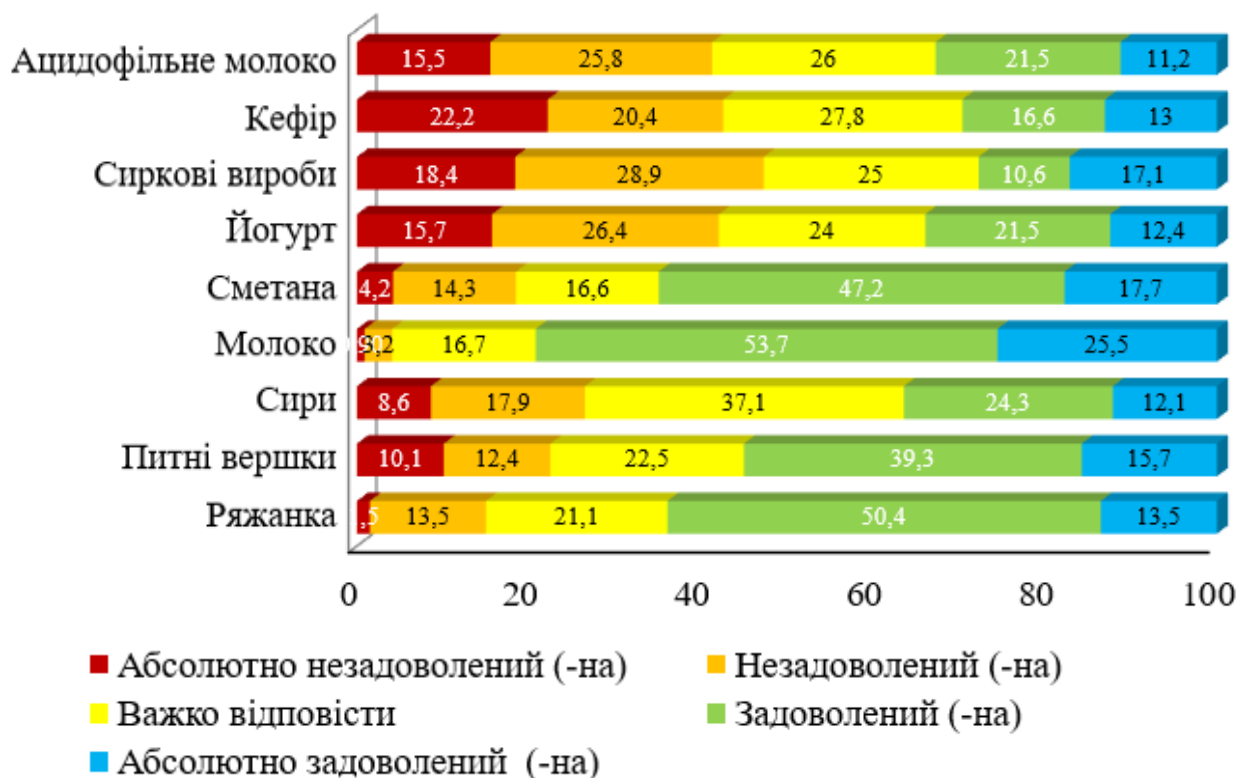


Рис. 2.1. Розподіл респондентів за рівнем задоволеності асортиментом молочної продукції

Найбільша задоволеність асортиментом виявлена на такі вироби як молоко, сметана, ряжанка та ацидофільне молоко. У той же час до продукції, асортиментом якої більшість опитаних незадоволені, належать: кефір, питні вершки, сиркові вироби, сири, а також йогурти. Отримані результати підтверджують необхідність виведення на ринок нових видів молочних виробів із нестандартними смаками, що дозволить розширити їх асортимент і сприятиме більш повному задоволенню потреб споживачів.

На сьогодні все більше споживачів звертають увагу на склад продукції під час її вибору та віддають перевагу натуральним компонентам. Тому доцільно визначити привабливість молочної продукції із додаванням рослинної сировини. Відповідно до кривої імовірності купівлі (рис. 2.2), високу вірогідність купівлі молочних продуктів (7 та більше балів) відзначили 253 респонденти. Причому 104 особи (15,2%) відзначили оцінки в 9 та 10 балів, що свідчить про високу готовність до придбання цього виду продукції. Отже, частка потенційних

споживачів молочної продукції з додаванням рослинної сировини становить близько 37%, що є достатньо високим показником і свідчить про перспективність виробництва.

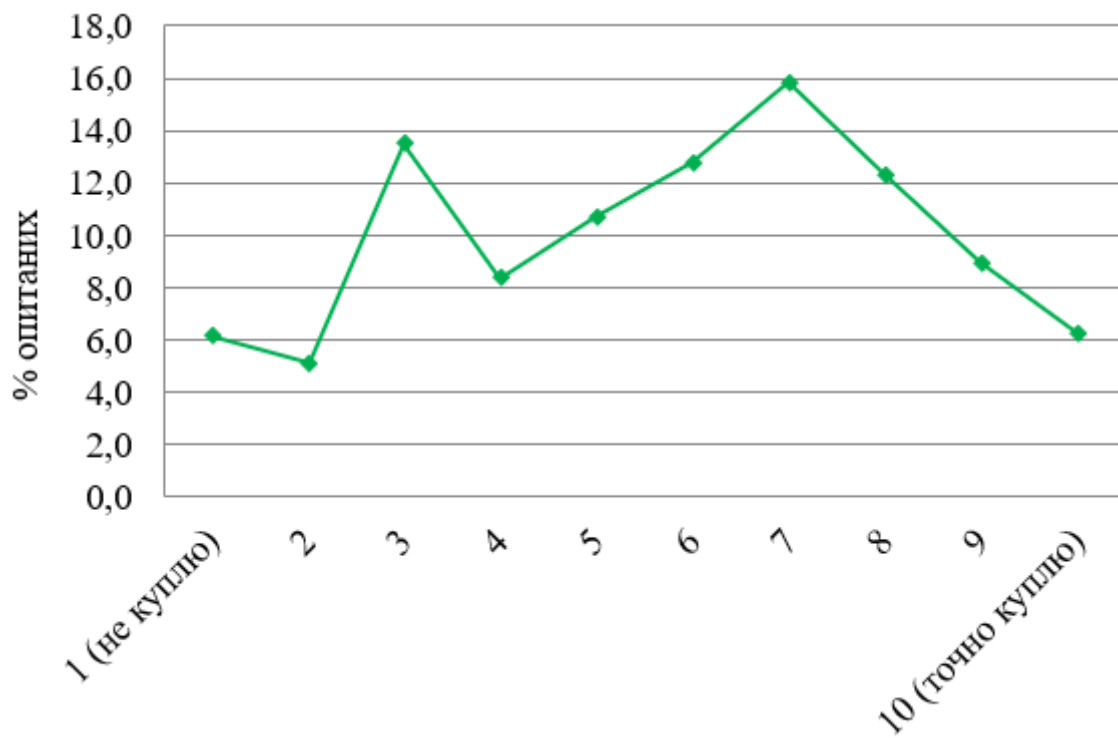


Рис. 2.2. Крива імовірності купівлі молочної продукції із додаванням рослинної сировини

Для забезпечення попиту на новий вид продукції важливо визначити види натуральних добавок, яким би потенційні споживачі віддали б перевагу. Для визначення смако-ароматичних уподобань респондентам було запропоновано низку плодоовочевих добавок, а саме овочі, плодіві овочі, фрукти та ягоди. Спираючись на літературні дані [137], з асортименту овочів було вибрано гарбуз, буряк, моркву, топінамбур, томат, селеру, перець, маслину, черемшу, які наразі є популярними у сучасного споживача, серед фруктів – яблуко, малину, суницю, сливу, абрикос, грушу, апельсин, банан, авокадо, як плоди, що, за статистичними даними [138], найчастіше купуються в роздрібній торговельній мережі. Респонденту було запропоновано вибрати не більше двох компонентів. Усього

отримали 1461 відповідь, розподіл яких наведено на рис. 2.3.



Рис. 2.3. Розподіл респондентів за перевагами натуральних добавок

Найбільшу перевагу опитані віддали гарбузу та моркві, їх відзначили 209 (14,3%) та 187 (12,8%) осіб, відповідно; 7...8% опитаних обрали малину, суницю, абрикос та авокадо. Найменш привабливими для споживачів виявилися такі рослинні добавки: буряк, топінамбур, селера, томат, перець, маслина, черемша. Такі добавки, як яблуко, слива, груша, апельсин, банан – обрала незначна частка респондентів, приймаючи до уваги широкий асортимент молочної продукції, з відповідними наповнювачами. Спираючись на отримані результати найбільшим попитом будуть користуватися молочні вироби з додаванням моркви та гарбузу. Смаки та властивості наведених добавок зрозумілі для споживачів, що і пояснює їх вибір. За умови введення до складу відповідної продукції додаткових компонентів необхідно довести до потенційних споживачів їх корисні властивості, наприклад, у рекламі під час виведення товару на ринок або під час дегустацій.

Важливим чинником, що впливає на вибір продукту є його колір. За результатами опитування (рис. 2.4) у зоні найбільшої імовірності купівлі

знаходиться натуральний колір молочної продукції і продукція з легкими відтінками. Висока імовірність купівлі відповідного товару пов'язана з асоціативним мисленням, зумовлена звичками та сприйняттям. Відповідно до оцінок респондентів щодо молочної продукції із натуральними добавками, пріоритетними відтінком вибрано помаранчевий.

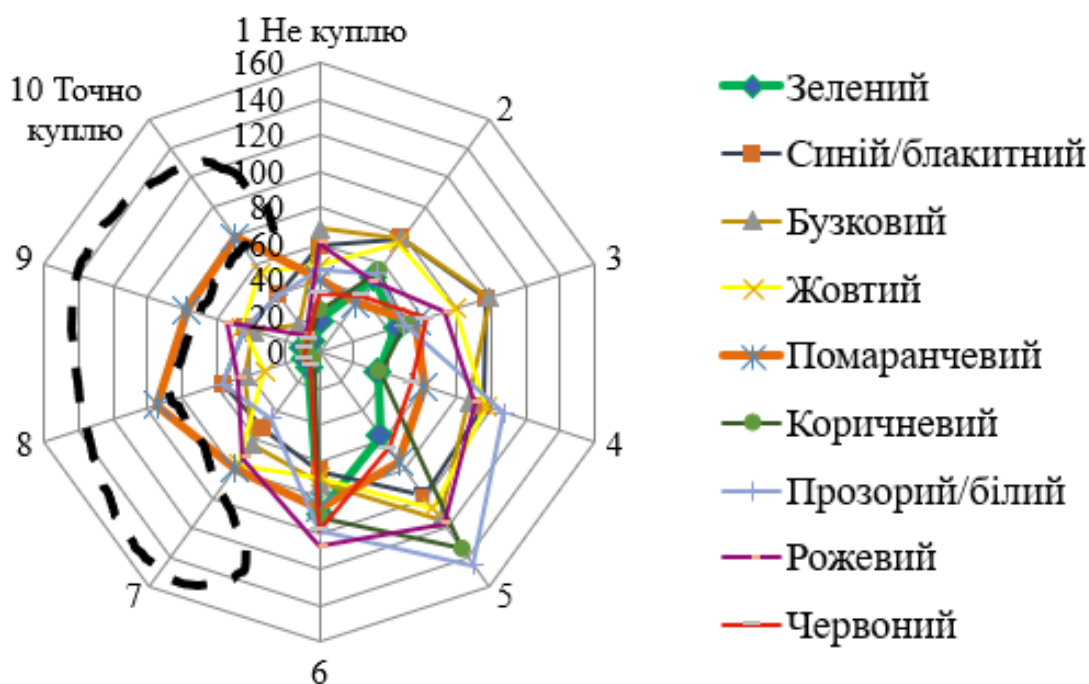


Рис. 2.4. Готовність респондентів до купівлі молочної продукції з натуральними добавками залежно від кольору

Під час виведення нової продукції на ринок необхідно сформувати позитивне уявлення споживачів про неї, тому респондентам було запропоновано визначити, яким властивостям товару вони віддали б перевагу. Згідно з отриманими результатами (рис. 2.5) більшість опитаних, а саме 31,4%, відзначили, що віддали б перевагу молочним продуктам з підвищеним вмістом вітамінів та мінеральних речовин.

Важливість смакових властивостей і профілактичного ефекту відзначили 24,2 та 22,4%, відповідно. Найменшим купівельним пріоритетом виявилася висока статусність продукції, а лікувальні властивості стали вагомими для 12,46% опитаних. Спираючись на отримані результати, розробка молочної

продукції з оптимальним вмістом вітамінного та мінерального комплексу є доцільною.

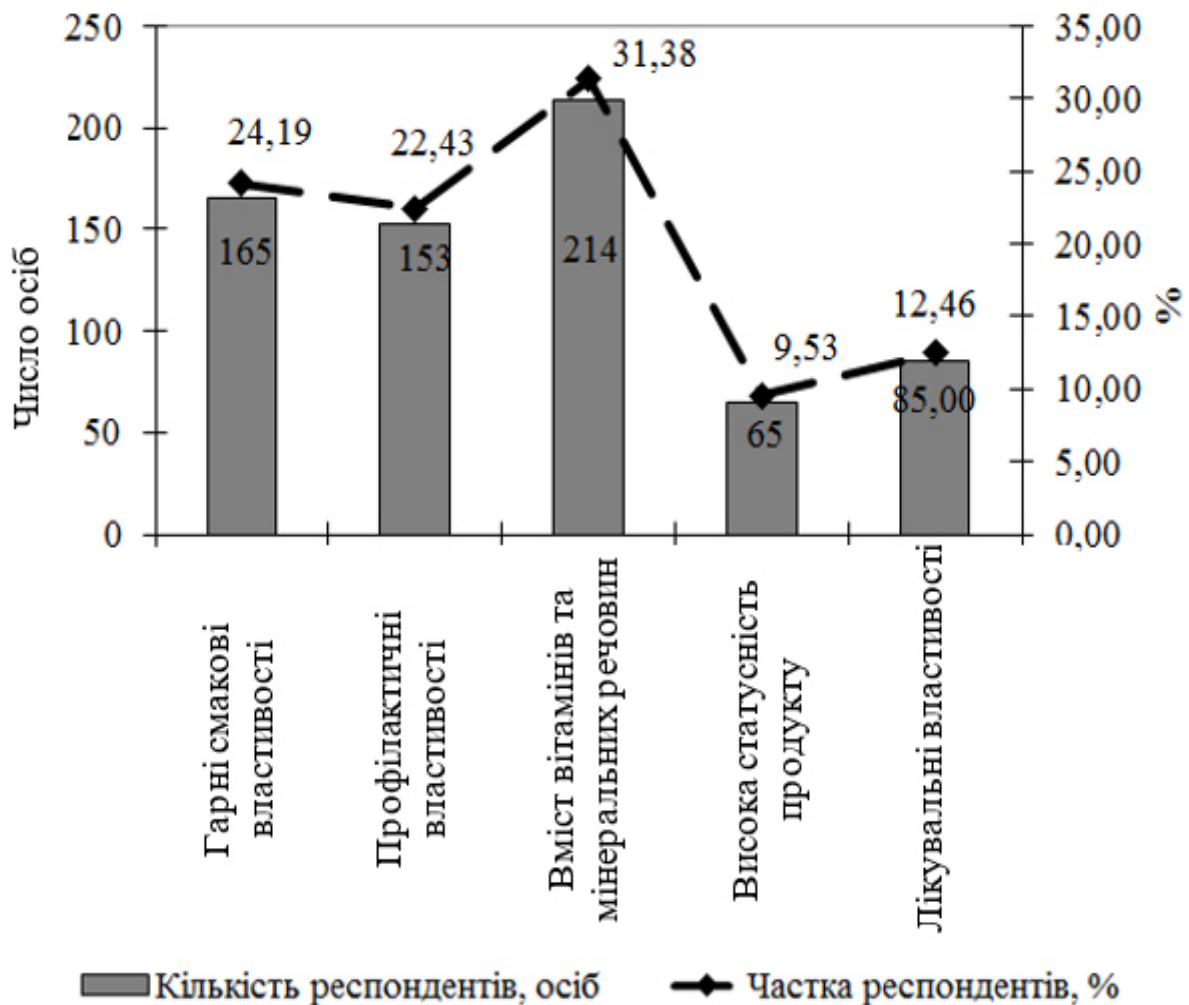


Рис. 2.5. Розподіл респондентів за пріоритетами купівлі молочних продуктів з натуральними добавками

Успіх товару на ринку багато в чому залежить від правильності вибраного цільового сегмента. Загалом, сегмент ринку це його ділянка виділена за специфікою запитів споживачів. Цільовий сегмент – ділянка ринку може повною мірою проявити свої порівняльні переваги і нівелювати відносні недоліки. Викладене дає підстави вважати сегментацію одним із основних методів і одночасно інструментів факторного аналізу ринкових можливостей підприємств. Під час сегментації ринку найчастіше використовуються соціально-демографічні характеристики. За результатами опитування визначено,

що потенційними споживачами молочних продуктів є жінки віком від 25 до 40 років (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

**Соціально-демографічний портрет потенційних споживачів
молочних продуктів**

	Кількість респондентів, що віддають перевагу настоянкам, осіб	Частка респондентів, що віддають перевагу настоянкам, %
Чоловіки	36	25,7
Жінки	104	74,3
Разом	140	100
від 10 до 25 років	18	12,9
від 25 до 40 років	67	47,9
від 40 до 55 років	36	25,7
від 55 років і більше	19	13,6

Таким чином, за проведеними маркетинговими дослідженнями щодо вподобань потенційних споживачів розробка та виведення на ринок молочних продуктів із додаванням овочевої сировини з оптимізованим вітамінно-мінеральним комплексом гарантує можливість отримання високого комерційного результату під час реалізації та стабільного попиту.

2.2. Підбір сировини для введення до складу молочної продукції

Під час вибору добавок для створення нових рецептур молочних продуктів було використано метод апріорного ранжирування чинників, який застосовується для обробки даних, отриманих у результаті опитування фахівців-експертів. Такий експеримент дозволяє більш правильно сформулювати об'єкт дослідження, дати порівняльну оцінку впливу різних чинників на параметри оптимізації і тим самим відібрати чинники для подальших досліджень.

Особливість цього методу полягає в тому, що чинники, які відповідно до апріорної інформації можуть мати істотний вплив, ранжируються в порядку

зменшення їхнього внеску. Внесок кожного чинника оцінюється за величиною рангу, який відведено дослідником. Під час ранжирування експерт урахує передбачуваний вплив усіх чинників на параметри оптимізації. У ході опитування фахівців, для визначення переваг, кожному з них пропонується заповнити анкету, у якій перераховано чинники, їх розмірність і передбачувані інтервали варіювання. Заповнюючи анкету, фахівець визначає місце чинників.

Експертам було запропоновано вибрати та проранжувати в порядку перспективності добавки з підготовленого переліку, приділяючи особливу увагу потенційній ефективності вибраних компонентів, а також враховуючи їх доступність і вартість. Результати ранжирування подано в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Результати ранжирування добавок

№ з/п	Добавка (чинники)	Експерт										Σ	Δ _i	Δ _i ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Буряк	17	16	11	14	11	10	12	19	15	17	142	36,75	1350,56
2	Морква	5	4	6	9	2	4	1	5	3	3	42	-63,25	4000,56
3	Гарбуз	4	8	1	2	10	1	4	4	9	8	50	-54,25	2943,06
4	Томати	18	14	14	11	12	11	13	17	16	19	145	39,75	1580,06
5	Топінамбур	7	5	2	8	3	8	2	10	4	5	54	-51,25	66,56
6	Яблуко	1	7	7	3	9	5	3	7	8	6	56	-49,25	2425,56
7	Селера	10	10	4	10	1	2	9	1	7	1	55	-50,25	2525,06
8	Слива	11	12	18	20	13	12	14	11	17	12	140	34,75	1207,56
9	Груша	8	2	9	4	8	6	6	3	2	11	59	-46,25	2139,06
10	Апельсин	20	15	12	13	14	16	19	18	6	15	148	42,75	1827,56
11	Банан	19	17	17	12	15	17	20	14	14	14	159	53,75	2889,06
12	Перець	6	1	3	7	7	13	5	6	10	4	62	-43,25	1870,56
13	Абрикос	13	13	13	18	18	18	17	15	19	16	160	54,75	2997,56
14	Авокадо	14	11	20	15	20	19	18	20	18	13	168	62,75	3937,56
15	Оливки	9	9	10	6	6	9	8	2	1	2	62	-43,25	1870,56
16	Черемша	2	6	5	1	5	7	10	9	5	7	62	-43,25	1870,56
17	Суниця	12	18	15	16	19	14	11	13	20	20	158	52,75	2782,56
18	Малина	15	19	19	19	17	15	16	16	13	18	167	61,75	3813,06
19	Лохина	16	20	16	17	16	20	15	12	12	10	154	48,75	2376,56
20	Вишня	3	3	8	5	4	3	7	8	11	9	61	-44,25	1958,06
Загальна сума												2105		46431,7

Узгодженість думок експертів оцінювали за допомогою коефіцієнта конкордації або, по-іншому, коефіцієнта множинної рангової кореляції. Спочатку визначали суму рангів за чинниками ($\sum_1^m a_{ij}$). Наступним етапом є визначення різниці (Δ_i) між сумою кожного чинника та середньою сумою рангів і сумою квадратів відхилень (S).

$$\Delta_i = \sum_1^m a_{ij} - \frac{(\sum_{i=1}^n * \sum_{j=1}^m a_{ij})}{n} . \quad (2.1)$$

Сума квадратів різниць рангів розраховується за такою формулою:

$$S = \sum_{i=1}^n (\Delta_i)^2 , \quad (2.2)$$

де a_{ij} – ранг кожного i -го чинника в j -го дослідника;

m – кількість дослідників;

n – кількість чинників.

Результати розрахунків внесені до таблиці 2.4.

Отримані дані дозволяють побудувати середню апріорну діаграму рангів, але попередньо необхідно оцінити ступінь узгодженості думок експертів за допомогою коефіцієнта конкордації.

Коефіцієнт конкордації розраховували за такою формулою:

$$\omega = \frac{12S}{m^2 (n^3 - n)} , \quad (2.3)$$

де S – сума квадратів відхилень рангів;

Результати розрахунків:

$$\omega = \frac{12 * 51365.89}{10^2 (20^3 - 20)} = 0,7$$

Якщо $W < 0,2 - 0,4$, слабка узгодженість експертів, якщо $W > 0,6 - 0,8$, то узгодженість експертів сильна. Використовувати коефіцієнт конкордації можна після оцінки його значущості, яка можлива за допомогою χ^2 -розподілу з кількістю ступенів свободи $f = n-1$. Значення χ^2 -критерію визначають за формулою:

$$\chi^2 = \frac{12S}{mn(n+1)}. \quad (2.4)$$

Результати розрахунків:

$$\chi^2 = \frac{12 * 46431,7}{10 * 20(20 + 1)} = 132,6$$

Гіпотеза про наявність узгодженості експертів може бути врахована, якщо за заданої кількості ступенів свободи табличне значення χ^2 менше розрахункового для 5%-ого рівня значущості [139]. У табличних даних знайдено, що для відповідного рівня вагомості за значення ступенів свободи $f = 20-1$, $\chi^2 = 30,14$. У зв'язку з отриманими даними можна з 95%-ою впевненістю стверджувати, що узгодженість експертів відповідає коефіцієнту конкордації.

Спираючись на оцінку узгодженості думок експертів, побудовано середню апріорну діаграму рангів (рис. 2.6). Сума результатів, які дали експерти кожній добавці, на рисунку не має перевищувати середнього значення, яке в нашому випадку дорівнює 50,25.

Для подальшої роботи за результатами дослідження були вибрані такі овочеві добавки, як морква та гарбуз. Думка експертів буда узгоджена, вибір відповідних компонентів пояснюється не тільки їх органолептичними властивостями та хімічним складом, але й цікавістю для виведення на ринок молочної продукції з новими смаками.

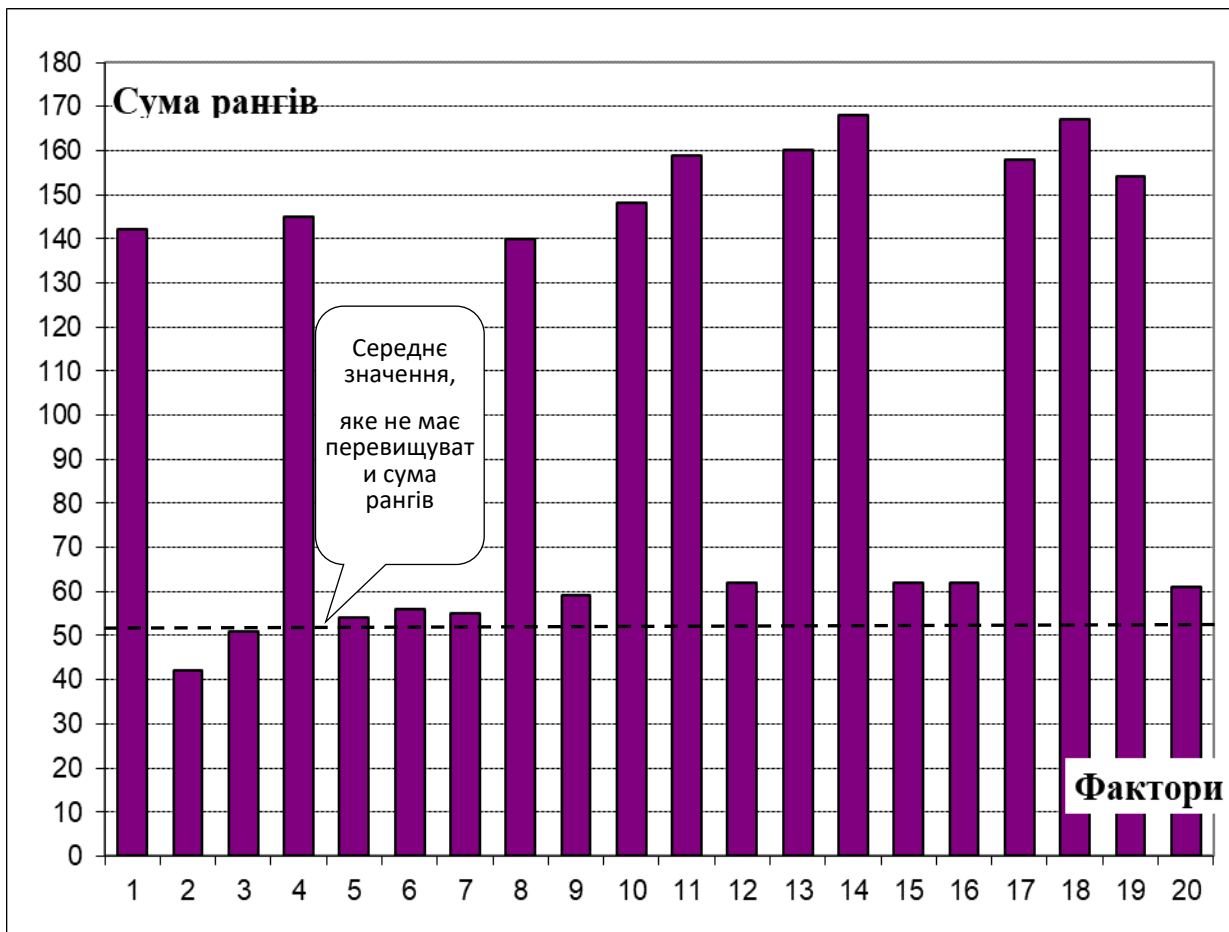


Рис. 2.6. Середня апріорна діаграма

2.3. Наукове обґрунтування технології пасти з моркви, пасти з гарбуза для використання під час виготовлення молочної продукції

На основі літературного огляду, маркетингових, експертних та попередніх експериментальних досліджень були встановлені концентрації рецептурних компонентів для пасти з гарбуза (гарбуз – 77,2...80,4%; цукор – 20,8...22,2%; цедра цитрусових – 0,3...0,5%; лимонна кислота – 0,1...0,5%; м'ята перцева – 1...2%) та для пасти з моркви (морква – 79,4...82,8%; цукор – 17,0...20,1%; цедра цитрусових – 0,1...0,3%; лимонна кислота – 0,1...0,5%; м'ята перцева – 1...2%).

Комплекс проведених досліджень дозволив запропонувати технології виробництва паст із моркви та гарбуза. Процес одержання пасти з моркви (гарбуза) передбачає підготовку овочів (мийку, інспекцію, здрібнювання на

кубики розміром не більше 10 мм), підготовлену моркву (гарбуз) відварюють у 1...2% відварі м'яти перцевої, який містить 0,1...0,5% лимонної кислоти, протирають на протиральній машині з діаметром отвору сита 1,5...2 мм. Отриману масу з'єднують з цукром-піском і цедрою цитрусових, гомогенізують, уварюють при температурі 80...85°C протягом 5 хвилин. Потім розфасовують і консервують. Оптимізований склад пасти моркви (гарбуза) наведено в табл. 2.5 і 2.6.

Таблиця 2.5

Оптимізований склад пасти з моркви

Харчові речовини	Інгредієнти, г			Сума	
	Морква	Цукор	Цедра		
1	2	3	4	5	
Паста з моркви	79,9	20	0,1	100,00	
Вода	70,7115	0,028	0,012	70,75150089	
Клітковина	0,9588	0	0,0098	0,968600012	
Пектини	0,4794	0	0,0042	0,483600006	
Мінеральні речовини, мг	Na	0,016779	0,0002	0,000091	0,01707
	K	0,1598	0,0006	0,001379	0,161779002
	Ca	0,040749	0,0004	0,000238	0,041387001
	Mg	0,030362	0	0,000091	0,030453
	P	0,043945	0	0,000161	0,044106001
	Fe	0,000959	0,00006	0,0000021	0,0010209
β-каротин, мг	0,007191	0	0,00000035	0,00719135	
Вітаміни, мг	B ₁	0,0000479	0	0,00000028	0,00004822
	B ₂	0,0000559	0	0,00000021	0,00005614
	PP	0,000799	0	0,0000014	0,0008004
	C	0,003995	0	0,00042	0,004415
Енергетична цінність, ккал/100г	110,262	74,8	0,266	185,3280014	

Наступним етапом досліджень було визначення режимів стерилізації овочевих паст. Свіжовиготовлені харчові продукти піддаються псуванню, яке викликається життєдіяльністю мікроорганізмів, і термін їхнього збереження вимірюється, як правило, декількома годинами. Існує безліч способів збереження

(консервування) харчових продуктів: сушіння, застосування низьких температур, варіння з цукром, маринування, квашення тощо. Однак найбільш надійним і основним методом консервування є збереження в герметичній тарі за допомогою теплової обробки, яка називається стерилізацією чи пастеризацією.

Таблиця 2.6

Оптимізований склад пасти з гарбуза

Харчові речовини		Інгредієнти, г			Сума
		Гарбуз	Цукор	Цедра	
1		2	3	4	5
Паста з гарбуза		79,65772782	20	0,342273178	100,000001
Вода		70,49708912	0,028	0,0410727181	70,5661619
Клітковина		0,955892734	0	0,033542771	0,989435505
Пектини		0,477946367	0	0,014375473	0,49232184
Мінеральні речовини, мг	Na	0,016728123	0,0002	0,000311469	0,017239591
	K	0,159315456	0,0006	0,004719947	0,164635403
	Ca	0,040625441	0,0004	0,00081461	0,041840051
	Mg	0,030269937	0	0,000311469	0,030581405
	P	0,04381175	0	0,00055106	0,04436281
	Fe	0,000955893	0,00006	0,00000718774	0,00102308
β-каротин, мг		0,007169196	0	0,00000119796	0,007170393
Вітаміни, мг	B ₁	0,0000477946	0	0,000000958365	0,000048753
	B ₂	0,0000557604	0	0,000000718774	0,0000564792
	PP	0,000796577	0	0,00000479182	0,000801369
	C	0,003982886	0	0,001437547	0,005420434
Енергетична цінність, ккал/100г		109,9276644	74,8	0,910446653	185,638111

Якщо вишукати оптимальний режим стерилізації, то хімічні зміни в харчовому продукті при тепловій обробці будуть мінімальними.

У якості вихідних мікробіологічних даних для розрахунку науково обґрунтованих режимів стерилізації використовувалася величина необхідної летальності (A). З причини того, що розроблені нами овочеві пасти відносяться до групи висококислотних продуктів (рН < 4,2), експериментальне визначення величин показників термостійкості не проводили. За необхідну летальність режимів стерилізації була прийнята величина $A_{90}^{10} = 116,6$ умовних хвилин, визначена О.І. Словачевською і Є.С. Бойко для «Пасти кавунової» у відношенні

цвілевого гриба *Bis. nivea*.

Розрахунки фактичних летальностей режимів стерилізації за результатами теплофізичних вимірів за допомогою мідь-константових термопар показали, що фактичні летальності розроблених режимів відповідають вимогам: $A_T^Z = Z_T^Z$ і складають як для пасти з моркви, так і пасти з гарбуза величину порядку 130 ум. хв. ($T_3 = 90^\circ\text{C}$, $Z = 10^\circ$). Значення фактичної летальності можна розрахувати і графічно, для чого зафіксовані в процесі прогріву температури і відповідні їм перевідні коефіцієнти наносять на графік з координатами «час/температура/перевідний коефіцієнт». Площа, обмежена кривою, і є летальністю даного режиму стерилізації, вираженої в умовних хвилинах.

Тиск, що розвивається в тарі в процесі теплової обробки продукту, визначали мембранно-компенсаційним методом і також наносили на графіки, що дозволяло правильно встановити режим тиску в автоклаві. Встановлено, що тиск, що розвивається в тарі, не перевищує $1,0 \text{ кгс/см}^2$ (98 кПа). Характеристика режимів стерилізації представлена на рис. 2.7 і 2.8.

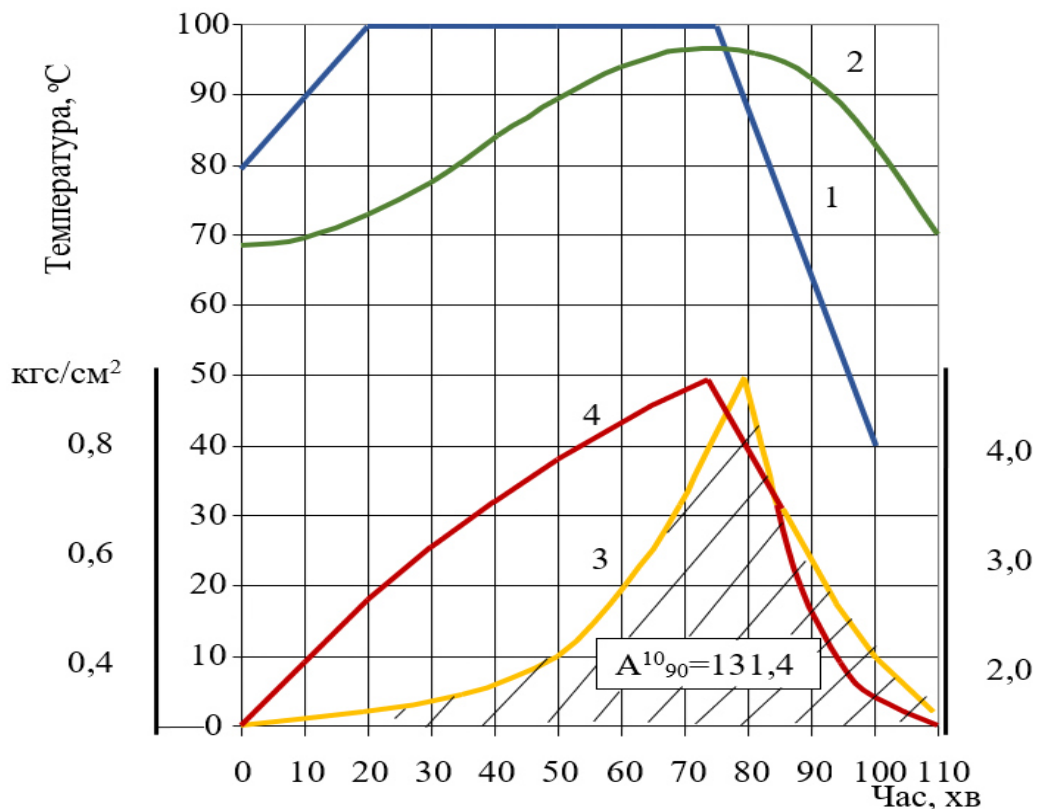


Рис. 2.7. Криві прогріву автоклава (1), банки (2), летальності (3) і тиску (4) режиму стерилізації пасти з гарбуза.

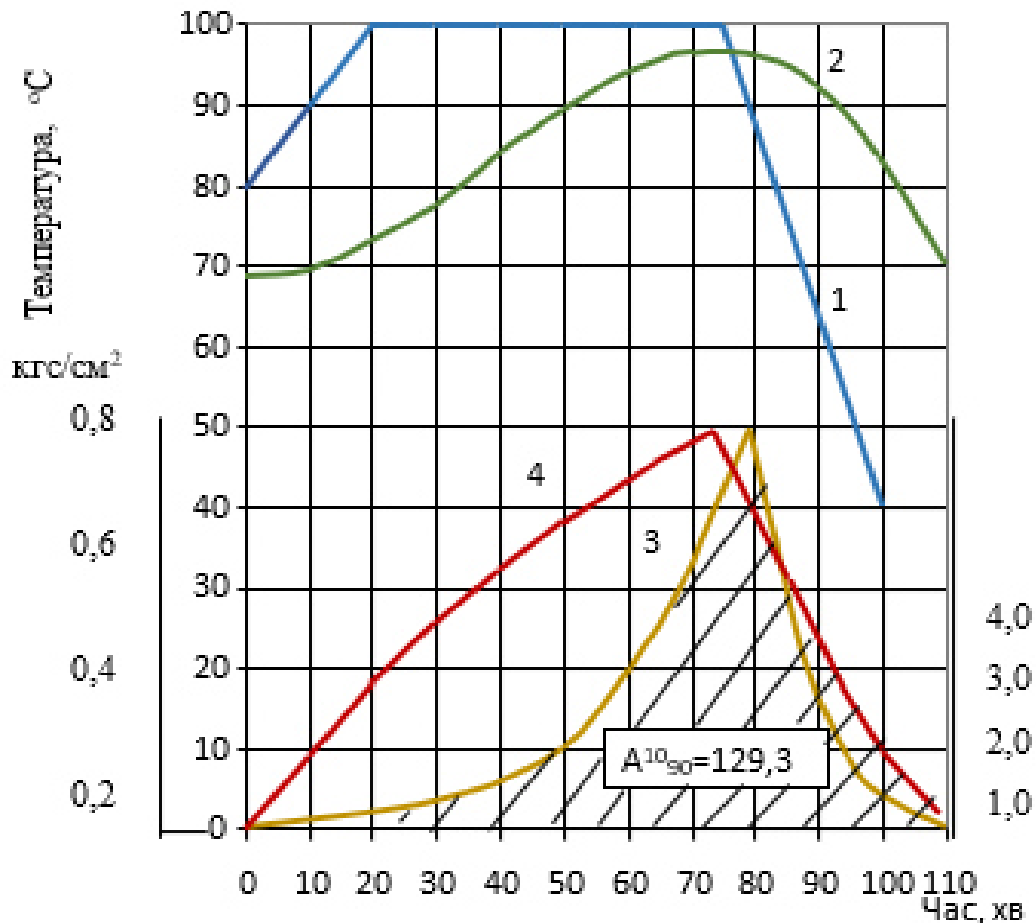


Рис. 2.8. Криві прогріву автоклава (1), банки (2), летальності (3) і тиску (4) режиму стерилізації пасти з моркви.

