

## МОНОГРАФІЯ

### НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЙ ДІЄТИЧНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ПОРУШЕННЯМ ОБМІНОМ РЕЧОВИН

Євлаш В.В., Аксьонова О.Ф., Мурликіна Н.В., Пілюгіна І.С.,  
Газзаві-Рогозіна Л.В., Губський С.М., Упатова О.І.

Монографія є завершеною ґрунтовною науковою працею колективу кафедри хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування. У ній поставлені й розв'язуються питання розширення асортименту вітчизняного ринку дієтичних продуктів з підвищеною харчовою цінністю для лікувально-профілактичного харчування людей з порушенням обміном речовин, що представляють не тільки соціальний, економічний, але й загальнонауковий інтерес.

## ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки.....	7
Вступ.....	8
1 Аналіз вітчизняного ринку дієтичних продуктів для людей з порушеним обміном речовин.....	11
1.1 Аналіз ринку оздоровчих та дієтичних цукрових кондитерських, борошняних і кисломолочних виробів України.....	11
1.1.1 Аналіз вітчизняного та міжнародного досвіду виробництва кондитерських виробів із використанням вискоєфективних підсолоджувачів.....	11
1.1.2 Аналіз вітчизняного ринку кисломолочних продуктів із дієтичними добавками.....	18
1.2 Аналіз ринку безглютенових виробів України.....	24
1.3 Аналіз ринку м'ясних січених виробів для людей з порушеним обміном речовин.....	26
2 Сучасні тенденції створення харчових продуктів лікувально-профілактичного призначення для людей з порушеним обміном речовин...	29
2.1 Шляхи покращення якості мармеладно-пастильних виробів у напрямку зниження глікемічності, калорійності та підвищення харчової цінності.....	29
2.1.1 Використання цукрів, цукрозамінників, підсолоджувачів та рослинних добавок у технологіях цукрових кондитерських виробів....	29
2.1.2 Обґрунтування використання кокосового цукру, фруктози, еритритолу та мальтитулу в технології мармеладно-пастильних виробів...	38
2.1.3 Обґрунтування використання порошку з чорної смородини у технології маршмелу.....	45
2.2 Сучасні тенденції створення нового асортименту безглютенових борошняних виробів.....	46
2.2.1 Види безглютенового борошна.....	46
2.2.2 Борошно з плодів ріжкового дерева та амарантове борошно як перспективна сировина для виробництва брауні.....	54
2.3 Сучасні тенденції створення нового асортименту оздоровчих та дієтичних борошняних і кисломолочних виробів України.....	59
2.3.1 Використання вискоєфективного підсолоджувача сукралози у технологіях борошняних виробів.....	59
2.3.2 Актуальність використання вівсяної крупи і продуктів переробки льону в технології борошняних кондитерських виробів функціонального призначення.....	62

2.3.3 Фортифікація харчових продуктів – один із шляхів подолання залізодефіцитної анемії.....	69
2.3.4 Огляд технологій десертів на основі сиру кисломолочного оздоровчої спрямованості.....	73
2.4 Сучасні тенденції створення нового асортименту продуктів на емульсійній основі для людей з порушеним обміном речовин.....	78
2.4.1 Використання емульсійних систем для збагачення харчових продуктів вітаміном D.....	78
2.4.2 Використання нетрадиційної рослинної сировини у технологіях м'ясних січених виробів.....	89
3 Об'єкти та методи проведення досліджень .....	99
3.1 Об'єкти досліджень.....	99
3.2 Методи досліджень.....	102
4 Розробка технологій дієтичних продуктів з використанням нетрадиційної рослинної сировини, харчових і дієтичних добавок.....	118
4.1 Удосконалення технології мармеладно-пастильних виробів	118
4.1.1 Удосконалення технології мармеладу желейного з використанням кокосового цукру.....	118
4.1.2 Удосконалення технології зефіру з використанням кокосового цукру.....	123
4.1.3 Удосконалення технології маршмелоу з використанням кокосового цукру та фруктози.....	127
4.1.4 Удосконалення технології зефіру з використанням еритритолу та мальтитолу.....	132
4.1.5 Удосконалення технології маршмелоу з використанням порошку з чорної смородини.....	138
4.2 Удосконалення технологій борошняних кондитерських виробів.	145
4.2.1 Удосконалення технології брауні з використанням безглютенового борошна.....	145
4.2.2 Удосконалення технології печива вівсяного з використанням вискоєфективного підсолоджувача на основі сукралози.....	155
4.2.3 Удосконалення технології печива пісочного підвищеної харчової цінності з використанням лляного борошна.....	173
4.3 Удосконалення технологій десертів на кисломолочній основі....	180
4.3.1 Технологія желе кисломолочного антианемічного спрямування з дієтичною добавкою «Нутрію-Гем».....	180
4.3.2 Технологія запіканки на основі сиру кисломолочного з дієтичною добавкою Полісол.....	190

4.4 Удосконалення технологій продуктів на емульсійній основі для людей з порушеним обміном речовин.....	207
4.4.1 Технологія емульсійних систем для збагачення харчових продуктів вітаміном D.....	207
4.4.2. Технологія м'ясних січених виробів з нетрадиційною рослинною сировиною.....	229
5 Розробка раціонів харчування людей з порушеним обміном речовин.....	256
5.1 Розробка добового раціону харчування з включенням до нього запіканки на основі сиру кисломолочного з полісоллом.....	256
5.2 Розробка добового раціону безглютенового харчування з включенням до нього брауні «EatNow».....	268
Висновки.....	279
Перелік джерел посилання.....	282

## ВСТУП

Порушення обміну речовин – метаболічні харчові розлади або метаболічний синдром – є одним із прикладів харчової непереносимості та не є результатом порушення імунної системи. Метаболічні харчові розлади виникають у результаті генетично успадкованого дефекту здатності метаболізувати харчовий компонент або генетично успадкованої чутливості до харчового компоненту, що впливає на деякі важливі метаболічні процеси. Наприклад, непереносимість лактози та фавізм. Так непереносимість лактози виникає через спадковий дефіцит ферменту  $\beta$ -галактозидази у слизовій оболонці кишечника. Фавізм є результатом спадкового дефіциту ферменту глюкозо-6-фосфатдегідрогенази в еритроцитах, що викликає підвищену чутливість до кількох окислювачів, що зустрічаються в природі, що містяться у квасолі.

Метаболічний синдром (MetS) визначається як співіснування факторів ризику метаболічного походження (інсулінорезистентність, гіперінсулінемія, порушення толерантності до глюкози, цукровий діабет 2 типу, вісцеральне ожиріння, атерогенна дисліпідемія та/або високий кров'яний тиск), які підвищують ризик серцево-судинних захворювань [1–3].

Найважливіші компоненти MetS пов'язані між собою. Ожиріння і недостатня фізична активність сприяють розвитку інсулінорезистентності, яка пов'язана зі збільшенням концентрації тригліцеринів і часток низької щільності та зниженням вмісту ліпопротеїдів високої щільності, що сприяє утворенню атеросклеротичних бляшок і призводить до ішемічної хвороби серця та цереброваскулярних захворювань [4]. Інсулінорезистентність сприяє підвищенню рівня інсуліну і глюкози в сироватці крові, що є попередниками розвитку цукрового діабету [5]. Гіперінсулінемія призводить до надмірної затримки натрію в нирках і підвищення артеріального тиску [6]. Зміна внутрішньоклітинної експресії ендотеліальних факторів викликає підвищення артеріального тиску і пов'язана з ендотеліальною дисфункцією та порушенням вироблення нітроген оксиду (NO) [7].

Крім генетичної схильності, існують важливі фактори зовнішнього середовища, які можуть впливати на патогенез MetS. Позитивні зміни в способі життя та коригування раціонів харчування шляхом використання розроблених дієтичних продуктів для людей із порушеним обміном речовин, можуть сприятливо вплинути на всі особливості MetS [8].

Здорове харчування, а саме вживання фруктів, овочів, риби, в окремих випадках дієтичних добавок, а також продуктів, що враховують вимоги суб'єктів із порушеним обміном речовин, мають значення для антиоксидантного опору організму і перебігу протизапальних процесів [9]. На даний час значний науковий інтерес до вивчення сприятливої дії природних антиоксидантів фруктів, овочів, нетрадиційної рослинної сировини щодо запобігання ожиріння і серцево-судинних захворювань, зумовлюють зростання відповідних досліджень у різних галузях [10, 11].

Заслужують на увагу розробки, пов'язані з вивченням поліненасичених жирних кислот, які позитивно впливають на артеріальну гіпертензію, інсулінорезистентність [12, 13]. Адекватне споживання продуктів, що містять антиоксидантні сполуки з протизапальною дією, зменшує захворюваність на MetS [14] та фактори, що визначають цей патологічний стан [15–18].

Природні біологічно активні речовини є альтернативною формою традиційній лікувальній медицині. Використання деяких з цих речовин як інтеграторів у щоденному раціоні завдяки їх легкій доступності і корисним властивостям, наприклад, поліфенолів, омега-3 жирних кислот, макроелементів, вітамінів може прирівнюватися до немедикаментозного лікування. Розроблені і виготовлені за новими технологіями харчові продукти, що відповідають сучасним вимогам до продуктів для людей із порушеним обміном речовин, є корисними під час терапії метаболічного синдрому [134, 135]. Використання дієтичних добавок або фортифікація харчових продуктів окремими цінними нутрицевтиками впливає на стан хворих [136–138]. Додавання вітаміну D до рецептур корелює зі значним покращенням концентрації адипонектину та лептину в плазмі. Інулін,  $\beta$ -

глюкан, антоціани і поліфеноли чорниці знижують концентрацію греліну в плазмі та покращують толерантність до глюкози в крові. Вирішальне значення фосфору у клітинній структурі та функції може мати глибокий вплив на регуляцію артеріального тиску завдяки його ролі у структурі плазматичної мембрани. Магній відіграє роль у регулюванні тонуусу судин та функції ендотелію. Дотримання низькокалорійної дієти сприяє зниженню ваги і покращує маркери окисного стресу. Так, наприклад, введення рослинної сировини до рецептур харчових продуктів впливає на параметри метаболізму, включаючи ліпіди плазми, атерогенні ліпопротеїни та субклінічний атеросклероз. Вітамін Е блокує ланцюгову реакцію пероксидного окиснення ліпідів, видаляючи проміжні пероксидні радикали. Кверцетин має антиоксидантну дію, оскільки він захищає від пероксидного окиснення ліпідів, індукованого  $H_2O_2$ , і знижує індуковану цитокінами експресію на клітинній поверхні молекули адгезії судинних клітин.

Застосування харчових продуктів, спеціально розроблених для людей із порушеним обміном речовин, дозволить знизити ризик ожиріння, цукрового діабету другого типу, серцево-судинних та інших захворювань обміну речовин.

# 1 АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО РИНКУ ДІЄТИЧНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ПОРУШЕНИМ ОБМІНОМ РЕЧОВИН

## 1.1 Аналіз ринку оздоровчих та дієтичних цукрових кондитерських, борошняних і кисломолочних виробів України

1.1.1 Аналіз вітчизняного та міжнародного досвіду виробництва кондитерських виробів із використанням високоефективних підсолоджувачів

Вживання продуктів із високим рівнем цукру спричинює збільшення енергоспоживання людини, тому заміна цукру є бажаною стратегією, що може бути застосована під час виробництва різних харчових продуктів. У випадку із борошняними кондитерськими виробами, цукор (сахароза), виконує різні функції, в тому числі й функцію підсолоджувача, створюючи одночасно і рівень солодкості, і працюючи як агент, що відповідає за структуру. Таким чином, досягти подібного ефекту, використовуючи низькокалорійні підсолоджувачи, такі як стевія, поліоли, або їх поєднання досить важко.

Показаннями до вживання замінників цукру є перелік захворювань серед яких на першому місці знаходиться цукровий діабет, при якому споживання цукру призводить до прогресування хвороби і до погіршення її протікання.

У світі зараз понад 425 млн людей живе із діабетом. За офіційними даними Центру медичної статистики Міністерства охорони здоров'я України, 2017 р. в Україні зареєстровано 1 270 929 хворих на діабет, зокрема 103 927 осіб, у яких цю недугу діагностовано вперше, а під диспансерним наглядом на кінець року перебувало 1 183 047 осіб. Кількість уперше діагностованих щороку збільшується: так, 2017 р. зареєстровано на 2% більше випадків захворювання на діабет, ніж 2016 р.

50% випадків діабету II типу залишаються недіагностованими, і що пізніше діагностовано діабет, то важче і дорожче лікування, страшніші



наслідки необачливого ставлення до свого здоров'я. Сьогодні в Україні неспинно зростає рівень смертності, і цукровий діабет робить значний внесок у цей процес [19].

Останнім часом спостерігається тенденція використання цукрозамінників не лише для виробництва продуктів харчування і напоїв дієтичної та діабетичної групи, а і як ефективний спосіб зниження ваги тіла, шляхом зменшення калорійності вживаних продуктів.

Сьогодні для зменшення кількості цукру в харчових продуктах здійснюється пошук стратегій, які дозволяють створювати солодкі страви з підсолоджувачами взагалі без або з дуже низькою калорійністю. З іншого боку, існують натуральні та синтетичні підсолоджувачі, які включаються як окремі інгредієнти або як суміші. Їжа, підсолоджена некалорійними підсолоджувачами, забезпечує нижчу калорійність і може бути кращою для споживачів, яких турбує споживання меншої кількості калорій.

Значної актуальності набувають розробки технологій харчових продуктів із використанням вискоєфективних підсолоджувачів для різних категорій населення, в тому числі на основі сукралози.

Також рекомендується мінімізувати споживання цукру, щоб запобігти надмірному набору ваги серед вагітних. Загальноприйнятим підходом до зниження споживання цукру є використання низькокалорійних підсолоджувачів, проте мало відомо про їх використання під час вагітності або його вплив на вагу та здоров'я немовлят.

За даними дослідження [20] поширеність споживання низькокалорійних підсолоджувачів серед вагітних жінок США зросла приблизно на 50%, збільшившись з 16,2% у 1999-2004 рр. до 24,0% у 2007-2014 рр., причому найвища поширеність спостерігалась у 2005-2006 рр. (38,4%). Ця тенденція була зумовлена переважно збільшенням споживання напоїв з низькокалорійними підсолоджувачами (9,9% у 1999-2004 рр. порівняно з 18,3% у 2007-2014 р.). Поширеність споживання низькокалорійних

підсолоджувачів була найвищою серед неіспаномовних білих жінок і зростала із освітою та доходом.

У дослідженні [21] йде мова про споживання низькокалорійних підсолоджувачів у Сполучених Штатах та охарактеризовано споживання за соціодемографічними підгрупами, джерелом, частотою, випадком прийому їжі та місцем розташування.

Виявлено, що 25,1% дітей та 41,4% дорослих повідомили про споживання низькокалорійних підсолоджувачів. Більшість споживачів низькокалорійних підсолоджувачів повідомляють про вживання одного разу на день (80% дітей, 56% дорослих), а частота споживання зростає із збільшенням маси тіла у дорослих. Споживання низькокалорійних підсолоджувачів було вищим у жінок порівняно з чоловіками серед дорослих та у людей із ожирінням порівняно з особами із надмірною та нормальною вагою.

В Україні, країні, де кількість захворювань на цукровий діабет та кількість осіб із надлишковою вагою щороку зростають, виробництво солодоців із частковою або повною заміною цукру на підсолоджувачів є дуже актуальним. Отже, наявність на ринку борошняних кондитерських виробів зі зниженим вмістом цукру з якісними характеристиками, що відповідають традиційним продуктам, можуть суттєво зменшити споживання простих вуглеводів і калорій.

Низькокалорійні підсолоджувачі – це технологічна та ефективна альтернатива сахарозі (столовий цукор). Високоєфективні підсолоджувачі мають солодкість набагато більшу, ніж солодкість цукру, так сукралоза в 600 разів солодша за цукор. Тому виробникам, в умовах постійного зростання цін на цукор слід звернути увагу на подібні підсолоджувачі. Споживання підсолоджувачів значно зросло за останні роки, і хоча ця тенденція, як очікується, продовжиться, суперечки щодо їх використання існують.

За даними офіційного веб-сайту уряду США [22], дозволені до вживання в їжу підсолоджувачі високої інтенсивності, що зазвичай використовуються як цукрозаамінники або альтернатива цукру, оскільки вони в рази солодші за

цукор, але при додаванні їх у їжу містять лише кілька калорій. Інформацію для кращого наочного сприйняття сформовано у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Підсолоджувачі високої інтенсивності дозволені у США

Найменування	Характеристика
1	2
<b>Сахарин</b>	Сахарин дозволено використовувати в їжу як некалорійний підсолоджувач. Торгові марки сахарину включають Sweet and Low®, Sweet Twin®, Sweet’N Low® та Necta Sweet®. Він у 200-700 разів солодший за столовий цукор (сахарозу) і не містить калорій. Вперше відкритий і використаний в 1879 році, сахарин в даний час дозволений для використання за певних умов у напоях, напоях з фруктових соків.
<b>Аспартам</b>	Аспартам дозволений для використання в їжі як калорійний підсолоджувач. Торгові марки аспартаму включають Nutrasweet®, Equal® та Sugar Twin®. Він містить калорії, але приблизно в 200 разів солодший за столовий цукор. Затверджений аспартам у 1981 р. для використання при певних умовах в якості настільного підсолоджувача та для виробництва жувальної гумки, сухих сніданках та сухих основах для деяких продуктів харчування (тобто напоїв, розчинної кави та чаю, желатинів, пудингів, і начинки). У 1983 р. дозволено використання аспартаму в газованих напоях та основах сиропу для газованих напоїв, а в 1996 р. схвалено його для використання як "підсолоджувача загального призначення". Він не є стійким до нагрівання і втрачає солодкість при нагріванні, тому зазвичай не використовується у хлібобулочних виробках. Аспартам є однією з найбільш повно вивчених речовин щодо безпечності вживання.
<b>Ацесульфам калію (Аце-К)</b>	Ацесульфам калію дозволено використовувати в їжу як низькокалорійний підсолоджувач. Він включений до списку інгредієнтів на етикетці харчових продуктів як ацесульфам К, ацесульфам калію або Аце-К. Калій ацесульфам продається під торговими марками Sunett® та Sweet One®. Він приблизно в 200 разів солодше цукру і часто поєднується з іншими підсолоджувачами. Затверджений ацесульфам калію для використання в певних категоріях продуктів харчування та напоїв у 1988 р., а в 2003 р. схвалено його як загальний підсолоджувач та підсилювач смаку в харчових продуктах, крім м'яса та птиці, за певних умов використання. Він стійкий до нагрівання, це означає, що він залишається солодким навіть при використанні при високій температурі під час випікання, що робить його придатним як заміник цукру в хлібобулочних виробках. Ацесульфам калію зазвичай використовують у заморожених десертах, цукерках, напоях та хлібобулочних виробках. Понад 90 досліджень підтверджують його безпеку.

Продовження табл. 1.1

1	2
<b>Сукралоза</b>	Сукралоза дозволена для використання в їжу як некалорійний підсолоджувач. Сукралоза продається під торговою маркою Splenda®. Сукралоза приблизно в 600 разів солодша від цукру. Схвалена сукралоза для використання в 15 категоріях харчових продуктів у 1998 році та для використання як підсолоджувач загального призначення для харчових продуктів у 1999 році за певних умов використання. Сукралоза - це підсолоджувач загального призначення, який можна знайти в різних продуктах харчування, включаючи хлібобулочні вироби, напої, жувальні гумки, желе та заморожені молочні десерти. Він стійкий до нагрівання, що означає, що він залишається солодким навіть при використанні при високій температурі під час випікання, що робить його придатним як заміник цукру в хлібобулочних виробках.
<b>Неотам</b>	Neotame дозволено використовувати в їжу як низькокалорійний підсолоджувач. Neotame продається під торговою маркою Newtame® і приблизно в 7000-13000 разів солодший за столовий цукор. Схвалено неотам для використання як загальний підсолоджувач та підсилювач смаку в харчових продуктах (крім м'яса та птиці), за певних умов використання, у 2002 році. Він термостійкий, тобто залишається солодким навіть при використанні при високій температурі під час випікання, що робить його придатним для заміни цукру в хлібобулочних виробках.
<b>Адвантам</b>	Адвантам дозволено використовувати в їжу як калорійний підсолоджувач. Він приблизно в 20 000 разів солодше за столовий цукор (сахарозу). Схвалено Адвантам для використання як загальний підсолоджувач та підсилювач смаку в харчових продуктах (крім м'яса та птиці), за певних умов використання, у 2014 році. Він стійкий до нагрівання, що означає, що він залишається солодким навіть при використанні при високих температурах під час випікання, що робить його придатним як заміник цукру у хлібобулочних виробках.
<b>Глікозиди стевіолу</b>	Глікозиди стевіолу є природними складовими листя <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni, рослини, яка походить з частин Південної Америки і широко відома як стевія. Вони не є калорійними підсолоджувачами, і, в 200 - 400 разів солодші за столовий цукор. Використання екстрактів листя стевії та неочищених екстрактів стевії не вважається безпечним, і їх ввезення до США заборонено для використання як підсолоджувачів.
<b>Екстракти фруктів Ло Хань Го</b>	Екстракт плодів <i>Siraitia grosvenorii</i> (SGFE) містить різні рівні могозидів, які є некалорійними компонентами фруктів, головним чином відповідальними за характерну солодкість. SGFE, залежно від вмісту могозиду, в 100-250 разів солодший за цукор. <i>Siraitia grosvenorii</i> Swingle, широко відома як Ло Хань Го або плід-чернець, є рослиною, що походить з Південного Китаю.

Дослідженням функціональності сукралози/мальтодекстрину для приготування шоколадного печива присвячені праці Ребекки Дж. Мккемі [23].

При дослідженні зазначеного автора у вівсяне та шоколадне печиво додавалась суміш підсолоджувачів (Splenda® Granular (сукралоза мальтодекстрин) та ізомальт), що замінили 100% цукру. Контрольне печиво готували з 100% цукрового піску, використовуючи підхід, що складається з декількох інгредієнтів. Досліджували коефіцієнти ізомальту: 30%:70%, 40%:60% та 50%:50%. У готовому печиві оцінювалися органолептичні показники, а саме: текстура, аромат, фізико-хімічні показники, колір, активність води та крошливість печива. Змішаний дисперсійний аналіз моделі ( $p < 0,05$ ) не виявив жодних відмінностей смаку від зразка «контроль», що був виготовлений на цукрі. Загалом, усі співвідношення у суміші підсолоджувачів дозволили отримати печиво з якісними характеристиками подібними до контролю. Зниження цукру склало 30%; калорійність знизилася на 4-7% [23].