Як показали проведені теплофізичні дослідження, прийнята летальність забезпечується при стерилізації овочевих паст по режиму:

$$\frac{20-55-25}{100^{\circ}C} 1,2 \text{ кгс/см}^2 (118 \text{ кПа}) \quad (2.5.)$$

Режими пройшли регламентований комплекс лабораторних досліджень і виробничих іспитів, які підтвердили їхню надійність. У вироблених дослідних партіях після 3, 6 і 9 місяців збереження браку не виявлено, якість консервів за фізико-хімічними показниками і дегустаційною оцінкою відповідала розробленій нормативно-технічній документації. Бактеріологічний контроль консервів з дослідних партій встановив промислову стерильність виробленої продукції.

2.4. Вивчення показників якості паст із гарбуза і моркви

2.4.1. Органолептичні показники якості овочевих паст

Органолептична оцінка харчових продуктів – один з основних способів вивчення їхньої харчової цінності, у вирішальній ступені визначальної перспективи використання розроблених овочевих паст у практиці громадського чи спеціалізованого харчування. Дослідження органолептичних показників представлені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Органолептичні показники якості

Найменування показника	Овочеві пасти
Зовнішній вигляд	Однорідна, пастоподібна, рівномірно протерта маса без волокон і шкірочки
Запах	Приємний, пряноароматичних добавок
Колір	Від світло-до яскраво-жовтогарячого, однорідний по всій масі
Смак	Приємний, кисло-солодкий

Апробація показала, що пасти з гарбуза і моркви характеризуються більш високими органолептичними показниками якості в порівнянні з контрольними зразками. Ароматичні речовини використовуваних пряно-ароматичних добавок створюють комплексний специфічний ніжний аромат, що не зникає при тепловій обробці і додають пастам нову якість.

Характеристика кольору служить первинною інформацією при оцінці якості. Діапазон кольору розроблених овочевих паст знаходиться в межах від світло- до яскраво-жовтогарячого, що відповідає природному кольору використовуваних сортів овочів. Для об'єктивної оцінки збереження кольору були досліджені ремісійні характеристики сировини і розроблених овочевих паст. Результати досліджень, виконаних спектральним аналізом, представлені на рис. 2.9 і 2.10.

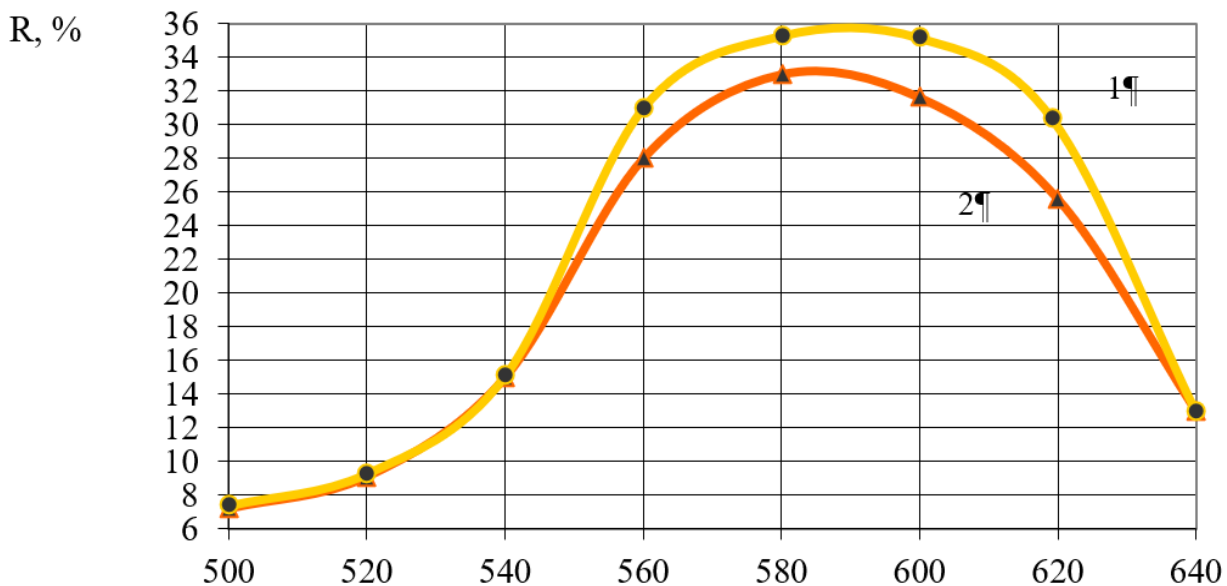


Рис. 2.9. Ремісійні характеристики зразків: 1 - морква свіжа; 2 - паста з моркви

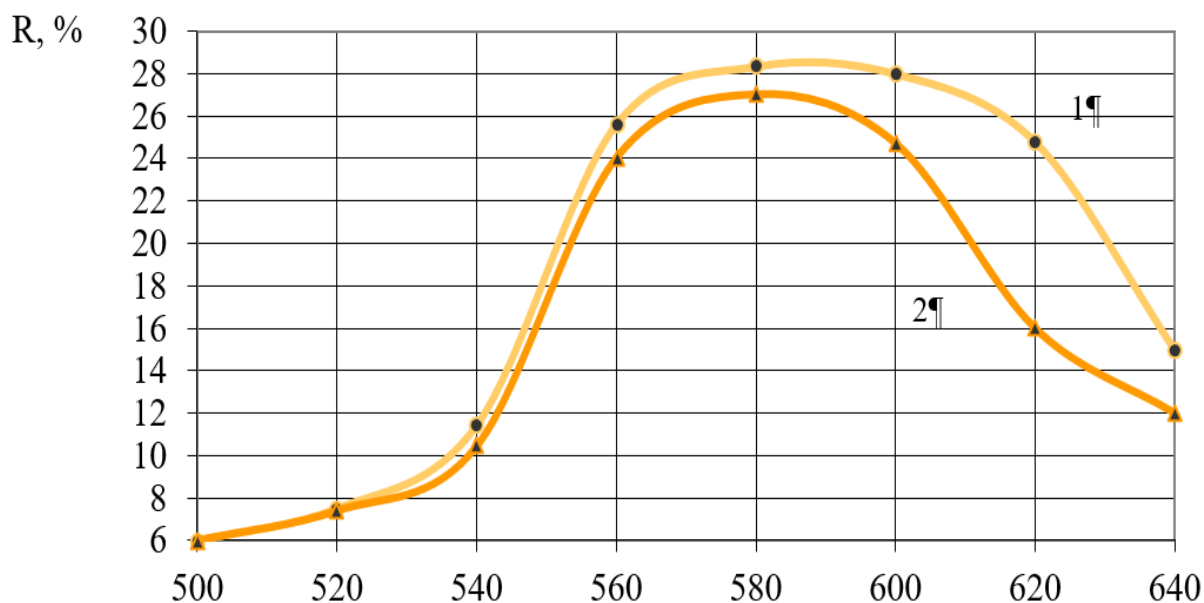


Рис. 2.10. Ремісійні характеристики зразків: 1 - гарбуз свіжий; 2 - паста з гарбуза

Використана сировина і пасти з гарбуза і моркви мають практично однакові ремісійні характеристики (коефіцієнт відображення R на 1...3% нижче у овочевих паст). Максимальні значення коефіцієнта відображення в контрольних зразків зміщені в область жовтого кольору.

Загальна органолептична оцінка характеризує високу якість розробленої продукції і служить додатковим свідченням коректності прийнятих проектних рішень.

2.4.2. Дослідження хімічного складу паст

На різних етапах технологічної обробки овочів відбуваються різні біохімічні (ферментативні), хімічні і фізичні процеси, які впливають на властивості одержуваного продукту. Застосовувані рецептурні добавки також сприяють зміні фізичних і хімічних властивостей, що тягне за собою зміна хімічного складу й енергетичної цінності продукту.

У таблиці 2.8 приведені дані про хімічний склад сировини і розроблених паст із гарбуза і моркви.

Таблиця 2.8

Хімічний склад сировини і паст

Показники хімічного складу сировини і паст, %	Найменування продуктів			
	Гарбуз (сировина)	Паста з гарбуза	Морква (сировина)	Паста з моркви
Сухі речовини	8,8 ± 0,5	30,5 ± 0,5	12,1 ± 0,3	31,5 ± 0,5
Білки	0,91 ± 0,02	0,95 ± 0,01	1,2 ± 0,01	1,24 ± 0,01
Цукри: загальні	7,1 ± 0,12	24,02 ± 0,5	6,2 ± 0,12	23,72 ± 0,5
в т.ч. моноцукри	5,2 ± 0,11	18,92 ± 0,32	3,8 ± 0,09	15,24 ± 0,22
Клітковина	1,0 ± 0,01	1,1 ± 0,01	1,1 ± 0,01	1,2 ± 0,01
Крохмаль	0,3 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,1 ± 0,01
Органічні кислоти	0,1 ± 0,05	0,46 ± 0,01	0,1 ± 0,005	0,43 ± 0,01
Пектинові речовини	2,6 ± 0,02	2,7 ± 0,02	1,9 ± 0,02	2,01 ± 0,02
Зола	0,61 ± 0,01	1,00 ± 0,01	0,92 ± 0,01	1,21 ± 0,01
Енергетична цінність, ккал/100г	29,7 ± 0,5	186,0 ± 4,2	33,1 ± 0,5	185,0 ± 4,2

Аналіз даних таблиці свідчить про те, що розроблені пасти відрізняються більш високим вмістом сухих речовин (30,4...31,4) у порівнянні із сировиною, що є одним з основних факторів, які визначають як харчову цінність, так і консистенцію продуктів.

Переважає частина сухих речовин, що містяться в досліджуваних зразках, складається з вуглеводів, які представлені цукрами, крохмалем, клітковиною і пектиновими речовинами.

Загальна сума цукрів у пастах з гарбуза і моркви складає 21,72...24,02%, що характеризує відносно невисоку цукроємність. Основна частина цукрів у пастах з гарбуза і моркви представлена моноцукрами, що легко засвоюються (64,2...78,7%), які утворюються з ді- та полісахаридів у процесі виробництва паст. Збільшення їхнього вмісту в пастах у порівнянні із сировиною в основному зв'язано з введенням у рецептуру цукру.

Клітковина відіграє важливу роль у стимулюванні перистальтики кишечника, нормалізації життєдіяльності корисної кишкової мікрофлори, а також виведенні з організму холестерину. За рахунок використання в рецептурах паст цедри цитрусових вміст клітковини в них трохи вище, ніж в овочах і коливається від 1,1 до 1,2%.

Дуже важливим полісахаридом розроблених паст є пектинові речовини, їхня концентрація складає 2,01...2,7%. Високий вміст пектинових речовин в овочевих пастах позитивно впливає на формування їхньої структури, а також підвищує їх дієтичні і профілактичні властивості.

У пастах з гарбуза і моркви трохи збільшується в порівнянні із сировиною вміст органічних кислот у результаті використання пряно-ароматичної сировини. Титруєма кислотність овочевих паст у перерахуванні на яблучну кислоту складає 0,43...0,46%, що дозволяє застосовувати більш щадячі режими стерилізації.

Одним з найважливіших критеріїв харчової цінності продуктів харчування є їхній мінеральний склад. Мінеральні речовини не мають енергетичну цінність, однак являють собою обов'язковий компонент їжі, оскільки беруть участь у

побудові хімічних рецептур живих тканин і здійсненні найважливіших біохімічних і фізіологічних процесів, що лежать в основі життєдіяльності організму. В літературі можна зустріти думку про те, що у формуванні об'єктивних представлень про харчову цінність продуктів макро- і мікроелементний склад має не менше значення, чим амінокислотний склад білків. У таблиці 2.9 представлений мінеральний склад сировини і овочевих паст.

Таблиця 2.9

Мінеральний склад сировини і паст із гарбуза і моркви, 10⁻³%

Найменування продукту	Натрій	Калій	Кальцій	Магній	Фосфор	Залізо
Гарбуз (сировина)	14,00	170,00	40,00	14,00	25,00	0,80
Паста з гарбуза	16,00	184,00	43,00	22,00	34,00	1,00
Морква (сировина)	21,00	200,00	51,00	38,00	55,00	1,20
Паста з моркви	23,45	181,00	57,00	41,00	67,00	1,37

Вивчення мінерального складу паст із гарбуза і моркви дозволяє відзначити, що він представлений широким спектром макро- і мікроелементів і відрізняється більш високим вмістом у порівнянні із сировиною. Це обумовлено введенням у рецептуру цедри цитрусових.

Вітамінний склад паст із гарбуза і моркви в порівнянні із сировиною і прототипом представлений у таблиці 2.10.

Зіставлення вітамінного складу сировини і виробленої з нього консервної продукції показує, що вміст вітамінів у пастах з гарбуза і моркви вище, ніж у продуктах-прототипах. Так, при виробництві паст вітамін С перетерплює незначне руйнування (4...14%) у порівнянні з вихідною сировиною.

Застосовувані технологічні прийоми по захисту β-каротину від руйнування дозволяють зберегти його в нових продуктах до 90... 95% від первісного вмісту,

що також свідчить про раціональний вибір способу обробки овочів і оптимально обрані термічні режими.

З огляду на кількісний вміст основної сировини в пастах, слід зазначити незначний ріст вмісту водорозчинних вітамінів В₁, В₂ і РР у пастах у порівнянні із сировиною.

Таблиця 2.10

Вітамінний склад сировини і паст із гарбуза і моркви, 10⁻³%

Найменування продукту	Вітаміни				β-каротин
	С	В ₁	В ₂	РР	
Гарбуз (сировина)	8,09	0,04	0,03	0,54	8,07
Паста з гарбуза	7,80	0,03	0,03	0,49	7,50
Морква (сировина)	7,04	0,07	0,08	1,02	10,00
Паста з моркви	6,09	0,06	0,07	0,90	9,09

Таким чином, ґрунтуючись на результатах вивчення хімічного складу нових продуктів і зіставлення отриманих даних з аналогічними величинами прототипів, можна говорити про цілком очевидну тенденцію до збільшення харчової цінності у відношенні макро- і мікронутрієнтів.

Результати досить об'єктивно характеризують потенційні можливості математичного моделювання по створенню продуктів підвищеної харчової цінності.

2.4.3. Вміст токсичних речовин у пастах з гарбуза і моркви

Подальші наші дослідження були спрямовані на визначення вмісту контамінантів. Дані таблиці 2.11 свідчать, що в пасті з гарбуза в порівнянні з продуктом-аналогом відбулося зниження цинку на 72%, свинцю – на 30%,

кадмію – на 60%, міді – на 41%, а також у пасті з моркви – на 71, 58, 70 і 59%, відповідно.

Таблиця 2.11

Вміст солей важких металів у сировині і продуктах з неї

Найменування продукту	Важкі метали, мг/кг					
	Цинк	Свинець	Кадмій	Мідь	Миш'як	Ртуть
Гарбуз сирий	4,800	0,330	0,009	1,709	н/з	н/з
Паста з гарбуза	0,593	0,169	0,002	0,800	н/з	н/з
Морква сира	7,066	0,049	0,040	0,898	н/з	н/з
Паста з моркви	0,734	0,009	0,003	0,172	н/з	н/з
ГДК	10,000	0,500	0,030	5,000	0,200	0,020

Результати досліджень свідчать про значний вплив обраного нами способу обробки овочів на ступінь видалення важких металів. У зразках паст із гарбуза і моркви було проведено повторне визначення залишкових кількостей пестицидів: ГХЦГ, ДДТ, прометрину і децису (табл. 2.12).

Результати досліджень показали, що застосовувані режими обробки цілком видалили залишкові кількості отрутохімкатів. Крім попередньої обробки овочів, яка дозволила значно знизити вміст пестицидів, при виробництві паст застосовується процес гомогенізації, що, очевидно, зменшує їхній вміст за рахунок звільнення з тканин ферментів, що руйнують пестициди. Процес стерилізації також сприяв додатковому руйнуванню пестицидів. Так, ГХЦГ при високих температурах руйнується з утворенням трихлорбензолу і хлористого водню. Мікотоксин патулін у пастах з гарбуза і моркви не був виявлений.

Таблиця 2.12

Вміст токсичних речовин у сировині, продуктах-аналогах і пастах

Найменування продукту	Нітрати, мг/кг	Радіонукліди, Бк/кг		Пестициди, мг/кг				Патулін
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	ГХЦГ	ДДТ	Прометрин	Децис	
Гарбуз сирий	630,0	24,0	14,7	0,0001	0,0003	-	Не вияв.	Не вияв.
Паста з гарбуза	95,0	10,4	8,1	Не вияв.	Не вияв.	-	Не вияв.	Не вияв.
ГДК	200,0	40,0	20,0	0,5	0,1	-	0,1	0,05
Морква сира	129,0	29,0	8,2	0,002	0,004	Не вияв.	-	Не вияв.
Паста з моркви	25,4	10,1	4,7	Не вияв.	Не вияв.	Не вияв.	-	Не вияв.
ГДК	250,0	40,0	20,0	0,5	0,1	Не доп.	-	0,05

Аналізуючи дані таблиці 2.12, необхідно відзначити, що в пастах з гарбуза і моркви відбулося зниження нітратів на 85 і 81% у порівнянні із сировиною. У той же час у продуктах-аналогах їхній вміст знизився на 60 і 47%, відповідно.

Вміст радіоактивних елементів у пастах з гарбуза і моркви також відрізняється більш низьким рівнем, чим у прототипах. Так, у пасті з гарбуза вміст ^{137}Cs знизився на 56,7%, а ^{90}Sr – на 44,9% у порівнянні із сировиною, у той час як у гарбузовому медку це зниження складає 36,7 і 30,7%, відповідно. У пасті з моркви вміст ^{137}Cs зменшився на 65,2%, ^{90}Sr – на 42,7%, а в морквяному медку – на 50,4 і 33,2%, відповідно.

Таким чином, розроблений спосіб виробництва пасти з гарбуза і моркви, дозволяє ефективно знизити вміст токсичних речовин у готовому продукті.

2.4.4. Мікробіологічні показники

Мікробіологічний контроль якості овочевих паст у процесі їхнього виробництва включає контроль продуктів, що консервуються, перед стерилізацією і після неї.

Бактеріологічний контроль якості консервів проводиться в залежності від активної кислотності (рН) консервованого продукту, специфічності його мікрофлори і теплової обробки.

Розроблені пасти з гарбуза і моркви мають активну кислотність менше 4,2 і відносяться до групи В у відповідності до обумовлених мікробіологічних показників. Визначають мезофільні аеробні, факультативно-анаеробні й анаеробні мікроорганізми, цвілеві гриби, дріжджі і молочнокислі бактерії. Визначення загального числа мікроорганізмів у консервах проводиться шляхом посіву наважки продукту в пробірки з рідким живильним середовищем. Для виявлення і визначення кількості цвілевих грибів, дріжджів і молочнокислих мікроорганізмів наважки продукту вносять у чашки Петрі, які заливають агаризованим середовищем.

У таблиці 2.13 приведені результати мікробіологічного аналізу паст із гарбуза і моркви.

Таблиця 2.13

Мікробіологічні показники паст із гарбуза і моркви

Показники	Вимоги нормативних документів	Зразки	
		Паста з гарбуза	Паста з моркви
Мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми, КОЕ в 1 г	Не більше 90	Не виявлено	Не виявлено
Цвілеві гриби	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено
Дріжджі, КОЕ в 1 г	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено
Молочнокислі бактерії	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено

Результати досліджень свідчать про відповідність розроблених паст вимогам промислової стерильності.

РОЗДІЛ 3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЦЕПТУР МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ З ДОДАВАННЯМ ОВОЧЕВИХ ПАСТ

3.1. Особливості математичного моделювання рецептур молочних продуктів збагачених овочевими пастами

Одним із напрямків створення продуктів харчування повинно бути забезпечення їхньої високої якості. У даний час все більшого поширення набуває концепція – теорія адекватного харчування. Згідно даної концепції харчові продукти повинні бути адекватні традиційним за органолептичними показниками і структурними формами поживних речовин і харчових волокон; масові частки компонентів продуктів підібрані таким чином, що при включенні в раціон харчування забезпечують підтримку умовно оптимального й енергетичного балансу організму споживачів. Практична реалізація подібних вимог може бути забезпечена шляхом розробки і впровадження у виробництво харчових продуктів із заданим комплексом споживних властивостей.

Моделювання рецептур являє собою побудову узгодженості між численними вимогами, пропонованими до харчової продукції. У зв'язку з цим прийнято говорити про методи проектування як про сукупність аналітичних прийомів, що дають можливість одержати функціональний опис об'єкта з заданим ступенем точності. Основна задача глобальної оптимізації рецептури полягає у знаходженні такого вектора масових часток рецептурних компонентів і визначенні таких кількісних співвідношень, що забезпечують максимальне наближення нутрієнтів до певного детермінованого еталона. У такій постановці рішення оптимізаційних задач має на увазі відшукування векторів X вихідних мас компонентів [140-142]. Тобто, задача вибору оптимальної рецептури зводиться до знаходження такого складу композиції, у якому співвідношення показників якості бути б максимально близько до еталона. При цьому найбільш близькою до еталона буде композиція, для якої сума відносних відхилень по кожному з

показників мінімізована.

Таким чином, оптимізація структури харчування населення та приведення її у відповідність з фізіологічними потребами сучасного споживача не можуть бути досягнуті без залучення аналітичних підходів до проектування рецептурного складу харчових продуктів.

Сучасні погляди на харчові продукти можуть одержати розвиток лише на базі розробки науково-теоретичних основ математичного моделювання складу і якості продуктів з метою управління процесами їхнього формування на різних етапах життєвого циклу товару. Подібні моделі необхідні для стандартизації і сертифікації харчових продуктів [143-145].

При розробці модельних зразків нових молочних продуктів з використанням добавки овочевої пасти з моркви та добавки овочевої пасти з гарбуза також враховували вимоги до функціональних властивостей одержаних продуктів. Як контроль були обрані відповідні молочні продукти (молоко питне, питні вершки, кефір, йогурт, сметана, сиркові десерти, плавлені сирки) за чинною нормативною документацією.

Характеристика органолептичних та фізико-хімічних показників, хімічного складу овочевої пасти з моркви та овочевої пасти з гарбуза представлена у табл. 3.1.

Паста з моркви та гарбуза являли собою пастоподібну однорідну масу, з яскраво вираженим приємним, овочевим, кислувато-солодким смаком та запахом овочево-ароматичної сировини, колір яскравий, однорідний по всій масі, насичений помаранчевий у пасти з моркви та жовто-помаранчевий у пасти з гарбуза. Для вибору оптимальної кількості внесення пасти з моркви та пасти з гарбуза до складу нової молочної продукції було проведено математичне моделювання оптимального складу розроблених молочних продуктів.

**Характеристика органолептичних та фізико-хімічних показників,
хімічного складу овочевої пасти з моркви та овочевої пасти з гарбуза**

Перелік показників	Характеристика добавок		
	Пасти з моркви	Пасти з гарбуза	
1	2	3	
Органолептична оцінка			
Зовнішній вигляд	Однорідна маса		
Консистенція	Пластична пастоподібна маса		
Смак	Овочевий, чистий, без сторонніх, з вираженим присмаком моркви	Овочевий, чистий, без сторонніх, з вираженим присмаком гарбуза, кислувато-солодкий,	
Запах	чистий, слабо виражений, свіжих овочів, без сторонніх	чистий, слабо виражений, свіжих овочів, без сторонніх	
Колір	насичений помаранчевий	жовто-помаранчевий	
Фізико-хімічна оцінка			
Масова частка титрованих кислот в перерахунку на лимонну кислоту, %	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	
pH середовища	4,0 ± 0,1	3,6 ± 0,1	
Хімічний склад			
Вода, %	68,5 ± 0,5	69,5 ± 0,5	
Білок, %	1,24 ± 0,01	0,95 ± 0,01	
Клітковина, %	1,2 ± 0,01	1,1 ± 0,01	
Пектини, %	2,01 ± 0,02	2,7 ± 0,02	
Мінеральні речовини, мг	Na	23,45	16,00
	K	181,00	184,00
	Ca	57,00	43,00
	Mg	41,00	22,00
	P	67,00	34,00
	Fe	1,37	1,00
β-каротин, мг	9,09	7,50	
Вітаміни мг	B ₁	0,06	0,03
	B ₂	0,07	0,03
	PP	0,90	0,49
	C, мг%	6,09	7,80
Енергетична цінність, ккал/100г	185,0 ± 4,2	186,0 ± 4,2	

Загальна постановка задачі

Мається набір харчових інгредієнтів, що є основою для складання певного виду молочного продукту (молоко питне, питні вершки, кефір, йогурт, сметана, сиркові десерти, плавлені сирки) з використанням пасти з моркви та пасти з гарбуза. Кожен харчовий інгредієнт має відомий вміст вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів і води. Хімічний склад харчових інгредієнтів для виробництва молока питного, питних вершків, кефіру, йогурту, сметани, сиркових десертів, плавлених сирків з використанням пасти з моркви та пасти з гарбуза наведено у відповідних підпунктах щодо математичного моделювання кожного із зазначених продуктів.

Для розробки рецептур нових молочних продуктів необхідно підібрати композицію інгредієнтів для одержання певного молочного продукту з необхідними органолептичними показниками (колір, смак, консистенція), максимально збалансовану по вмісту харчових речовин. При цьому сума мас інгредієнтів повинна відповідати необхідній масі готового продукту, тобто складати 100 г [140, 142, 145].

3.2. Математичне моделювання рецептури молока питного збагаченого овочевими пастами

Вміст харчових речовин у рецептурних компонентах, що використовуються для розробки молока питного, збагаченого пастою з моркви, та молока питного, збагаченого пастою з гарбуза, наведено у табл. 3.2.

Необхідно підібрати композицію інгредієнтів для одержання збагаченого молока з необхідними органолептичними показниками (табл. 3.3) та максимально збалансованим вмістом харчових речовин (тобто вміст нутрієнтів повинен наближуватися до норми – табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Вміст харчових речовин у рецептурних компонентах молока питного та
молока питного збагаченого пастою з моркви та гарбуза**

Харчові речовини	Рецептурні компоненти				
	Паста з моркви (100 г)	Паста з гарбуза (100 г)	Молоко (100 г)	Норма, що рекомендується на 100 ккал, мг	
Вода, %	68,5	69,5	89,1		
Білок, %	1,24	0,95	2,8	45000	
Вітамін С, мг%	6,09	7,80	1,36	20	
β-каротин, мг	9,09	7,50	0,015	1,8	
Мінеральні речовини, мг	К	181,00	184,00	148,0	1338,5
	Са	57,00	43,00	122,0	321
	Mg	41,00	22,00	13,0	142,5
	Na	23,45	16,00	50,0	1785
	Р	67,00	34,00	92,0	446
Енергетична цінність, ккал/100г	185,0	186,0	52,0		

Таблиця 3.3

Необхідні значення органолептичних показників молока з використанням пасти з моркви та з гарбуза

Органолептичний показник	Молоко з використанням пасти з моркви / пасти з гарбуза
Смак	Чистий, приємний, без стороннього, з добре вираженим присмаком пастеризації у гармонійному поєднанні із солодкуватим присмаком моркви / гарбуза
Колір	Білий, з насиченим жовто-помаранчевим відтінком; рівномірний по всій масі
Консистенція	Однорідна домішка добре розподіляється в молоці, але через певний час випадає в осад; при легкому струшуванні однорідність відновлюється

При цьому сума мас інгредієнтів повинна відповідати необхідній масі готового продукту, тобто складати 100 г. Шкала значень органолептичних показників досліджуваної продукції визначена в таблиці 3.4. При цьому передбачається, що технологія виготовлення збагаченого молока така, що під час переробки продуктів не відбувається тривалих термічних чи інших реакцій і харчові речовини, що містяться у вихідних рецептурних компонентах, цілком зберігаються в збагаченому молоці.

Таблиця 3.4

Шкала оцінок за органолептичними показниками зразків продукту

Органолептичний показник	Вміст інгредієнту у збагаченому молоці, %	Значення органолептичного показника
Смак	0...2	Приємний, з добре вираженим присмаком пастеризації; смак домішки ледь відчувається
	2...4	Чистий, приємний, з добре вираженим присмаком пастеризації у гармонійному поєднанні із солодкуватим присмаком домішки
	4...5	Присмак пастеризованого молока, відчувається виражений присмак пасти з моркви / пасти з гарбуза
	Більше 5	Солодкий не властивий молоку присмак моркви / гарбуза, що переважає над присмаком пастеризованого молока
Колір	1...2,5	Білий з ледь помітним жовто-помаранчевим відтінком
	2,5...3,5	Білий з насиченим жовто-помаранчевим відтінком, рівномірним по всій масі
	Більше 3,5	Світло-помаранчевий
Консистенція	0...2,5	Рідка, однорідна домішка розчиняється в молоці і майже не впливає на його консистенцію
	2,5...4	Рідка, однорідна домішка розчиняється в молоці, але через деякий час опадає в осад; при легкому струшуванні однорідність відновлюється
	Більше 4	Однорідна, домішка швидко випадає в осад

Формалізована постановка задачі

Оптимізація полягає у пошуку екстремуму одного показника чи якості їхньої сукупності. Під екстремумом необхідно розуміти максимальне чи мінімальне значення цільової функції.

Математична модель задачі в загальному виразі являє собою три основних елемента: цільова функція, обмеження і граничні умови. Цільова функція показує у якому випадку рішення повинне бути найкращим; обмеження показують залежності між значеннями шуканих змінних; граничні умови відбивають гранично допустимі значення шуканих змінних.

Записується математична модель оптимізаційної задачі в наступній формі:

$$F = f(\bar{x}) \rightarrow \max(\min)$$

$$g_i(x_j) = 0$$

$$x_j^{\min} \leq x \leq x_j^{\max}$$

$$i = 1; m$$

$$j = 1; n$$

де: $f(\bar{x})$ - цільова функція;

\bar{x} - вектор змінних величин; $\bar{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

m - число обмежень;

n - число змінних;

g_i - функції залежності між шуканими змінними;

x_j^{\min}, x_j^{\max} - константи.

У даному випадку в якості змінної моделі виступають маси інгредієнтів, що складають харчову суміш – збагачене молоко:

Молоко з додаванням пасти з моркви: Молоко з додаванням пасти з гарбуза:

X_1 - паста з моркви

X_1 - паста з гарбуза

X_2 - молоко

X_2 - молоко

Граничними умовами є вимоги за органолептичними показниками, що залежать від вмісту в суміші тільки одного інгредієнта (колір збагаченого молока визначається тільки вмістом пасти з моркви / пасти з гарбуза). Обмеженнями виступають обмеження за органолептичними показниками, на які впливають

кілька інгредієнтів комплексно (консистенція визначається вмістом у суміші сухих речовин, що містяться у всіх інгредієнтах), а також обмеження на загальну масу суміші.

Молоко з додаванням пасти з моркви:

1. $2,5 \leq X_1 \leq 3,5$ (колір за вмістом пасти з моркви);
2. $2 \leq X_1 \leq 4$ (смак за вмістом пасти з моркви);
3. $2,5 \leq 31,5X_1 + 10,9X_2 \leq 4$ (консистенція за вмістом сухих речовин);
4. $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші).

Молоко з додаванням пасти з гарбуза:

1. $2,5 \leq X_1 \leq 3,5$ (колір за вмістом пасти з гарбуза);
2. $2 \leq X_1 \leq 4$ (смак за вмістом пасти з гарбуза);
3. $2,5 \leq 30,5X_1 + 10,9X_2 \leq 4$ (консистенція за вмістом сухих речовин);
4. $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші).

Побудова цільової функції

Мета даної задачі – прагнення досягти балансу визначених харчових речовин суміші, а саме загального білка, Na, Ca, K, Mg, P, вітамінів С і β-каротину. У даному випадку необхідно використовувати векторну (чи багатокритеріальну) оптимізацію, тобто знайти оптимальне рішення за декількома показниками (це означає, що необхідно досягти балансу вмісту кожної харчової речовини щодо всіх харчових речовин). Векторна оптимізація являє собою спробу знайти деякий компроміс між тими параметрами, за якими потрібно оптимізувати рішення.

Оскільки важливе не абсолютне значення того чи іншого показника чи якості і харчової цінності, а їхнє співвідношення в суміші (в даному випадку харчовому продукті), то перед порівнянням проектованої рецептури й еталона відповідні показники нормуються. Таким чином, нормований показник фактичного вмісту j харчової речовини в суміші щодо вмісту в ній усіх харчових речовин:

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}$$

де: a_{ij} - значення j -го показника в i -му компоненті.

Нормативний показник еталонного вмісту j харчової речовини в 100г продукту щодо еталонного вмісту всіх харчових речовин у 100г продукту:

$$E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}$$

де: l_i - еталон значення j -го показника.

Математична постановка задачі оптимізації харчових сумішей, таким

чином має вид:

$$F = \sum_{j=1}^m \left(\frac{B_j - E_j}{E_j} \right) \rightarrow \max$$

$$\left. \begin{array}{l} \left(\sum_{j=1}^n x_j \right) - 100 = 0 \\ a \leq \sum_{j=1}^n \left(\frac{100 - w_j}{100} x_j \right) \leq b \\ x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max} \\ j = \bar{1} \bar{n}; \end{array} \right\}$$

$$\text{де: } B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}, \quad E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}, \quad j = \bar{1} \bar{m};$$

де w_i - процентний вміст води в i -му інгредієнті;

a, b – межі вмісту сухих речовин у суміші (вимоги до консистенції);

x_j^{\min}, x_j^{\max} - межі зміни мас інгредієнтів (вимоги до смаку і кольору);

l_j - еталонний вміст j -ої харчової речовини на 1000 ккал суміші;

a_{ij} вміст j -ої харчової речовини в i -му інгредієнті;

n – кількість інгредієнтів суміші;

m – кількість розглянутих харчових речовин (вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів).

У такій постановці маємо задачу умовної (тому що присутні зближення) нелінійної (тому що цільова функція не лінійна) оптимізації з нелінійною

цільовою функцією і лінійним обмеженнями, і граничними умовами.

Складаємо частинні цілі за кожним критерієм (табл. 3.5).

Оскільки нормативні значення задані у розрахунку на 1000 ккал, для складання загальної мети необхідно перерахувати норму з розрахунку на фактичне число ккал. Для даного вектора X число ккал дорівнює: для збагаченого молока: $0,052X_2$.

Для молока, збагаченого пастою з моркви:

позначимо відношення: $0,185X_1+0,052X_2$.

$$V_1=(0,185X_1+0,052X_2)/1000;$$

Для молока, збагаченого пастою з гарбуза:

позначимо відношення: $0,186X_1+0,052X_2$.

$$V_1=(0,186X_1+0,052X_2)/1000;$$

Тоді для молока, збагаченого пастою з моркви / пастою з гарбуза;

$$Z_{\text{ідеал}(i)} = v_1 k_i$$

де k_i - нормативне значення і-го критерію.

Таблиця 3.5

Частинні фактичні цілі за визначеними критеріями

Критерії	Вміст у молоці, збагаченому пастою з моркви	Вміст у молоці, збагаченому пастою з гарбуза
Загальний вміст білка	$0,00124X_1+0,028X_2$	$0,00095X_1+0,028X_2$
Натрій	$0,02345X_1+0,050X_2$	$0,016X_1+0,050X_2$
Калій	$0,181X_1+0,148X_2$	$0,184X_1+0,148X_2$
Кальцій	$0,057X_1+0,122X_2$	$0,043X_1+0,122X_2$
Магній	$0,041X_1+0,013X_2$	$0,022X_1+0,013X_2$
Фосфор	$0,067X_1+0,092X_2$	$0,034X_1+0,092X_2$
Вітамін С	$0,00609X_1+0,00136X_2$	$0,0078X_1+0,00136X_2$
β - каротин	$0,00909X_1+0,000015X_2$	$0,0075X_1+0,000015X_2$
Загальна цільова функція Z фактична	$0,38587X_1+0,454375X_2$	$0,31525X_1+0,454375X_2$

Таким чином, після нескладних математичних операцій, проведених відповідно до вищезазначеного, загальна цільова функція приймає наступний вид:

Для молока, збагаченого пастою з моркви:

$$Z_{\text{заг}}=(0,00124X_1+0,028X_2-45V_1)^2+(0,02345X_1+0,050X_2-1,785V_1)^2+(0,181X_1+0,148X_2-1,3385V_1)^2+(0,057X_1+0,122X_2-0,321V_1)^2+(0,041X_1+0,013X_2-0,1425V_1)^2+(0,067X_1+0,092X_2-0,446V_1)^2+(0,00609X_1+0,00136X_2-0,02V_1)^2+(0,00909X_1+0,000015X_2-0,0018V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1=(0,185X_1+0,052X_2)/1000.$$

Для молока, збагаченого пастою з гарбуза:

$$Z_{\text{заг}}=(0,00095X_1+0,028X_2-45V_1)^2+(0,016X_1+0,050X_2-1,785V_1)^2+(0,184X_1+0,148X_2-1,3385V_1)^2+(0,043X_1+0,122X_2-0,321V_1)^2+(0,022X_1+0,013X_2-0,1425V_1)^2+(0,034X_1+0,092X_2-0,446V_1)^2+(0,0078X_1+0,00136X_2-0,02V_1)^2+(0,0075X_1+0,000015X_2-0,0018V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1=(0,186X_1+0,052X_2)/1000.$$

Отримані результати оптимізованого складу збагаченого молока приведені в табл. 3.6, 3.7.

Таблиця 3.6

Оптимізований склад молока питного, збагаченого пастою з моркви

Харчові речовини	Інгредієнти		Сума
	Паста з моркви 3 г	Молоко питне 97 г	
Вода, г	2,055	86,427	88,482
Білок, г	0,0372	2,716	2,7532
Мінеральні речовини, мг	К	5,43	143,56
	Ca	1,71	118,34
	Mg	1,23	12,61
	Na	0,7035	48,5
	P	2,01	89,24
Вітамін С, мг%	0,1827	1,3192	1,5019
β-каротин, мг	0,2727	0,01455	0,28725
Енергетична цінність, ккал	5,55	50,44	55,99

Оптимізований склад молока питного, збагаченого пастою з гарбуза

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з гарбуза 3 г	Молоко питне 97 г	
Вода, г		2,085	86,427	88,512
Білок, г		0,0285	2,716	2,7445
Мінеральні речовини, мг	К	5,52	143,56	149,08
	Ca	1,29	118,34	119,63
	Mg	0,66	12,61	13,27
	Na	0,48	48,5	48,98
	P	1,02	89,24	90,26
Вітамін С , мг%		0,234	1,3192	1,5532
β-каротин, мг		0,225	0,01455	0,23955
Енергетична цінність, ккал		5,58	50,44	56,02

У результаті представлених розрахунків по математичній моделі оптимізації складу збагаченого молока і комплексу проведених досліджень були встановлені концентрації рецептурних компонентів для нього (паста з моркви / з гарбуза – 2,5...3,25%; молоко – 96,75...97,5%).

3.3. Математичне моделювання рецептури вершків питних збагачених овочевими пастами

Вміст харчових речовин у рецептурних компонентах, що використовуються для розробки вершків питних, збагачених пастою з моркви, та вершків питних, збагачених пастою з гарбуза, наведено у табл. 3.8.

Необхідно підібрати композицію інгредієнтів для одержання збагачених вершків питних з необхідними органолептичними показниками (табл. 3.9) та максимально збалансованим вмістом харчових речовин (тобто вміст нутрієнтів повинен наближуватися до норми – табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Вміст харчових речовин у рецептурних компонентах вершків питних і
вершків питних збагачених пастою з моркви та з гарбуза**

Харчові речовини		Рецептурні компоненти			Норма, що рекомендується на 1000 ккал, мл
		Паста з моркви 100г	Паста з гарбуза 100г	Вершки 100г	
Вода, %		68,5	69,5	79,5	
Клітковина, %		1,2	1,1	–	3,4
Пектин, %		2,01	2,7	–	5,1
Мінеральні речовини, мг	Na	23,45	16,00	35	1785
	K	181,00	184,00	109	1338,5
	Ca	57,00	43,00	86	321
	Mg	41,00	22,00	8	142,5
	P	67,00	34,00	60	446
	Fe	1,37	1,00	200	5,3
β-каротин, мг		9,09	7,50	0,06	1,8
Вітаміни, мг	B ₁	0,06	0,03	0,03	0,7
	B ₂	0,07	0,03	0,11	0,8
	PP	0,90	0,49	0,10	6
	C	6,09	7,80	0,30	20
Енергетична цінність, ккал/100г		185,0	186,0	205,0	

Таблиця 3.9

**Необхідні значення органолептичних показників вершків питних з
використанням пасти з моркви / пасти з гарбуза**

Органолептичний показник	Вершки з додаванням пасти з моркви / гарбуза
Смак та запах	Солодкуватий. Чистий, молочний
Колір	Світло-жовтий
Консистенція	Рідка, однорідна

При цьому сума мас інгредієнтів повинна відповідати необхідній масі готового продукту, тобто складати 100 г. Шкала значень органолептичних показників досліджуваної продукції визначена в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Шкала оцінок за органолептичними показниками зразків продукту

Органолептичний показник	Вміст пасти з моркви, %	Значення органолептичного показника	Вміст пасти з гарбуза, %	Значення органолептичного показника
Смак та запах	0-9	Не солодкий	0-9	Не солодкий
	9-13	Солодкуватий	9-13	Солодкуватий
	13-18	Солодкий	13-18	Солодкий
	Більше 18	Дуже солодкий	Більше 18	Дуже солодкий
Колір	0-9	Світло-жовтий	0-9	Світло-жовтий
	10-15	Жовтий відтінок	10-15	Жовтий відтінок
	15-18	Помаранчевий	15-18	Світло жовтий
	Більше 18	Янтарний	Більше 18	Жовтий
Консистенція	0-9	Дуже рідка	0-9	Дуже рідка
	9-13	Рідка	9-13	Рідка
	13-20	Пюреподібна	13-20	Пюреподібна
	Більше 20	Пастоподібна	Більше 20	Пастоподібна

При цьому передбачається, що технологія виготовлення збагачених вершків питних така, що під час переробки продуктів не відбувається тривалих термічних чи інших реакцій і харчові речовини, що містяться у вихідних рецептурних компонентах, цілком зберігаються в збагачених вершках.

Формалізована постановка задачі

Оптимізація полягає у пошуку екстремуму одного показника чи якості їхньої сукупності. Під екстремумом необхідно розуміти максимальне чи мінімальне значення цільової функції.

Математична модель задачі в загальному виразі являє собою три основних елемента: цільова функція, обмеження і граничні умови. Цільова функція показує у якому випадку рішення повинне бути найкращим; обмеження показують залежності між значеннями шуканих змінних; граничні умови відбивають гранично допустимі значення шуканих змінних.

Записується математична модель оптимізаційної задачі в наступній формі:

$$F = f(\bar{x}) \rightarrow \max(\min)$$

$$g_i(x_j) = 0$$

$$x_j^{\min} \leq x \leq x_j^{\max}$$

$$i = 1:m$$

$$j = 1:n$$

де: $f(\bar{x})$ - цільова функція;

\bar{x} - вектор змінних величин; $\bar{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

m – число обмежень;

n – число змінних;

g_i – функції залежності між шуканими змінними;

x_j^{\min}, x_j^{\max} – константи.

У даному випадку в якості змінної моделі виступають маси інгредієнтів, що складають харчову суміш – збагачене молоко:

Вершки з додаванням пасти з моркви:

X_1 - паста з моркви

X_2 - вершки

Вершки з додаванням пасти з гарбуза:

X_1 -паста з гарбуза

X_2 - вершки

Граничними умовами є вимоги за органолептичними показниками, що залежать від вмісту в суміші тільки одного інгредієнта (колір збагачених вершків визначається тільки вмістом пасти з моркви / пасти з гарбуза). Обмеженнями

виступають обмеження за органолептичними показниками, на які впливають кілька інгредієнтів комплексно (консистенція визначається вмістом у суміші сухих речовин, що містяться у всіх інгредієнтах), а також обмеження на загальну масу суміші.

Вершки з додаванням пасти з моркви:

- 1) $10 \leq X_1 \leq 15$ (колір за вмістом пасти з моркви)
- 2) $10 \leq X_2 \leq 13$ (смак за вмістом пасти з моркви)
- 3) $8 \leq 31,5X_1 + 20,5X_2 \leq 12$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
- 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Вершки з додаванням пасти з гарбуза:

- 1) $9 \leq X_1 \leq 12$ (колір за вмістом пасти з гарбуза)
- 2) $9 \leq X_2 \leq 11$ (смак за вмістом пасти з гарбуза)
- 3) $8 \leq 30,5X_1 + 20,5X_2 \leq 12$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
- 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Побудова цільової функції

Мета даної задачі – прагнення досягти балансу визначених харчових речовин суміші, а саме клітковини, пектину, Na, Ca, K, Mg, P, Fe, вітамінів B1, B2, PP, C і β -каротину. У даному випадку необхідно використовувати векторну (чи багатокритеріальну) оптимізацію, тобто знайти оптимальне рішення за декількома показниками (це означає, що необхідно досягти балансу вмісту кожної харчової речовини щодо всіх харчових речовин). Векторна оптимізація являє собою спробу знайти деякий компроміс між тими параметрами, за якими потрібно оптимізувати рішення.

Оскільки важливе не абсолютне значення того чи іншого показника чи якості і харчової цінності, а їхнє співвідношення в суміші (в даному випадку харчовому продукті), то перед порівнянням проектованої рецептури й еталона відповідні показники нормуються. Таким чином, нормований показник фактичного вмісту j харчової речовини в суміші щодо вмісту в ній усіх харчових речовин:

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}$$

де: a_{ij} - значення j -го показника в i -му компоненті.

Нормативний показник еталонного вмісту j харчової речовини в 100г продукту щодо еталонного вмісту всіх харчових речовин у 100г продукту:

$$E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}$$

де: l_i - еталон значення j -го показника.

Математична постановка задачі оптимізації харчових сумішей, таким

чином має вид:

$$F = \sum_{j=1}^m \left(\frac{B_j - E_j}{E_j} \right) \rightarrow \max$$

$$\left. \begin{array}{l} \left(\sum_{j=1}^n x_j \right) - 100 = 0 \\ a \leq \sum_{j=1}^n \left(\frac{100 - w_j}{100} x_j \right) \leq b \\ x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max} \\ j = \bar{1} \bar{n}; \end{array} \right\}$$

$$\text{де: } B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}, \quad E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}, \quad j = \bar{1} \bar{m};$$

де w_i - процентний вміст води в i -му інгредієнті;

a, b – межі вмісту сухих речовин у суміші (вимоги до консистенції);

x_j^{\min}, x_j^{\max} - межі зміни мас інгредієнтів (вимоги до смаку і кольору);

l_j - еталонний вміст j -ої харчової речовини на 1000 ккал суміші;

a_{ij} вміст j -ої харчової речовини в i -му інгредієнті;

n – кількість інгредієнтів суміші;

m – кількість розглянутих харчових речовин (вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів).

У такій постановці маємо задачу умовної (тому що присутні зближення)

нелінійної (тому що цільова функція не лінійна) оптимізації з нелінійною цільовою функцією і лінійними обмеженнями, і граничними умовами.

Складаємо частинні цілі за кожним критерієм (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Частинні фактичні цілі за визначеними критеріями

Критерії	Вміст у вершках, збагачених пастою з моркви	Вміст у вершках, збагачених пастою з гарбуза
Натрій	$0,02345X_1+0,035X_2$	$0,016X_1+0,035X_2$
Калій	$0,181X_1+0,109X_2$	$0,184X_1+0,109X_2$
Кальцій	$0,057X_1+0,086X_2$	$0,043X_1+0,086X_2$
Магній	$0,041X_1+0,008 X_2$	$0,022X_1+0,008 X_2$
Фосфор	$0,067X_1+0,06 X_2$	$0,034X_1+0,06 X_2$
Залізо	$0,00137X_1+0,2 X_2$	$0,001X_1+0,02X_2$
β-каротин	$0,00909X_1+0,00006 X_2$	$0,0075X_1+0,00006 X_2$
Вітамін В ₁	$0,00006X_1+0,00003 X_2$	$0,00003X_1+0,00003 X_2$
Вітамін В ₂	$0,00007X_1+0,00011 X_2$	$0,00003X_1+0,00011 X_2$
Вітамін РР	$0,0009X_1+0,0001 X_2$	$0,00049X_1+0,0001 X_2$
Вітамін С	$0,00609X_1+0,0003 X_2$	$0,0078X_1+0,0003 X_2$
Загальна цільова функція	$0,38703X_1+0,4986X_2$	$0,31585X_1+0,4986X_2$

Оскільки нормативні значення задані у розрахунку на 1000 ккал, для складання загальної мети необхідно перерахувати норму з розрахунку на фактичне число ккал. Для даного вектора X число ккал дорівнює: для збагачених вершків: $0,205X_2$.

Для вершків, збагачених пастою з моркви:

позначимо відношення: $0,185X_1+0,205X_2$.

$$V_1=(0,185X_1+0,205X_2)/1000;$$

Для молока, збагаченого пастою з гарбуза:

позначимо відношення: $0,186X_1+0,205X_2$.

$$V_1=(0,186X_1+0,205X_2)/1000;$$

Тоді для вершків, збагачених пастою з моркви / пастою з гарбуза

$$Z_{\text{ідеал}(i)} = v_1 k_i$$

де k_i - нормативне значення і-го критерію.

Таким чином, після нескладних математичних операцій, проведених відповідно до вищезазначеного, загальна цільова функція приймає наступний вид:

Для молока, збагаченого пастою з моркви:

$$Z_{\text{зар}} = (0,02345X_1 + 0,035X_2 - 1,785V_1)^2 + (0,181X_1 + 0,109X_2 - 1,3385V_1)^2 + (0,057X_1 + 0,086X_2 - 0,321V_1)^2 + (0,041X_1 + 0,008X_2 - 0,1425V_1)^2 + (0,067X_1 + 0,06X_2 - 0,446V_1)^2 + (0,00137X_1 + 0,2X_2 - 0,0053V_1)^2 + (0,00909X_1 + 0,00006X_2 - 0,0018V_1)^2 + (0,00006X_1 + 0,00003X_2 - 0,0007V_1)^2 + (0,00007X_1 + 0,00011X_2 - 0,0008V_1)^2 + (0,0009X_1 + 0,0001X_2 - 0,006V_1)^2 + (0,00609X_1 + 0,0003X_2 - 0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1 = (0,185X_1 + 0,205X_2) / 1000.$$

Для вершків, збагачених пастою з гарбуза:

$$Z_{\text{зар}} = (0,016X_1 + 0,035X_2 - 1,785V_1)^2 + (0,184X_1 + 0,109X_2 - 1,3385V_1)^2 + (0,043X_1 + 0,086X_2 - 0,321V_1)^2 + (0,022X_1 + 0,008X_2 - 0,1425V_1)^2 + (0,034X_1 + 0,06X_2 - 0,446V_1)^2 + (0,001X_1 + 0,02X_2 - 0,0053V_1)^2 + (0,0075X_1 + 0,00006X_2 - 0,0018V_1)^2 + (0,00003X_1 + 0,00003X_2 - 0,0007V_1)^2 + (0,00003X_1 + 0,00011X_2 - 0,0008V_1)^2 + (0,00049X_1 + 0,0001X_2 - 0,006V_1)^2 + (0,0078X_1 + 0,0003X_2 - 0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1 = (0,186X_1 + 0,205X_2) / 1000.$$

Отримані результати оптимізованого складу збагачених вершків питних приведені в табл. 3.12, 3.13.

У результаті представлених розрахунків по математичній моделі оптимізації складу питних вершків з додаванням овочевих паст та комплексу проведених досліджень були встановлені концентрації рецептурних компонентів для нового виду питних вершків підвищеної біологічної цінності:

вершки з пастою з моркви - питні вершки 88,0 %; паста з моркви 12,0 %;

вершки з пастою з гарбуза – питні вершки 90,0%; паста з гарбуза 10,0%.

Таблиця 3.12

Оптимізований склад вершків питних, збагачених пастою з моркви

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з моркви 12,0 г	Вершки 88,0 г	
Клітковина, г		0,144	–	0,144
Пектин, г		0,2412	–	0,2412
Мінеральні речовини, мг	Na	2,814	30,8	33,614
	K	21,72	95,92	117,64
	Ca	6,84	75,68	82,52
	Mg	4,92	7,04	11,96
	P	8,04	52,8	60,84
	Fe	0,1644	176	176,1644
β-каротин, мг		1,0908	0,0528	1,1436
Вітаміни мг	B ₁	0,0072	0,0264	0,0336
	B ₂	0,0084	0,0968	0,1052
	PP	0,108	0,088	0,196
	C	0,7308	0,264	0,9948
Енергетична цінність, ккал		22,2	180,4	202,6

Таблиця 3.13

Оптимізований склад вершків питних, збагачених пастою з гарбуза

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з гарбуза 10,0 г	Вершки 90,0 г	
Клітковина, г		0,11	–	0,11
Пектин, г		0,27	–	0,27
Мінеральні речовини, мг	Na	1,6	31,5	33,1
	K	18,4	98,1	116,5
	Ca	4,3	77,4	81,7
	Mg	2,2	7,2	9,4
	P	3,4	54	57,4
	Fe	0,1	180	180,1
β-каротин, мг		0,75	0,054	0,804
Вітаміни мг	B ₁	0,003	0,027	0,03
	B ₂	0,003	0,099	0,102
	PP	0,049	0,09	0,139
	C	0,78	0,27	1,05
Енергетична цінність, ккал		18,6	184,5	203,1

3.4. Математичне моделювання рецептури кефіру збагаченого овочевими пастами

Хімічний склад інгредієнтів для виробництва кефіру, збагаченого пастою з моркви та пастою з гарбуза, наведено у табл. 3.14.

Таблиця 3.14

Вміст харчових речовин у рецептурних компонентах кефіру та кефіру збагаченого пастою з моркви та з гарбуза

Харчові речовини	Рецептурні компоненти			Норма, що рекомендується на 1000 ккал, мл	
	Паста з моркви 100г	Паста з гарбуза 100г	Кефір 100г		
Вода, %	68,5	69,5	91,4		
Клітковина, %	1,2	1,1	–	3,4	
Пектин, %	2,01	2,7	–	5,1	
Мінеральні речовини, мг	Na	23,45	16,00	52	1785
	K	181,00	184,00	152	1338,5
	Ca	57,00	43,00	126	321
	Mg	41,00	22,00	15	142,5
	P	67,00	34,00	95	446
	Fe	1,37	1,00	0,1	5,3
β-каротин, мг	9,09	7,50	0,01	1,8	
Вітаміни, мг	B ₁	0,06	0,03	0,04	0,7
	B ₂	0,07	0,03	0,17	0,8
	PP	0,90	0,49	0,14	6
	C	6,09	7,80	0,7	20
Енергетична цінність, ккал/100г	185	186	40		

Необхідно підібрати композицію інгредієнтів для одержання кефіру, збагаченого пастою з моркви / з гарбуза, із заданими органолептичними показниками (колір, смак, консистенція), максимально збалансовану за вмістом харчових речовин (табл. 3.15).

При цьому сума мас інгредієнтів повинна відповідати необхідній масі готового продукту, тобто складати 100 г.

Необхідні значення органолептичних показників кефіру з додаванням пасти з моркви / кефіру з додаванням пасти з гарбуза

Органолептичний показник	Кефір з додаванням пасти з моркви / гарбуза
Смак та запах	Солодкуватий. Чисті, кисломолочні, характерні для кефіру, без сторонніх запахів, освіжаючий. З легким присмаком та запахом моркви
Колір	Світло-жовтий, однорідний по всій масі
Консистенція	Рідка, однорідна

Шкала значень органолептичних показників визначена в табл. 3.16.

Шкала оцінок за органолептичними показниками збагаченого кефіру (з додаванням пасти з моркви / з додаванням пасти з гарбуза)

Органолептичний показник	Вміст пасти з моркви, %	Значення органолептичного показника	Вміст пасти з гарбуза, %	Значення органолептичного показника
Смак та запах	10-19	Не солодкий	10-19	Не солодкий
	20-30	Солодкуватий	20-30	Солодкуватий
	31-40	Солодкий	31-40	Солодкий
	Більше 40	Дуже солодкий	Більше 40	Дуже солодкий
Колір	10-19	Світло-жовтий	10-19	Світло-жовтий
	20-30	Легкий жовтий	20-30	Легкий жовтий
	31-40	Помаранчевий	31-40	Світло жовтий
	Більше 40	Янтарний	Більше 40	Жовтий
Консистенція	10-19	Дуже рідка	10-19	Дуже рідка
	20-30	Рідка	20-30	Рідка
	31-40	Пюреподібна	31-40	Пюреподібна
	Більше 40	Пастоподібна	Більше 40	Пастоподібна

При цьому передбачається, що технологія виготовлення збагаченого кефіру така, що під час переробки продуктів не відбувається тривалих термічних чи інших реакцій і харчові речовини, що містяться у вихідних рецептурних компонентах, цілком зберігаються в збагаченому готовому продукті.

Формалізована постановка задачі

Оптимізація полягає у пошуку екстремуму одного показника чи якості їхньої сукупності. Під екстремумом варто розуміти максимальне чи мінімальне значення цільової функції. Математична модель оптимізації в загальному випадку являє собою три основних елемента: цільова функція, обмеження і граничні умови. Цільова функція показує у якому випадку рішення повинне бути найкращим; обмеження показують залежності між значеннями шуканих змінних; граничні умови відбивають гранично допустимі значення шуканих змінних. Записується математична модель оптимізаційної задачі в наступній формі:

$$F = f(\bar{x}) \rightarrow \max(\min)$$

$$g_i(x_j) = 0$$

$$x_j^{\min} \leq x \leq x_j^{\max}$$

$$i = 1, m$$

$$j = 1, n$$

де: $f(\bar{x})$ - цільова функція;

\bar{x} - вектор змінних величин; $\bar{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

m - число обмежень;

n - число змінних;

g_i - функції залежності між шуканими змінними;

x_j^{\min}, x_j^{\max} - константи.

У даному випадку в якості змінної моделі виступають маси інгредієнтів, що складають харчову суміш – збагачений кефір:

Кефір з додаванням пасти з моркви:

X_1 - паста з моркви

X_2 - кефір

Кефір з додаванням пасти з гарбуза:

X_1 - паста з гарбуза

X_2 - кефір

Граничними умовами є вимоги за органолептичними показниками, що залежать від вмісту в суміші тільки одного інгредієнта (колір збагаченого кефіра визначається тільки вмістом пасти з моркви / пасти з гарбуза). Обмеженнями виступають обмеження за органолептичними показниками, на які впливають кілька інгредієнтів комплексно (консистенція визначається вмістом у суміші сухих речовин, що містяться у всіх інгредієнтах), а також обмеження на загальну масу суміші.

Кефір з пастою з моркви:

- 1) $30 \leq X_1 \leq 35$ (колір за вмістом пасти з моркви)
- 2) $30 \leq X_2 \leq 35$ (смак за вмістом пасти з моркви, цукру)
- 3) $25 \leq 31,5X_1 + 8,6X_2 \leq 30$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
- 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Кефір з пастою з гарбуза:

- 1) $30 \leq X_1 \leq 35$ (колір за вмістом пасти з гарбуза)
- 2) $30 \leq X_2 \leq 33$ (смак за вмістом пасти з гарбуза, цукру)
- 3) $25 \leq 30,5X_1 + 8,6X_2 \leq 33$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
- 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Побудова цільової функції.

Мета даної задачі – прагнення досягти балансу визначених харчових речовин суміші, а саме клітковини, пектину, Na, Ca, K, Mg, P, Fe, вітамінів B1, B2, PP, C і β -каротину. У даному випадку необхідно використовувати векторну (чи багатокритеріальну) оптимізацію, тобто знайти оптимальне рішення за декількома показниками (це означає, що необхідно досягти балансу вмісту кожної харчової речовини щодо всіх харчових речовин). Векторна оптимізація являє собою спробу знайти деякий компроміс між тими параметрами, за якими потрібно оптимізувати рішення.

Оскільки важливе не абсолютне значення того чи іншого показника чи якості і харчової цінності, а їхнє співвідношення в суміші (в даному випадку харчовому продукті), то перед порівнянням проектованої рецептури й еталона відповідні показники нормуються. Таким чином, нормований показник

фактичного вмісту j харчової речовини в суміші щодо вмісту в ній усіх харчових речовин:

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}$$

де: a_{ij} - значення j -го показника в i -му компоненті.

Нормативний показник еталонного вмісту j харчової речовини в 100г продукту щодо еталонного вмісту всіх харчових речовин у 100г продукту:

$$E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}$$

де: l_i - еталон значення j -го показника.

Математична постановка задачі оптимізації харчових сумішей, таким

чином має вид:

$$F = \sum_{j=1}^m \left(\frac{B_j - E_j}{E_j} \right) \rightarrow \max$$

$$\left. \begin{aligned} & \left(\sum_{j=1}^n x_j \right) - 100 = 0 \\ & a \leq \sum_{j=1}^n \left(\frac{100 - w_j}{100} x_j \right) \leq b \\ & x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max} \\ & j = \bar{1} \bar{n}; \end{aligned} \right\}$$

$$\text{де: } B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}, \quad E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}, \quad j = \bar{1} \bar{m};$$

де w_i - процентний вміст води в i -му інгредієнті;
 a, b – межі вмісту сухих речовин у суміші (вимоги до консистенції);
 x_j^{\min}, x_j^{\max} - межі зміни мас інгредієнтів (вимоги до смаку і кольору);
 l_j - еталонний вміст j -ої харчової речовини на 1000 ккал суміші;
 a_{ij} вміст j -ої харчової речовини в i -му інгредієнті;
 n – кількість інгредієнтів суміші;
 m – кількість розглянутих харчових речовин (вуглеводів, мінеральних

речовин і вітамінів).

У такій постановці маємо задачу умовної (тому що присутні зближення) нелінійної (тому що цільова функція не лінійна) оптимізації з нелінійною цільовою функцією і лінійними обмеженнями, і граничними умовами.

Складаємо частинні цілі за кожним критерієм (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Частинні фактичні цілі за визначеними критеріями

Критерій	Вміст у кефірі, збагаченому пастою з моркви	Вміст у кефірі, збагаченому пастою з гарбуза
Натрій	$0,02345X_1+0,052X_2$	$0,016X_1+0,052X_2$
Калій	$0,181X_1+0,152X_2$	$0,184X_1+0,152X_2$
Кальцій	$0,057X_1+0,126X_2$	$0,043X_1+0,126X_2$
Магній	$0,041X_1+0,015X_2$	$0,022X_1+0,015X_2$
Фосфор	$0,067X_1+0,095X_2$	$0,034X_1+0,095X_2$
Залізо	$0,00137X_1+0,0001X_2$	$0,001X_1+0,0001X_2$
β-каротин	$0,00909X_1+0,00001X_2$	$0,0075X_1+0,00001X_2$
Вітамін В ₁	$0,00006X_1+0,00004X_2$	$0,00003X_1+0,00004X_2$
Вітамін В ₂	$0,00007X_1+0,00017X_2$	$0,00003X_1+0,00017X_2$
Вітамін РР	$0,0009X_1+0,00014X_2$	$0,00049X_1+0,00014X_2$
Вітамін С	$0,00609X_1+0,0007X_2$	$0,0078X_1+0,0007X_2$
Загальна цільова функція	$0,38703X_1+0,44116X_2$	$0,31585X_1+0,44116X_2$

Оскільки нормативні значення задані у розрахунку на 1000 ккал, для складання загальної мети необхідно перерахувати норму з розрахунку на фактичне число ккал. Для даного вектора X число ккал дорівнює:

для кефірів з пастою з моркви: $0,185X_1+0,04X_2$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,185X_1+0,04X_2)/1000$$

для кефірів з пастою з гарбуза: $0,186X_1+0,04X_2$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,186X_1+0,04X_2)/1000$$

Таким чином, після нескладних математичних операцій, проведених відповідно до вищеописаного, загальна цільова функція приймає наступний вид.

Для кефіру, збагаченого пастою з моркви:

$$Z_{\text{заг}}=(0,02345X_1+0,052X_2-1,785V_1)^2 + (0,181X_1+0,152X_2-1,3385V_1)^2 + (0,057X_1+0,126X_2-0,321V_1)^2 + (0,041X_1+0,015X_2-0,1425V_1)^2 + (0,067X_1+0,095X_2-0,446V_1)^2 + (0,00137X_1+0,0001X_2-0,0053V_1)^2 + (0,00909X_1+0,00001X_2-0,0018V_1)^2 + (0,00006X_1+0,00004X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00007X_1+0,00017X_2-0,0008V_1)^2 + (0,0009X_1+0,00014X_2-0,006V_1)^2 + (0,00609X_1+0,0007X_2-0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1=(0,185X_1+0,04X_2)/1000.$$

Для кефіру, збагаченого пастою з гарбуза:

$$Z_{\text{заг}}=(0,016X_1+0,052X_2-1,785V_1)^2 + (0,184X_1+0,152X_2-1,3385V_1)^2 + (0,043X_1+0,126X_2-0,321V_1)^2 + (0,022X_1+0,015X_2-0,1425V_1)^2 + (0,034X_1+0,095X_2-0,446V_1)^2 + (0,001X_1+0,0001X_2-0,0053V_1)^2 + (0,0075X_1+0,00001X_2-0,0018V_1)^2 + (0,00003X_1+0,00004X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00003X_1+0,00017X_2-0,0008V_1)^2 + (0,00049X_1+0,00014X_2-0,006V_1)^2 + (0,0078X_1+0,0007X_2-0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1=(0,186X_1+0,04X_2)/1000.$$

Отримані результати оптимізованого складу кефірів з пастою з моркви / пастою з гарбуза наведені в табл. 3.18 і 3.19.

Таблиця 3.18

Оптимізований склад кефіру, збагаченого пастою з моркви

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з моркви 32,0 г	Кефір 68,0 г	
Вода, г		21,92	62,152	84,072
Клітковина, г		0,384	–	0,384
Пектин, г		0,6432	–	0,6432
Мінеральні речовини, мг	Na	7,504	35,36	42,864
	K	57,92	103,36	161,28
	Ca	18,24	85,68	103,92
	Mg	13,12	10,2	23,32
	P	21,44	64,6	86,04
	Fe	0,4384	0,068	0,5064
β-каротин, мг		2,9088	0,0068	2,9156
Вітаміни, мг	B ₁	0,0192	0,0272	0,0464
	B ₂	0,0224	0,1156	0,138
	PP	0,288	0,0952	0,3832
	C	1,9488	0,476	2,4248
Енергетична цінність, ккал		59,2	27,2	86,4

Оптимізований склад кефіру, збагаченого пастою з гарбуза

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з гарбуза 30 г	Кефір 70 г	
Вода, г		20,85	63,98	84,83
Клітковина, г		0,33	–	0,33
Пектин, г		0,81	–	0,81
Мінеральні речовини, мг	Na	4,8	36,4	41,2
	K	55,2	106,4	161,6
	Ca	12,9	88,2	101,1
	Mg	6,6	10,5	17,1
	P	10,2	66,5	76,7
	Fe	0,3	0,07	0,37
β-каротин, мг		2,25	0,007	2,257
Вітаміни, мг	B ₁	0,009	0,028	0,037
	B ₂	0,009	0,119	0,128
	PP	0,147	0,098	0,245
	C	2,34	0,49	2,83
Енергетична цінність, ккал		55,8	28	83,8

У результаті представлених розрахунків по математичній моделі оптимізації складу кефіру з додаванням овочевих паст та комплексу проведених досліджень були встановлені концентрації рецептурних компонентів для нового виду кефіру підвищеної біологічної цінності:

кефір з пастою з моркви: кефір 68,0 % - паста з моркви 32,0 %;

кефір з пастою з гарбуза: кефір 70,0% - паста з гарбуза 30,0%.

3.5. Математичне моделювання рецептури йогурту збагаченого овочевими пастами

Хімічний склад інгредієнтів для виробництва йогурту, збагаченого пастою з моркви та пастою з гарбуза, наведено у табл. 3.20.

Необхідно підібрати композицію інгредієнтів для одержання йогурту, збагаченого пастою з моркви / з гарбуза, із заданими органолептичними показниками (колір, смак, консистенція), максимально збалансовану за вмістом

харчових речовин (табл. 3.21).

Таблиця 3.20

Вміст харчових речовин у рецептурних компонентах йогурту, збагаченого пастою з моркви, та йогурту, збагаченого пастою з гарбуза

Харчові речовини	Рецептурні компоненти			Норма, що рекомендується на 1000 ккал, мл	
	Паста з моркви 100г	Паста з гарбуза 100г	Йогурт натуральний 100г		
Вода, %	68,5	69,5	86,3		
Клітковина, %	1,2	1,1	–	3,4	
Пектин, %	2,01	2,7	–	5,1	
Мінеральні речовини, мг	Na	23,45	16,00	52	1785
	K	181,00	184,00	147	1338,5
	Ca	57,00	43,00	122	321
	Mg	41,00	22,00	15	142,5
	P	67,00	34,00	96	446
	Fe	1,37	1,00	0,1	5,3
β-каротин, мг	9,09	7,50	0,01	1,8	
Вітаміни, мг	B ₁	0,06	0,03	0,04	0,7
	B ₂	0,07	0,03	0,2	0,8
	PP	0,90	0,49	1,4	6
	C	6,09	7,80	0,6	20
Енергетична цінність, ккал/100г	185	186	68		

Таблиця 3.21

Необхідні значення органолептичних показників йогурту з додаванням пасти з моркви / йогурту з додаванням пасти з гарбуза

Органолептичний показник	Йогурт з додаванням пасти з моркви / гарбуза
Смак та запах	Кисломолочний смак, з гармонійно поєднаним смаком і ароматом моркви / гарбуза
Колір	Світло-жовтий (з відтінком наповнювачів), однорідний по всій масі
Консистенція	Однорідна, ніжна консистенція, згусток в міру щільний

При цьому сума мас інгредієнтів повинна відповідати необхідній масі готового продукту, тобто складати 100 г. Шкала значень органолептичних показників визначена в табл. 3.22. При цьому передбачається, що технологія виготовлення збагаченого йогурту така, що під час переробки продуктів не відбувається тривалих термічних чи інших реакцій і харчові речовини, що містяться у вихідних рецептурних компонентах, цілком зберігаються в збагаченому готовому продукті.

Таблиця 3.22

Шкала оцінок за органолептичними показниками збагаченого йогурту

Органолептичний показник	Вміст пасти з моркви, %	Значення органолептичного показника	Вміст пасти з гарбуза, %	Значення органолептичного показника
Смак та запах	10-19	Не солодкий	10-19	Не солодкий
	20-35	Солодкуватий	20-35	Солодкуватий
	36-40	Солодкий	36-40	Солодкий
	Більше 40	Дуже солодкий	Більше 40	Дуже солодкий
Колір	10-19	Світло-жовтий	10-19	Світло-жовтий
	20-35	Легкий жовтий	20-35	Легкий жовтий
	36-40	Помаранчевий	36-40	Світло жовтий
	Більше 40	Янтарний	Більше 40	Жовтий
Консистенція	10-19	Дуже рідка	10-19	Дуже рідка
	20-35	В міру рідка	20-35	В міру рідка
	36-40	Пюреподібна	36-40	Пюреподібна
	Більше 40	Пастоподібна	Більше 40	Пастоподібна

Формалізована постановка задачі

Оптимізація полягає у пошуку екстремуму одного показника чи якості їхньої сукупності. Під екстремумом варто розуміти максимальне чи мінімальне значення цільової функції. Математична модель оптимізації в загальному

випадку являє собою три основних елемента: цільова функція, обмеження і граничні умови. Цільова функція показує у якому випадку рішення повинне бути найкращим; обмеження показують залежності між значеннями шуканих змінних; граничні умови відбивають гранично допустимі значення шуканих змінних.

Записується математична модель оптимізаційної задачі в наступній формі:

$$F = f(\bar{x}) \rightarrow \max(\min)$$

$$g_i(x_j) = 0$$

$$x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max}$$

$$i = 1; m$$

$$j = 1; n$$

де: $f(\bar{x})$ - цільова функція;

\bar{x} - вектор змінних величин; $\bar{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

m - число обмежень;

n - число змінних;

g_i - функції залежності між шуканими змінними;

x_j^{\min}, x_j^{\max} - константи.

У даному випадку в якості змінної моделі виступають маси інгредієнтів, що складають харчову суміш – збагачений йогурт:

Йогурт з додаванням пасти з моркви:

X_1 - паста з моркви

X_2 - йогурт

Йогурт з додаванням пасти з гарбуза:

X_1 - паста з гарбуза

X_2 - йогурт

Граничними умовами є вимоги за органолептичними показниками, що залежать від вмісту в суміші тільки одного інгредієнта (колір збагаченого йогурту визначається тільки вмістом пасти з моркви / пасти з гарбуза). Обмеженнями виступають обмеження за органолептичними показниками, на які впливають кілька інгредієнтів комплексно (консистенція визначається вмістом у суміші сухих речовин, що містяться у всіх інгредієнтах), а також обмеження на загальну масу суміші.

Йогурт з пастою з моркви:

$$1) 30 \leq X_1 \leq 35$$

(колір за вмістом пасти з моркви)

- 2) $30 \leq X_2 \leq 35$ (смак за вмістом пасти з моркви, цукру)
 3) $25 \leq 31,5X_1 + 13,7X_2 \leq 30$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Йогурт з пастою з гарбуза:

- 1) $30 \leq X_1 \leq 35$ (колір за вмістом пасти з гарбуза)
 2) $30 \leq X_2 \leq 35$ (смак за вмістом пасти з гарбуза, цукру)
 3) $25 \leq 30,5X_1 + 13,7X_2 \leq 30$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Побудова цільової функції.

Мета даної задачі – прагнення досягти балансу визначених харчових речовин суміші, а саме клітковини, пектину, Na, Ca, K, Mg, P, Fe, вітамінів B1, B2, PP, C і β -каротину. У даному випадку необхідно використовувати векторну (чи багатокритеріальну) оптимізацію, тобто знайти оптимальне рішення за декількома показниками (це означає, що необхідно досягти балансу вмісту кожної харчової речовини щодо всіх харчових речовин). Векторна оптимізація являє собою спробу знайти деякий компроміс між тими параметрами, за якими потрібно оптимізувати рішення.

Оскільки важливе не абсолютне значення того чи іншого показника чи якості і харчової цінності, а їхнє співвідношення в суміші (в даному випадку харчовому продукті), то перед порівнянням проектованої рецептури й еталона відповідні показники нормуються. Таким чином, нормований показник фактичного вмісту j харчової речовини в суміші щодо вмісту в ній усіх харчових речовин:

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}$$

де: a_{ij} - значення j -го показника в i -му компоненті.

Нормативний показник еталонного вмісту j харчової речовини в 100г продукту щодо еталонного вмісту всіх харчових речовин у 100г продукту:

$$E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}$$

де: l_i - еталон значення j -го показника.

Математична постановка задачі оптимізації харчових сумішей, таким

чином має вид:

$$F = \sum_{j=1}^m \left(\frac{B_j - E_j}{E_j} \right) \rightarrow \max$$

$$\left. \begin{aligned} & \left(\sum_{j=1}^n x_j \right) - 100 = 0 \\ & a \leq \sum_{j=1}^n \left(\frac{100 - w_j}{100} x_j \right) \leq b \\ & x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max} \\ & j = \bar{1} \dots \bar{n}; \end{aligned} \right\}$$

$$\text{де: } B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}, \quad E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}, \quad j = \bar{1} \dots \bar{m};$$

де w_i - процентний вміст води в i -му інгредієнті;
 a, b – межі вмісту сухих речовин у суміші (вимоги до консистенції);
 x_j^{\min}, x_j^{\max} - межі зміни мас інгредієнтів (вимоги до смаку і кольору);
 l_j - еталонний вміст j -ої харчової речовини на 1000 ккал суміші;
 a_{ij} вміст j -ої харчової речовини в i -му інгредієнті;
 n – кількість інгредієнтів суміші;
 m – кількість розглянутих харчових речовин (вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів).

У такій постановці маємо задачу умовної (тому що присутні зближення) нелінійної (тому що цільова функція не лінійна) оптимізації з нелінійною цільовою функцією і лінійними обмеженнями, і граничними умовами.

Складаємо частинні цілі за кожним критерієм (табл. 3.23).

Оскільки нормативні значення задані у розрахунку на 1000 ккал, для складання загальної мети необхідно перерахувати норму з розрахунку на фактичне число ккал.