У дослідженні В. Кітраль, Ж. Вальдес та ін. [24] здійснювалась оцінка ролі некалорійних підсолоджувачів виробництві кондитерських виробів порівняно із контрольним зразком на цукрі. Сенсорні переваги та прийнятність у споживачів були визначені за допомогою рейтингового тесту та 9-бальної гедонічної шкали відповідно. Насичення та ситість визначали за візуальною аналоговою шкалою (VAS). Результати показали, що переваги та сенсорна прийнятність значно ( $p < 0,05$ ) вищі у контрольній пробі; підсолоджувачі зменшували сенсорну реакцію, але ненасичення та ситість, хоча вони не пов'язані з сенсорною реакцією, не мали суттєвих відмінностей з контрольною пробою. Фізичні та текстурні параметри підкреслюють найкращу якість контрольної проби і пов'язані із сенсорною реакцією. Термін зберігання також більший у контрольній пробі, яка показує, що цукор сприяє солодкості та іншим технологічним характеристикам, пов'язаним із текстурою, стабільністю під час зберігання, ароматом, кольором та смаком, завдяки реакції Майяра [25, 26]. Але, слід відзначити, що під час виробництва борошняних кондитерських виробів можуть бути

застосовані консерванти, що дозволить значною мірою подовжити термін зберігання продукту.

Ю.С. Савіта, Д. Індрані, Я. Пракаш визначали вплив заміщення 30% цукру на 0,05% сукралози та різних рівнів мальтодекстрину (MD) на реологію тіста та якість печива. Результати показали, що заміна цукру із збільшенням кількості MD з 10 до 40% разом з 0,05% сукралозою впливала на реологію тіста. Поглинання води збільшувалось до 20% при додаванні MD, а згодом зменшувалось. Об'єктивна оцінка печива показала, що коефіцієнт розподілу печива з 10% MD становив 7,1, 20% MD – 7,8; 30% MD – 9,4 та 40% MD – 10,5, порівняно з контрольним печивом (9,9) з 30% цукру. Найкращий загальний показник якості був зареєстрований для контрольного печива з 30% цукру, 69 пр максимальному білі 80, а потім 30% MD (65), 40% MD (60,5), 20% MD (54) та 10% MD (49,5). Результати показали можливість заміни цукру в бісквіті сукралозою та MD [27].

С. Струк, Д. Ярош, Ч. С. Бреннан, Х. Ром [28] досліджували зміни в результаті заміни цукру на сукралозу та мальтодекстрин (MD) в реологічних характеристиках тіста з пшеничного борошна. Виявлено, що використання 30% цукру у бісквітній формі може бути замінено використанням комбінації сукралози (0,05%) та MD (30%). Якісні характеристики печива, приготованого з використанням сукралози та MD, порівнянні з контрольним печивом з 30% цукру, і солодкість заміненого цукром печива була прийнятною.

Акесован А. [29] досліджував якісні характеристики нежирних тістечок, що містять 0,25%, 50%, 75% і 100% еритритол-сукралози як цукрозамінника. Результати показали, що питомий об'єм зменшився ( $p < 0,05$ ) із збільшенням заміщення цукру, при цьому зросли втрата ваги та активність води зросли ( $p < 0,05$ ). Результати сенсорної оцінки показали суттєві відмінності у всіх ознаках. Тістечка з вищим рівнем вмісту еритритол-сукралози стали темнішими, більш вологими і менш ніжними та солодкими, ніж ті, що містять цукор. Загальне зниження калорійності в 50% еритритол-

сукралозному міксі становило приблизно 21,3% по відношенню до 100 г стандартного тістечка.

В Україні вироби із використанням вискоєфективних підсолоджувачів майже відсутні у широких торгівельних мережах. На полицях супермаркетів можна знайти вироби із фруктозою та стевією, а ось сукралоза в комбінації із мальтодекстрином, еретритолом та іншими об'ємними підсолоджувачами широко не використовується. Але, в мережі інтернет можна знайти сукралозу у вигляді підсолоджувача Splenda та вироби із сукралозою, зокрема в інтернет-магазинах, що пропонують продукцію ТМ Bombbar.

Таким чином можна зробити висновок, що на ринку України майже відсутні продукти із сукралозою. Зокрема мова йде про борошняні кондитерські вироби, наприклад, печиво вівсяне, який є традиційним для України продуктом та користується популярністю у споживачів. Аналіз борошняних кондитерських виробів, що представлені на полицях мереж супермаркетів «Клас», «Сільпо», «АТБ» у 2020-2021 роках показав відсутність подібних продуктів на основі сукралози. Тому, розробка та удосконалення технологій харчових продуктів на основі сукралози є актуальною та своєчасною, оскільки певні категорії населення, які мають проблеми із зайвою вагою, цукровий діабет II типу або бажають придбавати низькокалорійні десерти готові купувати продукти на основі сукралози.

1.1.2 Аналіз вітчизняного ринку кисломолочних продуктів із дієтичними добавками

У всіх країнах світу сформульована державна політика у сфері здорового харчування, сучасні уявлення про роль харчових продуктів стали складником нової стратегії здоров'я [30].

У XXI столітті в концепції «здорового харчування» особлива роль відводиться продуктам із функціональними інгредієнтами, які одержують за інноваційними технологіями й розглядають не тільки як джерела пластичних речовин та енергії, а і як складний не медикаментозний комплекс, що

позитивно впливає на фізіологічний стан організму людини та має лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості [30].

Категорія продуктів з такими функціональними інгредієнтами називається FOSHU (Food for Specified Health Use), та включає в себе продукти спеціального оздоровчого використання, які здатні здійснювати значний вплив на організм людини, його окремі органи та системи.

Попит споживачів на продукти з фізіологічно активними інгредієнтами у світі зростає (рис. 1.2). Так у США основна група продуктів з функціональними інгредієнтами (компонентами) припадає на напої (48%), зернові (18%), хлібобулочні продукти (16%); у європейських країнах переважають все ж молочні продукти (65%) і консервовані фруктові-молочні функціональні продукти (23%) [30].

Саме молочні продукти є важливою складовою ринку харчових продуктів з функціональними властивостями. Такі продукти представлені переважно продуктами з про- та/або пребіотиками, продуктами з біологічно активними речовинами, що пов'язано з даними розвитком дисбактеріозу як в Україні, так і в усьому світі та впливом цих продуктів на боротьбу з ним.

Деяко менше представлені продукти на молочній основі спрямовані на боротьбу з діабетом та серцево-судинної системи (діабетичні без додавання замінників цукру), підвищення імунної системи (імуномодельючі) лікування порушення шлунково-кишкового тракту (антиоксидантними, сорбційними властивостями тощо), боротьбою з ожирінням (дієтичні). Зазначене свідчить про боротьбу світу фізичного здоров'я людини з неповноцінним харчуванням. Так, представники урядів 159 держав, у тому числі України, у 1992 році підписали Всесвітню декларацію та План дій зі здорового харчування, спрямовані на усунення захворювань, зумовлених недостатністю мікронутрієнтів, зниження смертності та подовження тривалості життя за рахунок факторів, пов'язаних з харчуванням.

Крім того, в Україні також приділяють увагу здоровому харчуванню. Підтвердженням цього є Наказ міністерства охорони здоров'я України від



14.01.2013 №16, який містить методичні рекомендації для лікарів загальної практики, щодо консультування пацієнтів щодо основних засад здорового харчування (адекватності енергетичним витратам, збалансованості, безпечності й задоволенні від споживання) [31].

Зокрема, задоволення споживачів від вживання їжі переважно задовольняється солодкими стравами, які не завжди є корисними та не в повному обсязі задовольняють організм необхідними поживними речовинами.

Асортимент солодких страв дуже великий, це і компоти, желе, креми, суфле, тістечка, цукерки, пудинги тощо. Значним попитом у населення користуються і молочні десерти – різні муси, йогурти, морозиво, пудинги, запіканки, солодкі сирні маси.

Сиркові маси часто називають десертами, оскільки крім сиру кисломолочного, вершків, часто містять різні смакові і ароматичні наповнювачі та харчові добавки. Класичними є наповнювачі плодово- ягідні, рослинні, кондитерські. Крім того, для кремів та десертів застосовують стабілізуючі системи, барвники, дозволені до використання МОЗ України, а також добавки – спеціально оброблені зерна злаків, печиво, вафлі, шоколад, мармелад та інше.

З метою збалансованого та здорового харчування сиркові вироби також збагачують лактулозою, вітамінами, мінеральними речовинами, поліненасиченими жирними кислотами. Тим самим виробнику вдається задоволити кінцевого споживача отримувати корисний продукт, у тому числі вироблений промисловим шляхом.

Дані досліджень TNS свідчать, що структура частоти споживання сирних десертів у динаміці за рік практично не змінна – від 2–3 разів на тиждень до 2–3 разів на місяць [32].

Загальна кількість літрів споживання молока і молочних продуктів все ж знизилась, що пов'язано зі скороченням виробництва молока, відповідно молокозмісних продуктів, зростанням ціни на молочну продукцію,

зниженням купівельної спроможності населення України тощо. Відповідно загальна кількість споживання молока і молочних продуктів на кінець року в тис. т становила: 2000 – 9788,8; 2005 – 10625,1; 2010 – 9469,8; 2014 – 9581,1; 2015 – 8995,0; 2016 – 8942,0; 2017 – 8495,9; 2018 – 8354,8 [33].

На сьогодні наявний асортимент десертної продукції (на основі кисломолочного сиру) широкий, проте оскільки сиркові вироби переважно випускають солодкими (цукру 13–26%), що є суттєвим недоліком впливу на функціональний стан організму людини, зокрема на людей із серцево-судинними захворюваннями та цукровим діабетом.

Щодо профілактичної та оздоровчої продукції, її асортимент в Україні є обмеженим. Традиційні представники – кефір, йогурт, сир кисломолочний та ін., таких же продуктів, як сиркові десерти – недостатньо та обмежено віковою категорією (дітям до 3-х років), що не задовольняє споживачів.

Так, серед молочних продуктів спеціального оздоровчого призначення переважають сиркові десерти для дитячого харчування, зокрема:

- сирок дитячий «Агуша» (виробник ПАТ «Вімм-Білл-Данн-Україна») – 3,9% жирності з різними фруктовими та овочевими смаками (з 8 місяців) збагачений вітамінами (А, Е, С, В1, В2, В6, В12, D 3, РР, фолієва кислота), мікроелементами, пробіотиками (олігофруктоза, смола акації, пшеничне волокно) та зі злаками (борошно гречане, рисове, кукурудзяне);

- пасти сиркові від ТМ «Яготинське» (ГК «Молочний Альянс») – 4,4% жирності, з різними наповнювачами (яблуко, банан, чорниця, морква, полуниця, малина тощо) з доданням вітамінів А, D, Е та пробіотиків;

- десерт сирковий «Локо Моко» (ТМ «Лактель») – 5% жирності збагачений кальцієм, Омега-3 і вітаміном D3;

- сирок без наповнювача з біфідобактеріями «Простоквашино» для малят від 6 місяців (ТМ Danone) – 4% жирності та з концентрованими наповнювачами (пюре абрикосу, банану, малини тощо) (рис. 1.1).



Рисунк 1.1 – Асортимент сиркових десертів оздоровчого призначення

Вміст вітамінів та мінеральних речовин сиркових десертів наведено у таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 – Вміст вітамінів у сиркових десертах [34, 35]

Продукт	Масова частка вітамінів у сиркових виробках, %				
	Бетта-каротин	В1	В2	В3	С
Сирки, маса сиркова, десерти	0,06	0,03	0,3	0,35	0,5

Таблиця 1.3 – Вміст мінеральних речовин у сиркових десертах [34, 35]

Продукт	Масова частка мінеральних речовин у сиркових виробках, %					
	Натрій	Калій	Кальцій	Магній	Фосфор	Залізо
Сирки, маса сиркова, десерти	41	112	135	22	200	0,4

Щодо запечених сиркових десертів, зокрема у вигляді запіканок, їх асортимент є обмеженим взагалі, а оздоровчого спрямування зокрема.

Так, на ринку представлені: запіканка сирна з вишнею (Lactel, Дольче, 150 г, 4,5%); запіканка сирна «Волошкове поле» з курагою, родзинками (ТМ «Волошкове поле», 300 г, 8%) тощо. Всі з перелічених готові до споживання, мають у складі повноцінні білки, жири, вуглеводи і мінеральні речовини. Виходячи з зазначеного, їх цілком можна віднести до профілактичних, але не як до оздоровчих (рис 1.2).



Рисунок 1.2 – Асортимент запіканок сирних

З вищезазначено випливає, що наявні на ринку України сиркові десерти оздоровчого призначення переважно випускаються для дітей до 3-х років, десертів на основі сиру кисломолочного, для інших верств населення – в продажу не має. Серед молочних продуктів збагачених різними вітамінними комплексами, переважно зустрічаються – йогурти, молоко, кефіри (ПАТ «Галактон» (ТМ «Баланс»), Danone (ТМ «Данон», «Даніссімо», «Активіа», Actimel, Vitalinea), Вімм-Білл-Данн (ТМ «Біомакс», «Біойогурт») і Ehrmann (ТМ «Біогурт», «Ермігурт»), основна маса яких направлена на нормалізацію мікрофлори кишечника, тобто профілактичного спрямування. Зазначене спонукає до удосконалення та розширення десертного асортименту шляхом модифікації традиційних продуктів, завдяки чому забезпечується формування необхідної структури і високий рівень збалансованості продукту за амінокислотним і вітамінним складом, а також підвищується біологічна та харчова цінність продукту.

Виходячи з цього, можна сміло стверджувати що ринок збагачених і функціональних продуктів харчування продовжує зростати, а з ним зростає і впровадження прогресивних технологічних процесів, створення ресурсозберігаючих технологій.

Проте, досі актуальним залишається пошук нових рослинних наповнювачів, що дозволяють підвищити харчову цінність молочних продуктів, збагатити вітамінами, макро- та мікроелементами і удосконалити органолептичні показники (покращити аромат і смак). Отже, дослідження

технології виробництва десерту сиркового оздоровчого спрямування є актуальним виробничим питанням.

Оскільки на вітчизняному ринку молочних продуктів, десерти на основі кисломолочного сиру оздоровчого спрямування відсутні взагалі, зазначене дає можливість удосконалити існуючий продукт і одержати продукт високої якості із підвищеним вмістом незамінних амінокислот, харчових волокон, макро- та мікроелементів, вітамінів.

## **1.2 Аналіз ринку безглютенових виробів України**

На даний час основним документом, який регулює якість безглютенових продуктів, є Кодекс Алиментариус. На території України також діє Кодекс Алиментариус та впроваджується Європейська Система Ліцензування харчових продуктів.

Відповідно до Кодексу Алиментариус розрізняють безглютенові продукти та продукти зі зниженим вмістом глютену.

Харчові продукти та напої, що не містять глютену – безглютенові продукти – складаються з одного або декількох інгредієнтів, що не містять пшениці (тобто, усі різновиди пшениці (*Triticum*)), жита, ячменю, вівса або їх гібридних сортів, і рівень глютену в них не перевищує 20 мг/кг для продуктів, що продаються або поширюються для споживачів.

Продукти зі зниженим вмістом глютену – харчові продукти та напої, які складаються з одного або декількох інгредієнтів, що містять пшеницю (тобто, усі різновиди пшениці (*Triticum*)), жито, ячмень, овес або їх гібридні сорти, які були спеціально оброблені для видалення клейковини, і рівень глютену не перевищує 20...100 мг/кг на основі продуктів, що продаються або поширюються для споживачів» [36].

Харчові продукти, які визначені як безглютенові, без вівса, мають маркуватися написом «Без глютену». Реєстраційний номер має бути чітким,

знаходиться під символом ТМ «Перекреслений колосок», мати код країни – код компанії – код продукту (рис. 1.3).

UA-001-008



Рисунок 1.3 – Маркування безглютенових продуктів на території України

Харчові продукти, визначені як безглютенові, які містять овес як один із інгредієнтів, повинні маркуватися написом «без глютену». Проте слово «ОВЕС» повинно бути чітко відображено під символом ТМ «Перекреслений колосок» перед реєстраційним номером».

Харчові продукти, що визначені як безглютенові, можуть супроводжуватися додатковими твердженнями «Придатний для людей з непереносимістю глютену», «Спеціально вироблені для людей з непереносимістю глютену». Харчові продукти зі зниженим вмістом глютену не мають права позначатися як безглютенові [37].

Обсяг глобального ринку безглютенових продуктів останнім часом суттєво зростає (рис. 1.4). Причинами зростання обсягу і асортименту безглютенових продуктів є алергічні захворювання населення: збільшення медичних показань; поширення інформації для споживачів; загальний тренд здорового харчування.

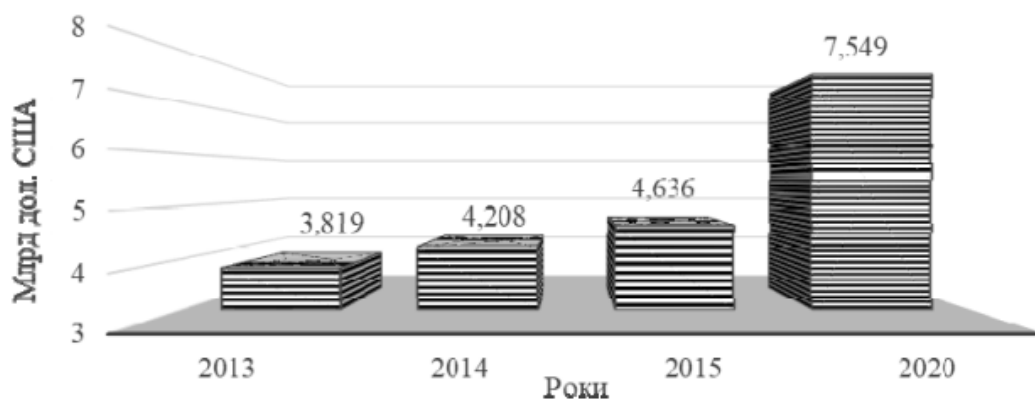


Рисунок 1.4 – Обсяг глобального ринку безглютенових продуктів у 2013–2020 рр.

На ринку України здебільшого представлені іноземні марки безглютенових продуктів (табл 1.4.): Bezgluten (Польща), Balviten (Польща), Barilla (Італія), Schar, Elovana (Фінляндія), Glutenex та ін. В основному, це крупи, горіх, бобові, борошно та суміші для виготовлення борошняних виробів (кексів, мафінів, млинців), макаронні вироби, печиво, хліб та хлібобулочні вироби тривалого зберігання. Але на ринку майже немає безглютенової продукції українського виробництва.

Таблиця 1.4 – Ринок безглютенових продуктів України

Торгова марка (країна)	Харчові продукти
SONKO (Store Food Distribution, Велика Британія)	Хлібці, галети
Bezgluten, Balviten (Польща)	Борщ, вафлі, кекс, цукерки, печиво тощо
3Pauly, Biovegan, Grundorf (Німеччина)	Борошно, суміші для випікання
Dr. Schar, Pedon, Fiorentini (Італія)	Борошно, крупи
Provena (Фінляндія)	Пластівці, борошно, печиво, крекери тощо
Candy Tree (Нідерланди)	Льодяники
Alaska (Словаччина)	Палички кукурудзяні
Amylon (Чехія)	Пудинг
GULLON (Іспанія)	Печиво, крекери тощо
World's rice, Жменька, Ms. Tally (Україна)	Борошно, макаронні вироби

### 1.3 Аналіз ринку м'ясних січених виробів для людей з порушеним обміном речовин

Важливим кроком подолання проблеми зниження статусу харчування, особливо молоді, в Україні є окремі державні законодавчі ініціативи, підпорядковані світовим тенденціям і спрямовані на розробку новітніх

харчових продуктів підвищеної харчової цінності, першочергово з вмістом тваринних білків [38–43]. До таких продуктів належать м'ясні січені напівфабрикати (МСН) і готові вироби (січені біфштекси, котлети, битки, шніцелі, кнелі тощо). Їх основу складають м'ясні фаршеві емульсійні системи. Вони користуються заслуженим визнанням споживачів і з кожним роком займають все більш важливе місце в харчовому раціоні населення.

Попит на м'ясо яловичини і м'ясні продукти загалом завжди існує. Чи можуть його на українському ринку останніми роками задовільнити пропозиції виробників дає відповідь Державна служба статистики [44]. Аналіз пропозицій напівфабрикатів м'ясних січених у відомих супермаркетах м. Харкова («Рост», «Клас», «Метро», «АТБ», «Дігма») свідчить, що загалом споживачам пропонуються пельмені, іноді м'ясні бургери, котлети у дуже обмеженому асортименті. Напівфабрикати охолоджені і заморожені категорії, що можуть умовно бути віднесеними до раціонального харчування, пропонуються нечасто. Наприклад, супермаркет «Рост» пропонує два найменування котлет виробництва найбільшого підприємства України з виробництва м'ясних продуктів «Миронівський хлібопродукт» (У 2016 р. тримав 40% ринку птиці й займав перше місце серед експортерів курятини; до 2020 р. планує випускати 900 тис. т/рік): «Ситні» з м'яса птиці та гречки – гречаники, «Їжачки» з м'яса птиці та рису.

Фахівці з маркетингу вважають, що продавцям слід розвивати онлайн-торгівлю і більше уваги звертати на просування в Інтернеті. Покоління мілленіалів на часі починає все сильніше впливати на ринок, змінюючи попереднє покоління бeбi-бумерів, і тому повинна змінюватися вся стратегія маркетингу [44; 45]. Так, на prom.ua у категорії «заморожені напівфабрикати в Україні» позиція «котлети м'ясні» обмежується тільки 64 пропозиціями. Водночас жодна з них не містить посилання на дотримання вимог харчової безпеки, ДСТУ, ТУ, згідно з якими виготовлено продукцію. Судячи з наданих назв, характеристик і властивостей запропонованих виробів напівфабрикати не



можуть задовольнити тих споживачів, які орієнтовані на раціональне харчування [46].

Нове покоління прагне вибирати найкраще з доступних продуктів. І не дивлячись на зниження купівельної спроможності в країні споживачі бажають вибирати якісні продукти, продукти з трендом «екологічне виробництво». Західні експерти вважають, що Україна може зайняти ключові позиції на ринку завдяки технологіям виробництва з мінімальним використанням хімії [44; 45].

Отже виняткове значення м'ясних виробів для раціонального харчування та перспективи їх створення в Україні свідчать про актуальність завдання розробки м'ясних січених виробів на основі м'яса яловичини і показують важливість вибору інших рецептурних компонентів, особливо з рослинної сировини, що містить корисні мікронутрієнти.

## **2 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ СТВОРЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ПОРУШЕНИМ ОБМІНОМ РЕЧОВИН**

### **2.1 Шляхи покращення якості мармеладно-пастильних виробів у напрямку зниження глікемічності, калорійності, та підвищення харчової цінності**

2.1.1 Використання цукрів, цукрозамінників, підсолоджувачів та рослинних добавок у технологіях цукрових кондитерських виробів

Нові види продукції потребують нової сировини. Удосконалення технології цукрових кондитерських виробів потребує нових видів структуроутворюючих, підсолоджуючих та смакових речовин.