Частинні фактичні цілі за визначеними критеріями

Критерій	Вміст у кефірі, збагаченому пастою з моркви	Вміст у кефірі, збагаченому пастою з гарбуза
Натрій	$0,02345X_1+0,052X_2$	$0,016X_1+0,052X_2$
Калій	$0,181X_1+0,147X_2$	$0,184X_1+0,147X_2$
Кальцій	$0,057X_1+0,122X_2$	$0,043X_1+0,122X_2$
Магній	$0,041X_1+0,015X_2$	$0,022X_1+0,015X_2$
Фосфор	$0,067X_1+0,096X_2$	$0,034X_1+0,096X_2$
Залізо	$0,00137X_1+0,0001X_2$	$0,001X_1+0,0001X_2$
β-каротин	$0,00909X_1+0,00001X_2$	$0,0075X_1+0,00001X_2$
Вітамін В ₁	$0,00006X_1+0,00004X_2$	$0,00003X_1+0,00004X_2$
Вітамін В ₂	$0,00007X_1+0,0002X_2$	$0,00003X_1+0,0002X_2$
Вітамін РР	$0,0009X_1+0,0014X_2$	$0,00049X_1+0,0014X_2$
Вітамін С	$0,00609X_1+0,0006X_2$	$0,0078X_1+0,0006X_2$
Загальна цільова функція	$0,38703X_1+0,43435X_2$	$0,31582X_1+0,43435X_2$

Для даного вектора X число ккал дорівнює:

для йогурту з пастою з моркви: $0,185X_1+0,068X_2$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,185X_1+0,068X_2)/1000$$

для кефірів з пастою з гарбуза: $0,186X_1+0,068X_2$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,186X_1+0,068X_2)/1000$$

Таким чином, після нескладних математичних операцій, проведених відповідно до вищеописаного, загальна цільова функція приймає наступний вид:

Для йогурту, збагаченого пастою з моркви:

$$Z_{\text{заг}} = (0,02345X_1+0,052X_2-1,785V_1)^2 + (0,181X_1+0,147X_2-1,3385V_1)^2 + (0,057X_1+0,122X_2-0,321V_1)^2 + (0,041X_1+0,015X_2-0,1425V_1)^2 + (0,067X_1+0,096X_2-0,446V_1)^2 + (0,00137X_1+0,0001X_2-0,0053V_1)^2 + (0,00909X_1+0,00001X_2-0,0018V_1)^2$$

$$+ (0,00006X_1+0,00004X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00007X_1+0,0002X_2-0,0008V_1)^2 + (0,0009X_1+0,0014X_2-0,006V_1)^2 + (0,00609X_1+0,0006X_2-0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1=(0,185X_1+0,068X_2)/1000.$$

Для йогурту, збагаченого пастою з гарбуза:

$$Z_{\text{заг}}=(0,016X_1+0,052X_2-1,785V_1)^2 + (0,184X_1+0,147X_2-1,3385V_1)^2 + (0,043X_1+0,122X_2-0,321V_1)^2 + (0,022X_1+0,015X_2-0,1425V_1)^2 + (0,034X_1+0,096X_2-0,446V_1)^2 + (0,001X_1+0,0001X_2-0,0053V_1)^2 + (0,0075X_1+0,00001X_2-0,0018V_1)^2 + (0,00003X_1+0,00004X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00003X_1+0,0002X_2-0,0008V_1)^2 + (0,00049X_1+0,0014X_2-0,006V_1)^2 + (0,0078X_1+0,0006X_2-0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1=(0,186X_1+0,068X_2)/1000.$$

Отримані результати оптимізованого складу йогурту з пастою з моркви / пастою з гарбуза приведені в таблицях 3.24 і 3.25.

Таблиця 3.24

Оптимізований склад йогурту, збагаченого пастою з моркви

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з моркви 35,0 г	Йогурт 65,0 г	
Вода, г		23,975	56,095	80,07
Клітковина, г		0,42	–	0,42
Пектин, г		0,7035	–	0,7035
Мінеральні речовини, мг	Na	8,2075	33,8	42,0075
	K	63,35	95,55	158,9
	Ca	19,95	79,3	99,25
	Mg	14,35	9,75	24,1
	P	23,45	62,4	85,85
	Fe	0,4795	0,065	0,5445
β-каротин, мг		3,1815	0,0065	3,188
Вітаміни, мг	B ₁	0,021	0,026	0,047
	B ₂	0,0245	0,13	0,1545
	PP	0,315	0,91	1,225
	C	2,1315	0,39	2,5215
Енергетична цінність, ккал		64,75	44,2	108,95

Оптимізований склад йогурту, збагаченого пастою з гарбуза

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з гарбуза 33 г	Йогурт 67 г	
Вода, г		22,935	57,821	80,756
Клітковина, г		0,363	–	0,363
Пектин, г		0,891	–	0,891
Мінеральні речовини, мг	Na	5,28	34,84	40,12
	K	60,72	98,49	159,21
	Ca	14,19	81,74	95,93
	Mg	7,26	10,05	17,31
	P	11,22	64,32	75,54
	Fe	0,33	0,067	0,397
β-каротин, мг		2,475	0,0067	2,4817
Вітаміни, мг	B ₁	0,0099	0,0268	0,0367
	B ₂	0,0099	0,134	0,1439
	PP	0,1617	0,938	1,0997
	C	2,574	0,402	2,976
Енергетична цінність, ккал		61,38	45,56	106,94

У результаті представлених розрахунків по математичній моделі оптимізації складу йогурту з додаванням овочевих паст та комплексу проведених досліджень були встановлені концентрації рецептурних компонентів для нового виду йогурту підвищеної біологічної цінності:

йогурт з пастою з моркви: йогурт 65,0 % - паста з моркви 35,0 %;

йогурт з пастою з гарбуза: йогурт 67,0% - паста з гарбуза 33,0%.

3.6. Математичне моделювання рецептури сметани збагаченої овочевими пастами

Хімічний склад інгредієнтів для виробництва сметани, збагаченої пастою з моркви та пастою з гарбуза, наведено у табл. 3.26.

Вміст харчових речовин у рецептурних компонентах сметани, збагаченої пастою з моркви, та сметани, збагаченої пастою з гарбуза

Харчові речовини		Рецептурні компоненти			Норма, що рекомендується на 1000 ккал, мл
		Паста з моркви 100г	Паста з гарбуза 100г	Сметана (15%)100г	
Вода, %		68,5	69,5	77,5	
Клітковина, %		1,2	1,1	–	3,4
Пектин, %		2,01	2,7	–	5,1
Мінеральні речовини, мг	Na	23,45	16,00	40	1785
	K	181,00	184,00	116	1338,5
	Ca	57,00	43,00	88	321
	Mg	41,00	22,00	9	142,5
	P	67,00	34,00	61	446
	Fe	1,37	1,00	0,2	5,3
β-каротин, мг		9,09	7,50	0,04	1,8
Вітаміни, мг	B ₁	0,06	0,03	0,03	0,7
	B ₂	0,07	0,03	0,11	0,8
	PP	0,90	0,49	0,6	6
	C	6,09	7,80	0,4	20
Енергетична цінність, ккал/100г		185	186	160	

Необхідно підібрати композицію інгредієнтів для одержання сметани, збагаченої пастою з моркви / з гарбуза, із заданими органолептичними показниками (колір, смак, консистенція), максимально збалансовану за вмістом харчових речовин (табл. 3.27).

При цьому сума мас інгредієнтів повинна відповідати необхідній масі готового продукту, тобто складати 100 г. Шкала значень органолептичних показників визначена в табл. 3.28. При цьому передбачається, що технологія виготовлення збагаченої сметани така, що під час переробки продуктів не відбувається тривалих термічних чи інших реакцій і харчові речовини, що містяться у вихідних рецептурних компонентах, цілком зберігаються в збагаченому готовому продукті.

Таблиця 3.27

Необхідні значення органолептичних показників сметани з додаванням пасти з моркви та з гарбуза

Органолептичний показник	Сметана з додаванням пасти з моркви / гарбуза
Смак та запах	Кисломолочний смак, з гармонійно поєднаним смаком і ароматом моркви / гарбуза (солоткуватий)
Колір	Білий, легкий кремовий відтінок (з відтінком наповнювачів), однорідний по всій масі
Консистенція	Однорідна, ніжна, помірно густа консистенція

Таблиця 3.28

Шкала оцінок за органолептичними показниками збагаченої сметани (з додаванням пасти з моркви / з додаванням пасти з гарбуза)

Органолептичний показник	Вміст пасти з моркви, %	Значення органолептичного показника	Вміст пасти з гарбуза, %	Значення органолептичного показника
Смак та запах	0-5	Не солоткий	0-5	Не солоткий
	6-15	Солоткуватий	6-15	Солоткуватий
	16-25	Солоткий	16-25	Солоткий
	Більше 26	Дуже солоткий	Більше 26	Дуже солоткий
Колір	0-5	Білий зі світло-жовтим відтінком	0-5	Білий зі світло-жовтим відтінком
	6-15	Білий з кремовим відтінком	6-15	Білий з кремовим відтінком
	16-25	Кремовий	16-25	Кремовий
	Більше 26	Помаранчевий	Більше 26	Виразений кремовий
Консистенція	0-5	Помірно густа	0-5	Помірно густа
	6-15	Помірно густа	6-15	Помірно густа
	16-25	Густа	16-25	Густа
	Більше 26	Густа, пастоподібна	Більше 26	Густа, пастоподібна

Формалізована постановка задачі

Оптимізація полягає у пошуку екстремуму одного показника чи якості їхньої сукупності. Під екстремумом варто розуміти максимальне чи мінімальне значення цільової функції. Математична модель оптимізації в загальному випадку являє собою три основних елемента: цільова функція, обмеження і граничні умови. Цільова функція показує у якому випадку рішення повинне бути найкращим; обмеження показують залежності між значеннями шуканих змінних; граничні умови відбивають гранично допустимі значення шуканих змінних.

Записується математична модель оптимізаційної задачі в наступній формі:

$$F = f(\bar{x}) \rightarrow \max(\min)$$

$$g_i(x_j) = 0$$

$$x_j^{\min} \leq x \leq x_j^{\max}$$

$$i = 1; m$$

$$j = 1; n$$

де: $f(\bar{x})$ - цільова функція;

\bar{x} - вектор змінних величин; $\bar{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

m - число обмежень;

n - число змінних;

g_i - функції залежності між шуканими змінними;

x_j^{\min}, x_j^{\max} - константи.

У даному випадку в якості змінної моделі виступають маси інгредієнтів, що складають харчову суміш – збагачену сметану:

Сметана з додаванням пасти з моркви: Сметана з додаванням пасти з гарбуза:

X_1 - паста з моркви

X_1 - паста з гарбуза

X_2 - сметана

X_2 - сметана

Граничними умовами є вимоги за органолептичними показниками, що залежать від вмісту в суміші тільки одного інгредієнта (колір збагаченої сметани визначається тільки вмістом пасти з моркви / пасти з гарбуза). Обмеженнями виступають обмеження за органолептичними показниками, на які впливають

кілька інгредієнтів комплексно (консистенція визначається вмістом у суміші сухих речовин, що містяться у всіх інгредієнтах), а також обмеження на загальну масу суміші.

Сметана з пастою з моркви:

- 1) $5 \leq X_1 \leq 25$ (колір за вмістом пасти з моркви)
- 2) $5 \leq X_2 \leq 25$ (смак за вмістом пасти з моркви, цукру)
- 3) $5 \leq 31,5X_1 + 22,5X_2 \leq 25$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
- 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Сметана з пастою з гарбуза:

- 1) $5 \leq X_1 \leq 25$ (колір за вмістом пасти з гарбуза)
- 2) $5 \leq X_2 \leq 25$ (смак за вмістом пасти з гарбуза, цукру)
- 3) $5 \leq 30,5X_1 + 22,5X_2 \leq 25$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
- 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Побудова цільової функції.

Мета даної задачі – прагнення досягти балансу визначених харчових речовин суміші, а саме клітковини, пектину, Na, Ca, K, Mg, P, Fe, вітамінів B1, B2, PP, C і β -каротину.

У даному випадку необхідно використовувати векторну (чи багатокритеріальну) оптимізацію, тобто знайти оптимальне рішення за декількома показниками (це означає, що необхідно досягти балансу вмісту кожної харчової речовини щодо всіх харчових речовин). Векторна оптимізація являє собою спробу знайти деякий компроміс між тими параметрами, за якими потрібно оптимізувати рішення.

Оскільки важливе не абсолютне значення того чи іншого показника чи якості і харчової цінності, а їхнє співвідношення в суміші (в даному випадку харчовому продукті), то перед порівнянням проектованої рецептури й еталона відповідні показники нормуються. Таким чином, нормований показник фактичного вмісту j харчової речовини в суміші щодо вмісту в ній усіх харчових речовин:

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}$$

де: a_{ij} - значення j -го показника в i -му компоненті.

Нормативний показник еталонного вмісту j харчової речовини в 100г продукту щодо еталонного вмісту всіх харчових речовин у 100г продукту:

$$E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}$$

де: l_i - еталон значення j -го показника.

Математична постановка задачі оптимізації харчових сумішей, таким

чином має вид:

$$F = \sum_{j=1}^m \left(\frac{B_j - E_j}{E_j} \right) \rightarrow \max$$

$$\left. \begin{array}{l} \left(\sum_{j=1}^n x_j \right) - 100 = 0 \\ a \leq \sum_{j=1}^n \left(\frac{100 - w_j}{100} x_j \right) \leq b \\ x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max} \\ j = \bar{1}, \bar{n}; \end{array} \right\}$$

$$\text{де: } B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}, E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}, j = \bar{1}, \bar{m};$$

де w_i - процентний вміст води в i -му інгредієнті;

a, b – межі вмісту сухих речовин у суміші (вимоги до консистенції);

x_j^{\min}, x_j^{\max} - межі зміни мас інгредієнтів (вимоги до смаку і кольору);

l_j - еталонний вміст j -ої харчової речовини на 1000 ккал суміші;

a_{ij} вміст j -ої харчової речовини в i -му інгредієнті;

n – кількість інгредієнтів суміші;

m – кількість розглянутих харчових речовин (вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів).

У такій постановці маємо задачу умовної (тому що присутні зближення)

нелінійної (тому що цільова функція не лінійна) оптимізації з нелінійною цільовою функцією і лінійними обмеженнями, і граничними умовами. Складаємо частинні цілі за кожним критерієм (табл. 3.29).

Таблиця 3.29

Частинні фактичні цілі за визначеними критеріями

Критерій	Вміст у сметані, збагаченої пастою з моркви	Вміст у сметані, збагаченої пастою з гарбуза
Натрій	$0,02345X_1+0,04X_2$	$0,016X_1+0,04X_2$
Калій	$0,181X_1+0,116X_2$	$0,184X_1+0,116X_2$
Кальцій	$0,057X_1+0,088X_2$	$0,043X_1+0,088X_2$
Магній	$0,041X_1+0,009X_2$	$0,022X_1+0,009X_2$
Фосфор	$0,067X_1+0,061X_2$	$0,034X_1+0,061X_2$
Залізо	$0,00137X_1+0,0002X_2$	$0,001X_1+0,0002X_2$
β-каротин	$0,00909X_1+0,00004X_2$	$0,0075X_1+0,00004X_2$
Вітамін В ₁	$0,00006X_1+0,00003X_2$	$0,00003X_1+0,00003X_2$
Вітамін В ₂	$0,00007X_1+0,00011X_2$	$0,00003X_1+0,00011X_2$
Вітамін РР	$0,0009X_1+0,0006X_2$	$0,00049X_1+0,0006X_2$
Вітамін С	$0,00609X_1+0,0004X_2$	$0,0078X_1+0,0004X_2$
Загальна цільова функція	$0,38703X_1+0,31538X_2$	$0,31582X_1+0,31538X_2$

Оскільки нормативні значення задані у розрахунку на 1000 ккал, для складання загальної мети необхідно перерахувати норму з розрахунку на фактичне число ккал. Для даного вектора X число ккал дорівнює:

для сметани з пастою з моркви: $0,185X_1+0,16X_2$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,185X_1+0,16X_2)/1000$$

для сметани з пастою з гарбуза: $0,186X_1+0,16X_2$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,186X_1+0,16X_2)/1000$$

Таким чином, після нескладних математичних операцій, проведених відповідно до вищеописаного, загальна цільова функція приймає наступний вид:

Для сметани, збагаченої пастою з моркви:

$$Z_{\text{зар}}=(0,02345X_1+0,04X_2-1,785V_1)^2 + (0,181X_1+0,116X_2-1,3385V_1)^2 + (0,057X_1+0,088X_2-0,321V_1)^2 + (0,041X_1+0,009X_2-0,1425V_1)^2 + (0,067X_1+0,061X_2-0,446V_1)^2 + (0,00137X_1+0,0002X_2-0,0053V_1)^2 + (0,00909X_1+0,00004X_2-0,0018V_1)^2 + (0,00006X_1+0,00003X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00007X_1+0,00011X_2-0,0008V_1)^2 + (0,0009X_1+0,0006X_2-0,006V_1)^2 + (0,00609X_1+0,0004X_2-0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1=(0,185X_1+0,16X_2)/1000.$$

Для сметани, збагаченої пастою з гарбуза:

$$Z_{\text{зар}}=(0,016X_1+0,04X_2-1,785V_1)^2 + (0,184X_1+0,116X_2-1,3385V_1)^2 + (0,043X_1+0,088X_2-0,321V_1)^2 + (0,022X_1+0,009X_2-0,1425V_1)^2 + (0,034X_1+0,061X_2-0,446V_1)^2 + (0,001X_1+0,0002X_2-0,0053V_1)^2 + (0,0075X_1+0,00004X_2-0,0018V_1)^2 + (0,00003X_1+0,00003X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00003X_1+0,00011X_2-0,0008V_1)^2 + (0,00049X_1+0,0006X_2-0,006V_1)^2 + (0,0078X_1+0,0004X_2-0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1=(0,186X_1+0,016X_2)/1000.$$

Отримані результати оптимізованого складу сметани з пастою з моркви / пастою з гарбуза приведені в табл. 3.30 і 3.31.

Таблиця 3.30

Оптимізований склад сметани збагаченої пастою з моркви

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з моркви 12,0 г	Сметана 88,0 г	
Вода, г		8,22	68,2	76,42
Клітковина, г		0,144	–	0,144
Пектин, г		0,2412	–	0,2412
Мінеральні речовини, мг	Na	2,814	35,2	38,014
	K	21,72	102,08	123,8
	Ca	6,84	77,44	84,28
	Mg	4,92	7,92	12,84
	P	8,04	53,68	61,72
	Fe	0,1644	0,176	0,3404
β-каротин, мг		1,0908	0,0352	1,126
Вітаміни, мг	B ₁	0,0072	0,0264	0,0336
	B ₂	0,0084	0,0968	0,1052
	PP	0,108	0,528	0,636
	C	0,7308	0,352	1,0828
Енергетична цінність, ккал		22,2	140,8	163

Оптимізований склад сметани збагаченої пастою з гарбуза

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з гарбуза 10,0 г	Сметана 90,0 г	
Вода, г		6,95	69,75	76,7
Клітковина, г		0,11	–	0,11
Пектин, г		0,27	–	0,27
Мінеральні речовини, мг	Na	1,6	36	37,6
	K	18,4	104,4	122,8
	Ca	4,3	79,2	83,5
	Mg	2,2	8,1	10,3
	P	3,4	54,9	58,3
	Fe	0,1	0,18	0,28
β-каротин, мг		0,75	0,036	0,786
Вітаміни, мг	B ₁	0,003	0,027	0,03
	B ₂	0,003	0,099	0,102
	PP	0,049	0,54	0,589
	C	0,78	0,36	1,14
Енергетична цінність, ккал		18,6	144	162,6

У результаті представлених розрахунків по математичній моделі оптимізації складу сметани з додаванням овочевих паст та комплексу проведених досліджень були встановлені концентрації рецептурних компонентів для нового виду сметани підвищеної біологічної цінності:

сметана з пастою з моркви: сметана 88,0 % - паста з моркви 12,0 %;

сметана з пастою з гарбуза: сметана 90,0% - паста з гарбуза 10,0%.

3.7. Математичне моделювання рецептури сиркових десертів, збагачених овочевими пастами

Хімічний склад інгредієнтів сиркових десертів, збагачених пастою з моркви та пастою з гарбуза, наведено у табл. 3.32.

Вміст харчових речовин у компонентах сиркових десертів, збагачених пастою з моркви, та сиркових десертів, збагачених пастою з гарбуза

Харчові речовини	Рецептурні компоненти			Норма, що рекомендується на 1000 ккал, мл	
	Паста з моркви 100г	Паста з гарбуза 100г	Сирковий десерт (15%)100г		
Вода, %	68,5	69,5	41,0		
Клітковина, %	1,2	1,1	–	3,4	
Пектин, %	2,01	2,7	–	5,1	
Мінеральні речовини, мг	Na	23,45	16,00	41	1785
	K	181,00	184,00	112	1338,5
	Ca	57,00	43,00	135	321
	Mg	41,00	22,00	23	142,5
	P	67,00	34,00	200	446
	Fe	1,37	1,00	0,4	5,3
β-каротин, мг	9,09	7,50	0,06	1,8	
Вітаміни, мг	B ₁	0,06	0,03	0,03	0,7
	B ₂	0,07	0,03	0,3	0,8
	PP	0,90	0,49	0,3	6
	C	6,09	7,80	0,5	20
Енергетична цінність, ккал/100г	185	186	340		

Необхідно підібрати композицію інгредієнтів для одержання сиркових десертів, збагачених пастою з моркви / з гарбуза, із заданими органолептичними показниками (колір, смак, консистенція), максимально збалансовану за вмістом харчових речовин (табл. 3.33).

Таблиця 3.33

Необхідні значення органолептичних показників сиркових десертів з додаванням пасти з моркви та з гарбуза

Органолептичний показник	Сирковий десерт з додаванням пасти з моркви / гарбуза
Смак та запах	Гармонійно поєднаний кисломолочний зі смаком і ароматом моркви / гарбуза (солодкуватий)
Колір	Білий, легкий кремовий відтінок (з відтінком наповнювачів), однорідний по всій масі
Консистенція	Однорідна, ніжна, пастоподібна консистенція

При цьому сума мас інгредієнтів повинна відповідати необхідній масі готового продукту, тобто складати 100 г. Шкала значень органолептичних показників визначена в табл. 3.34.

При цьому передбачається, що технологія виготовлення збагаченого сиркового десерту така, що під час переробки продуктів не відбувається тривалих термічних чи інших реакцій і харчові речовини, що містяться у вихідних рецептурних компонентах, цілком зберігаються в збагаченому готовому продукті.

Формалізована постановка задачі

Оптимізація полягає у пошуку екстремуму одного показника чи якості їхньої сукупності. Під екстремумом варто розуміти максимальне чи мінімальне значення цільової функції. Математична модель оптимізації в загальному випадку являє собою три основних елемента: цільова функція, обмеження і граничні умови. Цільова функція показує у якому випадку рішення повинне бути найкращим; обмеження показують залежності між значеннями шуканих змінних; граничні умови відбивають гранично допустимі значення шуканих змінних.

Записується математична модель оптимізаційної задачі в наступній формі:

$$F = f(\bar{x}) \rightarrow \max(\min)$$

$$g_i(x_j) = 0$$

$$x_j^{\min} \leq x \leq x_j^{\max}$$

$$i = 1, m$$

$$j = 1, n$$

де: $f(\bar{x})$ - цільова функція;

\bar{x} - вектор змінних величин; $\bar{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

m - число обмежень;

n - число змінних;

g_i - функції залежності між шуканими змінними;

x_j^{\min}, x_j^{\max} - константи.

Шкала оцінок за органолептичними показниками збагаченого сиркового десерту (з додаванням пасти з моркви / з додаванням пасти з гарбуза)

Органолептичний показник	Вміст пасти з моркви, %	Значення органолептичного показника	Вміст пасти з гарбуза, %	Значення органолептичного показника
Смак та запах	0...2	Смак домішки майже не відбувається	0...2	Смак домішки майже не відбувається
	2...4	Поєднаний кисломолочний з солодкуватим присмаком домішки	2...4	Поєднаний кисломолочний з солодкуватим присмаком домішки
	4...5	Солодкий, присмак домішки	4...5	Солодкий, присмак домішки
	Більше 5	Дуже солодкий та виражений присмак домішки	Більше 5	Дуже солодкий та виражений присмак домішки
Колір	0...2	Білий зі світло-жовтим відтінком	0...2	Білий зі світло-жовтим відтінком
	2...4	Білий з кремовим відтінком	2...4	Білий з кремовим відтінком
	4...5	Кремовий	4...5	Кремовий
	Більше 5	Помаранчевий	Більше 5	Виражений кремовий
Консистенція	0...2	Пастоподібна, ніжна, однорідна	0...2	Пастоподібна, ніжна, однорідна
	2...4	Пастоподібна, ніжна, однорідна	2...4	Пастоподібна, ніжна, однорідна
	4...5	Пастоподібна з частками домішки, ніжна	4...5	Пастоподібна з частками домішки, ніжна
	Більше 5	Пастоподібна з частками домішки	Більше 5	Пастоподібна з частками домішки

У даному випадку в якості змінної моделі виступають маси інгредієнтів, що складають харчову суміш – збагачений сирковий десерт:

Сирковий десерт з додаванням пасти з моркви:

X_1 - паста з моркви

X_2 - сирковий десерт

Сирковий десерт з додаванням пасти з гарбуза:

X_1 -паста з гарбуза

X_2 - сирковий десерт

Граничними умовами є вимоги за органолептичними показниками, що залежать від вмісту в суміші тільки одного інгредієнта (колір збагаченого сиркового десерту визначається тільки вмістом пасти з моркви / пасти з гарбуза). Обмеженнями виступають обмеження за органолептичними показниками, на які впливають кілька інгредієнтів комплексно (консистенція визначається вмістом у суміші сухих речовин, що містяться у всіх інгредієнтах), а також обмеження на загальну масу суміші.

Сирковий десерт з пастою з моркви:

1) $2,5 \leq X_1 \leq 3,5$ (колір за вмістом пасти з моркви)

2) $2 \leq X_2 \leq 4$ (смак за вмістом пасти з моркви)

3) $2,5 \leq 31,5X_1 + 22,5X_2 \leq 4$ (консистенція за вмістом сухих речовин)

4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Сирковий десерт з пастою з гарбуза:

1) $2,5 \leq X_1 \leq 3,5$ (колір за вмістом пасти з гарбуза)

2) $2 \leq X_2 \leq 4$ (смак за вмістом пасти з гарбуза)

3) $2,5 \leq 30,5X_1 + 22,5X_2 \leq 4$ (консистенція за вмістом сухих речовин)

4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Побудова цільової функції.

Мета даної задачі – прагнення досягти балансу визначених харчових речовин суміші, а саме клітковини, пектину, Na, Ca, K, Mg, P, Fe, вітамінів B1, B2, PP, C і β -каротину. У даному випадку необхідно використовувати векторну (чи багатокритеріальну) оптимізацію, тобто знайти оптимальне рішення за

декількома показниками (це означає, що необхідно досягти балансу вмісту кожної харчової речовини щодо всіх харчових речовин). Векторна оптимізація являє собою спробу знайти деякий компроміс між тими параметрами, за якими потрібно оптимізувати рішення.

Оскільки важливе не абсолютне значення того чи іншого показника чи якості і харчової цінності, а їхнє співвідношення в суміші (в даному випадку харчовому продукті), то перед порівнянням проєктованої рецептури й еталона відповідні показники нормуються. Таким чином, нормований показник фактичного вмісту j харчової речовини в суміші щодо вмісту в ній усіх харчових речовин:

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}$$

де: a_{ij} - значення j -го показника в i -му компоненті.

Нормативний показник еталонного вмісту j харчової речовини в 100г продукту щодо еталонного вмісту всіх харчових речовин у 100г продукту:

$$E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}$$

де: l_i - еталон значення j -го показника.

Математична постановка задачі оптимізації харчових сумішей, таким чином має

вид:
$$F = \sum_{j=1}^m \left(\frac{B_j - E_j}{E_j} \right) \rightarrow \max$$

$$\left. \begin{aligned} & \left(\sum_{j=1}^n x_j \right) - 100 = 0 \\ & a \leq \sum_{j=1}^n \left(\frac{100 - w_j}{100} x_j \right) \leq b \\ & x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max} \\ & j = \bar{1} \bar{n} ; \end{aligned} \right\}$$

$$\text{де: } B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}, E_j = \frac{l_j}{\sum_{j=1}^l l_j}, j = \overline{1, m};$$

- де w_i - процентний вміст води в і-му інгредієнті;
 a, b – межі вмісту сухих речовин у суміші (вимоги до консистенції);
 x_j^{\min}, x_j^{\max} - межі зміни мас інгредієнтів (вимоги до смаку і кольору);
 l_j - еталонний вміст j-ої харчової речовини на 1000 ккал суміші;
 a_{ij} вміст j-ої харчової речовини в і-му інгредієнті;
 n – кількість інгредієнтів суміші;
 m – кількість розглянутих харчових речовин (вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів).

У такій постановці маємо задачу умовної (тому що присутні зближення) нелінійної (тому що цільова функція не лінійна) оптимізації з нелінійною цільовою функцією і лінійними обмеженнями, і граничними умовами.

Складаємо частинні цілі за кожним критерієм (табл. 3.35).

Таблиця 3.35

Частинні фактичні цілі за визначеними критеріями

Критерій	Вміст у сирковому десерті, збагаченому пастою з моркви	Вміст у сирковому десерті, збагаченому пастою з гарбуза
Натрій	$0,02345X_1 + 0,041X_2$	$0,016X_1 + 0,041X_2$
Калій	$0,181X_1 + 0,112X_2$	$0,184X_1 + 0,112X_2$
Кальцій	$0,057X_1 + 0,135X_2$	$0,043X_1 + 0,135X_2$
Магній	$0,041X_1 + 0,023X_2$	$0,022X_1 + 0,023X_2$
Фосфор	$0,067X_1 + 0,2X_2$	$0,034X_1 + 0,2X_2$
Залізо	$0,00137X_1 + 0,0004X_2$	$0,001X_1 + 0,0004X_2$
β-каротин	$0,00909X_1 + 0,00006X_2$	$0,0075X_1 + 0,00006X_2$
Вітамін B ₁	$0,00006X_1 + 0,00003X_2$	$0,00003X_1 + 0,00003X_2$
Вітамін B ₂	$0,00007X_1 + 0,0003X_2$	$0,00003X_1 + 0,0003X_2$
Вітамін PP	$0,0009X_1 + 0,0003X_2$	$0,00049X_1 + 0,0003X_2$
Вітамін C	$0,00609X_1 + 0,0005X_2$	$0,0078X_1 + 0,0005X_2$
Загальна цільова функція	$0,38703X_1 + 0,51259X_2$	$0,31582X_1 + 0,51259X_2$

Оскільки нормативні значення задані у розрахунку на 1000 ккал, для складання загальної мети необхідно перерахувати норму з розрахунку на фактичне число ккал. Для даного вектора X число ккал дорівнює:

$$\text{для сиркового десерту з пастою з моркви: } 0,185X_1+0,34X_2$$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,185X_1+0,34X_2)/1000$$

$$\text{для сиркового десерту з пастою з гарбуза: } 0,186X_1+0,34X_2$$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,186X_1+0,34X_2)/1000$$

Таким чином, після нескладних математичних операцій, проведених відповідно до вищеописаного, загальна цільова функція приймає наступний вид:

Для сиркового десерту, збагаченого пастою з моркви:

$$Z_{\text{зар}} = (0,02345X_1+0,041X_2-1,785V_1)^2 + (0,184X_1+0,112X_2-1,3385V_1)^2 + (0,057X_1+0,135X_2-0,321V_1)^2 + (0,041X_1+0,023X_2-0,1425V_1)^2 + (0,067X_1+0,2X_2-0,446V_1)^2 + (0,00137X_1+0,0004X_2-0,0053V_1)^2 + (0,00909X_1+0,00006X_2-0,0018V_1)^2 + (0,00006X_1+0,00003X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00007X_1+0,0003X_2-0,0008V_1)^2 + (0,0009X_1+0,0003X_2-0,006V_1)^2 + (0,00609X_1+0,0005X_2-0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1 = (0,185X_1+0,34X_2)/1000.$$

Для сиркового десерту, збагаченого пастою з гарбуза:

$$Z_{\text{зар}} = (0,016X_1+0,041X_2-1,785V_1)^2 + (0,11213X_1+0,112X_2-1,3385V_1)^2 + (0,043X_1+0,135X_2-0,321V_1)^2 + (0,022X_1+0,023X_2-0,1425V_1)^2 + (0,034X_1+0,2X_2-0,446V_1)^2 + (0,001X_1+0,0004X_2-0,0053V_1)^2 + (0,0075X_1+0,00006X_2-0,0018V_1)^2 + (0,00003X_1+0,00003X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00003X_1+0,0003X_2-0,0008V_1)^2 + (0,00049X_1+0,0003X_2-0,006V_1)^2 + (0,0078X_1+0,0005X_2-0,02V_1)^2;$$

$$\text{де } V_1 = (0,186X_1+0,34X_2)/1000.$$

Отримані результати оптимізованого складу сиркового десерту з пастою з моркви / пастою з гарбуза приведені в таблицях 3.36 і 3.37.

Таблиця 3.36

Оптимізований склад сиркового десерту, збагаченого пастою з моркви

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з моркви 3,0 г	Сирковий десерт 97,0 г	
Вода, г		2,055	39,77	41,825
Клітковина, г		0,036	–	0,036
Пектин, г		0,0603	–	0,0603
Мінеральні речовини, мг	Na	0,7035	39,77	40,4735
	K	5,43	108,64	114,07
	Ca	1,71	130,95	132,66
	Mg	1,23	22,31	23,54
	P	2,01	194	196,01
	Fe	0,0411	0,388	0,4291
β-каротин, мг		0,2727	0,0582	0,3309
Вітаміни, мг	B ₁	0,0018	0,0291	0,0309
	B ₂	0,0021	0,291	0,2931
	PP	0,027	0,291	0,318
	C	0,1827	0,485	0,6677
Енергетична цінність, ккал		5,55	329,8	335,35

Таблиця 3.37

Оптимізований склад сиркового десерту, збагаченого пастою з гарбуза

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з гарбуза 3,0 г	Сирковий десерт 97,0 г	
Вода, г		2,085	39,77	41,855
Клітковина, г		0,033	–	0,033
Пектин, г		0,081	–	0,081
Мінеральні речовини, мг	Na	0,48	39,77	40,25
	K	5,52	108,64	114,16
	Ca	1,29	130,95	132,24
	Mg	0,66	22,31	22,97
	P	1,02	194	195,02
	Fe	0,03	0,388	0,418
β-каротин, мг		0,225	0,0582	0,2832
Вітаміни, мг	B ₁	0,0009	0,0291	0,03
	B ₂	0,0009	0,291	0,2919
	PP	0,0147	0,291	0,3057
	C	0,234	0,485	0,719
Енергетична цінність, ккал		5,58	329,8	335,38

У результаті представлених розрахунків по математичній моделі оптимізації складу сиркового десерту з додаванням овочевих паст та комплексу проведених досліджень були встановлені концентрації рецептурних компонентів для нового виду сиркового десерту підвищеної біологічної цінності: сирковий десерт з пастою з моркви: сирковий десерт 97,0 % - паста з моркви 3,0 %; сирковий десерт з пастою з гарбуза: сирковий десерт 97,0% - паста з гарбуза 3,0%.

3.8. Математичне моделювання рецептури плавлених сирів збагачених овочевими пастами

Хімічний склад інгредієнтів плавлених сирів, збагачених пастою з моркви та пастою з гарбуза, наведено у табл. 3.38.

Таблиця 3.38

Вміст харчових речовин у компонентах плавлених сирів та плавлених сирів збагачених пастою з моркви та з гарбуза

Харчові речовини		Рецептурні компоненти			Норма, що рекомендується на 1000 ккал, мл
		Паста з моркви 100г	Паста з гарбуза 100г	Плавлений сир100г	
Вода, %		68,5	69,5	44,0	
Клітковина, %		1,2	1,1	–	3,4
Пектин, %		2,01	2,7	–	5,1
Мінеральні речовини, мг	Na	23,45	16,00	730	1785
	K	181,00	184,00	115	1338,5
	Ca	57,00	43,00	760	321
	Mg	41,00	22,00	22	142,5
	P	67,00	34,00	470	446
	Fe	1,37	1,00	0,3	5,3
β-каротин, мг		9,09	7,50	0,08	1,8
Вітаміни, мг	B ₁	0,06	0,03	0,02	0,7
	B ₂	0,07	0,03	0,39	0,8
	PP	0,90	0,49	0,55	6
	C	6,09	7,80	1,2	20
Енергетична цінність, ккал/100г		185	186	340	

Необхідно підібрати композицію інгредієнтів для одержання плавлених сирів, збагачених пастою з моркви / з гарбуза, із заданими органолептичними показниками (колір, смак, консистенція), максимально збалансовану за вмістом харчових речовин (табл. 3.39).

Таблиця 3.39

Необхідні значення органолептичних показників плавлених сирів з додаванням пасти з моркви / плавлених сирів з додаванням пасти з гарбуза

Органолептичний показник	Плавлений сир з додаванням пасти з моркви / гарбуза
Смак та запах	Виражений приємний смак і запах плавленого сиру з легким присмаком добавки, без сторонніх
Колір	Білий з кремовий відтінком (з відтінком наповнювачів), однорідний по всій масі
Консистенція	Пластична, в міру щільна, легко намазується, однорідна по всій масі

При цьому сума мас інгредієнтів повинна відповідати необхідній масі готового продукту, тобто складати 100 г. Шкала значень органолептичних показників визначена в табл. 3.40. При цьому передбачається, що технологія виготовлення збагаченого плавленого сиру така, що під час переробки продуктів не відбувається тривалих термічних чи інших реакцій і харчові речовини, що містяться у вихідних рецептурних компонентах, цілком зберігаються в збагаченому готовому продукті.

Формалізована постановка задачі

Оптимізація полягає у пошуку екстремуму одного показника чи якості їхньої сукупності. Під екстремумом варто розуміти максимальне чи мінімальне значення цільової функції. Математична модель оптимізації в загальному випадку являє собою три основних елемента: цільова функція, обмеження і граничні умови. Цільова функція показує у якому випадку рішення повинне бути найкращим; обмеження показують залежності між значеннями шуканих змінних; граничні умови відбивають гранично допустимі значення шуканих змінних.