Науковцями було розроблено новий вид пастильних виробів типу маршмелоу функціонального призначення з використанням фруктози, топінамбуру та плодово-овочевої сировини. Встановлено, що під час додавання порошку топінамбуру та фруктових соків у виробі маршмелоу, їх енергетична та харчова цінність збільшується на 7...34%. Глікемічний індекс нових видів маршмелоу є нижчим на 52...59%, ніж глікемічний індекс аналогічних виробів на цукрі [47].

Удосконалено технологію пастильних виробів шляхом заміни частки цукру білого в пастильній масі на стевіозид у кількості 1,5...2,0% до маси ячного білка, що дозволило компенсувати солодкість виробів та підвищити показник піноутворювальної здатності ячного білка на 10,0...30,0 %. Також встановлено, що у разі використання еламіну у кількості 1,0...2,5 %, за умови вилучення частки цукру під час формування якості пастильної маси, забезпечуються необхідні структурно-механічні показники виробів. Крім того еламін оказує позитивний вплив на показник піноутворювальної

здатності (ПУЗ) та стійкості піни (СП) пастильної маси, а саме підвищує ПУЗ на 80,0...140,0% і СП – на 1,9...4,0 % [48].

У статті [49] наведено дані оптимізації рецептурного складу мармеладу зі зниженим вмістом сахарози, глюкози, фруктози на агарових полісахаридах – пектинах. Рішення передбачають зменшення рецептурної кількості цукрів до меж, за якими забезпечується солодкий смак виробів; введення полідекстрази, як інертного наповнювача, для регулювання вмісту сухих речовин і структурно-механічних властивостей мармеладу, в кількості рівноцінній кількості цукру, що виключено із рецептури. Також передбачено внесення фруктово-овочевих пюре в кількості від 15% до 25% для забезпечення натурального насиченого кольору, приємного смаку та аромату готової продукції. При цьому енергетична цінність, для всіх зразків у середньому зменшується на 25%, а показник глікемічності – для мармеладу з сахарозою на 32%, з фруктозою – на 60%.

Вченими ОНАХТ [50] удосконалено рецептуру двошарового желеино-збивного мармеладу за рахунок використання крохмальних сиропів, фруктози та полідекстрази.

Розглянуто в якості перспективного підсолоджувача ізомальт, який складає справжню конкуренцію сахарозі. Відомо, що одним із раціональних шляхів вирішення проблем ожиріння та цукрового діабету є використання харчових волокон рослинного походження, що володіють унікальними лікувально профілактичними і оздоровчими властивостями. Введення харчових волокон в склад їжі знижує її калорійність, що становить особливий інтерес при виробництві продуктів, що містять знижену кількість енергії. Запропонованоу стандартній рецептурі нуги замінити цукор на ізомальт, крохмаль і харчові волокна «Самесел». При проведенні досліджень було відзначено покращення структуроутворюючих властивостей збивної маси; покращення якості та збільшення терміну зберігання цукерок, покращення органолептичних властивостей цукерок [51].

Проведено дослідження, а саме було замінено 30–60% цукрової пудри рецептурі цукерок типу праліне на агломерований порошок ячмінного солоду (АЯС) і виявлено, що зі збільшенням дозування АЯС відбувається підвищення пластичної міцності маси. Так, міцність, необхідна для якісного різання цукеркових джгутів повинна становити близько 120 кПа. Даний показник досягається для маси без АЯС і з заміною 30%, 40%, 50%, 60% цукрової пудри на АЯС через 14, 12, 10 і 11 хв відповідно. Отже, використання АЯС дозволяє прискорити процес структуроутворення джгутів мас типу праліне [52].

Розглянуто аспекти формування споживчих властивостей пастильних виробів із використанням нетрадиційної сировини, а саме екстракту стевії та еламіну. Доведено, що використання підсолоджувача рослинного походження (стевії) і йодовмісної сировини (еламіну) дозволяє знизити глікемічний індекс виробів та збагатити їх йодом [53].

На підставі проведення комплексних наукових досліджень із розробки технології функціональних жувальних цукерок, теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність використання цукрозамінника ізомальт в якості основного виду сировини і апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 в якості вискоєфективної добавки для регулювання технологічних властивостей цукеркової маси і формування функціональних властивостей жувальних цукерок. Виявлено позитивний вплив ізомальту і апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 на формування споживчих властивостей і фізіологічної цінності жувальних цукерок; встановлено термін їх зберігання – 6 міс., що забезпечує безпеку і збереження споживчих властивостей виробів [54].

Проведені дослідження, спрямовані на розробку технологій виробництва кондитерських виробів профілактичного призначення, в тому числі підвищеної харчової, біологічної цінності та зниженої калорійності. Встановлено можливість використання у виробництві ірису підсолоджувачів – ізомальту і фруктози [55].

Проведено порівняння якості цукрів за наступними фізико-хімічними показниками: розчинність, глікемічний індекс, калорійність, температура плавлення, солодкість. Показано, що комплексний показник якості базового зразку – 1, тагатози – 0,81, що практично в 2 рази вище, ніж у інших цукрів, за виключенням фруктози. Шляхом використання математичного методу чотирьохфакторного експерименту встановлено оптимальне співвідношення тагатози : мальтитоли : желатину : гліцеролу – 70:30:8,0:2,0. Розроблено рецептури карамелі зі зниженою калорійністю та зниженою глікемічністю [56].

Авторами публікації [57] надано данні про органолептичні та фізико-хімічні властивості еритрітолу, а також пояснено як змінюється енергетична цінність продукту у якому сахарозу замінили еритрітолом. Показано що, ведення еритрітолу в харчові продукти в кількості, що забезпечує звичайну ступінь солодкості, дозволяє в значній мірі скоротити їх надлишкову калорійність. Так, наприклад, при заміні сахарози в рецептурі шоколаду його калорійність знижується більш ніж на 35%, для тортів і тістечок з кремом – на 30–40%, помадних сортів цукерок – на 65%, бісквітів і кексів – на 25% та ін. [57].

Науковцями розроблено уніфіковану рецептуру на жувальні цукерки та рецептуру жувальних цукерок, в якій цукор повністю замінений на ізомальт. Встановлено, що через 2 місяці зберігання вміст редуруючих речовин, у жувальних цукерках нової рецептури менше, ніж у контрольному зразку. Тобто нові вироби матимуть термін зберігання значно довше, ніж вироби виготовлені за стандартною рецептурою [58].

Досліджено деякі реологічні властивості фруктово-желейних мас виготовлених із використанням поліолів. Отримані результати дозволяють прогнозувати значення реологічних характеристик фруктово-желейних мас при різних співвідношеннях рецептурних інгредієнтів з урахуванням їх фізико-хімічних властивостей і технологічних параметрів окремих стадій виробничого процесу, і як наслідок забезпечити стабільність якісних характеристик готового продукту [59].

Вченими докладно висвітлено і систематизовано питання, пов'язані з фізико-хімічними властивостями і загальними характеристиками ізомальтулози: розчинність, стабільність при переробці та зберіганні, органолептичні і фізіологічні властивості. Наведено основні споживчі характеристики ізомальтулози, а також запропоновано її використання для виготовлення кондитерських виробів [60].

Досліджено властивості поліолу ізомальтолу з точки зору доцільності та можливості використання для виробництва піноподібного кондитерського виробу маршмелоу дієтичного призначення. Ізомальтол має значні переваги над сахарозою, нижчу калорійність та глікемічний індекс, виконує роль фізіологічно-функціонального інгредієнта, тому що володіє пробіотичним ефектом. Досліджено властивості маршмелоу при використанні суміші ізомальтолу та фруктози [61].

Проведені дослідження щодо використання еритріолу при виробництві маршмелоу. Досліджено сорбційні властивості еритріолу та суміші еритріолу і фруктози при виробництві маршмелоу. Встановлено їх оптимальне співвідношення з точки зору впливу на сорбційні властивості виробу. Розрахунок енергетичної цінності показав, що нові види маршмелоу можна маркувати як вироби з «редукованою» калорійністю та глікемічністю [62].

Наведено результати досліджень впливу цукрів (сахарози, глюкози, фруктози) та різних видів патоки на фізико-хімічні, структурно-механічні та сорбційні властивості карамельної маси [63]. У результаті досліджень встановлено, що збільшення вмісту редуруючих речовин у патоці сприяє скороченню тривалості уварювання карамельної маси, зростанню розтікання карамельної маси і збільшенню часу утворення склоподібної аморфної структури карамелі. Уварювання карамельної маси до вологості 2–3% на основі сахарози, глюкози, фруктози з використанням різних видів патоки потребує різної кінцевої температури уварювання: на сахарозі – 408 К, на глюкозі – 418 К, на фруктозі – 423 К. Показано, що цукри та різні види патоки впливають на сорбційно-десорбційні властивості. Встановлено, що

рівноважна вологість карамельної маси, виготовленої на основі фруктози і різних видів патоки, при  $a_w = 0,75$  ( $\phi = 75\%$ ) коливається в межах 11–22%. Карамельна маса, виготовлена на основі мальтозної і глюкозної патоки, має підвищену рівноважну вологість, яка не відповідає традиційній рецептурі, тому за необхідності їх використання виникає необхідність розроблення спеціальних рецептур [63].

Проведений комплекс досліджень із визначення впливу сахарози, глюкози та фруктози, а також різних видів крохмальної патоки на якість карамельної маси і готових виробів підтвердив можливість їх використання при виробництві карамелі [63].

Розроблено рецептуру дієтичного шоколаду на основі еритрітолу, екстракту стевії і деяких натуральних інгредієнтів, що не містить сахарозу в своєму складі. Антиоксидантна ємність виробів значно перевищувала середнє значення в групі шоколаду відомих російських виробників. В отриманому продукті були відсутні побічні ефекти застосованих цукрозамінників – гіркота і специфічний післясмак [64].

Досліджено зміну реологічних властивостей цукрової маси з додаванням ізомальтулози в процесі приготування цукерок з жувальною структурою при внесенні пластифікаторів: кокосової та пальмоядрової олії, харчових волокон Citri-Fi. Встановлено, що додавання пластифікаторів і харчових волокон призводить до зменшення граничної напруги зсуву, сприяє зниженню пластичних і підвищенню пружних властивостей маси, що покращує жувальні властивості цукерок [65].

Розглянуто технологію отримання збитих цукерок типу «Суфле» з повною заміною цукру-піску на патоку збільшеного терміну придатності. Визначено значення пластичної міцності желейних мас і встановлено, що заміна цукру-піску на патоку призводить до зниження пластичної міцності, але це не впливає на структуроутримуючу здатність. Для підвищення харчової цінності збитих виробів в рецептурний склад була введена кориця [66].

Авторами статті висвітлено сучасні тенденції в створенні спеціалізованих харчових продуктів на основі цукрозамінників: сахарину, цикломату, аспартама, ацесульфама К, сукролози, манніту, сорбіту, ксиліту, солодкового кореня, стевіозіда, ізомальтулози, манози [67].

Науковцями досліджено основні технологічні властивості ізомальту та фруктози при виробництві маршмелоу. Встановлено і науково обґрунтовано використання суміші ізомальту та фруктози (70/30) при виробництві маршмелоу. Дослідження сорбційних властивостей показало, що рівноважна вологість маршмелоу виготовленого на суміші ізомальту та фруктози (70/30) сповільнює процеси черствіння [68].

Запропоновано використання ізомальту, мальтиту, еритриту в виробництві шоколаду без цукру. Дані цукрозамінники мають свої переваги і недоліки в порівнянні один із одним. Наприклад, ізомальт та мальтит не мають охолоджуючого ефекту, що спостерігається при додаванні у шоколадну масу еритриту [69].

Запропоновано використання цукрозамінників в технології шоколаду. Досліджено вплив мальтиту, ізомальту, і еритриту з різним розміром частинок, на реологічні властивості розплавленого шоколаду. Встановлено, що мальтит впливає на реологічні властивості шоколаду аналогічно сахарозі і, таким чином, може бути добрим заміном. Застосування ізомальту призводить до більш високої пластичної в'язкості шоколадної маси, а мальтит підвищує плинність шоколадної маси значніше, ніж об'ємні цукрозамінники. Показано, що для забезпечення високих органолептичних показників слід використовувати цукрозамінники з невеликим розміром частинок [70].

Досліджено використання цукрозамінників і підсолоджувачів у кондитерському виробництві. Встановлено, що використання лактиту при виготовленні печива, бісквітів, вафель, кексів, дозволяє протягом тривалого часу зберігати хрусткість виробу, в той час як вироби на основі ксиліту або сорбіту швидко розм'якшуються і втрачають цей ефект. Протягом тривалого



часу зберігаються і льодяники, приготовлені на лактиті. Лактит можна використовувати у вигляді пудри для посипання кондитерських виробів. Застосування лактиту, дозволяє виготовляти шоколад зниженої калорійності та зі зниженим вмістом жирів [71].

Авторами публікації надано [72] проведена порівняльну характеристику вітчизняних і зарубіжних цукрозамінників нового покоління низької калорійності і глікемічності. Наведено результати дослідження, які спрямовані на розробку раціональних технологій різних груп кондитерських виробів (печиво, кекси, маффіни, бісквіти, цукерки, мармелад, жувальна карамель) на основі цукрозамінників нового покоління – мальтиту, мальтитолу, лактитолу, лактулози, еритритолу, ізомальту [72]. Показано, що використання цукрозамінників нового покоління (ізомальтїтол, еритритол, мальтїтол) та їх сумішей з фруктозою у виробництві маршмелоу дозволяє одержувати вироби дієтичного призначення [73].

У роботі [74] наведено результати дослідження деяких реологічних властивостей фруктово-желейних мас виготовлених із використанням поліолів. Отримані результати дозволяють прогнозувати значення реологічних характеристик фруктово-желейних мас при різних співвідношеннях рецептурних інгредієнтів з урахуванням їх фізико-хімічних властивостей і технологічних параметрів окремих стадій виробничого процесу, і як наслідок забезпечити стабільність якісних характеристик готового продукту.

Запропоновано використання топінамбуру у вигляді пюре або пасти, які багаті мінеральними речовинами, білками, харчовими волокнами, вуглеводами, вітамінами. В технології мармеладу встановлено, що зі збільшенням дозування напівфабрикатів із топінамбура в рецептурну суміш мармеладу зростає міцність готових виробів [74].

Особливо перспективним напрямком в технології впровадження топінамбура є використання його напівфабрикатів у виготовленні цукристих кондитерських виробів, зокрема: нуги, суфле, фруктово-желейного

мармеладу. Так нугу і суфле топінамбур додавали у вигляді соку. В результаті отримали якісні вироби для діабетичного харчування, які мали високі органолептичні показники і низьку собівартість. Виготовлення виробів не вимагає трудомістких і передбачає використання дешевої сировини [75].

Використання стевіозиду та концентрованої пасти з топінамбуру [76–78] у виробництві мармеладу «Топ-топ» дозволяє збагатити його склад мінеральними речовинами та харчовими волокнами.

У роботі наведено результат, а саме розроблено технології мармеладу зі збільшеним терміном зберігання на основі агару (желатину) і фруктози (стевіозиду). Готовий виріб має у своєму складі цілі (деформовані) ягоди та різані фрукти: яблука та інше. Досліджено, що при заміні цукру і патоки на цукрозамінник – стевіозид, дозволяє знизити енергетичну цінність виробу на 92...93% [79].

Науковцями розроблено таку технологію [80–83], яка дозволяє використовувати натуральний мед та пасту топінамбуру для удосконалення рецептури мармеладу желейного. Це призводить до зниження показника енергетичної цінності на 25,0...48,0%. А також зменшується показник цукроємності і підвищується харчова цінність продукту у порівнянні з рецептурою мармеладу «Желейний формовий».

Проведено дослідження щодо одержання діабетичного желейно-фруктового мармеладу на пектині, шляхом заміни 30% яблучного пюре на плоди аронії, а цукор-пісок на фруктозу. Отримано технологію за якою можна виготовляти функціональний продукт [84].

Науковцями удосконалено спосіб виробництва зефіру, що дозволяє знизити цукроємність, збільшити термін зберігання і підвищити харчову цінність виробу, шляхом використання порошку топінамбуру та фруктози [85]. Також підвищити харчову цінність і знизити енергетичну виробів, дозволяє полідекстроза та сорбіт, які були введені разом з яблучним порошком та рисовим крохмалем до рецептури за рахунок заміни цукру-піску [86].

Встановлено, що заміна цукру білого на ізомальт і використання більшої кількості яблучного пюре у технології виробництва зефіру, знижувало глікемічний індекс продукту, а також підвищувало його харчову цінність та вітамінний склад [87].

Було створено та запатентовано [88, 89] технологію зефіру дієтичного призначення з використанням сорбіту і фруктози, які виконують роль підсолоджуючих речовин. Нові вироби мають знижену калорійність і глікемічний індекс виробу.

Також вченими НУХТ розроблено зефір дієтичного призначення, у якому замість цукру білого використовують фруктозу та ізомальт. Новий продукт можуть споживати люди, що хворіють на цукровий діабет [90]. Запатентовано технологію зефіру дієтичного призначення з використанням фруктози та мальтитола. Мальтитол – речовина що не впливає на рівень цукру у крові надав продукту функціональних властивостей [91].

2.1.2 Обґрунтування використання кокосового цукру, фруктози, еритритолу та мальтитола в технології мармеладно-пастильних виробів

Кокосовий цукор є продуктом переробки соку кокосових пальм. Одна пальма протягом року здатна дати приблизно 250 л соку.

За своїм зовнішнім виглядом кокосовий цукор дуже схожий на тростинний. Він коричневого кольору, іноді може бути більш жовтим або помаранчевим. Запах багато в чому залежить від того, в який сезон був зібраний сік, з яких пальм і в якій місцевості вони виростили. Смак у кокосового цукру тонкий і ніжний. Він нагадує знову ж тростинний цукор, але при цьому більш карамельний. Можливі відхилення смаку в сторону горіхового або горіхово-карамельного присмаку.

Кокосовий цукор у своєму складі містить: вітаміни групи В, мінеральні речовини – кальцій, калій, цинк, магній, залізо, амінокислоти, поліфеноли. Інулін є одним із найцінніших компонентів кокосового цукру. Він має здатність працювати як пребіотик. З цієї причини даний продукт стає на сходинку вище цукру бурякового. Глікемічний індекс кокосового цукру

становить 35, в той час як у бурякового він майже в два рази більше – 68 балів, у тростинного цукру наближений до бурякового і дорівнює – 65.

Калорійність кокосового цукру становить приблизно 375-380 ккал/100 г. Цей показник нижче, ніж у бурякового (399 ккал) і у тростинного (398 ккал) цукрів, які по калорійності знаходяться практично на одному рівні. Корисні властивості кокосового цукру досить схожі з властивостями аналогічних продуктів. Кокосовий цукор містить у своєму складі прості вуглеводи. Ці речовини, потрапляючи в організм, розщеплюються досить легко і швидко, даруючи енергію, яка, втім, зникає з тією ж швидкістю, що і з'являється. Завдяки такій дії глюкоза допомагає організму відновити сили і швидко підбадьоритися. Кокосовий цукор здатний забезпечити мозок достатньою кількістю глюкози, що позитивним чином позначиться на його активності.

Інша корисна властивість, якою володіє цукор кокосової пальми це збереження практично всіх корисних речовин присутніх у сировині, з якої його виробляли, адже у процесі виробництва вона піддається мінімальній обробці. Серед цих корисних речовин є 16 важливих амінокислот, вітаміни, мінерали та ферменти.

Кокосовий цукор містить в своєму складі глютамін, який володіє добрими регенераційними властивостями, та інозитол. У зв'язку з нижчим глікемічним індексом кокосовий цукор стає одним із найбільш зручних підсолоджувачів для людей, які страждають певними формами цукрового діабету. Наявність інуліну в складі робить цей продукт корисним при порушеннях у роботі травної системи – дана речовина налагоджує основні функції органів травного тракту, стимулює метаболізм і сприяє виведенню шлаків. Відзначимо, що всі описані якості притаманні виключно нерафінованому продукту.

Через те, що зефір у своєму складі містить до 53% цукру від загальної маси, він є висококалорійним продуктом. У своєму складі білий кристалічний цукор не має, ні вітамінів, ні мінералів. Не має він також поліцукридів, на відміну від кокосового цукру. Наявність інуліну зменшує

глікемічний індекс цукру. А отже кондитерські вироби, зокрема зефір, на основі кокосового цукру можна буде вживати людям, хворим на цукровий діабет [92].

Фруктоза – це речовина, яка, в першу, чергу відрізняється своїм солодким смаком. Вона належить до групи вуглеводів – речовин, які використовуються в більшості процесів життєдіяльності організму.

Цей продукт займає місце в групі моносахаридів – найбільш легкозасвоюваних вуглеводних сполук, також вона є природним моносахаридом, на відміну від сахарози, яка вважається штучною.

Відмітною властивістю фруктози вважається те, наскільки повільно ця речовина засвоюється кишечником. Вона досить швидко розщеплюється, що робить фруктозу щодо корисним є углеводом.

Фруктоза є одним з елементів звичайного столового цукру (сахарози) нарівні з глюкозою.

Між фруктозою та цукром, різниця полягає у наступному:

- засвоюється організмом, не провокуючи різкий викид інсуліну, цукор же швидко засвоюється організмом і викликає миттєве підвищення рівня глюкози в крові;

- має низький глікемічний індекс, не викликає різкого підвищення або падіння рівня цукру в крові, цукор збільшує кількість холестерину в крові і прискорює атеросклеротичні процеси;

- можна вживати в їжу хворим на цукровий діабет і людям, що страждають від ожиріння, при вживанні цукру відбувається надлишкове відкладення жиру і різке збільшення маси тіла;

- не шкодить зубам, тоді як цукор же шкідливий для зубів, він сприяє утворенню карієсу;

- є хорошим джерелом енергії при важких або інтенсивних фізичних навантаженнях.

Фруктоза є менш калорійним продуктом, ніж цукор: у 100 г міститься 350 ккал, в той час як в 100 г сахарози – 400 ккал.

Однією з основних переваг фруктози перед іншими сахаридами полягає в процесі переробки цієї речовини організмом.

Щоб засвоїти глюкозу або сахарозу, тіло людини починає виробляти інсулін – гормон, що дозволяє розщеплювати складні вуглеводи.

Крім цієї функції, інсулін також відповідальний за не менш значиму роботу – з'являючись в крові людини, цей гормон призводить до збільшення жирових відкладень.

Фруктоза не вимагає вироблення інсуліну, оскільки цей вуглевод здатний самостійно розщеплюватися на більш прості елементи. І тому, при правильних дозах, фруктоза може стати частиною дієти для схуднення.

Внаслідок зловживання фруктозою виникають негативні ефекти.

За результатами дослідження уряд США причиною повільного ожиріння нації є саме фруктоза, яка в надмірних кількостях присутніх в раціоні американців.

Під час виробництва, фруктозу використовують в більшості популярних продуктів в США (газованій воді, сиропи, солодощі і тощо).

Слід приділити увагу тому, що шкода фруктози проявляється тільки в разі реального зловживання речовиною.

До вживання фруктози, в раціоні правильного харчування існує кілька простих рекомендацій:

- денна норма фруктози становить 25-40 г в залежності від ваги людини. Ця кількість рівносильна 3-4 яблук, 3-5 бананів, 10-15 плодам вишні або 5-9 склянок суниці;

- така ж кількість фруктози (25-40 г) міститься в одній пляшці солодкої води або газованої води.

- для людей, які страждають від цукрового діабету, щоденна кількість фруктози дещо інша. Вона підраховується в залежності від маси тіла хворого – не більше 0,5 г фруктози на 1 кг.

Фруктоза в малих кількостях корисна при дієтах, оскільки цей вуглевод надає організму велику кількість енергії, незважаючи на свою невисоку калорійність [93].

Останнім часом активно проводяться дослідження щодо створення нових цукрозамінників низькокалорійної спрямованості. З огляду на негативні наслідки, що настають від непомірного споживання цукрів, особлива увага приділялася створенню цукрозамінників, які мали би високі органолептичні показники і не викликали негативних наслідків. В економічно розвинених країнах ведеться пошук, і створюються виробництва нових, нешкідливих для людини, цукрозамінників, здатних задовольняти потреби організму осіб з надмірною масою тіла. Такі цукрозамінники повинні бути низької калорійності з низьким глікемічним індексом (ГІ). Такими властивостями володіють цукрозамінники нового покоління: мальтитол, ерітрітол, ізомальт, лактітол, лактулоза [94].

Мальтитол (рис. 2.1) має приємний солодкий смак, подібно цукру, і за інтенсивністю становить приблизно 90% його солодощі. Його виробляють шляхом гідрогенізації мальтози, яку отримують з крохмалю. Як й інші поліоли, він не набуває коричневого кольору і не карамелізується, як цукор. В даний час його виробляють потужні компанії Cerestar, Roquette, SPI Polyols Inc. і Towa Chemical Industry Co LTD.

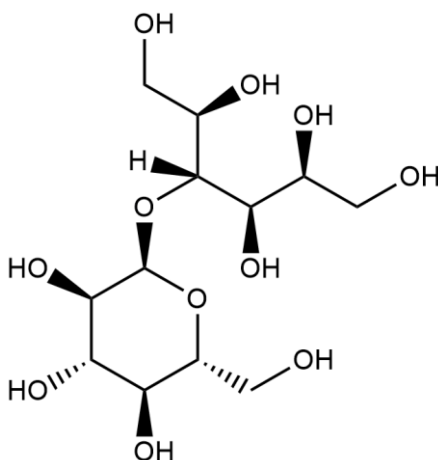


Рисунок 2.1 – Структурна формула мальтитолу

Порівняно з іншими поліолами мальтитол надає незначний «охолоджуючий» ефект у ротовій порожнині. Його застосовують не тільки як цукрозамінник, але і як замітник жиру, що пов'язано з його властивістю надавати «вершковий смак» їжі. Практично під назвою «мальтитол» розглядаються продукти, отримані шляхом гідролізу крохмалю з подальшою каталітичною гідрогенізацією для зв'язування вільних альдегідних груп. Вміст власне мальтитолу в цих продуктах коливається від 50% до 95%.

Було доведено, що мальтитол не зазнає метаболізму бактеріями ротової порожнини, які, розщеплюючи цукор або крохмаль, виділяють кислоти, що сприяють руйнуванню зубної емалі і розвитку карієсу. Мальтитол повільно абсорбується в кишечнику, тому підвищення глюкози і інсуліну в крові відбувається більш редуковано порівняно з прийомом сахарози. В організмі він повільно, але повністю розкладається на глюкозу і сорбіт, особливо кишковою флорою. Енергетична цінність мальтитолу становить 2,1 кал/г (цукру – 4,0 кал/г), тому він може застосовуватися в дієтах для зниження маси тіла.

Згідно з положенням FDA, що діє в США, продукти можуть позначатися як «знижучі калорії», якщо вони забезпечують їх зменшення, щонайменше, на 25%. Тому мальтитол відповідає такому позначенню. В ЄС, відповідно до Національної маркувальної директиви, все поліоли, включаючи мальтитол, оцінюються за енергетичною цінністю в 2,4 кал/г.

Мальтитол є безпечним продуктом для здоров'я і усіма регламентуючими органами США і Європи дозволений до застосування без обмежень. З огляду на що, подібно до інших поліолів, мальтитол в великих дозах може надавати послаблюючий ефект, його не рекомендують застосовувати більше за 100 г/добу. Іноді послаблюючий ефект спостерігається і за більш низьких доз (30–50 г/добу).

Мальтитол дозволений до використання як речовина, що має не тільки властивість цукрозамінника, а й інші якості харчових добавок (стабілізаторів, загусників, наповнювачів та ін.). Мальтитол поки що широко не використовується в Україні під час виробництва кондитерських виробів.



Закордоном мальтитол використовується при виробництві різних груп кондитерських виробів без цукру [95–108].

Еритритол (рис. 2.2) вживався людьми протягом тисячоліть. Він входить до складу деяких фруктів (сливи, диня, виноград), грибів і продуктів, підданих ферментації (вино, соєвий соус). Еритритол відноситься до поліолів і з 1990 р. застосовується як цукрозамінник під час виготовлення деяких видів їжі і напоїв [109–116].

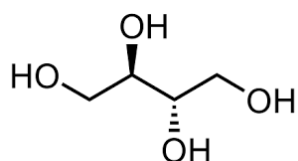


Рисунок 2.2. Структурна формула еритритолу

Еритритол – це білий порошок із чистим солодким смаком, подібним сахарозі, за інтенсивністю дорівнює 70% її солодощі. Як й інші поліоли, він не викликає карієсу і безпечний для хворих на цукровий діабет, не впливаючи на підйом глюкози й інсуліну в крові. Однак в відмінну від інших поліолів, він має дуже низьку енергетичну цінність (0,2 ккал/г), яка становить приблизно 7–13% їх калорійності і близько 5% калорійності сахарози. Оскільки еритритол швидко абсорбується в тонкому кішківнику і швидко виводиться з організму з сечею (більше 90%) – протягом 24 годин, слабуючий ефект, який іноді виникає при надмірному споживанні поліолів, стає малоймовірним під час вживання їжі, до складу якої входить еритритол. З огляду на те, що тільки близько 5% еритритолу досягає товстої кишки, де він піддається метаболізму під дією кишкових бактерій, газоутворення відбувається в незначній мірі.

З 1997 р. еритритол дозволений до вживання в США, а з 1990 р. застосовується в Японії як харчова добавка до багатьох японських страв. Еритритол є одним із найкращих цукрозамінників, що застосовуються в

дієтотерапії, спрямованої на зниження маси тіла. Нагадаємо, що, згідно з прийнятими положеннями, до таких продуктів відносяться речовини, що сприяють зниженню енергетичної цінності їжі на 25%. Їх також називають продуктами з редукуючою калорійністю.

Клінічні дослідження показали, що щоденне споживання еритритолу в дозі 1 г/кг маси тіла дорослих людей добре переноситься в порівнянні з їжею, що містить сахарозу. Він добре поєднується з низькокалорійними підсолоджувачами, такими, як аспартам і ацесульфам К, що дозволяє підвищити інтенсивність солодкого смаку при зниженні кількості вхідних компонентів. Крім того, додавання еритритолу до інших цукрозамінників дозволяє позбутися гіркого присмаку, властивого деяким солодким речовинам [117, 118].

Таким чином, на основі проведеного огляду літератури, можна зробити висновок, що цукрозамінники нового покоління – мальтитол та еритритол – мають низьку калорійність і глікемічність, тому їх доцільно використовувати у технології зефіру дієтичного призначення.

### 2.1.3 Обґрунтування використання порошку з чорної смородини у технології маршмелоу

Смородина чорна (*Ribes nigrum L.*) – ягідний кущ родини агрусових. Плід чорна куляста ягода (діаметром близько 10 мм), з характерним запахом і смаком. Смородина чорна росте в підліску мішаних і листяних лісів, на галявинах, берегових чагарникових заростях, по окраїнах болот. Зимостійка, тіньовитривала рослина. Цвіте в травні, плоди досягають у липні. Поширена на Поліссі, в Прикарпатті, Карпатах, Закарпатті, в північно-західних районах Лісостепу, а в культурах – по всій Україні.

Ягоди смородини вживають у свіжому вигляді, але основне значення вони мають для переробки. З неї виробляють желе, мармелад, начинки для цукерок, варення, джеми, соки, екстракти, вина, лікери й наливки.

У 100 г чорної смородини міститься: вода – 82 г, білки – 1,4 г, жири – 0,41 г, вуглеводи – 13,4 г, харчові волокна – 2 г зола – 0,86 г; вітаміни: Вітамін А

(бета-каротин) – 9 мкг, Вітамін В1 (тіамін) – 0,05 мг, Вітамін В2 (рибофлавін) – 0,05 мг, Ніацин (вітамін В3 або РР) – 0,3 мг, Вітамін В5 (пантотенова кислота) – 0,4 мг Вітамін В6 (піридоксин) – 0,066 мг, Вітамін С (аскорбінова кислота) – 181 мг Вітамін Е (токоферол) – 1 мг; макроелементи: калій – 322 мг, кальцій – 55 мг, магній – 24 мг, натрій – 2 мг, фосфор – 59 мг; мікроелементи: залізо – 1,54 мг, марганець – 256 мкг, мідь – 86 мкг, цинк – 0,27 мг.

Сублімований порошок із чорної смородини – це продукт, звільнений від води, але він зберіг свої корисні речовини і властивості. Більше того, при сублімаційному сушінні продукт повністю зберігає свій колір і запах.

Таким чином, на основі проведеного огляду літератури, можна зробити висновок, що сублімований порошок із чорної смородини містить значну кількість біологічно активних речовин, макро- та мікроелементів і поряд із цим має високу забарвлюючу здатність, тому його доцільно використовувати у технології маршмелоу для надання йому забарвлення та підвищення харчової цінності готових виробів.

## **2.2 Сучасні тенденції створення нового асортименту безглютенових борошняних виробів**

### **2.2.1 Види безглютенового борошна**

Глютен (з точки зору харчової технології) є когезійним та в'язкопружним матеріалом, який виступає в ролі структуроутворюючого агента та має властивість зберігати повітря у білкових матрицях, покращувати процес випікання та поліпшувати властивості оброблених харчових продуктів. Важливими реологічними характеристиками тіста, що містить глютен, є еластичність, розтяжність, стійкість до розтягування, здатність до змішування та спроможність утримувати газ [119, 120]. У цьому відношенні безглютенові рецептури програють. Саме відтворення реології тіста та сенсорні характеристики готового борошняного виробу мають вирішити харчові технології.

Більшість безглютенових рецептур пов'язані з повною заміною глютенівмісного борошна на інші інгредієнти. Найбільш часто для заміни використовують різні види крохмалю та безглютенове борошно. В якості додаткових інгредієнтів, які допомагають сформувати реологію та структуру тіста, вносять гідроколлоїди та білки або ізоляти білків. Не меншу роль у формуванні структури борошняних виробів грають ферменти та емульгатори. Для підвищення харчової цінності використовують харчові волокна, насіння та ін. [120].

Зазначимо, що борошняні кондитерські вироби мають три основні складові: борошно, жири та цукор. Проте глютен у БКВ на відміну від хлібу та хлібобулочних виробів має свою роль. Цілісність, а не еластичність тіста – ключова ціль застосування, тому клейковина повинна розвиватися незначною мірою. Саме тому під час розробки рецептур хлібобулочних та кондитерських виробів щодо цього застосовують різні підходи [119].

У якості основного інгредієнта найбільш часто використовують саме крохмаль, бо він надає структуру та текстуру аглутеновим продуктам. Джерелом для виготовлення крохмалю є рис, кукурудза, картопля, маніока, тапіока тощо. Проте застосування пшеничного, житнього, ячмінного та вівсяного крохмалю є суперечливим через можливий вміст глютену [120].

Крохмаль складається з суміші амілози та амілопектину. Ці речовини утворюють гранули діаметром 1–45 мкм. При замішуванні тіста гранули крохмалю набухають, збільшуючи в'язкість тіста, та утворюють суспензію поки в'язкість не руйнується. Ця властивість крохмалю і використовується для побудови структури в безглютенових продуктах [121].

В безглютенових борошняних виробках крохмаль є наповнювачем та суттєво сприяє текстурі та зовнішньому вигляду продуктів.

Вибраний вид крохмалю є вирішальним елементом для вірної рецептури безглютенових продуктів. Зернові крохмали – кукурудзяний, рисовий – містять більш низький рівень вологи, ніж клубневі крохмали. Тип крохмалю впливає на водопоглинаючі та реологічні параметри тісту, клейові характеристики, а також на текстуру виробу [122].

Рисовий крохмаль має невеликий розмір гранул (2–10 мкм), рівень амілози 1–7%, а під час желатизації він має м'який смак та кремову текстуру, схожу на текстуру жиру. Кукурудзяний крохмаль містить 25–28% амілози та має гранули 5–25 мкм [123]. Картопляний крохмаль має рівень амілози 20–30% та діаметр гранули 20–40 мкм, утворюючи високов'язкий, однорідний, прозорий гель [122]. Маніоковий крохмаль містить 17% амілози, а розмір гранул 14–40 мкм [124]. Тапіоковий крохмаль має розмір гранул 4–35 мкм, рівень амілози близько 17%. Утворює прозорі, щільні пасти, які з часом повільно утворюють гель [119].

Так, вчені Хорстманн, Маркус та інші вивчали вплив рисового, кукурудзяного, тапіокового та картопляного крохмалю на якість безглютенового хлібу. Найкращий результат з точки зору об'єму та структури безглютенового хлібу показав картопляний крохмаль [125].

А Ронда, Олієте проаналізували використання різноманітних видів крохмалю (рисового, кукурудзяного, картопляного або пшеничного) та різних рівнів соєвого ізоляту при виготовленні листкового аглютенного торта. Встановлено, що оптимальним є використання рисового крохмалю [126].

Але на крохмаль має вплив низка умов: рН, наявність солей, цукру та ліпідів. Це призводить до змінності якостей безглютенового тіста [119].

Крім природних крохмалів, також використовують хімічно та фізично модифіковані крохмали. Додавання модифікованих крохмалів дозволяє отримати рецептури з добре контрольованими властивостями. Наприклад, гідроксіпропіловий крохмаль має найвищу здатність затримувати черствіння та подовжувати термін зберігання [127].

Борошно, що використовують для виготовлення безглютенових продуктів, можна умовно поділити на декілька типів відповідно до походження: борошно безглютенових злаків (рисове, кукурудзяне, пшоняне, соргове, тефове і т.д); борошно псевдокералів (амарантове, гречане, із кіноа, із чіа); борошно із бобових культур (нутове, горохове, квасолеве, соєве та ін.); борошно з горіхів (мигдалеве, із лісових горіхів тощо); інші різновиди

борошна (каштанове, кокосове, картопляне, бататове, бананове тощо) [120].  
Всі ці види мають різний смак, властивості та харчову цінність.

Найбільш часто використовують рисове та кукурудзяне борошно через відносно низьку вартість та легкий, нейтральний смак. Вони добре підходять для випічки борошняних хлібобулочних та кондитерських виробів [128]. Проте ці види мають низький харчовий потенціал у порівнянні з іншими видами. Рисове та кукурудзяне борошно широко використовують у виробництві хліба як самостійні інгредієнти, так і різноманітних сумішах [127]. Крім цього ці види борошна активно використовують як замітники пшеничного борошна у виробництві безглютенових кондитерських виробів [121, 129–133].

Борошно з сорго має трохи солодкуватий присмак, краще смакує при поєднанні з рисовим та кукурудзяним борошном. Суміші з борошна сорго та рисового борошна, кукурудзяного борошна та деяких крохмалів застосовується для виготовлення безглютенових продуктів: хлібу [124], БКВ [134, 135].

Пшоняне борошно – високобілковий продукт, який багатий на поживні речовини – не дуже популярне, як замітник пшеничного борошна, проте вчені вивчають можливості його використання в різних виробках – хліб та хлібобулочні вироби, кондитерські борошняні вироби [128, 136, 137].

Борошно з кіноа та амаранта має ніжний горіховий смак. Ці види борошна містять велику кількість білків, вітамінів групи В та унікальні амінокислотні склади. У стравах рекомендується змішувати з іншими видами борошна [138].

Згідно з дослідженнями, борошно з амаранту, кіноа, чіа краще вживати в сумішах, а не поодиноці під час виготовлення хлібу [137] та борошняних кондитерських виробів (кексів, мафінів, печива, тістечок) [138, 139].

Гречане борошно – чудове джерело білка, клітковини та вітамінів групи В. У борошняних виробках надає смак і текстуру, близьку до цільної пшениці. Це борошно є популярним для виготовлення безглютенової продукції та широко досліджується науковцями для складання оптимальної рецептури хлібу, печива, кексів, тортів, мафінів, макаронних виробів, пива [140–142].

Бобове борошно містить багато білка, клітковини та кальцію. Може мати неприємний смак, тому рекомендується додавати не більше 25% від загальної кількості борошна. Для виготовлення хлібу здебільшого застосовують соєве борошно [128], а для виготовлення безглютенових тортів, тістечок, печива вчені рекомендують використовувати нутове борошно у суміші з рисовим та кукурудзяним [143, 144].

Мигдалеве та інше горіхове борошно багате на білки, харчові волокна та ненасичені жирні кислоти. В виробах мають чудовий смак із солодкуватим присмаком. Може бути заміниками пшеничного борошна, наприклад, у тістечках, бісквітах [145, 146].

Кокосове борошно – низьковуглеводне, високоенергетичне з витонченим солодким ароматом та приємним смаком. Рекомендується додавати до 15% в безглютенові суміші, але добре смакує і поодиноці.

Каштанове борошно додає страві горіховий, земленистий аромат. Добре смакує у поєднанні з амарантовим та соєвими борошном. Дослідники рекомендують для застосування в рецептурах і хлібу, і кондитерських виробів (наприклад, мафінах) [147].

Харчові гідроколоїди – високомолекулярні біополімери з розгалуженою структурою, що застосовуються як функціональні інгредієнти в харчовій промисловості для: модифікації реології та текстури водних суспензій, поліпшення текстури їжі, уповільнення ретроградації крохмалю, збільшення кількості рідини, що утримується, замінення глютену в аглютенених продуктах [148].

Гідроколоїди додають до сумішей для імітації в'язкопружних властивостей клейковини. Безглютенові хліб та тістечка виготовлені з гідроколоїдами мають поліпшений смак, текстуру, об'єм, колір, зовнішній вигляд та загальну привабливість у порівнянні з аналогічними безглютеновими виробами [149].

Термін «гідроколоїди» охоплює всі полісахариди, добути з природних джерел (рослинне (наприклад, пектин, псілліум), тваринне (наприклад, желатин), водорості (наприклад, агар) або мікробне походження (наприклад,

ксантанова камідь), камеді, отримані з рослинних ексудантів (наприклад, гуаранова камідь, камідь ріжкового дерева), камеді, отримані з насіння (наприклад, камідь насіння базіліка, камідь насіння чіа), та модифіковані біоплімери, отримані хімічною обробкою целюлози (наприклад, карбоксиметилцелюлоза, гідроксіпропілметилцелюлоза).

Гідроколоїди додають у хлібобулочні та кондитерські вироби для отримання необхідної реології тіста, підтримання вмісту вологи постійним, отримання більш якісної продукції, збільшення терміну зберігання готових виробів [149].

Так, Салехі підготував огляд наукових статей щодо поліпшення властивостей безглютенових хлібів та борошняних кондитерських виробів з використанням гідроколлоїдів. Він підкреслив, що найкращий результат досягнуто під час додавання ксантану, гідроксіпропілметилцелюлози, каррагінана, альгінату, гуарану та каміді насіння на рівні 0,2...2% складу [149]. На думку Харгрівза, Мінарі та інших, внесення гелю з насіння чіа та/чи льону під час виготовлення печива на рисовому борошні сприяє отриманню більш якісних та привабливих виробів [150]. Також Маниндер, Арора та інші дослідили вплив гуарану, каміді акації, ксантану, трагаканту на безглютенові гречані бісквіти та встановили, що ксантан у кількості 1 г на 100 г гречаного борошна дозволили отримати якісні вироби кращого зовнішнього вигляду, смаку та загальної прийнятності [151].

Також гідроколоїди показують себе як замітники жиру. Так, внесення порошку насіння базиліку в рецептуру безглютенового брауні дозволило знизити вміст ліпідів на 7,12% [152].

Аналіз мікроструктури аглютенених борошняних виробів свідчить, що лише гідроколлоїдів недостатньо для повноцінної заміни клейковини та потрібно додавати ще й білок.

Оскільки глютен є білковою сполукою, то для відтворення реології тіста та доброго смаку використовують інші види білків, як рослинного (наприклад, соєвий білок та його ізолят, гороховий білок та його ізолят, безглютенові злакові білки), так і тваринного походження (наприклад, молочні білки, яєчні білки,



сурімі). Альтернативні білки показують кращий амінокислотний профіль, ніж глютен. Вони приймають участь в реакції Майяра, тому поліпшують зовнішній вигляд, й смак безглютенових борошняних виробів у порівнянні з аналогічними продуктами, виготовленими лише за допомогою гідроколлоїдів [120].

Молочні білки – це казеїн та сировоточні білки. Вони високофункціональні, універсальні, тому часто застосовуються під час виробництва багатьох продуктів. При додаванні в безглютенові хлібобулочні вироби поліпшують структуру та текстуру, збільшують термін зберігання. До корисних властивостей молочних білків відносять стабілізуючу здатність казеїну, гелеутворюючу властивість концентратів та ізолятів сировоточного білка, ВПЗ сухого молока та побуріння лактози під час теплової обробки. Молочні білки мають функціональні властивості, подібні до глютену, оскільки здатні утворювати мережі і набухати.

Сурімі – це концентрат міофільних білків, отриманий після змішування та промивання водою риби. Він містить близько 78% води, 20% білків, ліпіди, цукри, поліфосфати. Білок у сурімі містить багато актомізіну, який є високоеластичним, і утворює сильний гель зі згуртованою структурою.

Ячний білок – альбумін – покращує текстурні характеристики виробів, бо добре імітує в'язкопружні властивості глютену та сприяє утворенню білкової сітки в аглутенових борошняних виробках.

Соевий білок широко використовують у виробництві безглютенових борошняних виробів. Він багатий на білок, але бідний на амінокислоти [119].

Існує багато досліджень щодо використання різних типів білка. Вчені прийшли до висновку, що в цілому внесення ізолятів білків позитивно відзначається на якості безглютенових виробів, але іноді потребує уточнення відносно кількості того чи іншого виду білка [153, 154].