Шкала оцінок за органолептичними показниками збагаченого плавленого сиру (з додаванням пасти з моркви / з додаванням пасти з гарбуза)

Органолептичний показник	Вміст пасти з моркви, %	Значення органолептичного показника	Вміст пасти з гарбуза, %	Значення органолептичного показника
Смак та запах	0...20	Плавленого сиру, смак домішки майже не відчувається	0...20	Плавленого сиру, смак домішки майже не відчувається
	21...35	Плавленого сиру з легким присмаком домішки, без сторонніх	21...35	Плавленого сиру з легким присмаком домішки, без сторонніх
	36...50	Плавленого сиру з вираженим присмаком домішки, без сторонніх	36...50	Плавленого сиру з вираженим присмаком домішки, без сторонніх
	Більше 51	Виражений присмак домішки, що погіршує загальний смак плавленого сиру	Більше 51	Виражений присмак домішки, що погіршує загальний смак плавленого сиру
Колір	0...20	Білий зі світло-жовтим відтінком	0...20	Білий зі світло-жовтим відтінком
	21...35	Білий з кремовим відтінком	21...35	Білий з кремовим відтінком
	36...50	Кремовий	36...50	Кремовий
	Більше 51	Помаранчевий	Більше 51	Виражений кремовий

Консистенція	0...20	Пластична, в міру щільна, легко намазується, однорідна по всій масі	0...20	Пластична, в міру щільна, легко намазується, однорідна по всій масі
	21...35	Пластична, в міру щільна, легко намазується, однорідна по всій масі	21...35	Пластична, в міру щільна, легко намазується, однорідна по всій масі
	36...50	Не достатньо пластична, в міру щільна	36...50	Не достатньо пластична, в міру щільна
	Більше 51	Пастоподібна, з частками домішки	Більше 51	Пастоподібна, з частками домішки

Записується математична модель оптимізаційної задачі в наступній формі:

$$F = f(\bar{x}) \rightarrow \max(\min)$$

$$g_i(x_j) = 0$$

$$x_j^{\min} \leq x \leq x_j^{\max}$$

$$i = 1; m$$

$$j = 1; n$$

де: $f(\bar{x})$ - цільова функція;

\bar{x} - вектор змінних величин; $\bar{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

m – число обмежень;

n – число змінних;

g_i – функції залежності між шуканими змінними;

x_j^{\min}, x_j^{\max} – константи.

У даному випадку в якості змінної моделі виступають маси інгредієнтів, що складають харчову суміш – збагачений плавлений сир:

Плавлений сир з додаванням пасти з моркви:

X_1 - паста з моркви

X_2 - плавлений сир

Плавлений сир з додаванням пасти з гарбуза:

X_1 -паста з гарбуза

X_2 - плавлений сир

Граничними умовами є вимоги за органолептичними показниками, що залежать від вмісту в суміші тільки одного інгредієнта (колір збагаченого плавленого сиру визначається тільки вмістом пасти з моркви / пасти з гарбуза). Обмеженнями виступають обмеження за органолептичними показниками, на які впливають кілька інгредієнтів комплексно (консистенція визначається вмістом у суміші сухих речовин, що містяться у всіх інгредієнтах), а також обмеження на загальну масу суміші.

Плавлений сир з пастою з моркви:

- 1) $15 \leq X_1 \leq 35$ (колір за вмістом пасти з моркви)
- 2) $21 \leq X_2 \leq 35$ (смак за вмістом пасти з моркви)
- 3) $21 \leq 60,4X_1 + 56X_2 \leq 35$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
- 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Плавлений сир з пастою з гарбуза:

- 1) $15 \leq X_1 \leq 35$ (колір за вмістом пасти з гарбуза)
- 2) $21 \leq X_2 \leq 35$ (смак за вмістом пасти з гарбуза)
- 3) $21 \leq 60,4X_1 + 56X_2 \leq 35$ (консистенція за вмістом сухих речовин)
- 4) $X_1 + X_2 = 100$ (загальна маса суміші)

Побудова цільової функції.

Мета даної задачі – прагнення досягти балансу визначених харчових речовин суміші, а саме клітковини, пектину, Na, Ca, K, Mg, P, Fe, вітамінів B1, B2, PP, C і β -каротину. У даному випадку необхідно використовувати векторну (чи багатокритеріальну) оптимізацію, тобто знайти оптимальне рішення за

декількома показниками (це означає, що необхідно досягти балансу вмісту кожної харчової речовини щодо всіх харчових речовин). Векторна оптимізація являє собою спробу знайти деякий компроміс між тими параметрами, за якими потрібно оптимізувати рішення.

Оскільки важливе не абсолютне значення того чи іншого показника чи якості і харчової цінності, а їхнє співвідношення в суміші (в даному випадку харчовому продукті), то перед порівнянням проектованої рецептури й еталона відповідні показники нормуються. Таким чином, нормований показник фактичного вмісту j харчової речовини в суміші щодо вмісту в ній усіх харчових речовин:

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}$$

де: a_{ij} - значення j -го показника в i -му компоненті.

Нормативний показник еталонного вмісту j харчової речовини в 100г продукту щодо еталонного вмісту всіх харчових речовин у 100г продукту:

$$E_j = \frac{l_i}{\sum_{j=1}^l l_j}$$

де: l_i - еталон значення j -го показника.

Математична постановка задачі оптимізації харчових сумішей, таким

чином має вид:

$$F = \sum_{j=1}^m \left(\frac{B_j - E_j}{E_j} \right) \rightarrow \max$$

$$\left. \begin{aligned} & \left(\sum_{j=1}^n x_j \right) - 100 = 0 \\ & a \leq \sum_{j=1}^n \left(\frac{100 - w_j}{100} x_j \right) \leq b \\ & x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max} \\ & j = \bar{1}, \bar{n} ; \end{aligned} \right\}$$

$$\text{де: } B_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i}, \quad E_j = \frac{l_j}{\sum_{j=1}^l l_j}, \quad j = \overline{1, m};$$

де w_i - процентний вміст води в і-му інгредієнті;
 a, b – межі вмісту сухих речовин у суміші (вимоги до консистенції);
 x_j^{\min}, x_j^{\max} - межі зміни мас інгредієнтів (вимоги до смаку і кольору);
 l_j - еталонний вміст j-ої харчової речовини на 1000 ккал суміші;
 a_{ij} вміст j-ої харчової речовини в і-му інгредієнті;
 n – кількість інгредієнтів суміші;
 m – кількість розглянутих харчових речовин (вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів).

У такій постановці маємо задачу умовної (тому що присутні зближення) нелінійної (тому що цільова функція не лінійна) оптимізації з нелінійною цільовою функцією і лінійними обмеженнями, і граничними умовами.

Складаємо частинні цілі за кожним критерієм (табл. 3.41).

Таблиця 3.41

Частинні фактичні цілі за визначеними критеріями

Критерій	Вміст у плавленому сири, збагаченому пастою з моркви	Вміст у плавленому сири, збагаченому пастою з гарбуза
Натрій	$0,02345X_1 + 0,73X_2$	$0,016X_1 + 0,73X_2$
Калій	$0,181X_1 + 0,115X_2$	$0,184X_1 + 0,115X_2$
Кальцій	$0,057X_1 + 0,76X_2$	$0,043X_1 + 0,76X_2$
Магній	$0,041X_1 + 0,022X_2$	$0,022X_1 + 0,022X_2$
Фосфор	$0,067X_1 + 0,47X_2$	$0,034X_1 + 0,47X_2$
Залізо	$0,00137X_1 + 0,0003X_2$	$0,001X_1 + 0,0003X_2$
β-каротин	$0,00909X_1 + 0,00008X_2$	$0,0075X_1 + 0,00008X_2$
Вітамін B ₁	$0,00006X_1 + 0,00002X_2$	$0,00003X_1 + 0,00002X_2$
Вітамін B ₂	$0,00007X_1 + 0,00039X_2$	$0,00003X_1 + 0,00039X_2$
Вітамін PP	$0,0009X_1 + 0,0055X_2$	$0,00049X_1 + 0,0055X_2$
Вітамін C	$0,00609X_1 + 0,0012X_2$	$0,0078X_1 + 0,0012X_2$
Загальна цільова функція	$0,38703X_1 + 2,10449X_2$	$0,31582X_1 + 2,10449X_2$

Оскільки нормативні значення задані у розрахунку на 1000 ккал, для складання загальної мети необхідно перерахувати норму з розрахунку на фактичне число ккал. Для даного вектора X число ккал дорівнює:

для плавленого сиру з пастою з моркви: $0,185X_1+0,34X_2$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,185X_1+0,34X_2)/1000$$

для плавленого сиру з пастою з гарбуза: $0,186X_1+0,34X_2$

позначимо відношення:

$$V_1 = (0,186X_1+0,34X_2)/1000$$

Таким чином, після нескладних математичних операцій, проведених відповідно до вищеописаного, загальна цільова функція приймає наступний вид:

Для плавленого сиру, збагаченого пастою з моркви:

$$Z_{\text{заг}} = (0,02345X_1+0,73X_2-1,785V_1)^2 + (0,181X_1+0,115X_2-1,3385V_1)^2 + (0,057X_1+0,76X_2-0,321V_1)^2 + (0,041X_1+0,022X_2-0,1425V_1)^2 + (0,067X_1+0,47X_2-0,446V_1)^2 + (0,00137X_1+0,0003X_2-0,0053V_1)^2 + (0,00909X_1+0,00008X_2-0,0018V_1)^2 + (0,00006X_1+0,00002X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00007X_1+0,00039X_2-0,0008V_1)^2 + (0,0009X_1+0,0055X_2-0,006V_1)^2 + (0,00609X_1+0,0012X_2-0,02V_1)^2;$$

де $V_1 = (0,185X_1+0,34X_2)/1000$.

Для плавленого сиру, збагаченого пастою з гарбуза:

$$Z_{\text{заг}} = (0,016X_1+0,73X_2-1,785V_1)^2 + (0,184X_1+0,115X_2-1,3385V_1)^2 + (0,043X_1+0,76X_2-0,321V_1)^2 + (0,022X_1+0,022X_2-0,1425V_1)^2 + (0,034X_1+0,47X_2-0,446V_1)^2 + (0,001X_1+0,0003X_2-0,0053V_1)^2 + (0,0075X_1+0,00008X_2-0,0018V_1)^2 + (0,00003X_1+0,00002X_2-0,0007V_1)^2 + (0,00003X_1+0,00039X_2-0,0008V_1)^2 + (0,00049X_1+0,0055X_2-0,006V_1)^2 + (0,0078X_1+0,0012X_2-0,02V_1)^2;$$

де $V_1 = (0,186X_1+0,34X_2)/1000$.

Отримані результати оптимізованого складу плавленого сиру з пастою з моркви / пастою з гарбуза приведені в табл. 3.42, 3.43.

Таблиця 3.42

Оптимізований склад плавленого сиру, збагаченого пастою з моркви

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з моркви 28,0 г	Плавлений сир 72,0 г	
Вода, г		19,18	31,68	50,86
Клітковина, г		0,336	–	0,336
Пектин, г		0,5628	–	0,5628
Мінеральні речовини, мг	Na	6,566	525,6	532,166
	K	50,68	82,8	133,48
	Ca	15,96	547,2	563,16
	Mg	11,48	15,84	27,32
	P	18,76	338,4	357,16
	Fe	0,3836	0,216	0,5996
β-каротин, мг		2,5452	0,0576	2,6028
Вітаміни, мг	B ₁	0,0168	0,0144	0,0312
	B ₂	0,0196	0,2808	0,3004
	PP	0,252	0,396	0,648
	C	1,7052	0,864	2,5692
Енергетична цінність, ккал		51,8	244,8	296,6

Таблиця 3.43

Оптимізований склад плавленого сиру, збагаченого пастою з гарбуза

Харчові речовини		Інгредієнти		Сума
		Паста з гарбуза 25,0 г	Плавлений сир 75,0 г	
Вода, г		17,375	33	50,375
Клітковина, г		0,275	–	0,275
Пектин, г		0,675	–	0,675
Мінеральні речовини, мг	Na	4	547,5	551,5
	K	46	86,25	132,25
	Ca	10,75	570	580,75
	Mg	5,5	16,5	22
	P	8,5	352,5	361
	Fe	0,25	0,225	0,475
β-каротин, мг		1,875	0,06	1,935
Вітаміни, мг	B ₁	0,0075	0,015	0,0225
	B ₂	0,0075	0,2925	0,3
	PP	0,1225	0,4125	0,535
	C	1,95	0,9	2,85
Енергетична цінність, ккал		46,5	255	301,5

У результаті представлених розрахунків по математичній моделі оптимізації складу плавленого сиру з додаванням овочевих паст та комплексу проведених досліджень були встановлені концентрації рецептурних компонентів для нового виду плавленого сиру підвищеної біологічної цінності:

- плавлений сир з пастою з моркви: плавлений сир 72,0 % - паста з моркви 28,0 %;
- плавлений сир з пастою з гарбуза: плавлений сир 75,0% - паста з гарбуза 25,0%.

РОЗДІЛ. 4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗБАГАЧЕНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

4.1. Оцінка якості молока збагаченого овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання

Молочна продукція є важливою складовою частиною раціону харчування людини. Сьогодні збалансоване харчування є невід'ємною частиною здорового способу життя [146]. Молочні продукти – це одна з найважливіших складових частин раціону харчування населення, оскільки вони забезпечують фізіологічні та органолептичні потреби людини в багатьох цінних поживних речовинах.

Попит на молочну продукцію швидко зростає в усьому світі, що стимулює модернізацію молочного виробництва, адже ефективне та стійке виробництво молочних продуктів відіграє важливу роль у забезпеченні зростаючого населення світу [147]. Перспективними і актуальними являються наукові розробки щодо створення молочних продуктів, а саме молока з додаванням овочевої сировини. В якості такої добавки пропонується використовувати пасти із моркви та гарбуза. Формування споживних властивостей молока з використанням овочевої сировини є актуальним завданням харчової промисловості [148-150].

Використання овочевої сировини дає можливість збагатити молоко вітамінами та мінеральними речовинами, а також подовжити термін його зберігання. Тому формування споживних властивостей молока з використанням овочевої сировини є актуальним завданням харчової промисловості. В якості контролю досліджувалось молоко 2,5% жирності згідно ДСТУ 2661:2010. «Молоко коров'яче питне. Технічні умови» [151].

Розроблені зразки характеризувались високою органолептичною оцінкою результати якої наведено у таблиці 4.1.

Смак і запах розроблених зразків були чистими, приємними, добре виражений присмак пастеризованого молока гармонійно поєднувався із

солодкуватим присмаком і запахом доданої пасти. Консистенція зразків була однорідна, овочева паста добре розчинювалась, але через деякий час випадала в осад. При легкому струшуванні однорідність усіх зразків відновлювалась. Колір ставав злегка кремовим та рівномірним за всією масою.

Таблиця 4.1

**Органолептичні показники досліджуваних зразків молока з
овочевими пастами із моркви та гарбуза**

Найменування показників	Контрольний зразок	Зразок №1 Молоко з додаванням пасти із моркви	Зразок №2 Молоко з додаванням пасти із гарбуза
Смак і аромат	Чистий, приємний, властивий молоку, з легким присмаком пастеризації	Чистий, приємний, з добре вираженим присмаком пастеризації у гарному поєднанні із солодкуватим присмаком доданої пасти	Чистий, приємний, з добре вираженим присмаком пастеризації у гарному поєднанні із солодкуватим присмаком доданої пасти
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна консистенція, без осаду, пластівців білка та грудочок жиру	Однорідна, паста добре розчиняється в молоці, але через деякий час випадає в осад; але при струшуванні однорідність відновлюється	Однорідна, паста добре розчиняється в молоці, але через деякий час випадає в осад; але при струшуванні однорідність відновлюється
Колір	Білий, рівномірний за всією масою	Злегка кремовий, рівномірний за всією масою	Кремовий, рівномірний за всією масою

На наступному етапі визначали фізико-хімічні показники досліджуваних зразків. З фізико-хімічних показників досліджували титровану та активну кислотність, густину та масову частку сухих речовин, вітамін С, β-каротин

порівнюючи отримані дані з контрольним зразком.

Отримані результати наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків

Найменування показників	Контрольний зразок	Зразок №1 Молоко з додаванням пасти із моркви	Зразок №2 Молоко з додаванням пасти із гарбуза
Титрована кислотність, °Т	18	18,2	18,4
Активна кислотність, рН	6,5	6,6	6,7
Густина, г/см ³	1,028	1,028	1,029
Масова частка сухих речовин, %	14,6	14,8	14,9
Вміст вітаміну С, мг	1,36	1,50	1,55
β-каротин, мг	0,015	0,287	0,239

Аналіз фізико-хімічних показників свідчить про те, що титрована та активна кислотність молока збільшується з додаванням овочевих паст. А також збільшується вміст вітаміну С та β-каротин.

Для споживача молоко є якісним, якщо воно не тільки має високу харчову цінність - достатню кількість жирів, білка, мінеральних речовин, вітамінів, - а й безпечне, тобто не містити ні шкідливих бактерій, ні антибактеріальних препаратів. Підвищена бактеріальна забрудненість - результат недотримання правил гігієни при виробництві молока і його зберіганні. За європейськими стандартами, показник бактеріального обсіменіння в сирому продукті не повинен перевищувати 100 тис. в 1 см³. В Україні, згідно з новим ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі», для вищого гатунку молока орієнтовна кількість бактерій становить до 300 тис. в см³. Висока бактеріальна забрудненість призводить до погіршення смаку, зниження поживної цінності сирого молока і виготовлених з нього продуктів, а також сприяє значному скороченню їх терміну зберігання.

На наступному етапі було досліджено зміни під час зберігання 24, 36 та 72 години. В процесі дослідження для визначення оптимальних термінів зберігання

розроблених зразків молока з пастами із моркви та гарбуза було апробовано наступний температурний режим: 0⁰...+5⁰С і відносна вологість повітря 70...80%.

Вивчення органолептичних і фізико-хімічних показників проводилося відразу ж після виготовлення та в процесі зберігання.

Таблиця 4.3.

Органолептичні дослідження якості зразків молока під час зберігання

Показники	Контрольний зразок	Зразок №1 Молоко з додаванням пасти із моркви	Зразок №2 Молоко з додаванням пасти із гарбуза
24 год			
Смак і аромат	Приємний, властивий молоку, з легким присмаком пастеризації	Приємний, з легким гарбузовим присмаком	Приємний, з легким гарбузовим присмаком
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна консистенція, без осаду	Однорідна, наявність осаду; але при струшуванні однорідність відновлюється	Однорідна, наявність осаду; але при струшуванні однорідність відновлюється
Колір	Білий, рівномірний за всією масою	Злегка кремовий, рівномірний за всією масою	Кремовий, рівномірний за всією масою
36 год			
Смак і аромат	Приємний, з легким кислуватим присмаком	Приємний, з легким гарбузовим присмаком	Приємний, з легким гарбузовим присмаком
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна консистенція, без осаду	Однорідна, наявність осаду; але при струшуванні однорідність відновлюється	Однорідна, наявність осаду; але при струшуванні однорідність відновлюється
Колір	Злегка кремовий по всій масі	Злегка кремовий, рівномірний по всій масі	Кремовий, рівномірний по всій масі

<i>72 год</i>			
Смак і аромат	З легким кислуватим присмаком	З легким гарбузовим присмаком	З легким гарбузовим присмаком
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна консистенція, з незначним білим осадом	Однорідна, наявність осаду; але при струшуванні однорідність відновлюється	Однорідна, наявність осаду; але при струшуванні однорідність відновлюється
Колір	Злегка кремовий рівномірний по всій масі	Злегка кремовий, рівномірний по всій масі	Кремовий, рівномірний по всій масі

За результатами дослідження встановлено, що додавання овочевих паст позитивно впливає на органолептичні показники молока при зберіганні в порівнянні з контрольним зразком. В контрольному зразку спостерігається помітна зміна смаку, з'являється присмак кислоти. Очевидно, що додавання овочевих паст впливає на гідрофільні властивості казеїну, структуру його глобул, електричний заряд на їх поверхні, і на рН середовища.

У таблиці 4.4 наведено результати фізико-хімічних показників під час терміну зберігання.

Таблиця 4.4

Дослідження фізико-хімічними показників зразків під час зберігання

Найменування показників	Контрольний зразок	Зразок №1 Молоко з додаванням пасти із моркви	Зразок №2 Молоко з додаванням пасти із гарбуза
<i>24 год</i>			
Титрована кислотність, °Т	18,1	18,3	18,5
Активна кислотність, рН	6,65	6,6	6,55
Густина, г/см ³	1,028	1,028	1,029
Масова частка сухих речовин, %	14,6	14,65	14,7
Вміст вітаміну С, мг	1,23	1,41	1,45
β-каротин, мг	0,010	0,252	0,221

<i>36 год</i>			
Титрована кислотність, °Т	19,6	19,2	19,5
Активна кислотність, рН	6,6	6,6	6,55
Густина, г/см ³	1,027	1,028	1,029
Масова частка сухих речовин, %	14,59	15,23	15,31
Вміст вітаміну С, мг	0,83	1,09	1,06
β-каротин, мг	0,007	0,212	0,209
<i>72 год</i>			
Титрована кислотність, °Т	20,2	20,1	20,2
Активна кислотність, рН	6,5	6,5	6,55
Густина, г/см ³	1,027	1,028	1,029
Масова частка сухих речовин, %	14,58	15,86	16,13
Вміст вітаміну С, мг	0,30	0,84	0,78
β-каротин, мг	0,004	0,172	0,161

Проведені дослідження за фізико-хімічними показниками свідчать, що значення показників змінювались рівномірно та залежали від фізико-хімічних показників вихідної сировини. Так наприклад титрована кислотність збільшилась на 2 °Т, кількість сухих речовин підвищилась. Густина зразків майже не змінювалася та залишалася сталою. На кінець терміну зберігання вміст вітаміну С у контрольному зразку становив 0,30 мг, а у розроблених зразках з додаванням пасти із моркви 0,84 мг, з додаванням пасти із гарбуза 0,78 мг. Вміст β-каротину у розроблених зразках становив 0,172...0,161 мг, а у контрольному зразку 0,004 мг.

Дослідження мікробіологічних показників розробленого молока з овочевими пастами проводилося відразу ж після виготовлення та в процесі зберігання. Результати дослідження зміни мікробіологічних показників якості розроблених зразків представлені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Результати мікробіологічних досліджень в процесі зберігання при температурі 0⁰...+5⁰С

Термін зберігання, год.	Мікробіологічні показники	Засів, г	Результати досліджень	
			Зразок №1 Молоко з додаванням пасти із моркви	Зразок №2 Молоко з додаванням пасти із гарбуза
В момент виготовлення	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО	1	0,19·10 ⁶	0,21·10 ⁶
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи)	0,1	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	
24	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО	1	0,32·10 ⁶	0,36·10 ⁶
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи)	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	

Продовження таблиці 4.4

36	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО	1	$0,39 \cdot 10^6$	$0,40 \cdot 10^6$
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи)	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	
72	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО	1	$0,41 \cdot 10^6$	$0,43 \cdot 10^6$
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи)	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	

Аналіз даних таблиці 4.5 свідчить, що зберігання розроблених зразків при температурі $0^{\circ} \dots +5^{\circ}\text{C}$ дозволяє забезпечити його збереження протягом 72 годин. Протягом цього часу в досліджуваних зразках не виявлені бактерії групи кишкових паличок, *St. aureus*, а також патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду *Salmonella*, що є припустимим за Санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів.

Аналізуючи експериментально отримані результати досліджень органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості збагаченого молока можна зробити висновок, що якість збагаченого молока залежить перш за все від вихідної сировини, використаної при його виготовленні, а також від співвідношення молока і овочевої пасти. Хімічний склад молока та овочевої пасти із моркви та гарбуза обумовлює харчову, енергетичну та фізіологічну цінність збагаченого молока.

4.2. Оцінка якості вершків питних збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання

Вершки питні – це цінний продукт харчування, який характеризуються високою енергетичною цінністю. Вершки, як продукт харчування характеризується високою харчовою цінністю, містять цінні у фізіологічному відношенні харчові речовини, які добре збалансовані, легко і повністю засвоюються організмом людини [152]. Їх рекомендують споживати при виразці шлунку та дванадцятипалої кишки, гастритах, для посиленого харчування дітей та дорослих. Вони широко використовуються у кулінарії, для виготовлення напоїв та різноманітних коктейлів, кондитерських виробів, додають у каву і чай, а також роблять з них десерти, креми, соуси та ін. [153].

Приготовлені вершки з додаванням овочевих паст досліджувались за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Також проводили дослідження розроблених вершків в процесі зберігання.

За вимогами ДСТУ 7519:2014 «Вершки питні. Технічні умови» з органолептичних показників у вершках визначають зовнішній вигляд, консистенцію, колір, смак і запах [154]. Розроблені зразки питних вершків з пастою із моркви та гарбуза характеризувались високою органолептичною оцінкою (табл.4.6).

Таблиця 4.6

Органолептичні показники досліджуваних вершків

Найменування зразків	Характеристика зразків		
	Смак та запах	Консистенція та зовнішній вигляд	Колір
Контроль	Виражені, вершкові, чисті, без сторонніх присмаків та запахів	Однорідна, гомогенна, рідина без грудочок жиру та пластівців білка	Білий, рівномірний за всією масою
Зразок №1 Вершки з додаванням пасти із моркви	Чисті, без сторонніх, не характерних свіжим вершкам смаків та запахів, з легким присмаком та запахом моркви	Консистенція однорідна, без комочків жиру та хлоп'їв білка	Білий з легким відтінком помаранчевого кольору, рівномірний по всій масі
Зразок №2 Вершки з додаванням пасти із гарбуза	Приємний, злегка солодкуватий присмак, запах притаманний вершкам, з легким відтінком запаху гарбуза	Однорідна консистенція, без комочків жиру та хлоп'їв білка	Білий з жовтуватим відтінком, рівномірний по всій масі

Консистенція зразків була однорідна, колір рівномірний по всій масі з помаранчевим відтінком, смак та запах властиві, з приємним присмаком.

З фізико-хімічних показників досліджували: титровану кислотність, лактозу, вітамін С, β -каротин та масову частку сухих речовин (табл. 4.7).

Кислотність розроблених продуктів збільшується на 2...3 °Т, а вміст вітаміну С зростає до 0,99...1,05 мг (у контролі він складає до 0,30 мг %).

Таблиця 4.7

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків

Найменування показників	Найменування зразка		
	Контроль	Зразок №1 Вершки з додаванням пасти з моркви	Зразок №2 Вершки з додаванням пасти з гарбуза
Титрована кислотність, °Т	17	20	19
Лактоза, %	3,00	3,09	3,12
Масова частка сухих речовин, %	17,60	17,89	17,93
Вітамін С, мг	0,30	0,99	1,05
β-каротин, мг	0,06	1,143	0,804

Вершки, як і всі молочні вироби відносяться до швидкопсувних продуктів. У процесі зберігання у вершках можуть розвиватися різні мікробіологічні процеси. Крім того, вершки є прекрасним середовищем для розвитку різних мікроорганізмів і бактерій. Також в період зберігання можлива зміна органолептичних і фізико-хімічних показників вершків.

В процесі дослідження було апробовано температурний режим зберігання 0...+5 °С і вологості повітря 70...80% для визначення оптимальних термінів зберігання розроблених питних вершків з овочевими пастами. У процесі зберігання було досліджено наступні показники:

- органолептичні (консистенція, смак, запах, колір);
- фізико-хімічні (кислотність, масова частка сухих речовин, вміст

вітаміну С);

- мікробіологічні (наявність бактерій групи кишкових паличок БГКП), наявність бактерій *St. aureus*, наявність патогенних мікроорганізмів, в т.ч. бактерій роду *Salmonella*).

Вивчення органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників проводилося відразу ж після виготовлення та в процесі зберігання.

Отримані дані органолептичної оцінки наведено у таблиці 4.8 (№1 – зразок вершків збагачених пастою з моркви, №2 – зразок вершків збагачених пастою із гарбуза, К – контроль, в якості якого вибрано традиційні питні вершки).

Під час проведення оцінки якості розроблених продуктів, було встановлено, що в усіх зразках були отримані результати, які не суперечать вимогам нормативної документації на дану продукцію. Консистенція питних вершків з овочевими добавками була однорідна без комочків жиру, рідка. Колір змінювався незначно та залежно від доданої овочевої пасти. Смак вершків солодкуватий, приємний, властивий овочевій добавці, але не чітко виражений, запах приємний, молочний, властивий пастеризованим вершкам.

З фізико-хімічних показників досліджували титровану кислотність, вміст вітаміну С, β -каротин та масову частку сухих речовин. При дослідженні титрованої кислотності розроблених вершків було виявлено, що вона зростає на 5-6 °Т у контролі (табл. 4.9).

При дослідженні органолептичних та фізико-хімічних показників, було виявлено, що термін придатності питних вершків збільшується на 2-3 дні. Провівши дослідження мікробіологічних показників встановлено (табл. 4.10), що під час усього терміну зберігання досліджуваних зразків – наявність бактерій групи кишкових паличок БГКП, *St. Aureus* та патогенних мікроорганізмів, в т.ч. бактерії роду *Salmonella* не було виявлено.

Таблиця 4.8

Зміна органолептичних показників розроблених питних вершків з овочевими добавки під час зберігання

Строки зберігання, діб	Досліджувані зразки		
	Контроль	Зразок №1 Вершки збагачені пастою із моркви	Зразок №2 Вершки збагачені пастою із гарбуза
<i>Консистенція та зовнішній вигляд</i>			
На момент виготовлення	Однорідна по всій масі, без збившихся комочків жиру	Однорідна по всій масі, без збившихся комочків жиру	Однорідна по всій масі, без збившихся комочків жиру
3 доби	Однорідна по всій масі	Однорідна по всій масі, властива вершкам	Однорідна по всій масі, властива вершкам
5 діб	Без збившихся комочків жиру, однорідна	Однорідна, без збившихся комочків жиру	Однорідна по всій масі, без збившихся комочків жиру
6 діб	Однорідна по всій масі, рідка	Однорідна, без збившихся комочків жиру	Однорідна, без збившихся комочків жиру
7 діб	З'являються хлоп'я білка	Однорідна по всій масі	Однорідна по всій масі, рідка
8 діб	Наявний відстій жиру	Однорідна, без збившихся комочків жиру	Однорідна, без збившихся комочків жиру
<i>Смак та запах</i>			
На момент виготовлення	Властиві пастеризованим вершкам	Властиві пастеризованим вершкам, присутній ледь відчутний запах добавки	Властиві пастеризованим вершкам, присутній ледь відчутний запах добавки
3 доби	Властиві пастеризованим вершкам	Властиві пастеризованим вершкам, приємні, властиві вершкам та добавці	Властиві пастеризованим вершкам, приємні, властиві вершкам та добавці

Продовження таблиці 4.8

5 діб	Властиві пастеризованим вершкам	Властиві пастеризованим вершкам, присутній ледь відчутний запах добавки	Властиві пастеризованим вершкам, присутній ледь відчутний запах добавки
6 діб	Властиві пастеризованим вершкам	Властиві пастеризованим вершкам, приємні, солодкуваті	Властиві пастеризованим вершкам, приємні, солодкуваті
7 діб	Кислуватий та неприємний	Властиві пастеризованим вершкам, приємні, солодкуваті	Властиві пастеризованим вершкам, приємні, солодкуваті
8 діб	Прогірклий запах	Властиві пастеризованим вершкам, приємні, властиві вершкам та добавці	Властиві пастеризованим вершкам, ледь відчутний запах добавки
Колір			
На момент виготовлення	Рівномірний по всій масі, кремовий	Рівномірний по всій масі, з помаранчевим відтінком	Рівномірний по всій масі, з світло-жовтим відтінком
3 доби	Рівномірний по всій масі, кремовий	Рівномірний по всій масі, з помаранчевим відтінком	Рівномірний по всій масі, з світло-жовтим відтінком
5 діб	Рівномірний по всій масі, кремовий	Рівномірний по всій масі, з помаранчевим відтінком	Рівномірний по всій масі, з світло-жовтим відтінком
6 діб	Рівномірний по всій масі, кремовий	Рівномірний по всій масі, з помаранчевим відтінком	Рівномірний по всій масі, з світло-жовтим відтінком
7 діб	З'являється жовтуватий колір	Рівномірний по всій масі, з помаранчевим відтінком	Рівномірний по всій масі, з світло-жовтим відтінком
8 діб	Чітка наявність жовтого кольору	Рівномірний по всій масі, з помаранчевим відтінком	Рівномірний по всій масі, з світло-жовтим відтінком

**Зміна фізико-хімічних показників розроблених питних вершків з
овочевими добавки під час зберігання**

Строки зберігання, діб	Досліджувані зразки		
	Контроль	Зразок №1 Вершки збагачені пастою з моркви	Зразок №2 Вершки збагачені пастою з гарбуза
<i>Титрована кислотність, °Т</i>			
На момент виготовлення	17	19	20
3 доби	17	19	20
5 діб	17	19	20
6 діб	22	19	20
7 діб	22	19	20
8 діб	23	19	20
<i>Масова частка сухих речовин, %</i>			
На момент виготовлення	18	17,80	18
3 доби	18	17,80	18
5 діб	18	17,80	18
6 діб	18	17,80	18
7 діб	18	17,80	18
8 діб	18	17,80	18
<i>Вміст вітаміну С, мг</i>			
На момент виготовлення	0,30	0,99	1,05
3 доби	0,15	0,68	0,81
5 діб	0,13	0,51	0,63
6 діб	0,08	0,36	0,51
7 діб	0,06	0,27	0,34
8 діб	0,03	0,21	0,27
<i>β-каротин, мг</i>			
На момент виготовлення	0,06	1,143	0,804
3 доби	0,03	1,051	0,627
5 діб	0,03	0,932	0,532
6 діб	0,024	0,456	0,446
7 діб	0,017	0,362	0,310
8 діб	0,008	0,253	0,191

Результати мікробіологічних досліджень в процесі зберігання при температурі 0⁰...+5⁰С

Термін зберігання, діб.	Мікробіологічні показники	Засів, г	Результати досліджень	
			Зразок №1 Вершки збагачені пастою із моркви	Зразок №2 Вершки збагачені пастою із гарбуза
В момент виготовлення	БГКП	0,1	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	
3	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	
5	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	
6	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений

Продовження таблиці 4.10

	Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені
7	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	
8	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
	Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені

У контрольному зразку вершків термін придатності складає 5 днів, отже термін придатності вершків з овочевими добавками становить 7-8 днів. Тож додавання овочевих паст дозволяє не лише розширити асортимент вершків та підвищити харчову, біологічну цінність, а й збільшити термін придатності питних вершків. Таким чином, збагачення питних вершків овочевими пастами із моркви та гарбуза, дає можливість розширити асортимент харчових продуктів, які випускаються, а також отримати продукт підвищеної харчової та біологічної цінності.

4.3. Оцінка якості кефірів збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання

Кисломолочні продукти мають велике значення в харчуванні людини, молочна кислота, що міститься в кисломолочних продуктах, збуджує апетит, втамовує спрагу, покращує роботу шлунково-кишкового тракту та нирок людини. Одним з найпоширеніших та корисних молочно-білкових продуктів, який має великий попит у населення є кефір [155].

Розроблені зразки кефірів з овочевими пастами з моркви та гарбуза досліджувались за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Також проводили дослідження розроблених кефірів в процесі зберігання [156, 157].

Слід зазначити, що зразки кефірів з овочевими пастами з моркви та гарбуза зберігалися у герметичних поліетиленових пакетах. В якості контролю досліджувався кефір 2,5% жирності згідно ДСТУ 4417:2005 «Кефір. Загальні технічні умови» [158].

Розроблені зразки характеризувались високою органолептичною оцінкою результати якої наведено у таблиці 4.11.

Органолептичні показники досліджуваних зразків кефірів з овочевими пастами із моркви та гарбуза

Найменування зразків	Характеристика зразків		
	Смак та запах	Консистенція та зовнішній вигляд	Колір
Контроль	Чисті, кисломолочні, характерні для кефіру, без сторонніх запахів, трохи різкуватий, освіжаючий	Однорідна рідина з порушеним згустком, спостерігається незначне газоутворення, консистенція рідка, текуча	Колір однорідний по всій масі, білий
Кефір з додаванням пасти із моркви	Чисті, кисломолочні, без сторонніх смаків та запахів, з вираженим присмаком пастеризації та легким присмаком та запахом моркви	Консистенція однорідна, без грудочок жиру і пластівців білка, текуча, спостерігається незначне газоутворення	Білий з легким відтінком помаранчевого кольору, рівномірний по всій масі
Кефір з додаванням пасти із гарбуза	Чисті, кисломолочні, без сторонніх нехарактерних свіжому кефіру смаків та запахів, присмак приємний, злегка солодкуватий, запах притаманний кефіру, з легким відтінком запаху гарбуза	Однорідна консистенція, без грудочок жиру що збилися і пластівців білка, текуча, спостерігається незначне газоутворення	Білий з жовтуватим відтінком, рівномірний по всій масі

Консистенція зразків була однорідна, колір рівномірний по всій масі з помаранчевим відтінком, смак та запах властиві, з відчутним приємним присмаком. З фізико-хімічних показників досліджували: масову частку титрованої кислотності, масову частку сухих речовин, активну кислотність, вітамін С та β-каротин (табл. 4.12). Кислотність розроблених продуктів

збільшується на 2...3 °Т, а вміст вітаміну С зростає до 2,83 мг (у контролі він складає 0,7 мг). Вміст β-каротин у розроблених зразках становить 2,257...2,915 мг, тоді як у контрольному зразку 0,01 мг.

Таблиця 4.12

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків

Перелік показників	Характеристика розроблених зразків		
	Контроль	Кефір з додаванням пасти із моркви	Кефір з додаванням пасти із гарбуза
Титрована кислотності, °Т	105,0	105,0	95,0
Масова частка сухих речовин, %	10,0	18,0	15,0
Активна кислотність, рН	3,8	4,0	4,2
Вміст вітаміну С, мг	0,70	2,42	2,83
β-каротин, мг	0,01	2,915	2,257

Кефір, як і всі молочні продукти відноситься до швидкопсувних продуктів. В процесі зберігання у кефірі можуть розвиватися різні мікробіологічні процеси. Крім того, кефір є прекрасним середовищем для розвитку різних мікроорганізмів і бактерій.

У кефірах в процесі зберігання розвиваються патогенні мікроорганізми роду *St. aureus*, які можуть викликати харчові отруєння; бактерії групи *Salmonella*; різні види дріжджів, які додають продукту дріжджовий присмак; різні види цвілевих грибків; а також бактерії роду *Cytrobacter*, *Seracia*, *Enterobacter*. Також в період зберігання можлива зміна органолептичних і фізико-хімічних показників кефірів.