До інших інгредієнтів, що використовуються як замітники глютену, відносять харчові волокна, ферменти, емульгатори. При видаленні пшеничного борошна також відбувається зменшення кількості харчових волокон, тому для оптимізації харчової цінності рекомендують додавати різні види волокон. Найчастіше до безглютенових виробів із борошна додають

порошки вичавок із фруктів та овочів. Їх введення сприяє утворенню більш густих, пружних текстур тіста з підвищеною питомою вагою. У готових виробках збільшується твердість крихти, зменшується питомий об'єм. Вони можуть частково замінювати певну кількість борошна, цукру або жиру. З точки зору дієтичного харчування, додавання волокон зменшує енергетичне навантаження, збільшує вміст клітковини та антиоксидантів [149]. Найчастіше дослідники вивчають додавання вичавок моркви, апельсину, яблук до безглютенових виробів і фіксують, що при певному відсотку цих інгредієнтів підвищується харчова цінність і покращується загальна привабливість для покупця [153, 155, 156].

Також для збагачення борошняних виробів використовують борошно ячної шкарлупи [157], насіння (наприклад, гарбуза [158]), сухофрукти, ягоди, овочеve чи ягідне пюре (наприклад, бананове пюре [159]).

Ферменти – одні з важливих інгредієнтів для поліпшення безглютенових рецептур. Вони підвищують в'язкопружність тіста та твердість м'якиша [160]. Окиснювальні або зшиваючі ферменти виявилися доброю альтернативою для безглютенового хлібу.

В якості емульгаторів в глютенфри хлібах використовують діацетилвінні ефіри моногліцеридів, моно- та діацетилглицерин, лецитин, стеароїл-2-лактилат натрію, які покращують взаємодію між різними інгредієнтами рецепту [120].

Окрім заміни глютенвмісного борошна для виготовлення аглютенових борошняних виробів, застосовують різні шляхи обробки як глютенвмісних видів борошна, так і безглютенових інгредієнтів. Для пшеничної муки зокрема використовують гідроліз чи ферментацію білка, що дозволяє отримати хлібобулочні вироби зі зниженими вмістом глютену. Також дослідники вивчають методи детоксикації глютену за рахунок протеалізу, який стосувався пролінових та глутамінових зв'язків, що дозволяло отримати продукти безпечні для людей на GFD. Не менш перспективним є використання пророщеного зерна. Для безглютенових інгредієнтів застосовують фосфорилування рисового

борошна, попередню желатизацію крохмалю, екструзію рисового борошна, спучення гречаного борошна тощо [120].

2.2.2 Борошно з плодів ріжкового дерева та амарантове борошно як перспективна сировина для виробництва брауні

Борошно з плодів ріжкового дерева (порошок кероба) широко застосовують в харчовій промисловості. Кероб (англ. Carob) – це плоди вічнозеленого ріжкового дерева (*Ceratonia siliqua*), яке належить до сімейства бобових (*Fabaceae*) [161]. Кероб використовувався людьми з найдавніших часів як джерело їжі та в лікувальних цілях [162, 163].

Плід ріжкового дерева складається з м'якоті (90%) та насіння (10%). Хімічний склад м'якоті залежить від сорту, походження та часу збирання. М'якоть містить цукор, циклітоли, харчові волокна, фенольні кислоти, флавоноїди, таніни), амінокислоти, мінерали. Насіння ріжкового дерева містить камідь, поліфеноли та білок. Різні частини плодів кероба використовуються як харчові інгредієнти в хлібобулочних і кондитерських виробках, у ферментованих і неферментованих макаронних виробках, у молочних напоях. Керобні стручки є ідеальним субстратом для виробництва харчових інгредієнтів: лимонної кислоти, молочної кислоти, маннітолу, пучінової кислоти і етанолу.

Основним інгредієнтом борошна з плодів ріжкового дерева є вуглеводи – 40...55% (сахароза до 52%, фруктоза та глюкоза по 1,8% відповідно). Це дозволяє виробляти керобний сироп.

Вміст білка в керобі становить 1...5%. Кероби – гарне джерело амінокислот за стандартами на білок: він містить всі сім незамінних амінокислот (креонін, метанін, валін, ізолейцин, лейцин, фенілаланін і лізин) в концентраціях, які відповідають стандартам ВООЗ. Аспарагінова кислота, аспарагін, аланін, глутамінова кислота, лейцин і валін разом складають близько 57% від загального вмісту амінокислот стручка [163].

Вміст жиру в плодах ріжкового дерева – 0,4...1,3%, вміст вологи – 6,0...11,0%, вміст золи – 2,0...3,4% [164].

Основним циклолітолом у кербі є D-пінитол D-pinitol (3-о-метил-D-хироинозитол 3-*o*-methyl-D-chiro-inositol), його вміст – 1,0...8,5%.

Загальний вміст харчових волокон зазвичай коливається в межах 30...40% м'якоті плодів ріжкового дерева. Нерозчинна фракція харчових волокон складається з целюлози, геміцелюлози, лінійну і нерозчинних поліфенолів (мінімальний вміст перевищує 70% клітковини кербоба). Волокно плодів ріжкового дерева вважається переважно нерозчинним і практично не ферментованим харчовим волокном. З іншого боку, кількість розчинних харчових волокон значно нижче (максимум 10% вуглеводів) і містить прості вуглеводи. Волокно кербоба має великий вплив на реологію тіста та використовується як інгредієнт у хлібобулочних виробках [163].

Камідь ріжкового дерева отримують з ендосперму насіння стручка кербоба. Він складається з високомолекулярного полісахариду – галактоманна, і його концентрація може бути до 85% насіння кербоба. Вивчено функціональні властивості, такі як розчинність, реологія, в'язкість, швидкість гідратації, синергетично-гелеве утворення та адсорбція води. Це дозволяє додавати цю камідь у хлібобулочні та кондитерських вироби в якості гідроколлоїду. Запатентовано використання каміді ріжкового дерева в харчових продуктах, таких як желе, дитяче харчування тощо [163].

Основними категоріями фенольних сполук, що зустрічаються в плодах ріжкового дерева, є фенольні кислоти, галотаніни і флавоноїди. Галієва кислота та її похідні складають більшість фенольних кислот, її вміст – 23,7...164,7 мг/100 г. В кербі, як правило, найбільший відсоток серед флавоноїдів становлять кверцетин і мірікетин [163].

Таніни складають найбільш характерну групу поліфенолів в плодах ріжкового дерева і сприяють їх в'язчості. З хімічної точки зору, в плодах ріжкового дерева містяться в основному конденсовані дубільні речовини – проантоціанідини [163].

Плоди ріжкового дерева є відмінне джерело калію і кальцію. Вміст калію 970...1120 мг/100 г, концентрація кальцію сягає до 300 мг/100 г.

Макромінеральні речовини, такі як фосфор і магній, також були знайдені в плодах кероба в більш низьких концентраціях. Плоди керобу також містять багато мікроелементів, включаючи залізо, мідь, цинк, марганець, нікель, барій, кобальт тощо. Серед мікроелементів залізо має найвищу концентрацію [165].

У харчовій промисловості використовують камедь ріжкового дерева як загусник і стабілізуючий засіб у харчових препаратах. Кероб використовується і в косметичній, фармацевтичній, текстильній, паперовій, нафтовій, фарбній, буровій та в будівельній промисловості. Крім того, борошно з плодів ріжкового дерева визнано дієтичним і рекомендовано для вживання в безглютеновій дієті [161].

Вчені постійно досліджують можливості використання плодів ріжкового дерева в харчовій промисловості. Було запропоновано додавати його до безглютенових продуктів: рисового хліба [166], борошняних кондитерських виробів [167], снєків та закусок [168, 169]. Крім безглютенових продуктів, його широко застосовують в батончиках для здоров'я, екструдованих продуктах, молочних напоях [161]. Ріжкове волокно можна успішно використовувати як добавку до їстівних масел для збільшення терміну зберігання та зменшення потенційної токсичності нагрітого масла [161]. Ріжкове дерево використовується для приготування сиропу, як альтернатива розчиненому цукру в різних харчових продуктах, як ароматизатор [161].

Слід підкреслити використання плодів ріжкового дерева як замітника какао. На відміну від какао кероб не містить кофеїн та теобромін. Велика концентрація вуглеводів у самому порошку керобу дозволяє виготовляти продукти без додавання рафінованих цукрів, що зменшує глікемічне навантаження на організм людини. Важливим є те, що при заміні какао на плоди ріжкового дерева, було зафіксовано подібність аромату. Це пов'язано з близьким складом ароматичних летючих речовин в обох інгредієнтах [169].

Амарант відноситься до псевдозернових культур (псевдокералів). З точки зору поживного складу, це зерно має характеристики і зернового, і бобового насіння. Оскільки вміст білка у ньому і його амінокислотний склад

знаходяться десь між зерновими і бобовими, його можна розглядати як природну суміш рису і бобів [170].

Сьогодні амарант називають «рослиною третього тисячоліття». В харчовій промисловості найбільш часто застосовують зерно, яке переробляють різними способами: приготування у воді, екструдування, підсмажування, включення в пластівці, перемолування та додавання борошна в макаронні, хлібобулочні та кондитерські вироби, виготовляють попкорн [170, 171].

Основним нутрієнтом зерен амаранту є вуглеводи 65...75%, найбільшу частку яких становить крохмаль 48...62%, розчинні харчові волокна 4...7% та низькомолекулярні вуглеводи до 3%: сахароза 0,58...0,75%, глюкоза 0,34...0,42%, фруктоза 0,12...0,17%, мальтоза 0,34...0,42% та ін. Слід зазначити, що крохмаль амаранту відрізняється від інших крохмалів низьким вмістом амілози до 12,5%, а вміст амілопектину може становити майже 100%. Тобто, амарантові крохмалі можуть бути як клейкими, так і неклейкими, що дозволяє широко використовувати їх в харчовій промисловості в різних цілях [170, 172, 173–175]. Вміст вологи становить 6,0...12,0%, вміст золи – 2,1...4,4% [176].

Вміст білка в амаранті становить 12,5...21,0%. Це вище, ніж в більшості поширених зерен, крім сої [140]. Основний амінокислотний індекс (ЕААІ) амаранту має значення 90,4%, тобто білок амаранта можна порівняти з яечним білком, що дозволяє використовувати його як замітник білка. Лізин є основною обмежуючою амінокислотою в зернових культурах, а триптофан – обмежуюча амінокислота для маїса та бобових. Проте вміст лізину в білку амаранта 0,73...0,84%, а триптофану 0,18...0,28%. Профіль амінокислотного складу амаранта, як правило, ближчий до бобових, ніж до зернових, за винятком сірковмісних амінокислот, присутніх у більшій кількості в амаранті, ніж у бобових [170, 172, 177].

Вміст жирів у зернах амарантів становить 1,9...19,3%. У складі ліпідів амаранту розрізняють триацилгліцероли, фосфоліпіди, сквален і ліпідорозчинні

вітаміни, такі як токофероли, які є основними компонентами в ліпофільній фракції. Зерно амарантів містить в основному ненасичені жири, що містять ліноли (або омега-6) жирні кислоти (25...62%) і альфа-ліноленові (або омега-3) жирні кислоти (0,3...2,2%); фіксують насичені пальмову та стеаринову кислоти в кількості 17,06...23,83% та 0...4,62% відповідно [170, 172, 173].

Окремо треба зазначити щодо вмісту сквалену (squalene) – проміжного тритерпену в процесі біосинтезу холестерину. Амарант – багате на сквален джерело, його вміст становить 2,26...8,00%. Саме цей компонент має антиоксидантний, зволожуючий і протипухлинний ефекти [170, 172, 173].

Амарантове зернове борошно містить в основному флавоноїди і фенольні кислоти. Серед флавоноїдів найбільший вміст кверцитину (68 мкг/г), рутину (1...68 мкг/г), нікотифлорину (4,8...7,2 мкг/г). Галова кислота – основна фенольна кислота, вміст якої становить до 400...440 мг/кг [170, 172, 173]. Вміст дубильних речовин у різних сортах амаранта становить від 0,4 до 5,2 мг/г [173].

Важливою складовою зерна амаранту є група ліпідорозчинних сполук із загальною назвою «токоли» (вітамін E). Насіння амарантів містять всі чотири ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ ) токоферолу:  $\alpha$ -токоферол (1,40...31,4 мг/кг),  $\gamma$ -токоферол (0,01...48,79 мг/кг),  $\delta$ -токотрієнол (0,06...8,69 мг/кг),  $\beta$ -токотрієнол (0,51...43,83 мг/кг) [155, 156, 158, 159]. Серед інших вітамінів треба зазначити такі (мг/100 г): вітамін C (2,8...4,5), вітамін B6 (0,45...0,61), вітамін B9 (0,044...0,082), вітамін B1 (0,07...0,25), вітамін B3 (0,9...2,85), вітамін B2 (0,19...0,41) [170, 172–174].

Амарант також має гарний мінеральний склад (мг/100 г): фосфор (556...600), калій (525...563), кальцій (217...303), магній (319...344), натрій (22...26), залізо (21...104), мідь (0,86...4,1), марганець (2,9...5,2), цинк (3,4...4,2) [173, 174].

У харчовій промисловості використовують і зерно, і листя амаранту. Із листя амаранту виробляють пігменти, пектини, трав'яне борошно, використовується в харчуванні тварин. З насіння щириці виготовляють масло,

ізоляти та концентрати амарантового зерна, крохмаль, борошна. Його можна варити, смажити, лускати, екструдувати.

Основною метою використання зерна амаранту є виготовлення аглютонових продуктів. Для цього використовують зерно, амарантове борошно, амарантовий крохмаль, ізоляти та концентрати амарантового білка. Завдяки цьому можна отримати безглютеновий хліб та безглютенові хлібобулочні вироби, кондитерські продукти, макаронні вироби. Ізоляти та концентрати білкової фракції додають до м'ясних продуктів. Крохмалі використовують як загусники, для їстівних плівок та покриттів, для виготовлення сиропу та патоки. Амарант застосовують також для підвищення харчової цінності аглютонових борошняних виробів. Для виготовлення дитячого харчування, пластівців, сухих сніданків, хрустких батончиків, пива, дієтичних добавок [176, 177].

З точки зору технології виготовлення безглютенових виробів, амарантове борошно добре зарекомендувало себе в якості замітника пшеничного борошна при виготовленні кексів [140, 178]; бісквітів. Крім того, всі ці вироби мали більший харчовий потенціал порівняно з контрольними виробами.

## **2.3 Сучасні тенденції створення нового асортименту оздоровчих та дієтичних борошняних і кисломолочних виробів України**

### **2.3.1 Використання вискоєфективного підсолоджувача сукралози у технологіях борошняних виробів**

Повноцінне харчування є основою життєдіяльності людини і одним з найважливіших факторів, що сприяють зниженню ризиків розвитку аліментарно-залежної патології. Використання вискоєфективних підсолоджувачів і сировини, яка містить фізіологічно-функціональні інгредієнти, дозволяє розширити й урізноманітнити асортимент виробів для хворих на цукровий діабет.



Аналіз досвіду вітчизняної та світової науки щодо профілактики і лікування цукрового діабету свідчить, що перспективним є виготовлення продуктів, в яких цукрозамінники використовуються в комплексі з фізіологічно-функціональними інгредієнтами: харчовими волокнами, поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами, мінеральними речовинами, які мають позитивну дію на організм людини, запобігають виникненню і розвитку захворювання [179].

Гігієністами встановлено, що хворим на діабет показані продукти з високим вмістом білку. При цукровому діабеті білки мають покривати калорійність їжі на 15-20%, жири – на 25-30%, не менше половини яких мають бути рослинні жири. Для таких хворих оптимальним співвідношенням вуглеводів, білків і жирів має бути 3:1:1 [180].

На даний час все більшого визнання у харчовій промисловості набувають цукрозамінники нового покоління, які мають низький глікемічний індекс, низьку калорійність і, що особливо важливо, пребіотичні властивості. Це лактитол, еритритол, лактулоза, сукралоза та деякі інші. За їх присутності в кишечнику збільшується кількість корисних для організму бактерій [181].

Високоєфективний підсолоджувач сукралоза порівняно недавно вийшов на Європейський ринок, хоча в США і Канаді використовується досить тривалий час: у Канаді – з 1991 р., у США її використання дозволене з 1998 р. Сукралоза (1,6-дихлор-1,6-дідезоксі- $\beta$ -D-фруктофуранози-4-хлор-4-дезоксі- $\alpha$ -D-галактозид) являє собою похідне хлорованої сахарози має підвищену солодкість [182, 183].

Сукралоза була відкрита британськими дослідниками в 1976 році [184]. Вона утворюється з сахарози за допомогою галогенування, внаслідок якого три гідроксильні групи молекули сахарози заміщуються на три атома хлору (рисунок 2.3).

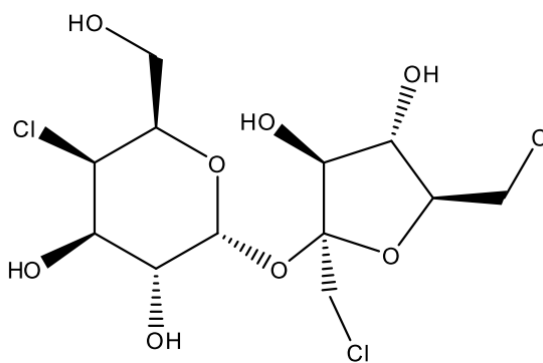


Рисунок 2.3 – Структурна формула сукралози

Сукралоза виготовляється з цукру, проте людський організм не розпізнає його її як цукор і не засвоює її; отже, це забезпечує солодкість без калорій. Сукралоза продається для домашнього використання під найменуванням низькокалорійного підсолоджувача SLENDA, який також включає в себе інші супутні компоненти і доступний під цією назвою у вигляді гранульованих таблеток і порошку. ТМ SLENDA підкреслює можливість використання сукралози як інгредієнта в зростаючому асортименті низькоенергетичних продуктів харчування і напоїв [182–184].

Управління з контролю за продуктами і ліками Сполучених Штатів опублікувало в 2015 році спеціальний випуск, що стосується додаткової інформації щодо високоінтенсивних підсолоджувачах, дозволених для використання харчовій промисловості. Сахарин, аспартам, ацесульфам калію, сукралоза та інші були розглянуті на предмет дозволу безпеки для споживання людиною. Зокрема, сукралоза була ретельно вивчена, FDA розглянуло понад 110 досліджень з безпеки при затвердженні її використання в якості підсолоджуюча загального призначення для харчових продуктів (Управління з контролю за продуктами і ліками США, 2015 г.). На даний момент сукралоза присутня на ринках Північної Америки, Латинської Америки, Західної Європи, Східної Європи, Азіатсько-Тихоокеанського регіону. Азіатсько-Тихоокеанський регіон має потенційну можливість для зростання ринку сукралози протягом найближчого часу у зв'язку з ростом кількості населення, що піклується про своє здоров'я. Метааналізи

підтверджують безпечність та ефективність харчових продуктів на основі сукралози, що дозволяє рекомендувати їх впровадження на загальнодержавному рівні.

2.3.2 Актуальність використання вівсяної крупи і продуктів переробки льону в технології борошняних кондитерських виробів функціонального призначення

Аналіз хімічного складу та харчової цінності борошняних кондитерських виробів свідчить, що переважна більшість з них не відповідає нутриціологічним вимогам. Незбалансованість складу борошняних кондитерських виробів проявляється у високому вмісті жирів, вуглеводів та відносно низькому – білків, харчових волокон, ненасичених жирних кислот, вітамінів. Борошняні кондитерські вироби зі зміненим хімічним складом та фізичними властивостями спеціально створені для використання в профілактичному (функціональному) можуть відрізнятися вмістом білків, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, зменшеним вмістом холестерину, натрію та ін. Харчова цінність борошняних кондитерських виробів функціонального або дієтичного харчування зумовлена особливостями їх складу. Направлена зміна харчової цінності борошняних виробів досягається включенням до їх рецептури корисних (бажаних) або вилученням небажаних (некорисних) компонентів. Під час створення борошняних кондитерських виробів функціонального призначення основна увага приділяється збільшенню вмісту в них функціональних інгредієнтів (харчових волокон, білків, вітамінів антиоксидантів та ін.) і зниженню енергетичної цінності [186].

Підвищення споживчих властивостей борошняних кондитерських виробів може бути досягнуто за рахунок введення харчових добавок, отриманих з продуктів переробки рослинної сировини, в тому числі різних видів пектинів, кріопорошків, продуктів переробки фруктів, овочів, ягід, тощо [187–190].

Цінним джерелом біологічно активних речовин (поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовини) при виробництві хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів є вівсяна крупа.

Овес – одна з найбільш поширених і важливих зернових культур, що становить 5-е місце в світовому виробництві зернових. Порівняльний аналіз хімічного складу показує, що продукти переробки вівса, зокрема вівсяне борошно та крупа містять більшу кількість жиру, білка, вітамінів, мінеральних речовин і менше кількість крохмалю в порівнянні з пшеничним борошном (табл. 2.1) [191–193].

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз хімічного складу пшеничного та вівсяного борошна

Вид борошна	Білки	Жири	НЖК	МДС	Кр	Вугл	ХВ	Fe	Ca	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	ЕЦ, кКал
	г/100г							мг/100 г				
Борошно пшеничне, в/г	10,3	1,1	0,2	1,6	68,5	70,6	3,5	1,2	18	0,17	0,04	334
Борошно пшеничне, п/г	10,6	1,3	0,2	1,8	66,7	69,0	4,4	2,1	24	0,25	0,08	330
Вівсяне борошно	13,0	7,0	1,1	1,0	63,5	64,9	4,5	3,6	56	0,35	0,1	370

НЖК – насичені жирні кислоти; МДС – сума моно- та дисахаридів; Кр – крохмаль; Вугл – вуглеводи; ХВ – харчові волокна; ЕЦ – енергетична цінність.

Овес займає особливе положення серед зернових культур завдяки високому вмісту білка і його амінокислотному складу. Білок вівса цінний і добре збалансований: в ньому присутні всі незамінні амінокислоти. Розрахунок амінокислотного скоря показав, що за сумою незамінних амінокислот білки вівса перевищують білки пшеничного борошна, особливо за лізином і треоніном (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Вміст та класифікація незамінних амінокислот у борошні

Амінокислота	Класифікація амінокислоти за зарядом/гідрофобністю	Вміст мг/100г борошна	
		Борошно пшеничне, в/г	Борошно вівсяне
Валін	нейтральний/гідрофобний	471	473
Ізолейцин	нейтральний/гідрофобний	430	398
Лейцин	нейтральний/гідрофобний	806	700
Лізін	основний	250	420
Метіонін	нейтральний/гідрофобний	153	140
Треонін	нейтральний/гідрофобний	311	350
Триптофан	основний	100	170
Фенілаланін	нейтральний/гідрофобний	500	500
Сума		3021	3151
Лімітуючі АК, амінокислотний скор, %		Лізін – 45; Треонін – 78	Лізін – 76; Треонін – 88

Зерно вівса багато на інші хімічні сполуки, зокрема жири, вміст яких у вівсяному борошні знаходиться на рівні 7–8%. Гліцеринний склад жирів вівсяного борошна представлений наступним чином: мононенасичені – диненасичені гліцерини – 42,5% і три ненасичені гліцерини – 55,9%. За кількісними показниками жирних кислот олія вівса характеризується високою харчовою якістю, містить незамінні жирні кислоти: лінолеву і ліноленову. На частку лінолевої, олеїнової і пальмітинової кислот припадає 90-95%, на частку міристинової, стеаринової і ліноленової – 1-4%. Із середини 30-х років ХХ століття борошно вівса використовувалося як натуральний антиоксидант безпосередньо при виробництві самих виробів або при їх упаковці [194].