В процесі дослідження для визначення оптимальних термінів зберігання розроблених кефірів з пастами з моркви та гарбуза було апробовано наступний температурний режим: 0⁰...+5⁰С і відносна вологість повітря 70...80%. В процесі зберігання було досліджено наступні показники:

- органолептичні (консистенція, смак, запах, колір);

- фізико-хімічні (кислотність, масова частка сухих речовин, вміст вітаміну С);
- мікробіологічні (наявність бактерій групи кишкових паличок БГКП), наявність бактерій *St. aureus*, наявність патогенних мікроорганізмів, в т.ч. бактерій роду *Salmonella*).

Вивчення органолептичних і фізико-хімічних показників проводилося відразу ж після виготовлення та в процесі зберігання. Слід зазначити, що зразки кефіру зберігалися у поліетиленових пакетах (поліетиленова плівка марки МЧБ з чорним покриттям за ТУУ 00203588-23).

Отримані результати наведено на рисунках 4.1 – 4.3 (№ 1 – зразок кефіру з додаванням пасти із моркви, № 2 – зразок кефіру з додаванням пасти із гарбуза, К – контроль, в якості якого обрано традиційний кефір).

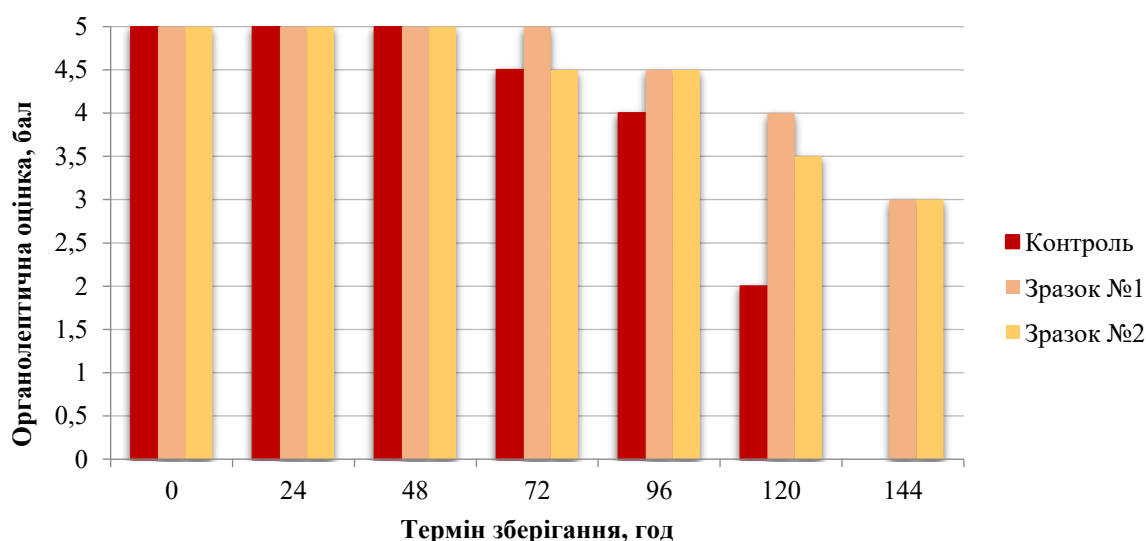


Рис. 4.1. Динаміка зміни органолептичних показників досліджуваних зразків протягом зберігання

З отриманих даних наведених на рисунку 4.1 видно, що під час зберігання на протязі 48 годин зразки кефіру не піддалися зміні органолептичних показників.

У зразках кефіру після 72-ох годин зберігання зразок кефіру з пастою з гарбуза набув трохи кислуватого смаку, у зразка кефіру з пастою із моркви показники залишилися без змін. Контрольний зразок піддався першим ознакам

зміни та набув кислого смаку. Після 96-ти годин зберігання у контролі спостерігалось невелике відділення сироватки та смак й запах став вираженим кислим, консистенція стала спученою, а зразки кефіру з пастою з гарбуза (№ 1) та кефіру з пастою з моркви (№ 2) набули кислуватий присмак. Після 120 годин зберігання контрольний зразок піддався процесу бродінню, у зразків кефірів з овочевими пастами значних змін не відбулось, лише смак став кислуватим.

Після кінцевого терміну зберігання зразків кефіру (144 години) зразки піддалися першим ознакам бродіння, про що свідчить виражений кислий запах та смак, сильне виділення сироватки та зміна кольору – він став блідним та не вираженим.

Встановлено, що за результатами органолептичних показників при зберіганні зразків у даному режимі, розроблені зразки кефірів з додаванням паст з моркви та гарбуза мають подовжений термін зберігання – до 144 год., на відміну від контролю який має термін зберігання лише – 120 год. До того ж зразок кефіру з пастою із моркви пізніше за всі зразки піддався псуванню протягом досліджуваного часу.

Результати фізико-хімічної оцінки досліджуваних зразків представлена на рис. 4.2 – 4.3.

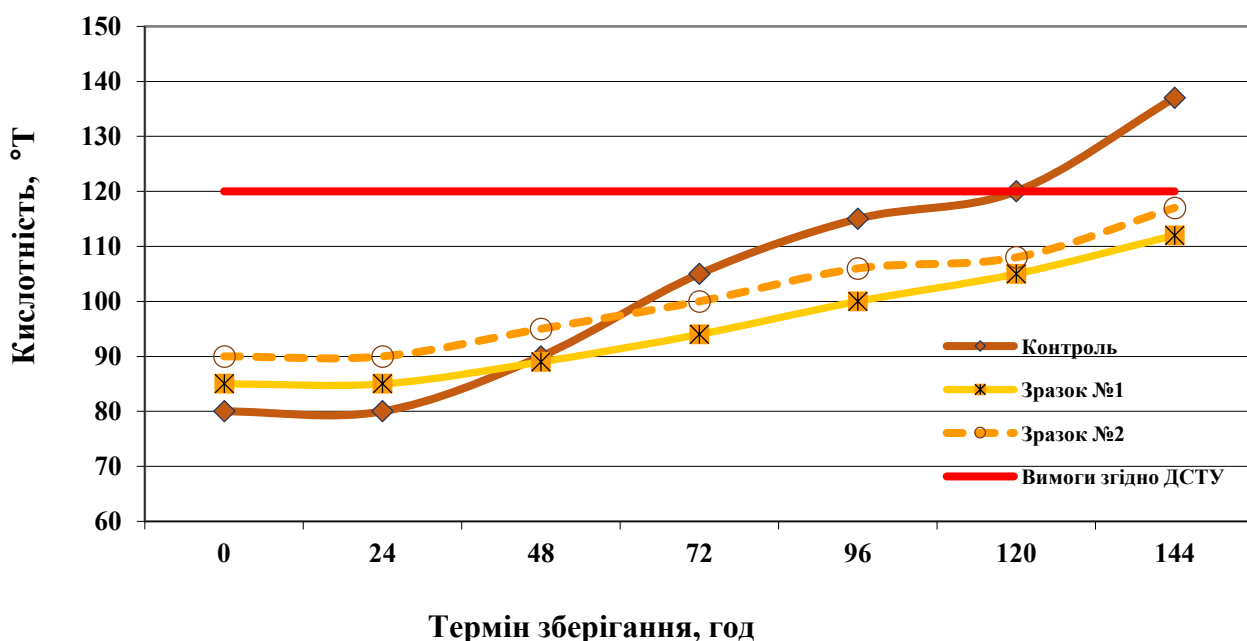


Рис. 4.2. Динаміка зміни титрованої кислотності у досліджуваних зразках

Виходячи з отриманих даних, встановлено, що протягом 24-ох годин зберігання зміни кислотності не відбувалося у жодному із зразків. Протягом 48 годин зберігання кислотність контрольного зразка вже складала 90,5 °Т. У зразків кефірів з овочевими пастами зростання зміни відбувається повільніше, лише на 5 °Т.

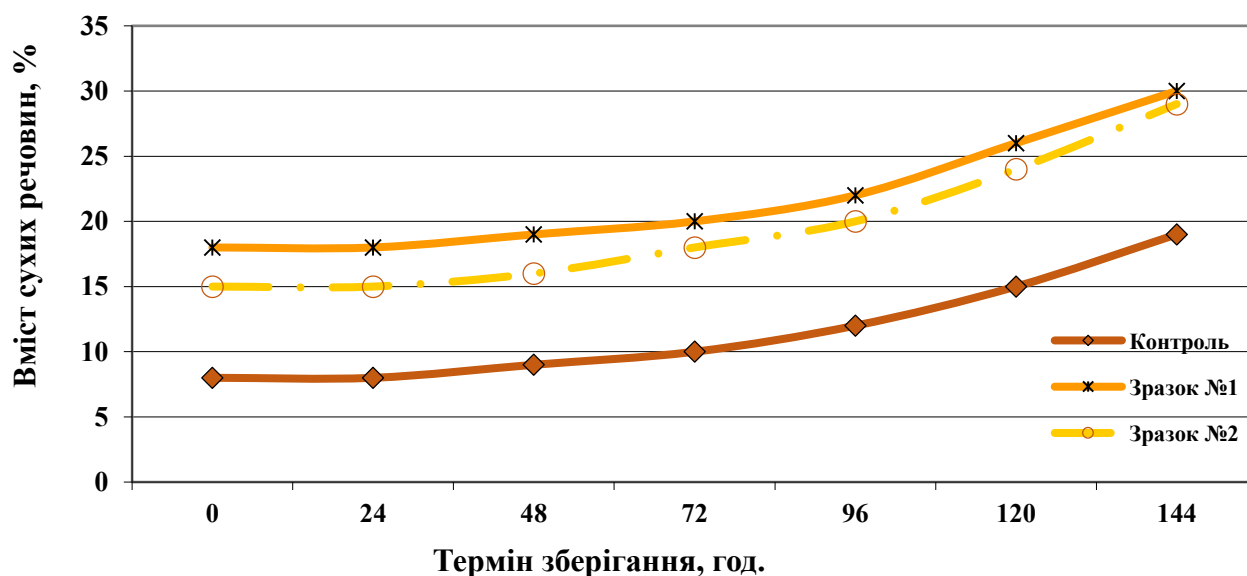


Рис. 4.3. Динаміка зміни масової частки сухих речовин у досліджуваних зразках

Після 120 годин зберігання за показником титрованої кислотності контрольний зразок перевищив вимоги ДСТУ, а кефіри з овочевими пастами мали лише 104 °Т (зразок кефіру з пастою із моркви) та 110 °Т (зразок кефіру з пастою із гарбузу). Найбільш інтенсивне підвищення кислотності спостерігалось у зразка кефіру з пастою із гарбузу та на кінцевий термін зберігання склав 118 °Т.

Встановлено збільшення вмісту сухих речовин, найбільш інтенсивно це відбувається у зразку кефіру з додаванням пасти із гарбузу (рис. 4.3). На кінцевий термін зберігання (144 години) у контролі вміст сухих речовин склав 19%, у зразку кефіру з пастою із моркви склав 30% (при початковому 18%), а у кефіру з пастою із гарбузу 29% (при початковому 15%).

Вміст вітаміну С під час зберігання досліджувався лише у розроблених

зразках. Встановлено, що вміст вітаміну С інтенсивно у досліджуваних зразках. На момент закінчення терміну зберігання (144 години) вміст вітаміну С склав у контролі – 0,05 мг, у зразку кефіру з пастою із гарбуза – 1,05 мг, а у зразку кефіру з пастою із моркви – 0,98 мг.

Експериментально встановлено, що вміст β -каротину на кінці терміну зберігання у зразку з додаванням пасти із моркви склав 1,39 мг, а у зразку з додаванням пасти із гарбуза 1,17 мг.

Установлено, що завдяки введенню у кефіри овочевих паст з моркви та гарбуза, органолептичні властивості зразків кефірів набули більш приємного зовнішнього вигляду та смакових властивостей, а також збільшився їх термін зберігання.

Під час проведення оцінки якості розроблених продуктів, було встановлено, що в усіх зразках були отримані результати, які не суперечать вимогам нормативної документації на дану продукцію. Також при дослідженні органолептичних та фізико-хімічних показників, було виявлено, що термін придатності розроблених кефірів збільшується на 24 години. У контрольному зразку термін придатності складає 5 діб, отже термін придатності кефірів з овочевими пастами становить 6 діб. Тож додавання овочевої добавки дозволяє не лише розширити асортимент кефірів та підвищити харчову, біологічну цінність, а й збільшити термін їх придатності.

Досліджували зміни мікробіологічних показників якості розроблених зразків кефірів згідно СанПіН 2.3.2.560 за наступними мікробіологічними показниками:

- бактерії групи кишкових паличок (БГКП) – не допускаються в 0,01 г продукту;
- бактерії групи *St. aureus* – не допускаються в 1 см³ продукту;
- патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду *Salmonella* – не допускаються в 25 г продукту.

Вивчення мікробіологічних показників кефіру з овочевими пастами

проводилося відразу ж після виготовлення та в процесі зберігання. Результати дослідження зміни мікробіологічних показників якості розроблених кефірів представлені в таблиці 4.13.

Аналіз даних таблиці 4.8 свідчить, що зберігання розроблених зразків при температурі $0^{\circ}\dots+5^{\circ}\text{C}$ дозволяє забезпечити його збереження протягом 144 годин. Протягом цього часу в досліджуваних кефірах не виявлені бактерії групи кишкових паличок, *St. aureus*, а також патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду *Salmonella*, що є припустимим за Санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів.

Встановлено, що введення натуральних вітамінів та антиокислювачів у кефір, шляхом додавання у продукт добавок з овочевої сировини, здійснює позитивний вплив на підвищення стійкості продукту при зберіганні, знижує величину окислювально-установчого потенціалу, гальмує гідролітичні процеси у молочному жирі, інгібує швидкість утворення перекисів та карбонових сполук. Також, введення вищезазначеної овочевої сировини у жиромістні продукти, покращують харчову цінність цих продуктів та сприяють збереженню їх якості та попередженню псування у процесі зберігання.

Розроблені продукти можуть рекомендуватися для усіх вікових та професіональних груп, у тому числі промисловим робітникам, дітям дошкільного віку, учням ті багатьом іншим групам населення, а також для дитячого та дієтичного харчування, бо містять значну кількість біологічно активних речовин, які сприяють попередженню небажаного псування продукту та мобілізації захисних сил організму, мають прекрасні споживчі властивості та дозволяють подовжити строки зберігання на термін, який залежить від умов зберігання.

Таблиця 4.13

Результати мікробіологічних досліджень в процесі зберігання при температурі 0⁰...+5⁰С

Термін зберігання, год.	Мікробіологічні показники	Засів, г	Результати досліджень	
			Кефір з пастою із моркви	Кефір з пастою із гарбузу
В момент виготовлення	БГКП	0,1	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	
24	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	
48	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені	

Продовження таблиці 4.13

72	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1 0,01	не виявлений не виявлений	не виявлений не виявлений
	Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені
96	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
	Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені
120	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
	Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені	не виявлені
144	БГКП	0,01	не виявлені	не виявлені
		0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,1	не виявлений	не виявлений
		0,01	не виявлений	не виявлений
		Бактерії роду Salmonella	25	не виявлені

4.4. Оцінка якості йогуртів збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання

Кисломолочні продукти стають сьогодні все більш популярними серед споживачів завдяки активній рекламі та популяризації здорового способу життя, а відповідно, правильного й раціонального харчування [159]. Незважаючи на впровадження у виробництво безлічі нових кисломолочних напоїв, в Україні вагому частку займають йогурти [160-164].

Відповідно до поставленої мети та визначених завдань була підібрана раціональна кількість овочевої пасти, яка покращить смакові якості йогуртів, їх біологічну цінність, а також подовжить їх термін зберігання. На основі експериментальних досліджень було розроблено 2 варіанти рецептури йогуртів з додаванням пасти із моркви та гарбуза (табл. 4.14) [165].

Таблиця 4.14

Органолептичні показники досліджуваних зразків йогурту з додаванням овочевих паст з моркви та гарбуза

Найменування зразків	Характеристика зразків		
	Смак та запах	Консистенція та зовнішній вигляд	Колір
Контроль	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів	Однорідна, ніжна, з порушеним або непорушеним згустком, у міру щільна, без газоутворення	Білий, рівномірний по всій масі
Зразок №1 Йогурт з додаванням пасти із моркви	Кисломолочний смак, з гармонійним поєднаним смаком і ароматом моркви	Однорідна, ніжна консистенція, згусток в міру щільний, без включень	Білий з відтінком наповнювачів, рівномірний по всій масі
Зразок №2 Йогурт з додаванням пасти із гарбуза	Кисломолочний запах, з дуже легким ароматом і присмаком гарбуза	Однорідна, ніжна консистенція, згусток в міру щільний, без включень	Білий з відтінком наповнювачів, рівномірний по всій масі

Одним із важливих моментів у процесі створення та впровадження збагачених кисломолочних напоїв є вибір науково обґрунтованих підходів до оцінки їх якості. На першому етапі визначались органолептичні показники (смак і запах, консистенція, колір), що нормуються у стандарті ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови» [166].

Відповідно до отриманих результатів дослідження органолептичних показників якості нових видів йогуртів, можна зробити висновок, що овочеві пасти значно впливають на смакові властивості продукту. Смак та запах розроблених зразків йогуртів були гармонійними з легким ароматом і присмаком овочевих паст. Колір білий з відтінком наповнювачів, рівномірний по всій масі.

Подальші дослідження стосувалися визначення фізико-хімічних показників (табл.4.15). Досліджували наступний перелік показників: титрована кислотність, °Т; активна кислотність, рН; масова частка сухих речовини, %; масова частка жиру, %; вітамін С, мг; β-каротин, мг.

Таблиця 4.15

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків йогурту з додаванням овочевих паст із моркви та гарбуза

Найменування показника	Назва продукту		
	Контроль	Зразок №1 Йогурт з додаванням пасти із моркви	Зразок №2 Йогурт з додаванням пасти із гарбуза
Титрована кислотність, °Т	103	110	108
Активна кислотність, рН	4,43	4,72	4,75
Масова частка сухих речовини, %	10,8	13,4	12,6
Масова частка жиру, %	3,1	3,1	3,1
Вітамін С, мг	0,6	2,52	2,97
β-каротин, мг	0,01	3,188	2,481

Додавання овочевих паст обумовили активну кислотність у межах 4,72-4,75. Ця середина не сприяє стрімкому підвищенню кислотності. Крім того, ці

наповнювачі виконують роль пластифікаторів та обумовлюють ніжну консистенцію продуктів, а також збільшують масову частку сухих речовин.

За рахунок введення в рецептуру йогурту овочевих паст збагатили продукт вітаміном С та β -каротином. За результатами проведеного дослідження слід сказати, що показники якості розроблених йогуртів відповідають вимогам стандарту ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови».

Вивчення органолептичних і фізико-хімічних показників проводилося відразу ж після виготовлення та в процесі зберігання. Отримані результати органолептичної оцінки наведено на рис. 4.4 (№ 1 – зразок йогурту з додаванням пасти із моркви, № 2 – зразок йогурту з додаванням пасти із гарбуза, К – контроль, в якості якого обрано традиційний йогурт).

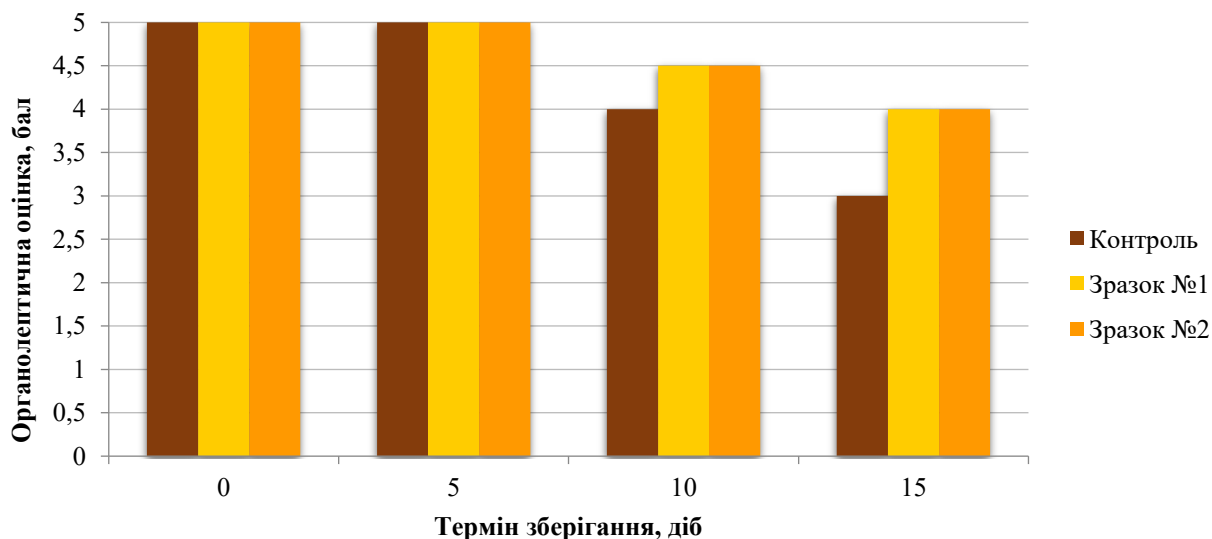


Рис. 4.4. Динаміка зміни органолептичних показників досліджуваних зразків протягом зберігання

Встановлено, що найбільш гармонійний та властивий смак з інтенсивністю на 15 добу зберігання, притаманний йогуртам з овочевими пастами. За зовнішнім виглядом і консистенцією більшість досліджених зразків йогуртів мали досить позитивні характеристики. За ароматом розроблені зразки мали досить високу інтенсивність позитивних характеристик.

Наступним етапом досліджень було визначення зміни титрованої кислотності готового продукту під час зберігання за температури (0 ± 5) °С. На

початку зберігання титрована кислотність у зразках 1-4 становила 108...110 °Т. При дослідженні зміни титрованої кислотності в процесі зберігання встановлено, що з часом титрована кислотність зростала в усіх досліджуваних зразках (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків йогурту з додаванням овочевих паст із моркви та гарбуза під час зберігання

Найменування показника	Назва продукту		
	Контроль	Зразок №1 Йогурт з додаванням пасти із моркви	Зразок №2 Йогурт з додаванням пасти із гарбуза
<i>На момент виготовлення</i>			
Титрована кислотність, °Т	103	110	108
Масова частка сухих речовини, %	10,8	13,4	12,6
Вітамін С, мг	0,6	2,52	2,97
β-каротин, мг	0,01	3,188	2,481
<i>5 діб</i>			
Титрована кислотність, °Т	105	112	110
Масова частка сухих речовини, %	11,2	13,9	13,1
Вітамін С, мг	0,3	2,02	2,09
β-каротин, мг	0,01	2,843	2,150
<i>10 діб</i>			
Титрована кислотність, °Т	108	115	113
Масова частка сухих речовини, %	11,9	14,5	13,9
Вітамін С, мг	0,1	1,56	1,67
β-каротин, мг	-	1,604	1,350
<i>15 діб</i>			
Титрована кислотність, °Т	115	118	117
Масова частка сухих речовини, %	12,3	15,2	14,7
Вітамін С, мг	0,03	1,02	1,14
β-каротин, мг	-	1,231	1,156

Встановлено, що вміст вітаміну С інтенсивно знижувався у двох зразках. На момент закінчення терміну зберігання (15 діб) вміст вітаміну С склав у зразку йогурту з пастою із моркви – 1,02 мг, а у зразку йогурту з пастою із гарбуза – 1,14 мг. Отримані результати дослідження показника β -каротину показали, що наприкінці терміну зберігання цей показник у розроблених зразках становив 1,231...1,156 мг.

Наступним етапом досліджень стало визначення мікробіологічних показників йогурту, а саме кількості молочнокислих бактерій, наявності чи відсутності бактерій групи кишкової палички (коліформних бактерій), бактерій групи *Salmonella* і *Staphylococcus aureus* в процесі зберігання (табл. 4.17).

Протягом усього досліджуваного періоду в йогуртах з додаванням овочевих паст не виявлені бактерії групи кишкових паличок, *St. aureus*, а також патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду *Salmonella*.

4.5. Оцінка якості сметани збагаченої овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання

Для підвищення харчової та біологічної цінності, покращення органолептичних властивостей та розширення асортименту сметани згідно поставленої мети в якості добавки використовували овочеві пасту із моркви та гарбуза. Вміст речовин, які володіють антиоксидантними властивостями в молочному жирі сметани незначний (токоферолі, каротин, білки молока), але завдяки введенню овочевої пасту із моркви та гарбуза збільшується кількість природних фенольних сполук, зокрема флавонолів та аскорбінової кислоти, які дозволяють зберегти смак та аромат продуктів, підвищити їх харчову та біологічну цінність. Антиокислювачі, які містяться в моркві та гарбузі призначені для подовження строків зберігання продуктів за рахунок переривання реакцій окислення їх харчових компонентів [167].

Таблиця 4.17

Мікробіологічні показники в розроблених зразках під час зберігання

Термін зберігання, діб	Мікробіологічні показники	Маса продукту, в якому не допускається наявність, г	Засів, г	Результати досліджень	
				Зразок №1 Йогурт з додаванням пасти із моркви	Зразок №2 Йогурт з додаванням пасти із гарбуза
У момент виготовлення	Бактерії групи кишкових паличок	0,001	0,1	не виявлені	не виявлені
			0,01	не виявлені	не виявлені
			0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,01	0,1	не виявлений	не виявлений
			0,01	не виявлений	не виявлений
Бактерії роду Salmonella	25	25	не виявлені	не виявлені	
5	Бактерії групи кишкових паличок	0,001	0,01	не виявлені	не виявлені
			0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,01	0,1	не виявлений	не виявлений
0,01			не виявлений	не виявлений	
Бактерії роду Salmonella	25	25	не виявлені	не виявлені	
10	Бактерії групи кишкових паличок	0,001	0,01	не виявлені	не виявлені
			0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,01	0,1	не виявлений	не виявлений
0,01			не виявлений	не виявлений	
Бактерії роду Salmonella	25	25	не виявлені	не виявлені	
15	Бактерії групи кишкових паличок	0,001	0,01	не виявлені	не виявлені
			0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,01	0,1	не виявлений	не виявлений
0,01			не виявлений	не виявлений	
Бактерії роду Salmonella	25	25	не виявлені	не виявлені	

Відомо, що реакція окислення речовин сметани виникає при контакті продуктів з киснем повітря. В процесі відбуваються перетворення харчових речовин, руйнування біологічно цінних компонентів, окислення та розщеплення ліпідів, в результаті чого виникають продукти розпаду зі специфічним смаком та запахом, знижується харчова цінність продуктів та погіршується якість. Попередженню окислювального псування жирів сприяють антиоксиданти, які містяться в овочевій пасті із моркви та гарбуза. Особливо підвищує цінність сметани аскорбінова кислота, яка гальмує окислювальні процеси та посилює антимікробну дію. В багатьох випадках основною причиною псування сметани є розмноження мікроорганізмів, яке завдяки саме антимікробним речовинам, що містяться в моркві та гарбузі, затримується або припиняється, сприяючи тим самим зберіганню харчового продукту без змін його органолептичних властивостей [168].

Результати дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників якості розроблених зразків сметани наведено в таблиці 4.18.

За результатами аналізу органолептичних показників досліджуваних зразків встановлено, що розроблені зразки з додаванням овочевих мали густу та однорідну консистенцію, кремовий відтінок, рівномірний за всією масою, мали ледь відчутний смак овочевої пасту, сторонніх запахів після додавання овочевих паст не виявлено.

З фізико-хімічних показників визначали: титровану та активну кислотність, вміст сухих речовин та масову частку жиру, вміст вітаміну С та β -каротину. Результати аналізу фізико-хімічних показників досліджуваних зразків зазначені в таблиці 4.19.

Під впливом багатьох факторів у процесі зберігання у сметані відбуваються окислювальні процеси, які викликають руйнування харчових та біологічно цінних речовин. Виникають зміни показників якості продукту. Розроблені продукти та контрольний зразок сметани досліджувались в певні періоди зберігання з метою виявлення впливу овочевої пасту на якість

розроблених зразків продукту. Зберігання відбувалось при температурі 0...5°C та відносній вологості повітря 70-80%.

Таблиця 4.18

**Органолептичні показники досліджуваних зразків сметани
з овочевими пастами із моркви та гарбуза**

Показники якості	Показники якості розроблених зразків сметани		
	Контроль	Зразок № 1 Сметана з додаванням пасти із моркви	Зразок № 2 Сметана з додаванням пасти із гарбуза
Зовнішній вигляд	Однорідна маса	Однорідна маса, помітні включення домішки	Однорідна маса, помітні включення домішки
Консистенція	Густа та однорідна консистенція, видні поодинокі пухирці повітря	Помірно густа та однорідна	Помірно густа та однорідна
Смак	Кисломолочний, чистий, без стороннього присмаку	Кисломолочний, ледь відчутний смак пасти із моркви, без стороннього присмаку	Кисломолочний, ледь відчутний смак пасти із гарбуза, без стороннього присмаку
Запах	Кисломолочний, без сторонніх запахів	Кисломолочний, без сторонніх запахів	Кисломолочний, без сторонніх запахів
Колір	Білий, рівномірний за всією масою	Білий, злегка кремовий, рівномірний за всією масою	Білий, злегка кремовий, рівномірний за всією масою

При зберіганні зразків протягом першого періоду (24 години) досліджувані розроблені зразки та контрольний зразок сметани не зазнали зміни органолептичних показників.

Протягом другого періоду зберігання (48 годин) у зразку № 2 незначно посилюється гарбузовий приємний присмак. Зразки № 1 та контрольний зразок сметани не зазнають зміни органолептичних показників.

При зберіганні протягом 96 годин, кисломолочний смак в усіх зразків

починає поступово зникати.

Таблиця 4.19

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків розробленої сметани

Найменування показників	Показники якості розроблених зразків сметани		
	Контроль	Зразок № 1 Сметана з додаванням пасти із моркви	Зразок № 2 Сметана з додаванням пасти із гарбуза
Вміст сухих речовин, %	9,5	10,1	10,0
Масова частка жиру, %	15,0	15,0	15,0
Титрована кислотність, °Т	75	78	78
Активна кислотність, рН	5,01	5,05	5,06
Вітамін С, мг	0,4	1,08	1,14
β-каротин, мг	0,04	1,126	0,786

При зберіганні більше 144 годин консистенція всіх досліджуваних зразків, включаючи й контрольний, зріджується. Рідка та слабка консистенція може з'явитись внаслідок недостатнього вмісту білка за рахунок низької якості вихідної сировини, низьких температур пастеризації та сквашування вершків, недостатньо ефективної гомогенізації, закваски, сильної механічної дії на згусток при перемішуванні, при зберіганні за високої температури тощо. У всіх зразків кисломолочний смак стає слабше вираженим.

Динаміка зміни органолептичних показників досліджуваних зразків протягом зберігання наведено на рис. 4.5.

Протягом 24 години відбулася незначна зміна фізико – хімічних показників: у розроблених зразків почала поступово знижуватися активна кислотність, а титрована – підвищуватися; у контрольного зразка сметани навпаки – рН поступово підвищується, титрована кислотність знижується.

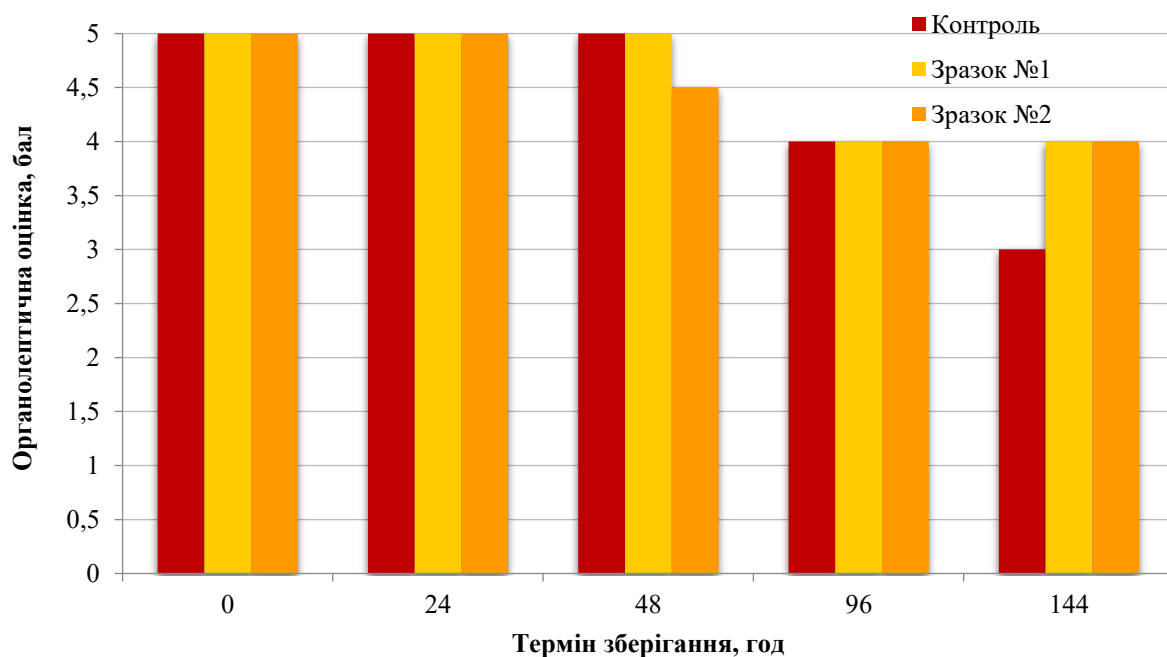


Рис. 4.5. Динаміка зміни органолептичних показників досліджуваних зразків протягом зберігання

Протягом 48 годин у розроблених зразках активна кислотність незначно знижується, титрована – підвищується; у контрольного зразка сметани навпаки – рН поступово продовжує підвищуватися, титрована кислотність – знижуватися. Протягом 96 годин у розроблених зразках величина активної кислотності зростала; зі збільшенням терміну зберігання зростання рН відбувалось повільніше, у контрольного зразку активна кислотність починає поступово зменшуватися в порівнянні з попереднім періодом зберігання; титрована кислотність залишається сталою.

Протягом 144 години фізико-хімічні показники у розроблених зразках рН і титрована кислотність підвищуються, а в контрольному зразку ці показники знижуються (табл. 4.20).

Нові зразки продукту є більш стійкими під час зберігання до окислювальних процесів, термін зберігання збагаченої сметани подовжився на 3 доби порівняно з контрольним зразком, бо разом з овочевою пастою сметана стала збагаченою й на біологічно активні речовини, які гальмують або попереджують процес псування.

Зміна фізико-хімічних показників досліджуваних зразків під час зберігання

Найменування показників	Показники якості розроблених зразків сметани		
	Контроль	Зразок № 1 Сметана з додаванням пасти із моркви	Зразок № 2 Сметана з додаванням пасти із гарбуза
<i>24 години</i>			
Вміст сухих речовин, %	9,8	10,4	10,6
Титрована кислотність, °Т	72	80	80
Активна кислотність, рН	5,12	5,01	5,02
Вітамін С, мг	0,25	0,78	0,84
β-каротин, мг	0,04	1,006	0,691
<i>48 годин</i>			
Вміст сухих речовин, %	9,9	10,6	10,8
Титрована кислотність, °Т	70	82	83
Активна кислотність, рН	5,14	4,98	4,99
Вітамін С, мг	0,15	0,58	0,64
β-каротин, мг	0,01	0,766	0,598
<i>96 годин</i>			
Вміст сухих речовин, %	9,9	10,6	10,8
Титрована кислотність, °Т	70	82	83
Активна кислотність, рН	5,10	4,97	4,98
Вітамін С, мг	0,05	0,38	0,54
β-каротин, мг	0,01	0,716	0,518
<i>144 години</i>			
Вміст сухих речовин, %	10,04	11,01	11,04
Титрована кислотність, °Т	68	83	84
Активна кислотність, рН	5,05	4,98	4,99
Вітамін С, мг	0,002	0,18	0,24
β-каротин, мг	0,01	0,512	0,457

Згідно СанПіН 2.3.2.560 сметану нормуються за наступними мікробіологічними показниками:

- бактерії групи кишкових паличок (БГКП) – не допускаються в 0,001 г продукту;
- бактерії групи *St. aureus* – не допускаються в 0,01 г продукту;
- патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду *Salmonella* – не допускаються в 25 г продукту.

Результати досліджень показані в таблиці 4.21.

Протягом усього досліджуваного періоду в сметані з додаванням овочевих паст не виявлені бактерії групи кишкових паличок, *St. aureus*, а також патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду *Salmonella*. Проведені дослідження показали, що завдяки використанню таких харчових композицій як овочева сировина кисломолочні продукти відрізняються від класичних і відповідають наступним вимогам: заповнюють потреби організму в харчових речовинах і енергії; є джерелом природних чинників, які підвищують резистентність організму – антиоксидантів, адаптогенів, імуномодуляторів; мають неспецифічні, привабливі за органолептичними показниками. Таким чином, розробка технологій кисломолочних продуктів з додавання овочевих паст є актуальним завданням, що дає можливість розширення їх асортименту, а також отримання продуктів підвищеної харчової і біологічної цінності.

4.6. Оцінка якості сиркових десертів збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання

В останні десятиліття зусилля науковців спрямовані на обґрунтування, розроблення та виробництво нових функціональних харчових продуктів. Одним з напрямів сучасних наукових досліджень у харчовій промисловості є розширення асортименту молочних та кисломолочних продуктів. Перспективною харчовою основою для виробництва такої продукції є сиркові десерти [169].

Таблиця 4.21

Результати мікробіологічних досліджень сметани в процесі зберігання

Термін зберігання, година	Мікробіологічні показники	Маса продукту, в якому не допускається наявність, г	Засів, г	Результати досліджень	
				Зразок № 1 Сметана з додаванням пасти із моркви	Зразок № 2 Сметана з додаванням пасти із гарбуза
У момент виготовлення	БГКП	0,001	0,1	не виявлені	не виявлені
			0,01	не виявлені	не виявлені
			0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,01	0,1	не виявлений	не виявлений
			0,01	не виявлений	не виявлений
Бактерії роду Salmonella	25	25	не виявлені	не виявлені	
24	БГКП	0,001	0,01	не виявлені	не виявлені
			0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,01	0,1	не виявлений	не виявлений
			0,01	не виявлений	не виявлений
	Бактерії роду Salmonella	25	25	не виявлені	не виявлені
48	БГКП	0,001	0,01	не виявлені	не виявлені
			0,001	не виявлені	не виявлені
	St. aureus	0,01	0,1	не виявлений	не виявлений
			0,01	не виявлений	не виявлений
	Бактерії роду Salmonella	25	25	не виявлені	не виявлені

Продовження таблиці 4.21

96	БГКП	0,001	0,01 0,001	не виявлені не виявлені	не виявлені не виявлені
	St. aureus	0,01	0,1 0,01	не виявлений не виявлений	не виявлений не виявлений
	Бактерії роду Salmonella	25	25	не виявлені	не виявлені
144	БГКП	0,001	0,01 0,001	не виявлені не виявлені	не виявлені не виявлені
	St. aureus	0,01	0,1 0,01	не виявлений не виявлений	не виявлений не виявлений
	Бактерії роду Salmonella	25	25	не виявлені	не виявлені

Ринок кисломолочних продуктів у сегментах сирних десертів розвивається під впливом глобального тренду харчового ринку – прагнення кінцевого споживача отримувати корисний продукт, у тому числі й вироблений промисловим способом [170]. Якість нових сиркових десертів з додаванням пасти із моркви та гарбузу оцінювали за органолептичними, фізико-хімічними показниками та вмісту вітаміну С. Результати досліджень наведено в таблицях 4.22 та 4.23.