Фізіологічно важливим дієтичним компонентом вівса є некрохмалистий водорозчинний полісахарид  $\beta$ -глюкан. Науково доведено, що  $\beta$ -глюкан сприяє підвищенню імунітету, нормалізує рівень ліпідів у крові, знижує вміст холестерину, стимулює зростання імунних клітин, пригнічує ракові клітини [195, 196].

Крім цінного амінокислотного складу та наявності речовин імуномодельючої дії вівсяне борошно має високі функціонально-технологічні характеристики. Так, для розуміння змін, що відбуваються в тесті на етапах замісу, формування і випічки, досліджувалися функціонально-технологічні характеристики борошна: волого утримуюча здатність (ВУЗ), жирутримуюча здатність (ЖУЗ), водопоглинальна здатність (ВПЗ), які й обумовлюють властивості теста зберігати задану рецептурою кількість вологи і жиру в процесі приготування, маючи значний вплив на його реологічні характеристики. [197–199]

Встановлено, що вівсяне борошно характеризується значно вищими показниками ВУЗ і ЖУЗ (на 22 і 16,4% відповідно) при практично ідентичній ВПЗ в порівнянні з аналогічними показниками пшеничного борошна. Показники реологічних характеристик моделей тіста свідчать, що час утворення тіста з вівсяної муки в 1,5 рази менше, ніж із пшеничного, що вказує на можливість скорочення тривалості замісу тіста при приготуванні вівсяного печива.

Показники стійкості і ступеня розрідження свідчать, що тісто з пшеничного борошна здатне значно більш тривалий час зберігати оптимальні реологічні характеристики. Таку відмінність у функціонально-технологічних характеристиках борошна вівсяного та пшеничного можна пояснити відмінностями їх хімічного складу: у вівсяному борошні вміст клітковини в 3 рази більше, а жиру – в 5 разів вище, ніж у пшеничному. Структура і фізико-хімічні властивості білкових молекул вівса так само роблять значний вплив на дані показники [200].

На сьогоднішній день приділяється велика увага розширенню асортименту харчових добавок шляхом введення в рецептури харчових волокон, повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, мінеральних речовин, вітамінів та інших нетрадиційних добавок. Прикладом таких добавок можуть бути насіння льону олійного і продукти його переробки при виробництві борошняних кондитерських виробів.

Всі ці аспекти є актуальними у виконанні роботи, спрямованої на вдосконалення технології та рецептури борошняного кондитерського виробу печива пісочного-нарізного.

Останні маркетингові дослідження свідчать, що сьогодні споживачі надають перевагу тим видам харчових продуктів, які позитивно впливають на фізіологічний стан організму людини [201, 202]. Зазначене спонукає підприємства харчової індустрії орієнтуватися у бік підвищення обсягів виробництва безпечної та корисної для здоров'я продукції. Реалізація поставленої задачі здійснюється, зокрема, шляхом внесення до традиційних технологій певних змін, акцентованих на використанні нових сировинних інгредієнтів з високим вмістом фізіологічно корисних нутрієнтів [203]. Згідно з даними статистики, в Україні у 2019 р. порівняно з 2018 р. на 13,2% збільшилося виробництво борошняної продукції, в тому числі кондитерської. Значну частку в зазначеній групі виробів займає сегмент печива та вафель. Після спаду виробництва у 2014–2015 рр. ринок печива та вафель у 2019 р. показав зростання на 5,8%. Цей сегмент характеризується найбільшою динамікою росту серед усіх видів кондитерської продукції. Така тенденція збереглася і у 2018 р. – у першому кварталі 2018 р. порівняно з аналогічним періодом 2017 р. виробництво печива та вафель підвищилося майже на 20% [204]. Вищенаведене свідчить про доцільність вибору печива, як перспективного об'єкту для технологічної модифікації з метою покращення нутрієнтного складу.

Збагачення печива синтезованими препаратами передбачає застосування в його технології вітамінно-мінеральних преміксів промислового виробництва, а також препаратів окремих вітамінів та мінеральних речовин [205]. Перевагою використання таких добавок є доступність у торгівельних мережах, технологічність використання (легко дозувати) та можливість контролю за вмістом нутрієнтів у готовому виробі. Однак, для печива відсутні рекомендації щодо щоденного вживання, оскільки воно не відноситься до продукції «споживчого кошика». Як наслідок, використання

для збагачення печива синтезованих препаратів може спричинити їх надмірне надходження до організму [206].

Все більше уваги сьогодні приділяється збагаченню нутрієнтного складу печива за рахунок використання сировини натурального походження [207, 208]. Перед синтетичними препаратами вона має суттєві переваги, зокрема містить природний комплекс біологічно активних речовин, макро- і мікронутрієнтів в найбільш доступній та засвоюваній формі.

Є пропозиції з використання в технологіях печива продуктів переробки тваринної сировини: гідробіонтів [209], харчової кістки [210], крові забійних тварин [211], апіпродуктів [212], молочної сироватки [213] тощо. Недоліком таких способів збагачення є висока собівартість деяких добавок (апіпродукти), мікробіологічна нестабільність (сировина на основі харчової кістки або крові забійних тварин), необхідність забезпечення певних умов зберігання; відсутність або низький вміст харчових волокон та деяких міnorних компонентів харчування.

Зважаючи на це більш перспективним є використання для збагачення печива рослинною сировиною та продуктами її переробки. Наявність у зазначеній сировині харчових волокон, органічних кислот, фенольних сполук, вітамінів та мінеральних речовин не тільки надає їй високу біологічну цінність, наявність функціонально технологічних властивостей та дає можливість впливати на перебіг технологічних процесів, якість напівфабрикатів та готових виробів [214, 215].

Насіння льону є основним джерелом біологічно активних речовин і функціональних харчових компонентів, які надають істотний оздоровчий ефект на організм людини. До їх складу входять такі харчові речовини, як білки з повноцінним амінокислотним складом; жири, до складу яких входять есенціальні поліненасичені жирні кислоти з переважним вмістом ліноленової кислоти; вуглеводи, що містять в своєму складі два види клітковини (розчинна і нерозчинна) [216].



У складі насіння виявлено значну кількість білка (близько 25%), жиру (30–48%), яка містить 35–45% гліцеринів ліноленової кислоти, 25–35% лінолевої, 15–20% олеїнової кислот і незначну кількість гліцеринів пальмітинової і стеаринової кислот. Ненасичені жирні кислоти – ліноленова та ліолева, є джерелом утворення в організмі біологічно активних речовин – простогландинів. Їм надають важливого значення в регуляції різних фізіологічних функцій та в підтриманні гомеостазу.

Насіння льону є джерелом цінних білків, які містяться сім незамінних амінокислот, до них відносяться лізин, треонін, валін, метіонін, ізолейцин, лейцин, фенілаланін, гістидин і аргінін, які так необхідні в дитячому віці [217].

Ляне борошно використовується як при виробництві хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів, так і при виробництві продуктів ресторанного харчування [218]. Воно являє собою сипучий порошок коричневого кольору з темними вкрапленнями оболонок насіння, солодкувата на смак, з легкою гіркуватістю, має легкий властивий трав'янистий запах. Органолептичні, фізико-хімічні показники льняної муки дозволяють розглядати можливість її використання в якості добавки в виробництві хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів з пшеничного борошна.

Отже, використання в технології печива рослинної сировини та продуктів її переробки, а саме ляного борошна, дозволяє збагатити вироби фізіологічно-корисними нутрієнтами в біодоступній формі; позитивно впливає на структурно-механічні характеристики напівфабрикатів і готового печива, дозволяє корегувати рецептурний склад продукції, зокрема, знижувати вміст сировини з високою вартістю (яйцепродуктів) або з низькою біологічною цінністю (борошно пшеничне, жирова складова, цукор тощо), гальмувати черствіння (добавки, що містять пектини, альгінати та інші некрохмальні полісахариди можуть запобігати окисненню ліпідного комплексу під час зберігання (добавки з високим вмістом поліфенольних сполук) та ін.

### 2.3.3 Фортифікація харчових продуктів – один із шляхів подолання залізодефіцитної анемії

Мікроелементи відіграють важливу роль в раціональному харчуванні людини. Мікроелементами прийнято вважати мінеральні речовини, концентрація яких невелика. Вони зумовлюють побудову та активність життєво важливих ферментів, вітамінів і гормонів, без яких немислимо перетворення надходять в організм людини харчових речовин. Також як при нестачі основних харчових речовин, вітамінів, при дефіциті мінеральних речовин в організмі людини виникають суттєві порушення [219, 220].

Останнім часом, у зв'язку зі зміною структури харчування, відзначається недолік мікроелементів в раціоні харчування людини [221]. Залізу як незамінному харчовому компоненту належить важлива роль в активності і синтезі багатьох металоферментів, чим пояснюється його вплив на зростання, розвиток, тканинне дихання, імуногенез і інші фізіологічні процеси [219, 222, 223]. Залізо – універсальний елемент за своїм значенням у життєдіяльності кожної живої клітини організму. Як складова частина гемоглобіну, міоглобіну і різних ферментів, залізо бере участь в транспорті кисню, окисного фосфорилування, розкладанні пероксидних сполук й інших процесах, для яких необхідно залізо [224].

Залізо міститься в організмі людини, прийнято ділити на функціональне або обмінна, транспортна і резервна. Функціональне залізо (близько 3 мг) використовується в організмі для перенесення і забезпечення деяких ферментативних реакцій. Найбільша частина обмінного заліза знаходиться в циркулюючих еритроцитах в формі гемоглобіну. Транспортне залізо плазми крові пов'язано з трансферином, кожна молекула якого містить два атоми заліза. Незважаючи на малу кількість циркулюючого в плазмі заліза (близько 3 мг), його функціональна роль дуже велика. Рівень сироваткового заліза є одним з основних показників інтенсивності його обміну і запасів в організмі. Тканинні резерви заліза в межах 300–1000 мкг у жінок і 500–1000 мкг у чоловіків знаходяться в печінці, селезінці, кістковому мозку. Вони швидко виснажуються при посиленні еритропоезу, порушеннях всмоктування і недостатньому надходженні з їжею.

Залізодефіцитна анемія – одне з найпоширеніших захворювань крові у світі. Воно виявляється у кожного п'ятого мешканця Землі і може навіть закінчитися летально. Незважаючи на те, що цю патологію вивчають ще з XVII століття, проблема з діагностикою, а значить, і своєчасним лікуванням та профілактикою залізодефіцитної анемії, залишається [225, 226].

«Серед усіх анемій залізодефіцитна (ЗДА) утримує сумне лідерство. Якщо в світі цей показник становить близько 80%, то в Україні – перевищує 95,9%», – коментує ситуацію Заслужений діяч науки та техніки України, академік Національної академії наук вищої освіти, доктор медичних наук, професор, директор ДУ «Інститут патології крові та трансфузійної медицини Національної академії медичних наук України» Василь Новак.

Згідно з визначенням ВООЗ (Всесвітньої організації охорони здоров'я), анемія – це стан, який характеризується зниженням рівня гемоглобіну <130 г/л у чоловіків віком старше 15 років, <120 г/л у невагітних жінок віком старше 15 років та <110 г/л – вагітних. Залізодефіцитна анемія (ЗДА) – патологічний стан, який характеризується порушенням синтезу гемоглобіну та еритропоезу внаслідок дефіциту в організмі заліза (Fe). ЗДА найчастіше діагностують у вагітних та жінок з менометрорагіями в анамнезі, людей літнього віку, пацієнтів із захворюваннями шлунково-кишкового тракту, а також у осіб, які застосовують ацетилсаліцилову кислоту та/чи антациди (згідно з даними дослідження, проведеного у 2016 р. серед населення чотирьох країн Європи: Італії, Бельгії, Іспанії та Німеччини) [219, 221, 224, 227].

Анемією, або недокрів'ям, називають стан організму, що виникає при зменшенні кількості гемоглобіну та еритроцитів крові порівняно з фізіологічною нормою (зазвичай рівень гемоглобіну у здорових жінок знаходиться на рівні 130 г/л, чоловіків – 140 г/л, дітей – 120 г/л і вище). У тілі «стандартної» людини міститься 4–5 г заліза, причому 80% його входить до складу гемоглобіну в еритроцитах крові, 3% – в м'язовій тканині у вигляді запасних білків і ферментів та ін. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я залізодефіцитною анемією страждають близько 1,8 млрд. людей [220, 223].

З безлічі факторів, що сприяють розвитку залізодефіцитних станів слід виділити також недостатній вміст заліза в раціонах харчування і низьку засвоюваність заліза. Харчові добові раціони, навіть в умовах організованого харчування дітей і дорослих, складаються, як правило, без урахування вмісту в них заліза, в зв'язку з чим надходження його з їжею не завжди відповідає нормам. Особливо дефіцит заліза часто проявляється у весняно-літній час. У жінок недостатність заліза буває значно частіше, ніж у чоловіків, оскільки середньодобові втрати заліза у них становлять 1,4 мг, а у чоловіків 0,9 мг [221].

Фізіологічна норма споживання заліза з раціоном для підтримання його рівноваги в організмі становить для дітей до року – 7–10 мг, дітей і підлітків до 18 років – 7–15 мг, дорослим – 14, людей старше 50 років – 8 мг, вагітних – 27 мг.

Відмінності між гемовим і негемового заліза є вирішальними для розуміння особливостей їх біодоступності. Гемове залізо легко засвоюється, і його адсорбція мало залежить від складу їжі в той час як негемове залізо добре всмоктується лише за певних умов. Вітамін С і кисле середовище покращують засвоєння заліза [220, 223].

Причинами розвитку залізодефіцитної анемії є: хронічні крововтрати, порушення всмоктування заліза через патології шлунково-кишкового тракту, підвищена потреба в залізі під час вагітності, лактації, швидкого росту організму, постійних інтенсивних навантажень (особливо у професійних спортсменів), неповноцінна дієта, а також аліментарний дефіцит (недостатнє або нераціональне харчування – голодування, вегетаріанство, постування).

Для потреб кровотворення організм людини використовує ендогенне (внутрішнє) джерело заліза, що сконцентроване в гемоглобіні, міоглобіні і у складі ферментів [219, 221, 224, 227]. З екзогенного (зовнішнього) заліза, яке потрапляє з їжею за добу (10-15 мг), всмоктується не більше, ніж 10%. Особливо стає актуальним в контексті Covid-19, розробка технології продуктів, до складу яких входить гемінове (двовалентне) залізо, що всмоктується краще за гемосидерин (трьохвалентне) із печінки, оскільки постраждалі еритроцити за залізодефіцитних станів переносять до органів і систем кисень меншою кількістю, отже ще більше погіршують ситуацію.

Близько 30% людей у світі не вистачає вітамінів і мікроелементів в харчових продуктах. Тому в багатьох країнах на державному рівні діють спеціальні програми – більш ніж у 75 країнах із обов'язкового збагачення мікроелементами борошна, у близько 30 країнах – вітамінізації олії.

Для України тема фортифікації досить нова, адже у нас вона не має системної підтримки на державному рівні. Незважаючи на великі перспективи, які фортифікація відкриває для українських виробників. Її обговорення ініціювала Європейська Бізнес Асоціація в рамках дискусії за участю представників бізнесу та уряду, партнером якої виступив німецький концерн BASF. Про це повідомляє [propozitsiya.com](http://propozitsiya.com) з посиланням на прес-реліз німецької компанії.

Тому для українських виробників це можливість не тільки долучитися до вирішення соціальних викликів, а й посилити свої позиції на зарубіжних ринках. Фортифікація харчових продуктів – це практика цілеспрямованого збільшення вмісту вітамінів і мікроелементів у харчових продуктах для поліпшення поживних якостей їжі і позитивного ефекту для здоров'я людей. Виробники харчових продуктів додають обрані мікронутрієнти (такі як вітамін А, D, залізо, йод, цинк тощо) до багатьох продуктів – перш за все таких як, олійно-жирові, пшеничне борошно, молочні продукти, цукор, сіль.

На глобальному рівні є значний попит на фортифіковану продукцію, адже понад 2 мільярди, або майже третину людей в світі не отримують достатньо вітамінів і мікроелементів. Це тягне за собою не тільки погіршення індивідуального здоров'я, а також збільшує витрати держав на охорону здоров'я і знижує загальну ефективність економіки.

Найбільшим попитом фортифікована продукція користується в країнах, що розвиваються, де населення особливо страждає від нестачі поживних мікроелементів. У той же час потреба в збагачених продуктах харчування стосується і розвинених країн. Наприклад, йодована сіль застосовується в більшості країн, в Західній Європі і США розвинена практика збагачення маргарину вітаміном А, молока – вітаміном D. А в ряді

країн збагачення залізом харчування для немовлят допомогло суттєво знизити ризик виникнення анемії в цій віковій групі [223, 228, 229].

Для поліпшення здоров'я населення нашої країни слід забезпечити умови для його повноцінного харчування, у тому числі й шляхом розробки та організації виробництва харчових продуктів, збагачених залізом.

Дієтична добавка «Нутріо-Гем» – це продукт розроблений, для застосування в харчовій промисловості як сировини для виробництва дієтичних добавок, функціональних і дієтичних харчових продуктів. На 1000 г добавки «Нутріо-Гем» припадає 75,0 г білка; 1,0 г гемового заліза. Завдяки її функціонально-технологічним властивостям [230] її можна застосовувати у складі харчових продуктів, у тому числі на кисломолочній основі.

Отже проведені аналітичні дослідження дозволили встановити, що на даний час назріла гостра необхідність у поліпшенні структури харчування населення за рахунок підвищення якості та біологічної цінності шляхом фортифікації (збагачення) їх мінеральними елементами, а саме органічно зв'язаним залізом.

2.3.4 Огляд інноваційних технологій десертів на основі сиру кисломолочного оздоровчої спрямованості

Дослідження ринку показало, що у світі існує значна кількість способів переробки класичного та дієтичного сиру кисломолочного на різні десерти з наповнювачами і добавками. Десерти сиркові завоювали прихильність споживачів за рахунок смаку і зручного пакування, їх використовують як сніданки, перекуси, десерти тощо. Проте, досі залишається актуальним розробка комбінованих харчових продуктів на основі сиру кисломолочного як продукту з лікувально-профілактичними властивостями.

Зважаючи на сучасні екологічні умови, раціон харчування повинен містити достатню кількість природних біологічно активних речовин: незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, макро та мікроелементів, вітамінів, харчових волокон, які здатні підвищувати резистентність організму людини до впливу негативних чинників довкілля [231].

Відомо, що основна складова сиркових десертів – сир кисломолочний – має дієтичні та лікувальні властивості завдяки наявним в ньому молочним жирам (0,5–18%), білковим речовинам (13,0–18,0%), лактозі, вітамінам (А, В1, В2, В6, В12, РР), мінеральним речовинам (фосфор, калій, кальцій, натрій та залізо), незамінним амінокислотам і фосфатидам. Енергетична цінність його залежно від вмісту жиру становить 90–230 ккал/100 г [232].

Під час виробництва страв з сиру кисломолочного використовуються практично всі види теплової обробки: варіння основним способом та на пару (вареники лінівні, паровий пудинг), смаження основним способом (сирники), у фритюрі (сирники по-київськи, батончики сирні) та на грилі, запікання (пудинги, запіканки). Незалежно від виду обробки, сир кисломолочний, особливо корисний дітям, вагітним і жінкам, які годують дітей материнським молоком, хворим тощо. Його широко використовують для дитячого, дієтичного, фітнес-харчування.

Останнім часом в технологіях кисломолочної продукції використовуються харчові добавки різного походження для поліпшення функціонально-фізіологічних властивостей: пробіотики, інуліновмісна сировина, зернові, солодові та інші наповнювачі [233].

Так, фахівцями Київського національного торговельно-економічного університету [234] розроблено технологію чизкейків із використанням зернопродуктів – пшениці подрібненої, борошна горохового, соєвого, клітковини, висівок пшеничних та вівсяних, овочево-фруктових пюре. Ученими встановлено збільшення кількості мінеральних речовин (заліза – на 125–130%, кальцію – на 25–35%, йоду – в 2,6–3 рази), вітамінів (фолієвої кислоти – на 82–90%, біотину – на 45–50%, нікотинової кислоти – на 4–50%) порівняно з контролем за рахунок використання рослинних інгредієнтів [235].

Науковець Рудакова Т.В. розробила технологію та рецептурний склад комбінованих десертів на основі сиру кисломолочного з використанням зернових добавок (пшеничної та кукурудзяної) – продукт молочно-

рослинний «Зернятко» подовженого терміну зберігання (ТУУ 15.5-00419880-070:2005). Довела, що внесення зернових добавок сприяє збільшенню вмісту кальцію та фосфору, харчових волокон та в цілому підвищує харчову цінність комбінованих продуктів подовженого терміну зберігання. За амінокислотним скором відносно еталонного білка ФАО/ВООЗ комбіновані продукти більш збалансовані ніж окремо взяті сир кисломолочний і зернові добавки. Крім того, перетравлюваність білків нових продуктів вища, ніж вихідних компонентів [236].

Вітчизняним вченим Онопрійчук О.О. розроблено «Пасти сиркові» із зерновими інгредієнтами (висівки пшеничні і шрот гарбузовий), використання дозволить підвищити біологічну цінність і технологічну стабільність продукції [237].

Цікавою є розробка Мінорової А.В., що запропонувала технологію комбінованого кисломолочного продукту – десерт «Колосок», з використанням нетрадиційної сировини рослинного походження – ячмінно-солодового екстракту. Дана технологія дозволяє виробництво комбінованого продукту без цукру, що буде сприяти розширенню асортименту кисломолочних сиркових виробів функціонального напрямлення, призначених як для пересічних громадян, так і для широкого кола споживачів, яким рекомендовано обмежене вживання цукру [238].

Тележенко Л.М. разом із Золовською О.В. розроблено молочно-рослинний десерт функціонального призначення для людей з порушеним вуглеводним обміном. Зокрема до складу десерту запропоновано уводити горішки чуфи, що є джерелом ненасичених жирних кислот та цукати із топінамбуру, що удосконалює вуглеводний склад десертів за рахунок поліфруктозанів [239].