Таблиця 4.22

Органолептичні показники нових сиркових десертів з додаванням пасти із моркви та гарбузу

Найменування показника	Контроль згідно ДСТУ 4503:2005	Зразок №1 Сирковий десерт з пастою із моркви	Зразок №2 Сирковий десерт з пастою із гарбуза
Консистенція	Однорідна, ніжна, щільна, з наявністю або відсутністю частинок наповнювача	Однорідна, ніжна, м'яка, пастоподібна маса	Однорідна, ніжна, в міру щільна, м'яка, пастоподібна маса
Смак та запах	Чистий, кисломолочний, з запахом та смаком наповнювача	Кисломолочний, чистий, оригінальний, зумовлений смаком введеного наповнювача із кисломолочним присмаком	Кисломолочний, чистий, оригінальний, зумовлений смаком введеного наповнювача із кисломолочним присмаком
Колір та зовнішній вигляд	Білий з відтінком чи кольором наповнювача, рівномірний по всій масі	Однорідний та рівномірний по всій масі, світло-помаранчевий	Однорідний та рівномірний по всій масі, світло-жовтий

Аналіз органолептичних характеристик сиркових десертів з додаванням пасти із моркви та гарбузу показує, що вони повністю відповідали нормативним вимогам. Запах сиркових виробів залишався чистим, кисломолочним і

відчувався чітко виражений смак та запах доданих овочевих паст [171]. Консистенція ніжна, пастоподібна, в міру щільна та однорідна. Нові сиркові десерти мають оригінальний смак та приємний світло-помаранчевий та світло-жовтий кольори.

Ще однією важливою характеристикою для оцінки якості нових сиркових виробів є фізико-хімічні показники (табл. 4.23).

Таблиця 4.23

Фізико-хімічні показники нових сиркових десертів з додаванням пасти із моркви та гарбуза

Найменування показника	Контроль	Зразок №1 Сирковий десерт з пастою із моркви	Зразок №2 Сирковий десерт з пастою із гарбуза
Масова частка, %			
жиру	7,8	7,0	7,0
білку	13,3	13,3	13,3
вуглеводів	14,9	15,9	15,7
вологи	41,0	63,17	63,19
Вітамін С, мг	0,5	0,667	0,719
Масова частка β-каротину, мг	0,06	0,330	0,283
Кислотність, °Т	130	128	128
Енергетична цінність 100 г продукту, ккал	340	130	133

З отриманих даних видно, що отримані розроблені сиркові вироби характеризуються збільшеним вмістом вітаміну С та β-каротину. Енергетична цінність розроблених сиркових десертів склала 130...133 ккал.

При вивченні якості розроблених сиркових виробів протягом зберігання контролювали органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники. За контрольні точки було обрано стан продукту з інтервалом у три доби. Перші значення отримали при дослідженні щойно виготовленого продукту.

Органолептичні показники протягом зберігання змінювались не суттєво. Слід лише зазначити, що при аналізі контрольного зразка на шостий день

відчувався явний «кислий» запах, а через дев'ять діб на його поверхні з'явилися острівки плісняви. Органолептичні ж якості нових продуктів не змінилися. Динаміка зміни органолептичних показників досліджуваних зразків протягом зберігання наведено на рис. 4.6.

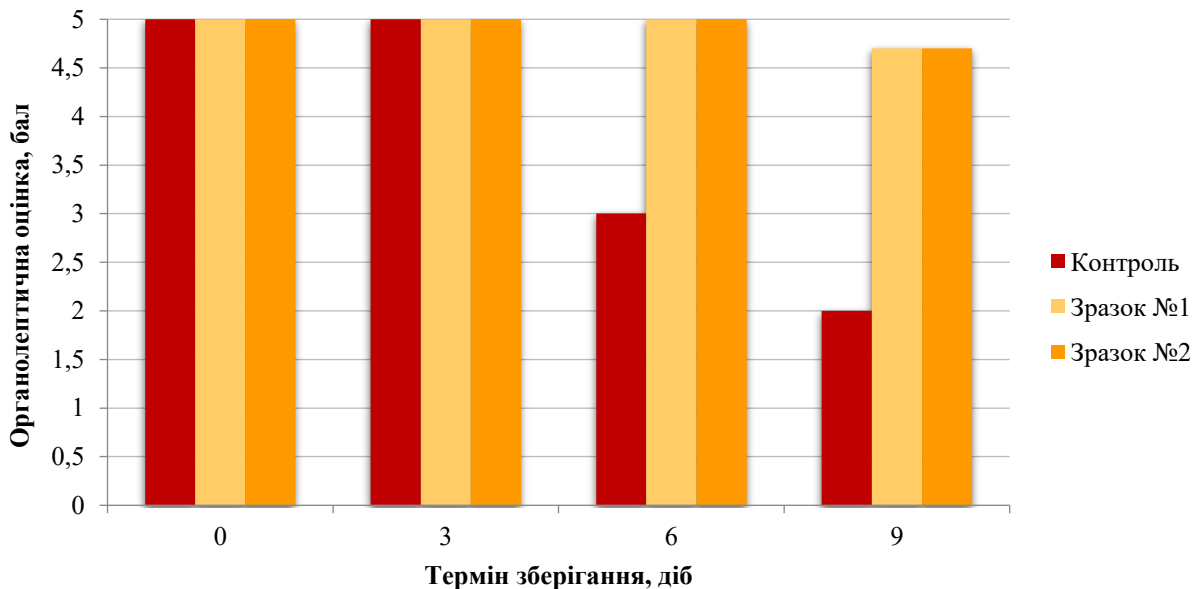


Рис. 4.6. Динаміка зміни органолептичних показників досліджуваних зразків протягом зберігання

Зміна фізико-хімічних показників у процесі зберігання досліджуваних зразків наведена в таблиці 4.24.

Зазначимо, що при зберіганні сирних виробів протягом одного і того ж часу (9 діб) коливання титрованої кислотності розробленого десерту втричі менше, ніж аналогічний показник контрольного зразка. Так як кислотність - головний показник збереження сиркових виробів, можна сказати, що додавання пасти із моркви та гарбуза виконує роль не тільки джерела біологічно активних речовин і барвника, а ще й природного консерванту.

У таблиці 4.25 наведено результати мікробіологічного дослідження розроблених сиркових десертів під час зберігання. Зміни мікрофлори сиркових десертів із використанням пасти із моркви та гарбуза протягом 9 діб зберігання показали, що бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,001 г продукту не виявлено, а кількість життєздатних клітин молочнокислих мікроорганізмів протягом всього терміну зберігання заходила в межах норми.

Зміна фізико-хімічних показників якості в процесі зберігання

Термін зберігання, днів	Контроль	Зразок №1 Сирковий десерт з пастою із моркви	Зразок №2 Сирковий десерт з пастою із гарбуза
<i>Масова частка сухих речовин, %</i>			
3	34,56	33,45	34,56
6	34,6	33,64	34,75
9	34,12	33,82	34,92
<i>Кислотність, °T</i>			
3	140	142	140
6	160	156	154
9	180	170	170
<i>Вітамін С, мг</i>			
3	0,35	0,457	0,513
6	0,15	0,298	0,218
9	0,002	0,112	0,176
<i>Масова частка β-каротину, мг</i>			
3	0,04	0,249	0,143
6	0,01	0,136	0,105
9	0,001	0,104	0,092

Таким чином, обґрунтовано доцільність використання овочевих паст із моркви та гарбуза в технології сиркових десертів, що підвищує їх біологічну цінність. Також необхідно підкреслити доцільність використання овочевих паст, які мають високий міст вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон в харчовій промисловості.

4.7. Оцінка якості плавлених сирів збагачених овочевими пастами та дослідження змін під час зберігання

Плавлені сири займають свою нішу в переліку молочних продуктів завдяки чудовому смаку, високому вмісту повноцінних білків і жирів, доповнених низкою вуглеводів, вітамінів, мінеральних та біологічно активних речовин [172]. Мало того, застосовувані сучасні технології дають змогу суттєво

Результати мікробіологічних досліджень зразків протягом зберігання

Термін зберігання, діб	Найменування показника	Зразок №1 Сирковий десерт з пастою із моркви	Зразок №2 Сирковий десерт з пастою із гарбуза
На момент виготовлення	Кількість життєздатних клітин молочнокислих мікроорганізмів, КУО/см ³	10·10 ⁵	9·10 ⁵
	Наявність БГКП	В 0,001 г не виявлено	
3	Кількість життєздатних клітин молочнокислих мікроорганізмів, КУО/см ³	15·10 ⁵	13·10 ⁵
	Наявність БГКП	В 0,001 г не виявлено	
6	Кількість життєздатних клітин молочнокислих мікроорганізмів, КУО/см ³	21·10 ⁵	18·10 ⁵
	Наявність БГКП	В 0,001 г не виявлено	
9	Кількість життєздатних клітин молочнокислих мікроорганізмів, КУО/см ³	29·10 ⁵	27·10 ⁵
	Наявність БГКП	В 0,001 г не виявлено	

урізноманітнити асортимент плавлених сирів, пропонуючи споживачам вироби з різними смаками, консистенціями, текстурами, кольорами, формою упаковки тощо.

Для надання плавленому сиру оригінального зовнішнього вигляду зазвичай застосовують наповнювачі, спеції, прянощі [173]. Крім того, технології виготовлення плавлених сирів дозволяють вводити в їх склад біологічно цінні добавки, овочі, фрукти, натуральну зелень, гриби, паприку та інші компоненти. Все це дає змогу задовольняти смаки найвибагливіших споживачів. І все ж

виробники й науковці не припиняють винаходити все нові й нові варіанти технологій, покликані привабити широкий загал до своїх все більш досконалих продуктів [174].

Органолептичну оцінку розроблених плавлених сирів з додаванням пасти із моркви та гарбуза проводили за стандартними показниками: зовнішній вигляд, смак та запах, колір, консистенція, вид на розрізі [175]. Результати дослідження наведені в таблиці 4.26.

Таблиця 4.26

Органолептичні показники розроблених зразків плавленого сиру

Найменування показника	Контроль	Зразок №1 Плавлений сир з пастою із моркви	Зразок №2 Плавлений сир з пастою із гарбуза
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, рівна, без механічних ушкоджень, сторонніх нашарувань	Поверхня сиру чиста, гладка та з глянцем	Поверхня чиста, рівна, без механічних ушкоджень
Смак та запах	Виражений сирний, в міру гоструватий	Приємний, яскраво виражений смак і запах плавленого сиру з легким присмаком добавки	Яскраво виражений смак і запах плавленого сиру з легким присмаком добавки
Колір	Білий, однорідний за всією масою. Без відтінку смакових та харчових наповнювачів	Однорідний за всією масою, рівномірний, світло-жовтий	Однорідний за всією масою, рівномірний, помаранчевий
Консистенція	Щільна, пружна, пластична, пастоподібна, однорідна по всій масі, наявність мікропустот	У міру щільна, пастоподібна, пластична, легко намазується, однорідна по всій масі	Щільна, пружна, пластична, пастоподібна, однорідна по всій масі
Вид на розрізі	Монолітний, без малюнка	Монолітний, без малюнка, з включенням частинок	Монолітний, без малюнка, з включенням частинок

За органолептичними показниками всі зразки повністю відповідають вимогам ДСТУ 4635:2006. Розроблені плавлені сири з додаванням пасти із моркви та гарбуза мають оригінальний смак і аромат, приємний жовтувато-помаранчевий колір.

Поверхня сиру чиста, гладка з глянцем, консистенція ніжна, пастоподібна, в міру щільна, однорідна з включенням частинок пасти з моркви та гарбуза. Аналіз даних проведеної органолептичної оцінки свідчить про позитивний вплив овочевих паст на такі показники, як смак, запах, консистенція, колір плавлених сирів.

Крім органолептичних показників, досліджували фізико-хімічні показники якості, які наведені в таблиці 4.27.

Розроблені плавлені сири відрізняються високим вмістом вітаміну С та β-каротину. Також містять більше сухих речовин у порівнянні з контролем.

Таблиця 4.27

Фізико-хімічні показники якості розроблених плавлених сирів

Найменування показника	Контроль	Зразок №1 Плавлений сир з пастою із моркви	Зразок №2 Плавлений сир з пастою із гарбуза
Масова частка вологи, %	50,0	48,6	49,5
Вміст масової частки жиру, % в сухій речовині	20,0	20,12	20,1
Титрована кислотність °Т	228,1	229,2	229,8
Вміст масової частки кухонної солі, %	2,5	2,5	2,3
Вітамін С, мг	1,2	2,569	2,850
Масова частка β-каротину, мг	0,08	2,602	1,935
Активна кислотність, рН	5,8	5,7	5,7

Аналізуючи отримані експериментальні дані, можна дійти висновків, що фізико-хімічні показники контрольного і дослідних зразків відрізняються своїми значеннями, що пов'язано з використанням овочевої пасти. Титрована

кислотність у досліджуваних зразках зумовлена величиною кислотності вихідної основної та допоміжної сировини (твердих незрілих сичугових сирів, кисломолочного сиру, солей-плавителів), а також накопичення молочної кислоти. Як відомо, протягом перших годин після виготовлення кислотність плавлених сирів максимальна, так, у контрольному зразку вона становила 228,1 °Т, що відповідає нормальному кислотному утворенню та нормальному ходу біохімічних процесів. Внесення овочевих паст призвело до незначного підвищення кислотності на 1–1,5 °Т у досліджуваних зразках.

Наступними етапом досліджень було вивчення зміни якості розроблених плавлених сирів при зберіганні у наступному температурному режимі: температура 0...5 °С та відносна вологість повітря 80-85%. Термін зберігання склав 50 діб. Слід зазначити, що зразки плавленого сиру зберігалися у герметичній парі з полімерного матеріалу. Результати досліджень органолептичних показників при даному режимі зберігання наведено на рисунку 4.7.

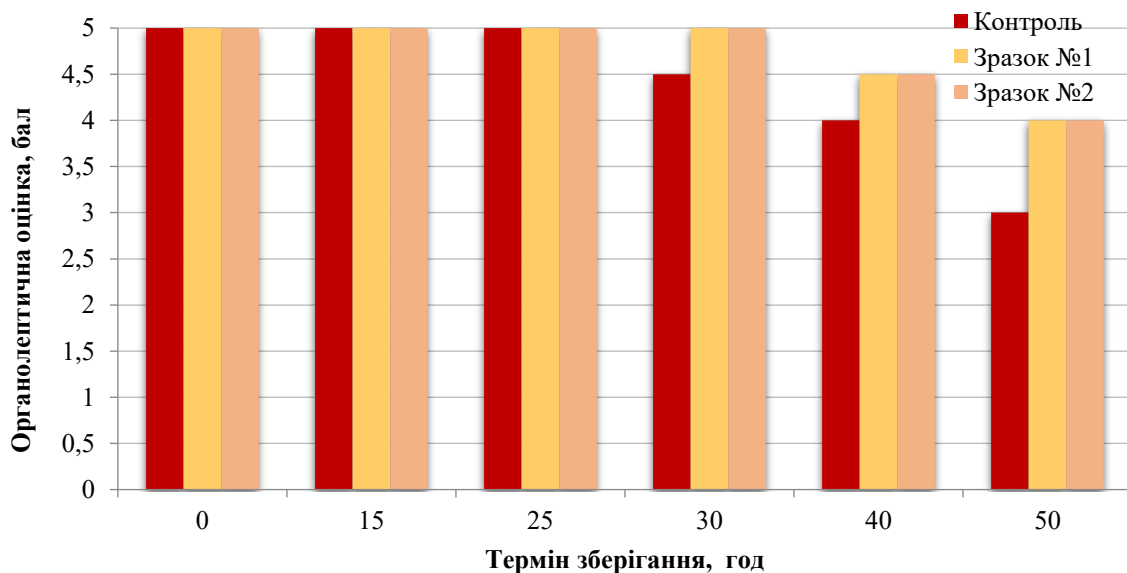


Рис. 4.7. Динаміка зміни органолептичних показників досліджуваних зразків протягом зберігання

З даних, представлених на рисунку 4.12 видно, що розроблені зразки плавленого сиру під час закладання на зберігання мали високі органолептичні

показники, які не змінилися протягом 40-ти днів зберігання, крім контрольного зразка, який почав змінювати органолептичну оцінку вже після 30 діб зберігання – він мав суху поверхню та кислий запах. Після 40-а днів зберігання розроблені зразки плавленого сиру набули лише слабо вираженого кислуватого запаху; у контрольного зразку спостерігалися суттєві зміни органолептичних показників – він набув вираженого кислого запаху та смаку, невластиву йому консистенцію, у порівнянні з початковими результатами, відділилась невелика кількість сироватки. Після кінцевого терміну зберігання (50 днів) контроль набув пастоподібної консистенції з ознаками бродіння (вспучування всієї маси) та різкий запах. Розроблені зразки плавлених сирів суттєво не змінили органолептичну оцінку, а лише спостерігалось невелике відділення сироватки на поверхні, та слабо відчутній кислуватий запах.

Таким чином, можна сказати, що за результатами органолептичних показників при зберіганні розроблених зразків у даному режимі зберігання (температура 0...5°C та відносна вологість повітря 80-85%) вони мають найбільш подовжений термін зберігання порівняно з контролем без зміни органолептичної оцінки якості. Для більш об'єктивного оцінювання змін у процесі зберігання зразків досліджували їхні фізико-хімічні показники (таблиця 4.28).

З отриманих даних встановлено, що вміст масової частки сухих речовин у всіх досліджуваних зразках збільшується за рахунок випаровування вологи. Однак, у з розроблених разків випаровування вологи йде повільніше.

Вміст вітаміну С в розроблених зразках плавленого сиру з овочевими пастами інтенсивно знижувався й на кінець зберігання він складав лише 1,04...1,17 мг.

Встановлено, що рН контрольного зразку плавленого сиру через 50 діб становив 3,5, спочатку зберігання - 5,8, в той час, як рН нових видів плавлених сирів через 50 діб не змінився не так інтенсивно і складав відповідно спочатку 5,7 та через 50 діб 4,5. Це свідчить про те, що якість нового плавленого сиру через 50 діб практично не змінилася.

Фізико-хімічні показники зразків плавленого сиру у процесі зберігання

Термін зберігання, діб	Контроль	Зразок №1 Плавлений сир з пастою із моркви	Зразок №2 Плавлений сир з пастою із гарбуза
<i>Масова частка сухих речовин, %</i>			
15	52,3	51,4	50,9
25	52,9	51,9	51,3
30	53,4	52,3	51,7
40	53,9	52,7	52,1
50	54,2	53,1	52,9
<i>Титрована кислотність, °Т</i>			
15	228,2	229,3	229,4
25	228,7	229,6	229,7
30	228,9	229,9	229,9
40	229,2	230,3	230,2
50	229,9	230,5	230,6
<i>pH</i>			
15	5,8	5,7	5,8
25	4,9	5,2	5,4
30	4,2	4,9	5,1
40	3,8	4,7	4,8
50	3,5	4,5	4,6
<i>Вітамін С, мг</i>			
15	0,92	2,15	2,31
25	0,45	1,89	1,94
30	0,26	1,57	1,65
40	0,13	1,28	1,32
50	0,08	1,04	1,17
<i>Масова частка β-каротину, мг</i>			
15	0,04	2,345	1,785
25	0,02	2,103	1,354
30	0,01	1,843	1,101
40	0,001	1,568	0,968
50	0,001	1,213	0,789

Таким чином, проведені дослідження динаміки зміни фізико-хімічних показників якості розроблених плавлених сирів зберігаються вдвічі краще, ніж контрольний зразок. Так, термін зберігання без змін якості продукції контрольного зразку становив 15 діб, нового плавленого сиру - 30 діб.

Наступним етапом дослідження було вивчення зміни мікробіологічних показників (табл. 4.29).

Плавлені сири з додавання овочевих паст як і всі молочні продукти відносяться до швидкопсувних продуктів. В процесі зберігання в плавленому сирі можуть розвиватися різні мікробіологічні процеси. В процесі дослідження було апробовано найбільш поширений температурний режим зберігання плавленого сиру для визначення оптимальних термінів його зберігання. Зразки плавлених сирів в процесі зберігання досліджувались за наступними мікробіологічними показниками: наявність бактерій групи кишкових паличок, наявність КМАФАнМ, наявність патогенних мікроорганізмів, в т.ч. бактерій роду *Salmonella*.

Аналіз даних таблиці 4.29 показує, що зберігання розробленого плавленого сиру з овочевими пастами при температурі $0...+5^{\circ}\text{C}$ дозволяє забезпечити його збереження протягом 50 діб. Протягом цього часу в досліджуваних плавлених сирах не виявлені бактерії групи кишкових паличок, мезофільні, аеробні й факультативно-анаеробні мікроорганізми, а також патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду *Salmonella*.

Таблиця 4.29

Результати мікробіологічних досліджень досліджуваних зразків протягом зберігання

Термін зберігання, діб	Найменування показника	Зразок №1 Плавлений сир з пастою із моркви	Зразок №2 Плавлений сир з пастою із гарбуза
На момент виготовлення	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО, в 1г продукту	$3,0 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^4$
	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не виявлено	
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,01г продукту	Не виявлено	
15	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО, в 1г продукту	$3,4 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^4$
	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не виявлено	
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,01г продукту	Не виявлено	
25	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО, в 1г продукту	$3,9 \cdot 10^4$	$3,9 \cdot 10^4$
	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не виявлено	
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,01г продукту	Не виявлено	
30	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО, в 1г продукту	$4,0 \cdot 10^4$	$4,1 \cdot 10^4$
	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не виявлено	
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,01г продукту	Не виявлено	

Продовження таблиці 4.29

40	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО, в 1г продукту	$4,2 \cdot 10^4$	$4,3 \cdot 10^4$
	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella, в 25 г продукту	Не виявлено	
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,01г продукту	Не виявлено	
50	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО, в 1г продукту	$4,4 \cdot 10^4$	$4,5 \cdot 10^4$
	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella, в 25 г продукту	Не виявлено	
	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,01г продукту	Не виявлено	

ВИСНОВКИ

Відзначено, що серед інших видів молока, коров'яче молоко застосовується найбільш широко як для вживання в готовому вигляді, так і для приготування різних молочних продуктів. Показано, що молочні продукти є одним із основних компонентів у раціоні харчування людини, незалежно від статі та вікової групи споживачів. Зазначене обумовлено не лише смаковими якостями, а й забезпеченням організму усіма необхідними, для людини харчовими нутрієнтами: повноцінним кальцієм, необхідним для роботи нервової, кісткової та серцево-судинної системи, а також повноцінним білком (білки кисломолочних продуктів знаходяться у денатурованому стані, що істотно полегшує засвоєння організмом людини). Ліпіди молока містять значну кількість ненасичених жирних кислот арахідонової, ліноленової і ліноленової. Також перевагою кисломолочних продуктів є вміст молочнокислих та -біфідобактерій, які нормалізують склад і функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, вбивають гнильні та хвороботворні мікроорганізми, що знаходяться в організмі людини.

Показано, що існує близько 400 назв традиційних та комерційних видів ферментованих молочних продуктів. Сучасні проблеми підвищення конкурентоспроможності виробників молочних товарів є актуальними, а заходи держави, спрямовані на забезпечення високих стандартів безпеки та якості молочної продукції, які є правилом для провідних світових виробників, починають, належним чином, реалізовуватись і в Україні.

Показано, що в умовах існуючого екологічного і соціального стану, молочні продукти відповідають запитам сучасності щодо вмісту корисних компонентів та позитивному впливу на функціонування організму людини, тому є конкурентоспроможними і перспективними для розширення асортименту за рахунок формування якості та надання властивостей функціональності. Тому, на сьогодні, на підприємствах молочної галузі приділяється значна увага

впровадженню інноваційних розробок як щодо розширення асортименту та збільшення випуску функціональних продуктів, так і відносно технологічних реконструкцій, у тому числі впровадження на підприємствах системи менеджменту безпеки, вдосконалення і посилення контролю якості на виробництві, використання сучасних методів визначення якості молочних товарів.

Виходячі з зазначеного, вченими обговорюються різні підходи, щодо використання низки нових інгредієнтів для збагачення молока та молочних продуктів. Серед збагачувальних компонентів виділяють такі як вітаміни А, D, С, кальцій і комплекси інших вітамінів і мінералів, жирні кислоти омега-3, порошки із мікрводоростей та крілпорошки з амаранту, різні види рослинної клітковини (з ямсу, моркви, фініків, апельсину, волокна яблук, пшениці, бамбука, лопуха), вичавки маракуї, яблук, фрукти та овочі у різних технологічних (свіжі, соки, порошок, пюре та екстракт).

Засновуючись на вподобаннях споживачів та позиціях технологічного суміщення компонентів, які забезпечують стабільність якісних показників продуктів, відзначено, що найбільш раціональним є коригування складу при використанні плодово-ягідної та овочевої сировини. Саме добавки з цих сировинних компонентів є найбільш персективними, а функціональні молочні продукти з їх використанням мають достатній попит серед споживачів та конкурентоспроможні переваги поряд з іншими продуктами галузі.

На основі маркетингових досліджень і результатів експертної оцінки, методом апріорного ранжирування чинників вибрано сировину для виробництва молочної продукції: гарбуз свіжий, морква свіжа.

Отримано овочеві пасту з обраної сировини для подальшого використання у складі молочної продукції. Визначено оптимізований склад паст з моркви та гарбуза. Доведено оптимальний режим стерилізації паст. Встановлено, що їх органолептичні (зовнішній вигляд, запах, колір, смак) характеризує високу якість розробленої продукції. Для об'єктивної оцінки збереження кольору за допомогою спектрального аналізу досліджені ремісійні характеристики

сировини і розроблених овочевих паст. Використана сировина і пасти з гарбуза і моркви мають практично однакові ремісійні характеристики (коефіцієнт відображення R на 1...3% нижче у овочевих паст). Максимальні значення коефіцієнта відображення в контрольних зразків зміщені в область жовтого кольору.

Визначено хімічний склад розробленого продукту, аналіз даних свідчить про те, що розроблені пасти відрізняються більш високим вмістом сухих речовин (30,4...31,4) у порівнянні із сировиною, що є одним з основних факторів, які визначають як харчову цінність, так і консистенцію продуктів. Загальна сума цукрів у пастах з гарбуза і моркви складає 21,72...24,02%, що характеризує відносно невисоку цукроємність. За рахунок використання в рецептурах паст цедри цитрусових вміст клітковини в них трохи вище, ніж в овочах і коливається від 1,1 до 1,2%. Титруєма кислотність овочевих паст у перерахуванні на яблучну кислоту складає 0,43...0,46%, що дозволяє застосовувати більш щадячі режими стерилізації.

Досліджено мінеральний та вітамінний склад розроблених паст. Доведено, що вміст мінералів та вітамінів у пастах з гарбуза і моркви вище, ніж у сировині.

Проаналізовано вміст контамінантів у розроблених пастах. Результати досліджень свідчать про значний вплив обраного нами способу обробки овочів на ступінь видалення важких металів.

Мікробіологічний контроль якості овочевих паст у процесі їхнього виробництва включає контроль продуктів, що консервуються, перед стерилізацією і після неї. Доведено відповідність розроблених паст вимогам промислової стерильності.

За допомогою математичного моделювання підібрано композицію інгредієнтів для одержання нових молочних продуктів, збагачених пастою з моркви, та молочних продуктів, збагачених пастою з гарбуза, із заданими органолептичними показниками та максимально збалансованим вмістом харчових речовин. Науково обґрунтовано та встановлено раціональний рецептурний склад сировинних компонентів для виробництва нових молочних

продуктів з використанням пасти з моркви / пасти з гарбуза:

- молока питного: паста з моркви / з гарбуза – 2,5...3,25%; молоко – 96,75...97,5%.

- вершків з пастою з моркви: питні вершки 88,0 %, паста з моркви 12,0 %; вершків з пастою з гарбуза: питні вершки 90,0%, паста з гарбуза 10,0%.

- кефіру з пастою з моркви: кефір 68,0 %, паста з моркви 32,0 %; кефіру з пастою з гарбуза: кефір 70,0%, паста з гарбуза 30,0%.

- йогурту з пастою з моркви: йогурт 65,0 %, паста з моркви 35,0 %; йогурту з пастою з гарбуза: йогурт 67,0%, паста з гарбуза 33,0%.

- сметани з пастою з моркви: сметана 88,0 %, паста з моркви 12,0 %; сметани з пастою з гарбуза: сметана 90,0%, паста з гарбуза 10,0%.

- сиркових десертів з пастою з моркви: сирковий десерт 97,0 %, паста з моркви 3,0 %; сиркових десертів з пастою з гарбуза: сирковий десерт 97,0%, паста з гарбуза 3,0%.

- плавлених сирів із пастою з моркви: плавлений сир 72,0 %, паста з моркви 28,0 %; плавлених сирів із пастою з гарбуза: плавлений сир 75,0%, паста з гарбуза 25,0%.

Аналізуючи отримані результати досліджень органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості збагаченого молока можна зробити висновок, що якість збагаченого молока залежить перш за все від вихідної сировини, використаної при його виготовленні. Хімічний склад молока з додаванням пасти із моркви та гарбуза обумовлює харчову, енергетичну та фізіологічну цінність збагаченого молока. Після внесення овочевих паст за органолептичними показниками відмічено, що смак і запах розроблених зразків були чистими, приємними, відчувався добре виражений солодкуватий присмак овочевої пасти. Консистенція зразків була однорідна, овочева паста добре розчинювалась, але через деякий час випадала в осад. При легкому струшуванні однорідність усіх зразків відновлювалась. Колір був кремовим та рівномірним за всією масою. Фізико-хімічні показники розроблених зразків відрізнялись від контрольного зразка щодо вмісту вітаміну С та β-каротину. Встановлено, що

додавання овочевих паст подовжує термін зберігання молока. Так, контрольний зразок через 72 години мав кислуватий присмак на відміну від розроблених зразків. За мікробіологічними показниками розроблені зразки відповідали встановленим вимогам нормативної документації.

Встановлено, що розроблені зразки питних вершків з пастою з моркви та гарбуза характеризувались високою органолептичною оцінкою. Встановлено, що в усіх зразках були отримані результати, які не суперечать вимогам нормативної документації на дану продукцію. При додаванні овочевих паст вміст вітаміну С та β -каротину зростає. При дослідженні органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, встановлено, що термін придатності питних вершків збільшується на 2-3 дні.

Установлено, що завдяки введенню у кефіри овочевих паст з моркви та гарбуза, органолептичні властивості зразків кефірів набули більш приємного зовнішнього вигляду та смакових властивостей, а також збільшився їх термін зберігання. При додаванні овочевих паст вміст вітаміну С та β -каротину зростає. Введення натуральних вітамінів та антиокислювачів у кефір, шляхом додавання у продукт добавок з овочевої сировини, здійснює позитивний вплив на підвищення стійкості продукту при зберіганні, знижує величину окислювально-установчого потенціалу, гальмує гідролітичні процеси у молочному жирі, інгібує швидкість утворення перекисів та карбонових сполук. Встановлено, що за результатами органолептичних показників при зберіганні зразків у даному режимі, розроблені зразки кефірів з додаванням паст з моркви та гарбуза мають подовжений термін зберігання – до 144 год., на відміну від контролю який має термін зберігання лише – 120 год. До того ж зразок кефіру з пастою із моркви пізніше за всі зразки піддався псуванню протягом досліджуваного часу. Також додавання овочевої добавки дозволяє не лише розширити асортимент кефірів та підвищити харчову, біологічну цінність, а й збільшити термін їх придатності.

Відповідно до отриманих результатів дослідження органолептичних показників якості нових видів йогуртів, можна зробити висновок, що овочеві пасти значно впливають на смакові властивості продукту. Смак та запах

розроблених зразків йогуртів були гармонійними з легким ароматом і присмаком овочевих паст. Колір білий з відтінком наповнювачів, рівномірний по всій масі. Додавання овочевих паст обумовили активну кислотність у межах 4,72-4,75. Крім того, ці наповнювачі виконують роль пластифікаторів та обумовлюють ніжну консистенцію продуктів, а також збільшують масову частку сухих речовин. За рахунок введення в рецептуру йогурту овочевих паст збагатили продукт вітаміном С та β -каротином.

Проведені дослідження показали, що завдяки використанню овочевих паст для збагачення сметани, розроблені зразки є більш стійкими під час зберігання до окислювальних процесів, розвитку мікроорганізмів, бо в них вже містяться всі біологічно активні речовини, які сприяють гальмуванню або попередженню процесів псування. Термін зберігання розроблено продукту збільшується на 3 доби порівняно з контрольним зразком, бо разом з овочевою пастою сметана стала збагаченою й на біологічно активні речовини, які гальмують або попереджують процес псування.

Розроблені сиркові вироби характеризуються збільшеним вмістом вітаміну С та β -каротину. Енергетична цінність розроблених сиркових десертів склала 130...133 ккал. Органолептичні показники протягом зберігання змінювались не суттєво. Слід лише зазначити, що при аналізі контрольного зразка на шостий день відчувався явний «кислий» запах, а через дев'ять діб на його поверхні з'явилися острівки плісняви. Органолептичні ж якості нових продуктів не змінилися. Встановлено, що розроблені зразки є більш стійкими під час зберігання.

Розроблені плавлені сири відрізняються високим вмістом вітаміну С та β -каротину. Також містять більше сухих речовин у порівнянні з контролем. Зберігання розробленого плавленого сиру з овочевими пастами при температурі 0...+5 °С дозволяє забезпечити його збереження протягом 50 діб. Протягом цього часу в досліджуваних плавлених сирах не виявлені бактерії групи кишкових паличок, мезофільні, аеробні й факультативно-анаеробні мікроорганізми, а також патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду *Salmonella*.

Проведені дослідження динаміки зміни фізико-хімічних показників якості розроблених плавлених сирів зберігаються вдвічі краще, ніж контрольний зразок. Так, термін зберігання без змін якості продукції контрольного зразку становив 15 діб, нового павленого сиру – 30 діб. Аналізуючи отримані експериментальні дані, встановлено, що фізико-хімічні показники контрольного і дослідних зразків відрізняються своїми значеннями, що пов'язано з використанням овочевої пасти.

Розроблені продукти можуть рекомендуватися для усіх вікових та професійних груп, у тому числі промисловим робітникам, дітям дошкільного віку, учням та багатьом іншим групам населення, а також для дитячого та дієтичного харчування, бо містять значну кількість біологічно активних речовин, які сприяють попередженню небажаного псування продукту та мобілізації захисних сил організму, мають високі споживні властивості та збільшені терміни зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шиян Н., Москаленко В., Шабинский О., Печко В. Моделирование и прогнозирование цен на молоко. *Экономика сельского хозяйства и ресурсов: Международный научный электронный журнал*. 2021. № 7(1), С. 81–95. DOI: 10.51599/ar.2021.07.01.05 (дата звернення: 25.02.2023).
2. Богатко Н., Лясота В., Букалова Н., Артеменко Л., Богатко Л., Салата В., Дашковский О. Санитарно-гигиеническая оценка молока зерновых различных производителей в соответствии с международными требованиями. *Научный вестник ЛНУ ветеринарной медицины и биотехнологий. Серия: Ветеринарные науки*. 2018. В. 20, № 83. С. 88–92. DOI: 10.15421/nvlvet8317 (дата звернення: 25.02.2023).
3. Богатко Н. М., Лясота В. П., Букалова Н. В., Артеменко Л. П., Богатко Л. М., Салата В. З., Дашковський О. О. Санітарно-гігієнічна оцінка молока коров'ячого різних виробників відповідно до міжнародних вимог. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. 2018. Т 20, № 83. С. 88–92. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/235835396.pdf> (дата звернення : 25.02.2023).
4. Эрли Р. Вибір сировини: молоко та молочні продукти. Мікробіологія молока і молочних продуктів. 29.06.2016. URL: <https://uk.baker-group.net/quality-control/microbiology-of-milk-and-milk-products/choosing-raw-materials-milk-and-dairy-products.html> (дата звернення : 05.03.2023).
5. Зубченко В. В. Якість молока як основний чинник забезпечення конкурентоспроможності продукції. *Вісник аграрної науки*. 2011. №4. С. 79–81.
6. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів. Київ : Вища освіта, 2006. 351 с.
7. Development of composition and technology of new functional foods - koumiss, thane, ayran / A. V. Solovieva, Y. A. Zhukova, L. S. Strelnikov, O. S. Kalyuzhnaya / *Актуальні питання розробки нових лікарських засобів: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів, м. Харків, 21 квіт. 2016*

р. / Націон. фарм. ун-т. Харків, 2016. С. 373–374.

8. Спосіб виробництва функціонального кисломолочного продукту «Дивосил»: пат. 97772 Україна: А23С 9/127. № u 201106552; заявл. 25.05.2011, опубл. 12.03.2012. Бюл № 5. 2с.

9. Дідух, Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.16 Одеса: ОНАХТ, 2008. 37 с. URL: <https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/2538> (дата звернення: 25.02.2023).

10. Schennink A., Heck J. M. L., Bovenhuis H., Visker M. H. P. W., Valenberg H. J. F., Arendonk J. A. M. Milk Fatty Acid Unsaturation: Genetic Parameters and Effects of Stearoyl-CoA Desaturase (*SCD1*) and Acyl CoA: Diacylglycerol Acyltransferase 1 (*DGAT1*). *Journal of Dairy Science*. 2008. Vol. 91, Is. 5. P. 2135–2143. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0825> (date of access: 06.03.2023).

11. Coelho A. I., Berry G. T., Rubio-Gozalbo M. E. Galactose metabolism and health. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*. Vol. 18, № 4 P. 422–427. DOI: 10.1097/MCO.000000000000189 (date of access: 06.03.2023).

12. Біотехнологічні аспекти застосування штамів з β -галактозидазною активністю у виробництві ферментованих молочних продуктів / Мінорова А. В. та ін.. *Продовольчі ресурси*. 2021. рік Вип. №16 ст. 12. С. 117–134. URL: <https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-12> (Дата звернення: 06.03.2023).

13. Мосієнко В. С., Мосієнко М. Д, Рябуха В. М. Молочнокислі бактерії, їх властивості та використання в медичній практиці. *Українській хіміотерапевтичний журнал*. 2002. № 1 (13). С. 16–23. URL: <http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/uhj/02/pdf02-1/18.pdf> (Дата звернення: 06.03.2023).

14. Halmos E. P., Christophersen C. T., Bird A. R., Shepherd S. J., Gibson P. R., Muir J. G. Diets that differ in their FODMAP content alter the colonic luminal microenvironment. *PubMed*. 2015. Vol. 64 (1). P. 93–100. DOI: 10.1136/gutjnl-2014-307264 (date of access: 06.03.2023).

15. Heidi M. Staudacher, Miranda C. E. Lomer, Jacqueline L. Anderson, Jacqueline S. Barrett, Jane G. Muir, Peter M. Irving, Kevin Whelan, Fermentable Carbohydrate Restriction Reduces Luminal Bifidobacteria and Gastrointestinal Symptoms in Patients with Irritable Bowel Syndrome. *The Journal of Nutrition*, Vol. 142, Is. 8. P. 1510–1518. URL: <https://doi.org/10.3945/jn.112.159285> (date of access: 06.03.2023).
16. Usai-Satta P., Scarpa M., Oppia F., Cabras F. Lactose malabsorption and intolerance: What should be the best clinical management? *World J. Gastrointest. Pharmacol. Ther.* 2012. Vol. 3 (3). P. 29–33. DOI: 10.4292/wjgpt.v3.i3.29 (date of access: 06.03.2023).
17. Ruth M. Feeley, Patricia E. Criner, Elizabeth W. Murphy, Edward W. Toepfer. Major mineral elements in dairy products. *Journal of the American Dietetic Association*. 1972. Vol. 61 (5). P. 505–510. URL: [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(21\)15318-0](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(21)15318-0) (date of access: 08.12.2022).
18. Переваги молока і молочних продуктів та проблеми, пов'язані з їх споживанням. *Молоко та молочні продукти. Журнал «Гален»*. С. 2. URL: <https://ua.koshachek.com/articles/perevagi-moloka-ta-molochnih-produktiv-ta-problemi-2.html> (дата звернення: 08.12.2022).
19. Silanikove N., Leitner G., Merin U. The Interrelationships between Lactose Intolerance and the Modern Dairy Industry: Global Perspectives in Evolutional and Historical Backgrounds Nutrients. 2015. Vol. 7 (9). P. 7312–7331. DOI: 10.3390/nu7095340 (date of access: 08.12.2022).
20. Woźniak D, Cichy W, Dobrzyńska M, Przysławski J, Drzymała-Czyż S. Reasonableness of Enriching Cow's Milk with Vitamins and Minerals. *Foods*. 2022, 11 (8), P. 1079. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11081079> (date of access: 08.12.2022).
21. Дидух О., Дидух Т. Молочная Стабилизация. *Переработка молока*. URL : <http://www.milkbranch.ru/publ/view/167.html> (Дата звернення: 13.03.2023)
22. Инновационные продукты и ингредиенты–драйверы молочного рынка IA DairyNews.today. URL: <https://dairynews.today/news/innovatsionnye->

produkty-i-ingredienty-drayvery-mol.html (дата звернення: 08.12.2022).

23. Молочні та молоковмісні продукти. Користь чи шкода? *Головне управління Держпродспоживслужби в Хмельницькій області* на дату 03.03.2020.

URL: <https://consumerhm.gov.ua/1772-molochni-ta-molokovmisni-produkti-koristi-chi-shkoda-falsifikatsiya-tse-zlochyn> (дата звернення: 08.12.2022).

24. Эрли Р. Вибір сировини: молоко та молочні продукти. Мікробіологія молока і молочних продуктів. 29.06.2016. URL: <https://uk.baker-group.net/quality-control/microbiology-of-milk-and-milk-products/choosing-raw-materials-milk-and-dairy-products.html> (дата звернення: 08.12.2022).

25. Габриелян Д.С. Ресурсосберегающая технология обогащенных кисломолочных напитков / Д.С. Габриелян. *Пищевая промышленность*. 2014. № 8. С. 12–14.

26. Bintsis T., Papademas Ph. The Evolution of Fermented Milks, from Artisanal to Industrial Products: A Critical Review. *Fermentation*. 2022. 8 (12). P. 679. URL: <https://doi.org/10.3390/fermentation8120679> (date of access: 08.12.2022).

27. Odunfa S. A. African Fermented Foods: From Art to Science. *Mircen Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*. 1988. № 4. P. 259–273. URL: <https://doi.org/10.1007/BF01096132> (date of access: 05.12.2022).

28. Скопенко Н. С., Бовкун А. О. Сучасний стан та тенденції розвитку молочної галузі України. *Молочные и жировые продукты*. 2011. № 4. С. 36–37. URL:

<https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/30309/1/dairy%20industry.pdf> (дата звернення: 05.12.2022).

29. Пирог Т. П., Антонюк М. М., Скроцька О. І., Кігель Н.Ф. Харчова біотехнологія. НУХТ, 2018. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/24994/1/Harchova.pdf> (дата звернення: 20.02.2023).

30. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів : Навчальне видання. Київ : Вища освіта, 2006. 351 с.

31. Шендеров Б.А. Инновационные продукты и ингредиенты–драйверы

молочного рынка. *Молочная промышленность*. 2013. № 6. С. 62–66.

32. Gebreyowhans S., Lu J., Zhang S., Pang X., Lv J. (2019). Dietary enrichment of milk and dairy products with n-3 fatty acids: A review. *International Dairy Journal*. Vol. 97. 158–166. URL: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.05.011> (date of access: 05.12.2022).

33. Савченко О. А., Грек О. В., Красуля О. О. Сучасні технології молочних продуктів: Підручник. К. : ЦП «Компринт», 2018. 218 с.

34. Дзюбинський А. В., Дзюбинська О. В., Речун О. Ю. Проблеми та перспективи ринку кисломолочних продуктів. *Товарознавчий вісник*. Вип. 1 (11), грудень 2019. С. 22–28. DOI:10.36910/6775-2310-5283-2018-11-03. (дата звернення: 20.02.2023).

35. Salehi F. Physico-chemical and rheological properties of fruit and vegetable juices as affected by high pressure homogenization: A review. *International Journal of Food Properties*. 2020. 23 (1). P 1136–1149.

36. Ramirez-Santiago C., Ramos-Solis, L. Lobato-Calleros, C. Peña-Valdivia C., Vernon-Carter E. J., Alvarez-Ramírez J.. Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. *Journal of Food Engineering*. 2010. Vol. 101 (3). P. 229–235.

37. Espírito Santo A. P. D., Silva R. C., Soares F. A. S. M., Anjos D. Gioielli, L. A., & Oliveira, M. N. Açaí pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. *International Dairy Journal*. 2010. Vol. 20 (6). P. 415–422. URL : <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2010.01.002> (date of access: 05.12.2022).

38. Issar K., Sharma P. C., & Gupta A. Utilization of apple pomace in the preparation of fiber-enriched acidophilus yoghurt. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017. Vol. 41 (4), e1. 3098. URL: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13098> (date of access: 20.12.2022).

39. McCann T. H., Fabre F., Day L. Microstructure, rheology and storage stability of low-fat yoghurt structured by carrot cell wall particles. *Food Research International*. 2011. Vol. 44 (4). P. 884–892.

40. Hashim I., Khalil A., & Afifi, H. Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92(11), 5403–5407. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2234> (date of access: 20.12.2022).

41. García-Pérez F. J., Lario Y., Fernández-López J., Sayas E., PérezAlvarez J. A., & Sendra E. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. *Color Research & Application*. 2005. Vol. 30 (6). 457–463. URL : <https://doi.org/10.1002/col.20158> (date of access: 20.12.2022).

42. Sah B. N. P., Vasiljevic T., McKechnie S., & Donkor O. N. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*. 2016. Vol. 65. P. 978–986 (date of access: 20.12.2022).

43. Барштейн В.Ю., Круподьорова Т.А. Якісний і кількісний склад вуглекислотного екстракту амаранту та відходу екстракції – шроту. URL: https://nd.nubip.edu.ua/2015_8/5.pdf (дата звернення: 16.02.2023).

44. Волов І. І., Кателевська Н. М. Використання регуляторів консистенції у харчовій промисловості та їх вплив на здоров'я людини. *Wissenschaftliche Ergebnisse und Errungenschaften: 2020: der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ΛΟΓΟΣ» zu den Materialien der internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, 25. Dezember, 2020. München, Deutschland: Europäische Wissenschaftsplattform*. P. 46–48. DOI 10.36074/25.12.2020.v2.12 (дата звернення: 16.02.2023).

45. Гачак Ю. Р., Гутий Б. В. Особливості технології плавлених сирів лікувально-профілактичного спрямування із кріопорошком «Буряк». С. 84–104. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-47-1.5> (дата звернення: 06.02.2023).

46. Gebreyowhans S., Lu Jing, Zhang Shuwen, Lv Jiaping. Dietary enrichment of milk and dairy products with n-3 fatty acids: A review. *International Dairy Journal*. Vol. 97. October 2019, P. 158–166. URL: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.05.011> (date of access: 06.02.2023).

47. Кулігін М. Л. Дослідження впливу регуляторів консистенції на якість

та реологічні властивості йогурту. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2020. №2 (73). С. 41–47. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/doslidzhennya-vplivu-regulyatoriv-konsistentsiyi-nayakist-ta-reologichni-vlastivosti-yogurtu> (дата звернення: 06.02.2023).

48. Балковська В.В. Якість молочної продукції як ключовий фактор підвищення конкурентоспроможності вітчизняних молокопереробних підприємств URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/01/17-2.pdf> (дата звернення 10.03. 2023).

49. Про молоко та молочні продукти (2004) : Закон України від 24.06.2004р. № 1870-IV : із змінами від 20 вересня 2019 р. N 124-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1870-15#Text> (дата звернення 10.03. 2023).

50. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 22.07.2014 р. № 771/97-ВР : станом на 20.03.2022 р. Київ: Парлам. вид-во, 2016. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97Вр>. (дата звернення 20.03.2022).

51. Святненко Р. С., Маринін А. І., Макогон А. В., Фурсік О. П. Вплив імпульсних електричних полів на мікробіологічні показники та вміст вітаміну С в незбираному молоці. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. 2017. Т. 19, № 80. С. 29-35. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/22356/3/milk.pdf4> (дата звернення: 20.12.2022).

52. Регламент Європейського Парламенту та Ради Європейського Союзу від 29 квітня 2004 р. № 853/2004. URL: <http://xn--b1asbd8b.xn--p1ai/assets/files/documents/norm-doc/EC/reg-853-2004.pdf> (дата звернення: 03.03.2023).

53. Пащенко О. В., Жарикова О. Б. Повышение конкурентоспособности украинской молочной продукции в соответствии с европейскими стандартами. *Международный журнал научных и технологических исследований*. 2018. Том 4. № 10. С. 435-441. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/1219140.pdf> (дата

звернення: 20.12.2022).

54. Про основи принципів та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 22.07.2014р. № 1602-VII. Київ : Парлам. вид-во. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-Вр> (дата звернення: 03.03.2023).

55. Про внесення змін до наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12 березня 2019 року № 118 : Наказ Міністерства агрополітики та продовольства України від 22.08.2022 р. № 595. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1077-22#Text> (дата звернення: 03.03.2023).

56. Вимоги до якості та безпечності молока і молочних продуктів : Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12.03.2019 р. № 118 : станом на 20.12.2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0593-19#Text> (дата звернення: 03.03.2023).

57. ДСТУ ISO 707:2002. Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб. ДП «УкрНДНЦ». Чинний від 2003-10-01. 36 с.

58. Маслак О. Пріоритети молочної галузі. *Агробізнес сьогодні* : електронне видання. № 22 (293). URL: <http://www.agro-business.com.ua/ekonomichnyi-gektar/2468-priorytety-molochnoii-galuzi.html> (дата звернення: 05.01.2023).

59. Nita I. Protecting product quality and hygiene in milk processing. *International Dairy Topics*. 2016. Vol. 15 (5). P.11–13.

60. Fuquay J. W., Fox P. F., McSweeney P. L. Encyclopedia Of Dairy Sciences. *Academic Press*. 2011. Vol. 2. P. 679.

61. Кузьменко Л. М., Тендітник В. С., Мухомор М. Ю. Вплив сезонного фактору на склад і властивості молока корів. *Вклад вчених у розвиток галузі тваринництва: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Полтава, 2014 / Полтавська державна аграрна академія, 2014. С. 92–95.*

62. Archer S. C., Coy F. M., Wapenaar W., Green M.J. Association of season and herd size with somatic cell count for cows in Irish, English, and Welsh dairy herds. *The Veterinary Journal*. 2013. № 196. P. 515–521.

63. V. Akmen, S. Sorokina and M. Serhienko, "Assessment of the

Uncertainty of Measurements under Determining the Temperature Parameters of Milk Proteins Coagulation," 2019 IEEE 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL), Sozopol, Bulgaria, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/CAOL46282.2019.9019521.

64. Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / под редакцией С. А. Гудкова. 2-е изд., испр. и доп. М.: ДеЛи принт, 2004. 804 с.

65. Ринок молочної продукції в Україні: краще менше, та краще. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-molochnoy-produktsii-v-ukraine-luchshe-menshe-da-luchshe> (дата звернення: 06.02.2023).

66. Чагаровський О. П., Ткаченко Н. А., Лисогор Т. А. Фальсифікація молока. Методи визначення. Практичні рекомендації : навч. посіб. / за заг. ред. О. П. Чагаровського. Київ: НУХТ, 2016. 118 с.

67. Белінська С. О., Кепко В. М., Бубенко М. М. Споживні властивості сиру та сирних продуктів. *Young Scientist*. № 1 (89). 2021. January. С. 115-121. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-1-89-25> (дата звернення: 06.02.2023).

68. Широченко Т. Чесна розмова про молочний фальсифікат: в чому небезпека та як запобігти? URL: <https://eba.com.ua/chesna-rozмова-pro-molochnyj-falsyfikat-v-chomu-nebezpeka-ta-yak-zapobigty/> (дата звернення: 27.10.2021).

69. Молочні продукти з використанням рослинних жирів маркуватимуться. Новини. Дебет-кредит. 2012. 01 жовт. URL: <https://news.dtki.ua/law/consumer-protection/21271-molocni-produkti-z-vikoristannyam-roslinnix-ziriv-markuvatimutsya> (дата звернення: 27.02.2023).

70. Rudakova T., Minorova A., Narizhniy S. Modern aspects of technology of ice cream with functional ingredients. *Food resources*. 2019. Is. N 13. Article 15. P. 147-150. URL: <https://doi.org/10.31073/foodresources2019-13-15> (date of access: 27.02.2023).

71. Маршалл К. Р., Фонвик Р. М. Тенденции развития технологии в

молочной промышленности. *Молочная промышленность*. 2000. №2. С.14.

72. Павлюк Р. Ю. Нове покоління молочних продуктів у підвищенні імунітету. *Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі*: зб. наук. праць. Харків: ХДУХТ, 2003. С.93–99.

73. Коваленко Т.В., Сорокіна С.В. Сучасні технології функціональних продуктів на основі овочево-молочної сировини. *Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді* : Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти, 8 квітня 2020 р. : [тези] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. Харків : ХДУХТ, 2020. С. 153.

74. Зобкова З. С., Бирюкова З. А. Поливитаминные премиксы и препараты β-каротина для обогащения молока и молочных продуктов. // *Пищевая промышленность*. 1999. № 6. С.66.

75. Дідух Н. А., Чагаровський О. П., Лисогор Т. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса: Поліграф, 2008. 236 с.

76. Grover S., Rashmi H. M., Srivastava A. K., Batish V. K. Probiotics for human health – new innovations and emerging trends. *Gut Pathogens*. 2012. Vol. 4. № 1. P. 1–15. DOI:10.1186/1757-4749-4-15 (date of access: 27.02.2023).

77. Azizi A. Homayouni A., Payahoo L. Effects of Probiotics on Lipid Profile: A Review. *American Journal of Food Technology*. 2012. Vol. 7. № 5. P. 251–265. DOI:10.3923/ajft.2012.251.265 11 (date of access: 27.02.2023).

78. Sefora Rutella G, Tagliazucchi D, Solieri L. Survival and bioactivities of selected probiotic lactobacilli in yogurt fermentation and cold storage: New insights for developing a bi-functional dairy food. *Food Microbiology*. 2016. June. P. 60. DOI:10.1016/j.fm.2016.06.017 (date of access: 27.02.2023).

79. Скрипніченко Д.М., Ткаченко Н.А. Обґрунтування параметрів зберігання м'яких сирів з пробіотичними властивостями. *Технологический аудит*

и резервы производства. 2016. № 1 (27). С. 76–81. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obgruntuvannya-parametriv-zberigannya-m-yakih-siriv-z-probiotichnimi-vlastivostyami/viewer> (дата звернення: 27.02.2023)

80. Ozyurt, V. H., Tles S. Properties of probiotics and encapsulated probiotics in food. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2014. Vol. 13, № 4. P. 413–424. DOI:10.17306/j.afs.2014.4.8 (date of access: 27.02.2023).

81. Bifidobacteria as potential functional starter cultures: a case study by MSc students in Food Science and Technology (University of Foggia, Southern Italy) / Bevilacqua A., Cagnazzo M. T., C. Caldarola et al. *Food and Nutrition Sciences*. 2012. Vol. 3, № 1. P. 55–63. DOI:10.4236/fns.2012.31010 (date of access: 27.02.2023).

82. Steinbüchel A. Probiotics. Microbiology: Monographs. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011. 282 p. DOI: <https://doi.org/10.21775/9781910190371> (date of access: 27.02.2023).

83. Biavati B., Bottazzi V., Morelli L. Probiotics and Bifidobacteria. Novara (Italy): MOFIN ALCE. 2001. 79 p.

84. Шемета О. О., Дожук К. М. Функціональне харчування – новий підхід до здорового способу життя. *Ліки України*. 2015. №1 (186). С. 24–27.

85. Кошельник А.В., Мотузка Ю.М., Бабій О.В. Термінологічна неузгодженість у сфері виробництва та обігу аналогів молока рослинного походження. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2020. № 23. С. 157–165. URL: <http://lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/DOI/2522-1221-2020-23-21.pdf> (date of access: 27.10.2022).

86. Friedman M. Nutritional value of proteins from different food sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1996. № 44 (1). P. 6–29.

87. Jeske S., Zannini E., Arendt E. K. Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2016. № 72 (1). P. 26–33.

88. Новые технологии витаминных углеводсодержащих фитодобавок и их использование в продуктах профилактического действия: Монография / Р. Ю.

Павлюк, А. И. Черевко, И. С. Гулый и др.; Харьковская государственная академия технологии и организации питания, Укр. Гос. университет пищевых технологий. Харьков-Киев, 1997. 285с.

89. Testa M, D'Amato A. Corporate environmental responsibility and financial performance: does bidirectional causality work? Empirical evidence from the manufacturing industry. *Social Responsibility Journal*. 2017. Vol. 13 (2). P. 221–234. DOI: 10.1108/SRJ-02-2016-0031 (date of access: 27.10.2022).

90. Про цілі сталого розвитку України: Національна доповідь 2017. 175 с. (С. 128; 142). URL: <https://me.gov.ua/Documents/Download?id=bec63b3c-bb72-41c9-bb7c-836239bca975> (дата звернення 20.02.2023).

91. Г.В. Дейниченко, Л.Л. Івашина, Т.О. Колісниченко. Технологія молочно-білкових запіканок з використанням йодвміщуючих водоростевих добавок : монографія. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2017. 124 с. URL: https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/716/1/Ivashina_1.pdf (дата звернення 20.02.2023).

92. Онопрійчук О. О. Удосконалення технології сиркових виробів із зерновими інгредієнтами: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16. Київ, 2008. 24 с.

93. Evdokimov, I.A. Usage of chitosan in dairy products production / Evdokimov I. A. and ot. *Foods and Raw Materials*. 2015. Vol. 3, Is. 2. P. 29–39.

94. Романчук І. О., Рудакова Т. В., Моїсеєва Л. О., Гондар О. П. Рисове борошно, як стабілізатор у складі кисломолочних продуктів. *Продовольчі ресурси*: зб. наук. праць. Київ : Ін-т прод. ресурсів НААН України, 2016. № 7. С. 46–52.

95. Романчук І. О., Моїсеєва Л. О., Рудакова Т. В. Використання зернових добавок у виробництві молочних продуктів з комбінованим складом сировини. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. № 17. 24-28.

96. Новгородська Н. В., Берник І. М. Розробка технології сиркових паст з харчовими волокнами. *Продовольчі ресурси*. 2022. Т. 10, № 18. С. 100–108.

97. Gutyj B., Nachak Y., Vavrysevych J., Nagovska V. The Influence of

Cryopowder 'Garbuz' on the Technology of Curds of Different Fat Content. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 2, № 10 (86). P. 20–24. DOI:10.15587/1729-4061.2017.98194 (date of access: 27.10.2022).

98. Батлук Я. В. Аналіз сучасних технологій молочних продуктів із зерновими наповнювачами. *Науковий пошук молодих дослідників*. 2013. №. 2. С. 6–10.

99. Шейренова А. Морковь и тыква как источники антиоксидантов в составе молочных продуктов. *Переработка молока*. 2005. №7. С.24–25.

100. Stephen E. Holroyd, David C. W. Reid, Keith C. Gordon, Geoffrey P.S. Smith. Raman imaging processed cheese and its components. *Analytical science journals*. 2016. 21 octoberю P. 357–362. URL: <https://doi.org/10.1002/jrs.5054> (date of access: 27.10.2022).

101. Ateteallah H. Ateteallah, Wael F. Elkot, Abd-Ellah A. Physicochemical, antioxidant, microstructure, textural, and organoleptic characteristics of soft cheese incorporated corn milk. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2022. V. 46, Is. 7. URL: <https://doi.org/10.1111/jfpp.16694> (date of access: 27.10.2022).

102. Гачак Ю. Р., Гутий Б. В., Беницька А., Дякун Т., Пристанський Р., Кінницька Л., Сельський В. Р. Використання кріопорошку «Амарант» в технології молочних продуктів лікувально-профілактичного спрямування. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького*. 2017. № 80. С. 57-62.

103. Третьякова Е. Н., Нечепорук А. Г. Функциональный полуфабрикат из творога с пищевыми волокнами и ягодами черной смородины и клюквы // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2016. № 3 (11). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnyu-polufabrikat-iz-tvoroga-s-pischevymi-voloknami-i-yagodami-chnoy-smorodiny-i-klyukvu> (дата звернення: 19.03.2023).

104. Скоркина И.А., Третьякова Е.Н., Сухарева Т.Н. Технология производства биокефира с особыми приспособлениями функционального назначения. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК –*

продукты здорового питания. 2015. № 1 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-proizvodstva-biokefira-s-naturalnymi-dobavkami-funktsionalnogo-naznacheniya> (дата звернення: 19.03.2023).

105. Sorokina S. V., Akmen V. A., Kovalenko T. V. Prospects for expanding the range of enriched fermented milk products based on kefir. *Сучасне матеріалознавство та товарознавство: теорія, практика, освіта* : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., присвяченої 60-річчю освітньої діяльності Вищого навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», м. Полтава, 22–23 квіт. 2021 р. / ПУЕТ. Полтава, 2021. С. 78–81.

106. Наговська В. О., Гачак Ю. Р., Михайлицька О. Р., Сливка Н. Б. Застосування пшеничних висівок як функціонального інгредієнта в технології кефіру. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького.* 2017. Т. 19, № 80. DOI: 10.15421/nvlvet8001 (дата звернення 03.02.2023).

107. Чагаровський О. П., Дідух Н. А. Функціональні кисломолочні продукти геродієтичного призначення. *Проблеми старения и долголетия.* 2011. № 2, Т. 20. С. 214–222.

108. Грек О. В., Осмак Т. Г. Інноваційні розробки в молочній галузі. *Молочная индустрия.* 2013. № 2. С. 42–43.

109. Некрасов П. О., Ткаченко Н. А. Інноваційна технологія біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення. *Харчова наука і технологія.* 2014. № 2 (27). С. 49–56.

110. Ткаченко Н. А., Некрасов П. О., Копійко А. В. Математичне моделювання компонентного складу комбінованих йогуртових напоїв. *Зернові продукти і комбікорми.* 2016. № 1. С. 20–25. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/40198> (дата звернення 03.02.2023).

111. Рамазашвілі Г. Р., Ткаченко Н. А., Кручек О. А. Технологія йогуртових напоїв зі спельтою та ягідними наповнювачами. *Дні студентської науки у Львівському університеті ветеринарної медицини та біотехнологій ім.*

С. З. Гжицького: матеріали між нар. конф. Ч.3., м. Львів, 11–12 травня 2017 р. / ЛНУВМтаБ ім. С. З. Гжицького. Львів, 2017. С. 102–103.

112. Обґрунтування параметрів ферментації молочно-рисових сумішей йогуртовими заквасками / Ткаченко Н. А. та ін. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2016. Т. 80, Вип. 2. С. 83–90. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2016_80_2_18 (дата звернення 03.02.2023).

113. Arancibia C., Castro C., Jublot L., Costell E., Bavarrri S. Colour, rheology, flavour release and sensory perception of dairy desserts. Influence of thickener and fat content. *LWT – Food Science and Technology*. 2015. Vol.62, Is. 1. pp. 408-416.

114. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія / Вінниця. Вінницький нац. аграр. ун-т. Львів: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. С. 89–90; 96. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/32594.pdf> (дата звернення 03.02.2023).

115. Molochnyy desert [Milk dessert]. pat. RU2003124779/13: A23S23/00. № 2256334; zayavl. 12.08.2003; opubl. 20.07.2005. 4 с.

116. Штанюк Л. М., Клімантова Є. В. Вітаміни суміші та каротиноїди для збагачення і забарвлення харчових продуктів. *Харчова промисловість*. 2001. № 11. С.50.

117. Ivanova G. V, Kolman O. Ya and, Nikulina E. O. Practical basics of the functional fermented milk desserts development with fruit and berry additives. *V International Workshop on Innovations in Agro and Food Technologies (WIAFT-V-2021)*. 17–18 June 2021. Volgograd, 2021. V. 848. 012019. DOI 10.1088/1755-1315/848/1/012019 (date of access: 12.11.2020).

118. Зубкова З. С. Молочне продукти с вітамінами. *Молочная промышленность*. 2004. №5. С.28-30.

119. Кудрявцева А.А. Пицца XXI века и особенности её создания. *Пищевая промышленность*. 1999. №12. С. 48–50.

120. Jahromi M., Niakousari M. Development and characterisation of a sugar-free milk-based dessert formulation with fig (*Ficus carica* L.) and

carboxymethylcellulose. *International Journal of Dairy Technology*. 2017. Vol. 70. DOI. 10.1111/1471-0307.12484 (date of access: 20.10.2022).

121. Jaster H., Arend G. D., Rezzadori K., Chaves V. C., Reginatto F. H., Petrus J. C. C. Enhancement of antioxidant activity and physicochemical properties of yogurt enriched with concentrated strawberry pulp obtained by block freeze concentration. *Food Research International*. 2018. Vol. 104, 119–125. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.006> (date of access: 20.10.2022).

122. Бучахчян Ж. В. Разработка технологии функциональных неферментированных молочных десертов с хитозаном и альгинатом натрия : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Кавказ. фед. ун-т. Ставрополь, 2013. 158 с.

123. Спосіб виробництва сиру кисломолочного, збагаченого йодованим білком: пат. 50488 Україна: МПК А23С9/20. Заявл. 23.01.2002; опубл. 15.10.2002, бюл. № 10. 4 с.

124. Гачак Ю. Р. Розробка рецептур сиркових мас із кріопорошками «Морська капуста» та «Брокколи» та їх технологічні характеристики. *Науковий вісник ЛНУВМБС ім. С. З. Гжицького*. 2016. № 1 (65). С. 53–59.

125. Рудавська М. В., Куш С. П. Розробка напівфабрикату «Маслянка для коктейлів з «Ламіданом» та його споживні властивості. *Товарознавчий вісник : зб. наук. пр.* ЛНТУ. Луцьк, 2010. Вип. 2. С. 168–176.

126. Коротышева Л.Б., Пилипенко Т.В., Дмитриченко М.И. Разработка и исследование качества рассольного сыра «Осетинский» с ламинарией. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2015. № 2 (32). С. 37–40.

127. Спосіб виробництва сиру м'якого з ламінарією: пат. На корисну модель 131020 Україна: А 23С 19/00, А23С 19/076 (2006.01). u201805313; заявл. 14.05.2018; опубл. 10.01.2019, бюл. № 1. 2 с.

128. Salehi F. Quality, physicochemical, and textural properties of dairy products containing fruits and vegetables: A review. *Food Science & Nutrition*. 2021. V. 9, Is. 8. P. 4666–4686. URL: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2430> (date of access: 20.10.2022).

129. Rudakova T., Minorova A., Narizhniy S. Modern aspects of technology

of ice cream with functional ingredients. *Food resources*. 2019. Is. N 13. Article 15. P. 147-171. URL: <https://doi.org/10.31073/foodresources2019-13-15> (date of access: 20.10.2022).

130. Гавриш А.В., Шевченко О.Є., Неміріч О.В. Комплексне збагачення глазурованого морозива органічними сполуками йоду та заліза. *Наука та інновації*. 2012. Т. 8, № 4. С. 33–39.С.

131. Паска М.З., Лескович О.В. Сучасні тенденції формування функціональних продуктів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2014. Т. 16, № 3 (60), Ч. 4. С. 137–146.

132. Ткаченко, Н. А., Авершина А. С., Назаренко Ю. В. Харчова, біологічна, енергетична цінність напоїв кисломолочних для дитячого харчування «Біолакт». *Харчова наука і технологія*. Одеса:ОНАХТ, 2014. Вип. № 1. С. 18-24. URL : <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/1937> (дата звернення 20.12.2022).

133. Турчин І., Хамкало Х., Войчишин А. Використання сироватки у виробництві десертів. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. 2017, № 80 (19). С. 165-168.

134. Композиція для йогурту діабетичного призначення: пат. на корисну модель 30077 Україна: МПК (2006) А23С 21/00. № u200711533; заявл. 18.10.07 ; опубл. 11.02.08, бюл. № 3. 10 с.

135. Верпахівський І. В., Пономаренко Н. В. Інноваційні технології в сфері виробництва сирів. *Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Біла Церква. 15 квітня 2020 р. Біла Церква: БНАУ, 2020. С. 44–46.

136. Полторак В. А. Маркетингові дослідження. – Дніпро :ДУЕП, 2017. 132 с.

137. Чому імбир має популярність в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу :http://www.zid.com.ua/rus_creativework/pochemu-ymbyr-zavoeval-populyarnost-v-ukrayne.

138. Аналіз ринку свіжих фруктів в Україні у 2018–2020 рр., прогноз на 2021–2023 рр. [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

<http://marketing.rbc.ua/publication>.

139. Мельниченко О. П. Статистична обробка експериментальних даних : навч. посібник. – Біла Церква, 2016. 34 с.

140. Методы исследований и организация экспериментов/ под ред. проф. К.П. Власова. Харьков: Гуманитарный центр, 2002. 256 с.

141. Edward A. Bender, An Introduction to Mathematical Modeling. Dover Publications, 2012.

142. Seyed M. Moghadas, Majid Jaber-Douraki, Mathematical Modelling: A Graduate Textbook. Wiley, 2018.

143. Kunwoo Lee, Principles of CAD / CAM / CAE Systems. Addison Wesley Longman Inc, 1999.

144. Scheer A. W. Business Process Engineering: Reference Models for Industrial Enterprises. 2015. 217 p.

145. Jacobson I., Ericsson M., Jacobson A. The Object Advantage : Business Process Reengineering with Object Technology. *ACM Press.–Addison-Wesley Publishing*, 2017. 137 p

146. Фіалковська Л. В. Дослідження і розробка технології збагаченого молока. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 4 (103). С. 51–56.

147. Odarchenko D., Spodar K., Karbivnycha T., Sokolova E. Conducting commodity assessment of lactose free and ordinary (lactose) yoghurts on the example of Ukrainian producers. *Technology audit and production reserves*. 2020. № 6/3 (56). P. 27-30.

148. Керанчук Т. Л. Молочна галузь України: перспективи і проблеми розвитку. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2017. № 3(08). С. 133–136.

149. Ладика Л. М., Машкін М. І., Могутова В. Ф., Богомолів О. В., Денисенко С. А. Розробка технології пастеризованого молока з додаванням ваніліну і β -картину. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2016. № 179. С. 90-100.

150. Самілик М. М., Цирулик Р. В. Використання морквяних порошків для збагачення молока мінеральними елементами. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2021. №1. С. 23-29.
151. ДСТУ 2661:2010. Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови. Чинний від 10.01.2010. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2011. 16 с.
152. Давидович О. Я., Турчиняк М. К., Палько Н. С. Порівняльне оцінювання якості вершків питних стерилізованих різних виробників. *Товарознавчий вісник*. 2018. № 11. С. 10-21.
153. Чорна Т. О., Лантінова А. В. Аспекти товарознавчого експертного дослідження кисломолочної продукції вітчизняних виробників. URL: <https://www.sworld.com.ua/simpoz5/75.pdf> (дата звернення : 05.03.2023)/
154. ДСТУ 7519:2014. Вершки питні. Технічні умови. Чинний від 01.02.2015. Національна асоціація молочників України «Укрмолпром», 2015. 13 с.
155. Сорокіна С. В., Акмен В. О., Партола Г. О. Формування споживних властивостей кисломолочних продуктів з підвищеною біологічною та фізіологічною цінністю. *Вісник ХНТУ*. 2015. № 2(53). С. 94-99.
156. Сорокіна С. В., Карпенко З. П. Збагачення кисломолочних напоїв нетрадиційною сировиною. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі*: Зб. наук. пр. – Харків: ХДУХТ, 2009. С. 367-373.
157. Скирда О.Є. Товарознавча оцінка якості кефіру різних виробників. *Молодий вчений*. 2017. № 4 (44). С. 567-573.
158. Dabija A., Codina G., Gatlan A., Sanduleac E., Rusu L. Effects of some vegetable proteins addition on yogurt quality. *Scientific study & Research – Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*. (2018). 19(2), P. 181-192.
159. Najgebauer-Lejko D., Witek M., Żmudziński D., Ptaszek A. Changes in the viscosity, textural properties, and water status in yogurt gel upon supplementation with green and Pu-erh teas. *Journal of Dairy Science*. 2020. 103(12), P. 11039-11049. doi: 10.3168/jds.2020-19032.

160. Rajvir S., Malreddy N., Nongmaithem M. The Product and the Manufacturing of Yoghurt. *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*. 2021. №7. P. 48-51. [doi: 10.46501/IJMTST0710007](https://doi.org/10.46501/IJMTST0710007).
161. Grasso N., Alonso-Miravalles L., O'Mahony J. A. Composition, Physicochemical and Sensorial Properties of Commercial Plant-Based Yogurts. *Foods Science*. 2020. №9, P. 252. [doi: 10.3390/foods9030252](https://doi.org/10.3390/foods9030252).
162. Gupta M., Torrico D., Ong L., Gras S., Dunshea F., Cottrell J. Plant and Dairy-Based Yogurts: A Comparison of Consumer Sensory Acceptability Linked to Textural Analysis. *Foods Science*. 2022. 4. 11(3). P. 463.
163. Геліх А. О., Даниленко С. Г., Крижська Т. А., Семерня О. В. Оптимізація реологічних показників структури йогурту із додаванням ізоляту білка насіння коноплі. *Продовольчі ресурси*. 2022. № 18. С. 51-60.
164. Мельник О. Використання рослинної сировини у виробництві йогуртів профілактичного призначення. *Food Science and Technology*. 2020. 14(2). С. 4–10.
165. Гойко І. Ю., Возіян В. А. Розроблення нового виду йогурту, збагаченого курагою та ягодами журавлини. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки*. 2020. №3. С. 27-28.
166. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. Чинний від 01.02.2015. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2015. 15 с.
167. Далєвська Д., Покотило О. Вплив біологічного активного йоду на органолептичні показники сметани. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека*. 2020. С. 76-77.
168. Семешко О. Я., Сарібекова Д. Г., Яловенко К. А. Технологічна експертиза сметани жирністю 15%. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2021. №3 (78). С. 109-116.
169. Dzyuba N., Valevskaya L., Atanasova V., Sokolovskaya A. Elaboration of the recipe of the fermented milk dessert for child food. *EUREKA: Life Sciences*. 2017. Issue 4. 3–9. Doi: 10.21303/2504-5695.2017.00371
170. Севастьянова О. В., Пилипенко Л. М., Маковська Т. В., Гончаров Д.

С. Нежирні сиркові десерти з рослинними біокоректорами. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2018. Т. 29(68). № 2. 272-278.

171. ДСТУ 4503:2005. Вироби сиркові. Загальні технічні умови. Чинний від 01.02.2006. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2006. 14 с.

172. Погарська В. В., Павлюк Р. Ю., Коробець Н. В., Юр'єва О. О., Максимова Н. П., Череватенко Л. М. Функціональні оздоровчі плавлені сири, збагачені наноструктурованими добавками із хлорофіловмісних овочів та прянощів. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2009. Вип. 2(10). С. 74-81.

173. Гнітій Н. В., Годунок А. Д. Виявлення фальсифікації плавленого сиру. *Проблеми ідентифікації та виявлення фальсифікації товарів*. 2020. №3. С. 87-89.

174. Шабля В. П., Побойна О. С. Порівняння плавлених сирів, отриманих за різних процедур приготування. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. № 3 (46). С. 100-106.

175. Grace Talbot-Walsh, David Kannar, Cordelia Selomulya. A review on technological parameters and recent advances in the fortification of processed cheese. *Trends in Food Science & Technology*. 2018. V. 81. P. 193-202. DOI:10.1016/j.tifs.2018.09.023

Наукове видання

СОРОКІНА Світлана Вікторівна
ОДАРЧЕНКО Микола Семенович
КОЛЕСНИК Вікторія Вадимівна
ПОЛУПАН Валентин Вадимович
АКМЕН Вікторія Олександрівна
СОКОЛОВА Євгенія Борисівна
ЛЕТУТА Тетяна Миколаївна
ОДАРЧЕНКО Дмитро Миколайович
ПЕНКИНА Наталія Михайлівна
КУДРЯШОВ Андрій Ігорович
ПЕНКІН Андрій Костянтинович

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ ТА РОЗШИРЕННЯ
АСОРТИМЕНТУ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА РАХУНОК
ДОДАВАННЯ ОВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ**

Монографія

В авторській редакції

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк.13,8. Обл.-вид. аркушів – 14,6.

Наклад ____.

ДБТУ

61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44