Для покращення харчової цінності десертів із сиру кисломолочного науковці пропонують використовувати дієтичну добавку «Гемовітал», чуфу і



топінамбур (нормалізують вуглеводний обмін), композиції прянощів (сухий мелений корінь селери, базилік, майоран, сухий часник і духмяний перець) [240].

Інноваційною є розробка науковців Харківського державного університету харчування та торгівлі [241] розроблено технології десертів із сиру кисломолочного підвищеної харчової цінності за рахунок використання дієтичної добавки «Гемовітал», вживання якого забезпечує 1/3 добової потреби організму людини в гемовому залізі.

Науковцями НУХТ, було розроблено ряд пропозицій з удосконалення складу сирних запіканок, а саме: з метою підвищення харчової цінності та вмісту в готовому виробі вітамінів, було запропоновано додатково до класичної рецептури сирної запіканки вносити зародки пшениці та абрикосовий джем [242]; також було запропоновано додавати до сирних запіканок насіння льону і кунжуту, а у якості підсолоджувача – мед, жировий компонент – кукурудзяну олію, зернову складову – кукурудзяну крупу, що дозволило отримати продукт з високими дієтичними та функціональними властивостями [243] тощо.

Розроблено технологію швидкозаморожених напівфабрикатів на основі сиру кисломолочного (сирників та запіканок) з борошном із насіння гарбуза та кавуна. При внесенні рослинних компонентів зменшується кислотність тіста та масова частка вільної вологи у вихідній суміші [244].

Щодо міжнародного досвіду, російський науковець Смірнова Н.А, запропонувала технологію «творожного біопродукта» збагаченого про- і пребіотиками, з метою підвищення захисних функцій організму [245].

Безсонова О.В. досліджувала та розробила технологію низьколактозного сирного продукту для дітей шкільного віку з додаванням вітамінних і мінеральних преміксів, ягідних наповнювачів [246].

Науковцями Омського державного аграрного університету ім. П.А. Столипіна розроблено технологію пудингу на основі сиру кисломолочного, до складу якого входять вершки, сироп плодово-женьшеньовий, стабілізаційна система Стабісол JTL, іммобілізована закваска пробіотичних культур виду LAT PB AC-0, сир знежирений, одержаний методом ультрафільтрації. Установлено, що використання Стабісол JTL, що містить у своєму складі модифікований крохмаль (E1422), желатин та гуарем (E412), підвищує харчову цінність та сприяє формуванню пластичної мазкої консистенції продукту [247].

Таким чином, аналітичний огляд літературних джерел допоміг з'ясувати, що використання рослинних інгредієнтів при виготовленні комбінованих молочних продуктів є досить перспективним напрямом у створенні продуктів функціонального призначення, оскільки їх використання сприяє збільшенню кількості мінеральних речовин, кальцію, йоду, вітамінів, кислоти, біотину, нікотинової кислоти.

А виробництво нових кисломолочних десертів з використанням наповнювачів рослинного походження дозволить вирішити низку важливих проблем сьогодення:

- максимальне й раціональне використання сировини;
- забезпечення споживачів «здоровими» продуктами, збагаченими біологічно активними речовинами, вітамінами, мінералами, амінокислотами;
- збільшення асортименту продукту оздоровчого спрямування (дієтичних, діабетичних, імуномодельюючих, антиоксидантних, сорбційних продуктів).

Проте, оскільки висококалорійним інгредієнтом всіх десертних виробів є цукор, що обмежує їх вживання для певної категорії споживачів, виникає необхідність пошуку його замінників.

Аналіз літературних джерел показує, що більшість науковців, в якості джерела вуглеводного компонента пропонують ячмінно-солодові екстракти, мед, плоди топінамбуру тощо. На наш погляд, альтернативою наповнювачам

з цукром може виступати полісолодовий екстракт «полісол», використання якого дозволяє не тільки виключити цукор із рецептури та зберегти солодкий смак продукту, але й збагатити його вітамінами, мінералами, амінокислотами, тобто покращити споживчі властивості кисломолочної продукції.

Зазначене підтверджує доцільність удосконалення технології молокозмісних продуктів функціонального призначення, а саме десерту на основі сиру кисломолочного, шляхом використання в технології полісолу, що забезпечує виконання головної вимоги споживачів – натуральність, наявність у складі компонентів та речовин, що сприяють зміцненню здоров'я, а також відсутність харчових домішок і синтетичних компонентів.

## **2.4 Сучасні тенденції створення нового асортименту продуктів на емульсійній основі для людей з порушеним обміном речовин**

### **2.4.1 Використання емульсійних систем для збагачення харчових продуктів вітаміном D**

Вітамін D (VD) – це жирорастворимий прогормон який відіграє суттєву роль у регуляції метаболізму кальцію і фосфатів. Протягом багатьох років він клінічно використовувався для профілактики рахіту у дітей, остеомаліції та остеопорозу у дорослих. Недостатність VD є поширеним захворюванням, і на ринку є безліч добавок для підвищення рівня 25-гідрокси VD в сироватці до рекомендованих рівнів. Протягом останніх десятиліть стає все більш очевидним, що кальцитриол – активна форма VD, регулює велику кількість клітинних процесів, впливаючи на нормальний і злоякісний ріст та на диференціювання клітин, а також на імунну та серцево-судинну функції [248].

Вітамін D (VD) – один з ліпофільних вітамінів. Найважливіші форми VD – холекальциферол (вітамін D3, VD3) та ергокальциферол (вітамін D2, VD2) (рис. 2.4).

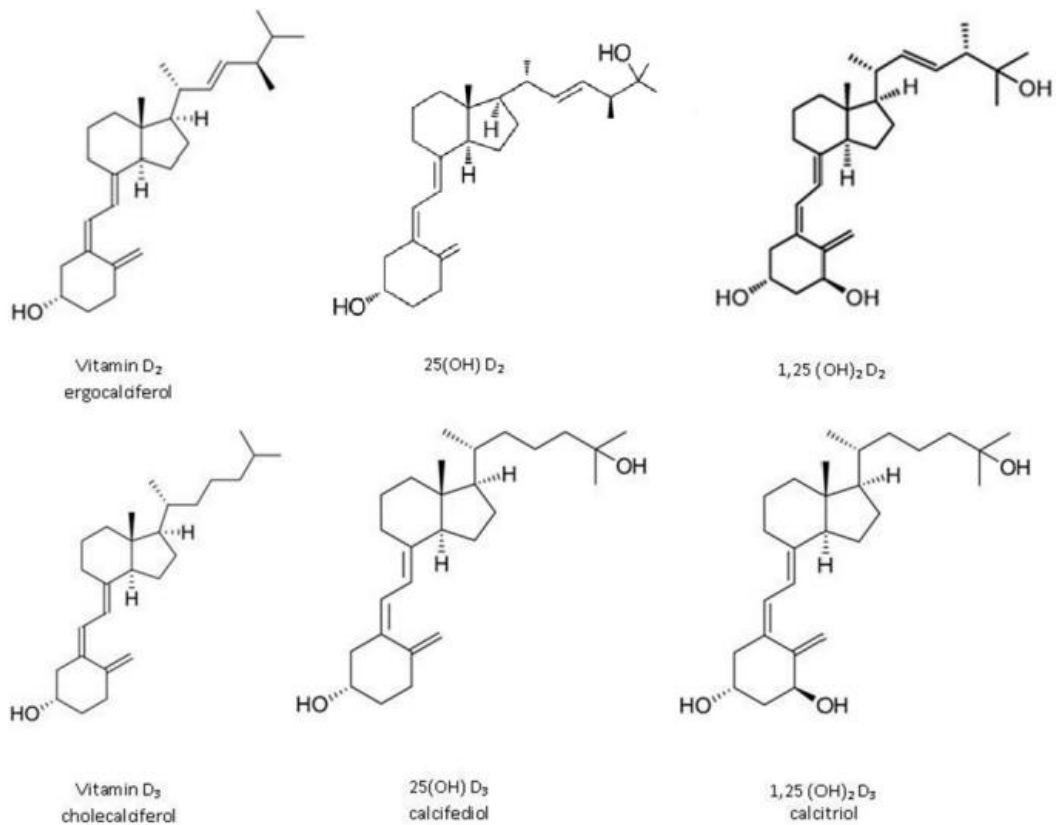


Рисунок 2.4 – Хімічна структура ергокальциферолу, холекальциферолу і їх активних похідних

VD<sub>3</sub> є основною формою цього вітаміну і може потрапити до організму людини під час споживання: 1) деяких натуральних дієтичних продуктах (яєчний жовток, м'ясо жирної риби, печінка тріски); 2) їжі, збагаченої VD<sub>3</sub>; 3) та різноманітних харчових добавок. VD<sub>2</sub> має рослинне походження і присутній у невеликій кількості продуктів, наприклад, у деяких грибах. VD<sub>2</sub>, не таким потужним, як VD<sub>3</sub>, рідко входить до складу комерційних препаратів та фортифікованих продуктів. Незважаючи на вищесказане, VD<sub>2</sub> – хороша альтернатива для веганів і вегетаріанців. Однак основним шляхом появи VD в організмі є ендогенний синтез із 7-дегідрохолестерину в шкірі людини під дією прямого сонячного проміння. Частина VD зберігається в жировій і м'язовій тканині, частина – гідроксилюється. Незалежно від джерела, VD<sub>3</sub> та VD<sub>2</sub> діють як попередники гормону, оскільки їм потрібні дві стадії метаболізму: спочатку до 25-гідрокси VD (25 (OH) D, кальцидіол) у печінці; потім до 1 $\alpha$ ,25-дигідрокси VD (1,25 (OH)<sub>2</sub> D, кальцитріол) у нирках [249]. 25(OH)D<sub>3</sub> значно менш активний, ніж кальцитріол, і транспортується

шляхом зв'язування з білками. Кількість циркулюючого 25 (ОН) D3 є найбільш надійним маркером щодо вмісту вітаміну D в організмі людини.

Вважається, що більшість людей мають недостатній рівень або дефіцит VD через відсутність впливу сонця, широке використання сонцезахисних кремів, що блокують синтез VD, і нераціональне харчування. Підтримання рекомендованих рівнів у сироватці крові, тобто 30–60 нг / мл 25 (ОН) D3, може бути досягнуто за допомогою вітамінних добавок або споживання їжі збагаченої VD без зміни способу життя. [250]

Все більше доказів підтверджує роль VD в профілактиці і лікуванні цілої низки неінфекційних захворювань, зокрема бронхіальної астми, атопічного дерматиту [251]. В цій роботі йдеться про те, що вітамін D відіграє ключову роль у вродженому та адаптаційному імунітеті завдяки стимулюванню Т-хелперів, збільшуючи вироблення протизапальних цитокінів та, можливо, посилюючи реакцію Т-хелперів 2 типу. Ці механізми можуть пояснити зростання доказів, що пов'язують вітамін D з алергічними захворюваннями, включаючи астму, харчову алергію та алергічний риніт. Дані, що стосуються впливу вітаміну D на перебіг алергічних шкірних захворювань, є однозначними. Доведено, що як високий, так і низький рівень вітаміну D в організмі несе в собі ризик розвитку атопічного дерматиту.

Підвищення інтересу з боку споживачів до вітаміну D спричинило велике зростання продажів препаратів на його основі до продуктів, що містять або фортифіковані вітаміном D. Існує цілий ряд способів введення (систем доставки або як вони називаються в англійській літературі *delivery systems*) вітаміну D в харчові продукти, що використовуються як у харчовій так і у фармацевтичній промисловості.

Більшість дієтичних продуктів є недосконалим джерелом VD, включаючи грудне молоко. VD мінімально міститься в знежирених і нежирних молочних продуктах, які користуються все більшим попитом. Виявлено, що споживання VD дуже низьке у вегетаріанців та веганів. Високий вміст фітату та клітковини у вегетаріанських дієтах також може

пригнічувати поглинання вітаміну D [252]. Оскільки недостатність VD є широко розповсюдженою проблемою охорони здоров'я, то в останні роки по всьому світу функціональні продукти, збагачені цим вітаміном, привертають до себе все більше уваги споживачів. Хоча використання пероральних препаратів VD є недорогим і практичним методом коригування лікування дефіциту, клінічний прогрес при пероральному застосуванні VD обмежений його ліпофільним характером, низькою розчинністю в шлунковому соку і, таким чином, низькою біодоступністю. Крім того, при виробництві, зберіганні та використанні продуктів фортифікованих вітаміном D слід також враховувати, що вплив світла, повітря та температури призводять до деградації вітаміну D.

Вважається, що у помірному кліматі, додаткове вживання VD має відбуватися щодня протягом більшої частини року через недостатню кількість сонячного опромінення. Тобто існує потреба у розробці нових технологій харчових продуктів, збагачених VD, у формі що гарантує його пролонговане вивільнення. У цьому контексті щоденне споживання продуктів, збагачених VD, представляється більш простою та дешевою альтернативою.

У шлунково-кишковому тракті після вивільнення з харчової матриці VD включається в міцели, утворені жовчними кислотами і потрапляє до ентероцитів шляхом пасівної дифузії за ненасиченим механізмом [252]. Для оральної абсорбції VD необхідні три трансмембранних білки, які головним чином функціонують в якості носіїв холестерину в кишечнику. Після цього він включається в хиломікрони і потім активується печінкою і нирками. Абсорбція блокується, коли в кишечнику недостатньо ліпідів [252]. Для поліпшення біодоступності VD важливо підвищити його розчинність у водних середовищах [253].

Проведено дослідження, в яких вивчався вплив масел, целюлози, лактози і етанолу на біодоступність VD під час його вживання у складі харчових добавок. Було встановлено, що VD в масляному носії має кращу пероральну

біодоступність і дає більш високу відповідь 25 (ОН) D, ніж VD в порошок (на основі лактози або целюлози) або етаноловому носії у здорових суб'єктів [254].

Хоча інкапсуляція біоактивних сполук у харчових продуктах з використанням нано / мікрочастинок систем не є новою концепцією [255] збагачення харчових продуктів чи напоїв за допомогою VD, як і раніше, є великою проблемою з кількох причин. По-перше, слід згадати високу гідрофобність, яка заважає прямому диспергуванню вітаміну у водній частині харчової матриці; по-друге, існує хімічна деградація VD, що призводить до зниження функціональності і біодоступності, і, по-третє, проблемою є варіабельна пероральна біодоступність [256]. У структурі VD присутні подвійні зв'язку, чутливі до окислення. Як згадувалося раніше, світло, кисень і висока температура викликають ізомеризацію і розкладання вітаміну до його неактивних форм [254]. Всі ці проблеми мають бути вирішені для розробки ефективної і бюджетної технології введення вітаміну D в харчові продукти.

Введення вітаміну D шляхом інкапсуляції в колоїдних системах (емульсіях) є перспективним рішенням, оскільки саме подібним шляхом вітамін D може бути захищений від шкідливих умов, перебування у яких призводить до його деградації. Крім того введення його у харчові системи у вигляді емульсії надасть можливість зробити його "розчинним" у водному середовищі. Таким чином, різні субмікронні системи доставки (delivery systems) представляють особливий інтерес для харчової промисловості. Саме тому в останні роки популярність нанотехнологій у харчовій промисловості також зростає.

На основі літературного аналізу стає зрозумілим, що більшість систем доставки для вітаміну D були розроблені для потенційного застосування в харчовій промисловості. Важливість нанотехнологій в харчовій промисловості можна оцінити, розглянувши їх роль в поліпшенні якості харчових продуктів з точки зору текстури, зовнішнього вигляду, смаку, харчової цінності та терміну придатності харчових продуктів [257].

Колоїдні системи знайшли численні застосування в якості систем доставки активних фармацевтичних інгредієнтів. Їх використання в якості систем доставки функціональних харчових інгредієнтів відносно нові в харчовій промисловості, і особливо багатообіцяючою є можливість поліпшити через їх використання біодоступність погано розчинних у воді речовин, таких як функціональні ліпіди (наприклад, каротиноїди, фітостероли, поліненасичені жирні кислоти, жиророзчинні вітаміни) і природні антиоксиданти [254]

Одним з основних аспектів нутриціальної інкапсуляції є вибір безпечного матеріалу для капсулювання і процедури, що не передбачає використання токсичних розчинників. Кілька нових методів і матеріалів, які можна безпечно використовувати в харчовій промисловості, були розроблені із використанням натуральних матеріалів для виробництва наночастинок [258]. Системи доставки зазвичай класифікуються відповідно до основних будівельних блоків, які обов'язково є безпечними харчовими матеріалами, переважно натуральними і ідеально ендогенними компонентами продукту. Ці вимоги дозволяють не розширяти список інгредієнтів і звести до мінімуму зміни в органолептичних властивостях продукту.

Існує чотири основні групи систем доставки ліпофільних нутриєнтів, в тому числі вітамінів: системи на основі білків, вуглеводні системи, ліпідні та змішані системи. Через негативні наслідки споживання продуктів із високим вмістом жиру виникає потреба у збагаченні харчових продуктів, які або зовсім не містять жиру, або є продуктами із низьким вмістом жиру та напоїв жиророзчинними біоактивними речовинами, переважно із застосуванням неліпідних, амфіфільних систем доставки [259]. Системи доставки вітаміну D у харчових системах повинні складатися виключно з харчових інгредієнтів, із використанням економічно вигідних технологічних операцій. Системи доставки мають забезпечувати відповідне вивільнення біоактивних нутриєнтів та їх фізичну та хімічну стійкість в умовах навколишнього середовища (наприклад, коливання температури, наявність світла, кисень



повітря та механічні сили), які зазвичай впливають на продукти харчування та напої під час їх виготовлення, зберігання та використання. Крім того, системи доставки не повинні негативно впливати на фізико-хімічні або органолептичні властивості харчових продуктів чи напоїв, до яких вони включаються, наприклад, на зовнішній вигляд, текстуру чи аромат [260].

Згідно із рекомендаціями, середньодобова потреба в вітаміні D для дорослої людини складає 1000-2000 міжнародних одиниць (МО) [261]. Хоча про інкапсуляцію вітаміну D повідомлялося з 1993 р [15] все ще існує багато недоліків, які перешкоджають подальшому застосуванню і індустріалізації введення вітаміну D або збагачення харчових продуктів шляхом використання наночастинок .

У роботі [253] досліджено можливість виготовлення наноемульсії на основі гідрофобного похідного альгінату (ефір олеоїл альгінату, EOA), до якої було введено VD<sub>3</sub>. Доведено, що ці наночастинки вивільнялися поступово під час імітації перетравлювання шлунковим соком. Включення VD<sub>3</sub> в наночастинки EOA призводило до підвищеної абсорбції цього вітаміну у мишей. У дослідженнях *in vivo* на щурах із рахітом, спричиненим харчовою недостатністю, інкапсульований VD<sub>3</sub> мав кращу ефективність, ніж препарат, у якому VD<sub>3</sub> знаходиться у неінкапсульованому стані. Дослідження показали, що наночастинки EOA в якості носіїв посилювали абсорбцію VD<sub>3</sub> [263].

Технологія інкапсуляції може передбачати використання високої температури, що може призвести до втрати активності VD, або використання токсичних розчинників, які становлять потенційну загрозу через можливий вплив на кінцеві продукти через їх залишки. Інші недоліки можуть включати низьку місткість щодо вітаміну D та неповне капсулювання через адсорбцію на поверхні носія. Все це призводить до поганого захисту від впливу УФ [264]. Відсутність довгострокової стабільності деяких систем доставки також є серйозною технологічною проблемою. Слід зазначити, що продукти харчування та напої відрізняються за своїм рН, іонним складом, взаємодією інгредієнтів, умовами зберігання та процедурами приготування.

Отже, важливо буде перевірити стійкість як вітаміну, так і системи доставки в умовах, за яких вони будуть існувати в харчових продуктах [265].

Різні типи систем доставки, розроблені головним чином за останні десять років для збагачення харчових продуктів VD, представлені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Приклади різних типів систем доставки, про які повідомляється для інкапсуляції вітаміну D для потенційного використання в харчових продуктах і напоях (VD2—вітамін D2, VD3—вітамін D3, МСТ—тригліцерини середнього ланцюга)

Тип системи доставки вітаміну (Delivery System)	Біологічно активна форма вітаміну D	Основні компоненти емульсії	Техніка одержання системи Delivery System
O/W емульсії та мікроемульсії	VD2 VD3	Масляна фаза: соєва олія, олівкова олія; водна фаза містить Tween 20 або натрію холат	Мікроканальне емульгування
	VD2 VD3	Масляна фаза: соєва олія, олівкова олія; водна фаза містить Tween 20	Гомогенізація під високим тиском
	VD3	Масляна фаза: МСТ; водна фаза містить Tween 20, 60, або 80	Перемішування із застосуванням високих швидкостей та гомогенізація під високим тиском
	VD2	Масляна фаза: соєва олія; водна фаза містить модифікований лецитин, казеїнат натрію або моноолеат декагліцерину	Гоомгенізація під високим тиском
O/W наноемульсії	VD3	Масляна фаза: МСТ, кукурузна олія, риб'ячий жир, мінеральна олія, апельсинова олія; водна фаза містить природний сурфектант	Перемішування із застосуванням високих швидкостей та гомогенізація під високим тиском
	VD3	Масляна фаза: риб'ячий жир; Водна фаза містить Tween 20	Ультразвук

Було відзначено, що емульсії/наноемульсії і наночастинки є переважаючими типами транспортних засобів для капсулювання VD. Одним з найбільш зручних способів включення ліпофільних активних компонентів у водне середовище, є їх інкапсуляція в системах доставки на основі колоїдних ліпідів. Такі носії можуть посилювати біодоступність вітаміну D шляхом утворення змішаних міцел в тонкій кишці [266].

Наноемульсії, які починають широко використовуватися у харчовій промисловості, представляють собою колоїдні дисперсні системи, що містять дві рідини, які не змішуються, з розмірами крапель внутрішньої фази від 20 до 200 нм і, як очікується, поліпшують пероральну біодоступність погано розчинних у воді нутрієнтів.

Зменшення розміру крапель в системах доставки на основі емульсії має кілька наслідків, які можуть бути корисними у харчових технологіях: 1) більша стійкість до агрегації крапель і гравітаційне розділення; 2) більш висока оптична чіткість; і 3) підвищена пероральна біодоступність. Зокрема, наноемульсії можуть бути особливо корисні для інкапсулювання ліпофільних нутрієнтів в харчові продукти на водній основі, які повинні бути оптично чистими, такі як збагачені води, безалкогольні напої або соки [265]. Крім того, наноемульсії можуть бути отримані з використанням натуральних харчових інгредієнтів та простих методів виробництва. Дослідження показали, що наноемульсійна композиція впливає на засвоєння ліпідів і біодоступність, тому природа масла-носія має велике значення [267].

Найбільш поширеним методом, що застосовується для виробництва систем доставки емульсійного типу, є гомогенізація під високим тиском. Однак Guttoff et al [265] запропонували метод самодовільного емульгування, який є простим та недорогим в реалізації, і тому має великий потенціал для формування систем доставки на основі наноемульсій для харчових продуктів, засобів особистої гігієни і фармацевтичних застосувань. Проте, спосіб вимагає більш високої концентрації ПАР і у великомасштабних промислових процесах може бути реалізований з певними обмеженнями.

Цікавий підхід був прийнятий Salvia-Trujillo et al. (2017) [268]. Було виготовлено 3 збагачені VD2 емульсії типу O/W з різним розподілом часток за розмірами (значення D<sub>4,3</sub> 0,112, 0,53 і 14,5 мкм) з використанням різних методів гомогенізації. Для оцінки біодоступності VD2 було проведено дослідження на щурах. Дослідження *in vitro* показали, що більш дрібні ліпідні краплі перетравлюються швидше, ніж більші і найвища біодоступність VD2 спостерігалася для емульсій, що містять найменші краплі. Навпаки, дослідження *in vivo* із щурами показали, що поглинання VD2 було найвищим для емульсій, що містять найбільші краплі [266].

Наноінкапсуляція нутрієнтів може бути використана в першу чергу для кращої абсорбції, кращої стабільності або для стійкої або навіть цілеспрямованої доставки без впливу органолептику харчового продукту. Наночастки можуть бути рівномірно розподілені в харчовій системі. Вони мають більш підходящі властивості в порівнянні з мікроструктурами і можуть забезпечити кращу біодоступність. Існує безліч синтетичних полімерів, біополімерів і ліпідів, доступних для фармацевтичної, косметичної та харчової промисловості, які можуть бути використані для виробництва наночасток.

Однак тільки недорогі харчові матеріали і технології мають потенціал для комерціалізації. Аббасі і співавт. (2015) запропонували ізолят сироваткового білка, який є побічним продуктом молочної промисловості. Ізолят сироваткового білка має хороші поживні і функціональні властивості і може успішно зв'язувати гідрофобні сполуки. Крім того, сивороточний протеїн легко перетравлюється, а наночастинки ізоляту сироваткового білка можуть зв'язувати VD3 і затримувати його деградацію у присутності кисню [258].

У дослідженнях *in vivo* на щурах з раціоном, що викликає дефіцит вітаміну D, інкапсульований VD3 мав кращу ефективність ніж неінкапсульований [263].

Дослідження показали, що наноемульсійна композиція впливає на засвоєння ліпідів і біодоступність, тому природа олії-носія, як вже було зазначено, має велике значення [267].

Цікавий підхід був також представлений Semo et al. (2007). Було запропоновано використовувати міцели казеїну великої рогатої худоби для інкапсуляції та стабілізації VD2. Автори продемонстрували, що ці повторно зібрані міцели казеїну можуть забезпечити захист від фотохімічної деградації VD2 [269]. Після чого автори вдосконалили техніку інкапсуляції шляхом проведення гомогенізації при надвисокому тиску та довели захист, що здійснюється міцелами щодо введеного VD3 від індукованої теплом деградації та під час зберігання на холоді. Нарешті, біодоступність одноразової високої дози 50000MO VD3, капсульованої міцелами казеїну у 1% -му жирному молоці, була щонайменше такою ж високою, як при використанні водного розчину VD3, емульсифікованого за допомогою Tween 80 [256]. В іншому дослідженні показано що біодоступність VD3 у міцелах казеїну була такою ж високою, як у синтетичному емульгаторі [270]. Ще одне недавнє клінічне дослідження виявило, що біодоступність VD у міцел казеїну за відсутності жиру виявилася незначно відмінною від його біодоступності в жирі, що дозволяє припустити, що біодоступність ліпофільних біоактивних речовин у білкових наносистемах не нижче, ніж у жирі [259].

У дослідженнях Mohammadi (2017), VD було включено до наноструктурованих ліпідних носіїв (середній діаметр приблизно 88 нм), після чого було оцінено динаміку вмісту 25 (ОН) D у крові щурів. Наночастинки продемонстрували більш швидке і тривале підвищення 25 (ОН) D у плазмі крові, ніж масляний розчин VD [271]. Інший підхід був запропонований Diarrassouba et in. (2015). Було використано харчові білки ( $\beta$ -лактоглобулін та лізоцим яєчного білка) для зв'язування VD3 та отриманих мікросфер (середній діаметр приблизно 7 мкм) шляхом електростатичних взаємодій з ефективністю інкапсуляції близько 91% [272].

Також було здійснено багато інших спроб покращити розчинність у воді, стабільність та біодоступність вітаміну D, використовуючи різні стратегії інкапсуляції, наприклад на основі білкових систем доставки [273],

твердих ліпідів [274] та наноструктурованих ліпідних носіїв, ліпосом [271] та мікрочастинок [275].

#### 2.4.2 Використання нетрадиційної рослинної сировини у технологіях м'ясних січених виробів

На часі актуальними щодо створення м'ясних напівфабрикатів і готових виробів є розробки продуктів, що містять інгредієнти, корисні для здоров'я людини, здатні підвищити опірність організму захворюванням, поліпшити фізіологічні процеси [41–43].

Яловичина вважається одним з найбільш популярних і корисних видів м'яса і займає перші місця за вмістом білків і останні за вмістом жиру. У цьому виді м'яса менше жиру, ніж у м'ясі курки. Його рекомендується вживати під час дотримання дієт, тренувань спортсменів, відновлення після хвороби. Яловичина багата на Магній, Кальцій, Калій, Натрій, Фосфор, Ферум, амінокислоти. Містить багато вітамінів групи В: В1, В2, В3, В5, В6, В9, В12, а також К. Еластин і колаген м'яса можуть сприяти збереженню здорових суглобів [276].

Енергетична цінність яловичини значно залежить від віку худоби, її раціону, частини тіла і багатьох інших факторів. У середньому показник коливається від 185 до 275 ккал, зокрема вирізка – 214 ккал. Якщо корову випасали на лузі, то м'ясо міститиме менше жиру й енергетична цінність становитиме 200 ккал. Якщо корова вигодовувалася на фермі з використанням кормів з різними добавками, то показник підвищується до 250 ккал. Тушковане м'ясо з овочами має енергетичну цінність, яка відповідає 180 ккал/100 г; дієтична частина яловичини, термооброблена на парі або відварна – 200 ккал/100 г; бульйон – 57 ккал/100 г; холодець – більше 250 ккал/100 г; шашлик – 210 ккал/100 г, копчене м'ясо – 109 ккал/100 г [276].

Користь яловичини для організму людини очевидна і це м'ясо обов'язково має входити до раціону і дорослих, і дітей:

- поживне і найменш жирне м'ясо;
- багата на вітаміни, які прискорюють метаболізм;
- містить легко засвоюваний білок;

– багата на макро- і мікроелементи (подолання залізодефіциту, проблем кровотворення; підтримання і поліпшення стану зубів, нігтів, волосся, шкіри, сприяння роботи нервової системи).

Присутність у харчовому раціоні продуктів з яловичини сприяють зміцненню імунітету, судин, профілактиці атеросклерозу, покращенню сну, позбавляють від проблем із засинанням, виведенню холестерину, підтриманню нормального рівня кислотності та ін. [40; 277–279].

Присутність яловичини у дитячому харчуванні є обов'язковою і доцільною у відварному, тушкованому вигляді, без великої кількості спецій. Користь для дитячого організму визначається тим, що білки яловичини швидко засвоюються, а також є будівельним матеріалом для тканин; вітамін А сприяє поліпшенню зору; Фосфор і Кальцій допомагають уникнути рахіту. Речовини, присутні у м'ясі добре впливають на роботу центральної нервової системи, сприяють зміцненню імунітету, зростанню м'язів, позбавляють від шлаків, дитини [40; 279].

Користь м'яса яловичини в харчуванні людини велика, проте в окремих випадках його треба вживати обережно, помірними або обмеженими кількостями. Це відноситься до людей із захворюваннями шлунково-кишкового тракту. Гастроентерологи дозволяють вживати яловичину, вона не тільки нешкідлива, але і принесе певну користь для роботи шлунку. Під час загострення хвороби число прийомів і склад, кількість їжі повинні бути обмеженими, проте через тиждень потому нежирну яловичину можна додавати до раціону хворого. Бажано вживати її окремо від інших продуктів, у тушкованому або відвареному вигляді, без спецій. У випадку діабету також рекомендовано вживати нежирну яловичину помірними кількостями, правильно поєднуючи лише з дозволеними продуктами [40; 279].

За результатами масових обстежень різних груп населення в Україні встановлено тенденцію до поширення дефіциту макро- та мікронутрієнтів у більшій частини дитячого та дорослого населення, а саме вітамінів (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, С, бета-каротин, фолієва кислота); мінеральних речовин (Кальцій,

Магній, Калій); мікроелементів (Йод, Хром, Кобальт, Купрум, Цинк, Ферум, Селен); харчових волокон і поліненасичених жирних кислот [280].

На підставі даних Національної академії наук України за внутрішніми оцінками харчування населення України встановлено розбалансованість раціонів за вмістом ретинолу (72%), кальциферолу (62%), аскорбінової кислоти (34%),  $\beta$ -каротину (32%), фолієвої кислоти (14%) тощо. Надходження в організм дітей вітамінів і мінеральних речовин виявляється суттєво нижчим від рекомендованих норм: дефіцит вітаміну А становить 40–70%, В<sub>1</sub> – 11–28%, РР – 7–29%, С – 10–63%,  $\beta$ -каротину – 12–26%, Фосфору – 17–49%, Кальцію – 16,3–58,9%, Феруму – 18–45%, Купруму – 6,7–35%, Цинку – 15–51%. Сукупність таких даних у різних регіонах дозволяє оцінити стан значної частини дітей як полігіповітамінозний і полігіпомікроелементозний [280].

Отже в умовах України підвищувати харчову цінність та функціональну направленість м'ясних виробів доцільно, насамперед, шляхом внесення до їх рецептурного складу харчових волокон, мінеральних речовин та вітамінів.

Інноваційні технології м'ясних січених виробів з рослинною сировиною розширюють можливості реалізації світової програми зі сталого розвитку і можуть на державному рівні сприяти виконанню завдань із забезпечення адекватного харчування населення України [45; 281].

Для приготування широкого асортименту виробів рослинні добавки використовуються у природному, консервованому, а також сушеному вигляді. Зокрема, широкого розвитку набули технології МСВ з овочами, крупами, борошном та іншими рослинними білковими компонентами [281–285]. Овочеві добавки сприяють утворенню стабільних легкозасвоюваних комплексів, зв'язуванню та виведенню холестерину, поліпшенню процесів травлення, чим пояснюється інтерес до розширення їх використання, зокрема для дитячого харчування [281–289]. Це дозволяє збільшувати випуск дешевих січених страв, біологічно повноцінних у харчовому відношенні, збагачувати вироби



недостатніми у м'ясі вітамінами, поліпшувати смакові властивості, а також підвищувати економічну ефективність виробництва.

Наявність у складі м'ясопродуктів рослинних жирів дозволяє підвищити перетравлюваність білка м'ясопродуктів, тому що жирова складова, проникаючи до білкової структури та обволікаючи її, підвищує протеолітичну активність ферменту до білка [39; 42; 43]. М'ясні продукти, що містять поряд із соняшниковою або соєвою олією круп'яні добавки, мають перевагу за збалансованістю амінокислотного і жирнокислотного складу [294–296].

Як функціональну добавку часто використовують рослинні жири, зокрема соняшникову олію [290–293], яка належить до жирів із високим вмістом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК). Вміст ПНЖК (лінолевої, ліноленової, арахідонової кислот) в оліях становить 12–74%, у той час як у тваринних жирах цей показник у декілька раз менший. Добовий раціон дорослої людини повинен вміщувати не менше 25 г рослинних жирів, щоб задовольнити добову потребу у ПНЖК (2–6 г). Однак, за даними Комітету експертів з харчування ООН, в усіх розвинених країнах за останні роки скоротилося вживання рослинних жирів, що стало однією з причин зростання серцево-судинних захворювань [39; 40; 277].

Соняшникова олія належить до лінолево-олеїнових жирів. Вона містить 55–72% лінолевої і 25–35% олеїнової кислот, у невеликій кількості присутня ліноленова кислота. Вміст фосфатидів, які відіграють важливу роль в усіх обмінних процесах в організмі людини, залежить від способу одержання олії та коливається від 0,3 до 1,2% [292]. Соняшникова олія, як і всі рослинні жири, є джерелом жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну Е та антигеморагічного вітаміну К (похідні нафтохінону). Лінолева, ліноленова й арахідонова кислоти (вітамін Р) є есенціальними кислотами. За умови їх достатньої кількості утворюють із холестерином естери, які під час обміну речовин окиснюються до низькомолекулярних сполук і легко виводяться з організму. За відсутності або недостатності таких кислот в організмі людини холестерин утворює з насиченими жирними кислотами естери, які важко окиснюються під час обміну

речовин. Унаслідок хімічної стійкості вони накопичуються у крові й відкладаються, зокрема, на стінках артерій [40; 279; 282; 291; 294].

Ненасичені жирні кислоти також відрізняються антибіотичним впливом на кислотостійкі бактерії. Ця дія проявляється у пригніченні ненасиченими жирними кислотами життєдіяльності мікроорганізмів, як вважають, унаслідок проникнення цих кислот у клітини бактерій та витискання з бактеріальних ліпідів специфічних для них жирних кислот [40].

Суттєвий вплив на втрати маси під час термообробки чинить наявність у складі рецептури тих чи інших добавок, що мають високі адсорбційні властивості. Ураховуючи харчову цінність, лікарські властивості та низьку собівартість як наповнювач у складі м'ясних січених кулінарних виробів, який також має досить високі адсорбційні властивості відносно вологи та жиру, застосовується сушена люцерна [295; 296].

Останнім часом активізувалися дослідження, присвячені розробці продукції з рослинними добавками, що виявляють біологічну або фармакологічну активність [293; 297]. Широкі перспективи не тільки для фармакологічної корекції ряду захворювань і патологічних станів, генез яких пов'язаний з дефіцитом вітамінів, але й для коригування раціонів харчування як важливий функціональний нутрієнт (nutraceutical) у складі харчових продуктів, отримує насіння пряно-ароматичної сировини – пажитника сінного (*Trigonella foenum-graecum* L.). Він є унікальним джерелом вітамінів, амінокислот, фенольних сполук, стероїдних сапонінів, мінеральних елементів, клітковини, галактомананів і має доведену антиоксидантну активність [298–304]. Жирна олія цього виду пажитника налічує близько 36 сполук, серед яких 17,25% вуглеводнів, 58,97% жирних кислот; 21,19% спиртів [300–303; 305].

Насіння пажитника сінного містить вітамін А (3,0 мкг/100 г), В1 (0,43 мг/100 г), В2 (0,36 мг/100 г), С (12–43 мг/100 г), нікотинову кислоту (1,1 мг/100 г) і ніацин (6,0 мг/100 г) [300]. Воно багате на макро-, мікро- і ультрамікроелементи, з яких 13 є есенціальними і 5 – умовно есенціальними. Як домінуючі елементи містить Калій, Кальцій, Фосфор, Ферум і Силіцій,

водночас у ньому не накопичуються токсичні елементи (Бісмут, Арсен, Стибій, Кадмій, Талій, лантанноїди, актиноїди) [301; 306].

Донині його використовували у виробництві хліба, солоного сиру, алкогольних напоїв, пряно-ароматичних сумішей [293; 297; 301; 304].

Пажитник промислово застосовується для реалізації фармацевтичних програм із синтезу стероїдних гормонів, може бути потенційно ефективним у лікуванні ряду захворювань, таких як діабет, гіперхолестеринемія, запалення, грип, астма, катар, запори, гайморит, плеврит, пневмонія, ангіна, ларингіт, туберкульоз, сінна лихоманка та емфізема і, навіть, деяких різновидів раку. Лікувальні властивості пажитника і їх роль в клінічній області можуть бути віднесені до трьох його найважливіших хімічних складових: галактоманан, 4-оксиізолейцин, стероїдні сапоніни [297; 300; 301].

Пажитник сінний (*Trigonella foenum-graecum* L.) широко використовують для поліпшення смако-ароматичних властивостей харчових продуктів, як стабілізатор, емульгувальний агент, клей. Насіння використовується у виробництві хліба, кисломолочних, м'ясних продуктів, алкогольних напоїв. Галактоманани, харчові волокна, екстракти насіння пажитника використовуються у виробництві функціональних харчових продуктів [301].

Отже є закономірним, що завдяки своєму хімічному складу і доведеним лікувальним властивостям в індустрії функціональних харчових продуктів пажитник сінний відносять до потенційних нутрицевтиків [301; 305; 307–310].

Останнім часом фахівців різних галузей не обходить питання використання рослинної місцевої сировини, багатой на численні біологічно активні сполуки. Зокрема увагу фармакологів прикуто до фармакогностичного вивчення, дослідження фармакотерапевтичної активності і застосування в медицині плодів і листя чорної смородини (*Ribes nigrum* L.) – рослини з родини Агросові (*Grossulariaceae*).

Цінність смородини чорної зумовлена вмістом перш за все, вітамінів, а саме – аскорбінової кислоти. Завдяки потужним антиоксидантним властивостям вона зв'язує вільні радикали, стимулює кровообіг, регулює

вироблення сальних залоз, сприяє зволоженню і розгладженню шкіри. Аскорбінова кислота виступає також кофактором реакцій гідроксилування та амідування, що забезпечує її центральну роль в метаболізмі численних лікарських засобів та інших ксенобіотиків [311].

Листя чорної смородини містить 0,25–0,40% аскорбінової кислоти, вітамін Р, 1,58% жирних олій, 2,44% флавоноїдів (кверцетин, кемпферол, мірицитин та їх глікозиди), кумарини, оксикоричні кислоти (*n*-кумарова, хлорогенова, неохлорогенова, кавова, ферулова, хінна), 12% полісахаридів, 13,71% відновлювальних сахаридів, 31,19% пептидів, амінокислот, дубильні речовини [312–315]. Вивчення якісного та кількісного вмісту макро- та мікроелементів у листі показало наявність 28 хімічних елементів, вміст яких залежить від періоду вегетації (табл. 2.3) [312, 316].

Установлено, що домінуючими сполуками поліфенольної природи у листі чорної смородини і екстрактах на їх основі є гідроксикоричні і гідроксибензойні кислоти, вміст яких може бути показником якості екстракту і лікарської форми у вигляді гелю на його основі. Результати аналізу методом ВЕРХ показують наявність в них ідентичних поліфенольних сполук групи гідроксикоричних і гідроксибензойних кислот, зокрема – хлорогенової і галової кислот [312–315].

На даний час встановлено протиалергійну, імуномодулюючу, протипухлинну, контрацептивну, антимікробну активність глюкокорибіну [312; 317; 318]. Незаперечним є факт, що настоянка листя смородини чорної реалізує гіпоазотемічну, діуретичну та репаративну активність [319].

Висока ефективність комбінованого застосування фітосубстанції глюкокорибіну та густого екстракту смородини на експериментальних моделях карциноми Ерліха та лімфоми NK/Ly свідчить про перспективність розробки лікарського препарату протипухлинної дії з двовекторним механізмом її реалізації. Так, цитоскопічними дослідженнями встановлено, що, з одного боку, клітини, оброблені білково-полісахаридним комплексом смородини, гинуть з ознаками перфорації мембран, а з іншого, в присутності розчину густого екстракту вони припиняють ділитися, що автори пов'язують з впливом на різні

ланки патогенезу фармакологічно активних компонентів, а саме лектинів білково-полісахаридної фракції і танідів густого екстракту [320, 321].

Останнім часом об'єктом уваги фахівців сфери здорового харчування стають водорості. Підвищення інтересу до споживання водоростей зумовлене увагою до біоактивних речовин, на які багаті морські водорості та які мають потенційне значення для застосування під час виготовлення харчових продуктів, що поліпшують обмін речовин, знижують ризик виникнення гіперглікемії, гіперхолестеринемії, гіперліпідемії та ін. Для харчової промисловості перспективними компонентами є ізольовані полісахариди (альгінати, фукоїдан), білки (фікобіліпротеїни), поліфеноли (флортаніни), каротиноїди (фукоксантин) і омега-3 поліненасичені жирні кислоти (ейкозапентаєнова кислота) [322–328]. Проте наукових експериментів і досліджень із розробки м'ясних січених виробів оздоровчого призначення, що містять бурі морські водорості на часі недостатньо [323].

Ундарія пір'яста (*лат. Undaria pinnatifida*), або вакаме вид бурих водоростей з роду ундарій сімейства Аларієвих (*Alariaceae*). Природний ареал ундарії пір'ястої, знаходиться в теплих водах поблизу Китаю, Кореї та Японії (Японське, Жовте і північна частина Східно-Китайського моря), хоча з 1990-х її появу відзначено у Новій Зеландії, США, Франції, Великобританії, Іспанії, Італії, Аргентини та Австралії.

Речовини вакаме (*Undaria pinnatifida*) представлені складним комплексом нітрогеновмісних, вуглеводних і вуглеводоподібних речовин і забарвлювальних пігментів [326–333]. У ній містяться всі незамінні амінокислоти, більшість з яких – у вільній легкозасвоюваній формі (перетравлюваність в організмі людини становить 70%). Із полісахаридів переважають поліози, присутні також і метилпентозани, які стійкі до дії травних ферментів, тому фізіологічно активні і діють в організмі як харчові волокна. Клітковина водоростей відрізняється від клітковини наземних рослин більш низьким вмістом целюлози і більш високим вмістом пентозанів і метилпентозанів [334]. Речовини вакаме містять ліпіди з 69,1% ПНЖК, у

тому числі омега-3-ейкозапентаєсновою кислотою; тіамін, ніацин, рибофлавін, пантотенову кислоту, фолієву кислоту, вітаміни А, Е, К, С; мінеральні елементи: Магній, Фосфор, Кальцій, Ферум, Купрум, Йод, Селен та ін. В ній також присутній фукоксантин, який активно спалює жири, лігніни, які здатні руйнувати ракові клітини.

Водорості є низькокалорійним продуктом. Енергетична цінність *Undaria pinnatifida* становить 45 ккал/100 г. Вона містить білків 3,00–3,05 г, жирів – 0,64 г, у тому числі насичених 0,13 г, вуглеводів – 9,1 г, у тому числі цукрів – 0,65 г, клітковини – 0,5 г, натрій хлориду – 2215 мг (Na – 872,0 мг) [323].

Для багатьох груп населення практично відсутня можливість задовольнити щоденні потреби у споживанні харчових волокон [334; 335]. Потенційні функціональні властивості харчових волокон пов'язані з в'язкими і вологозв'язувальними властивостями волокон у шлунково-кишковому тракті [336]. Волокно підвищує ситість і втрату ваги; покращує випорожнення шлунка для поліпшення глікемічного контролю; збільшує частоту дефекації; посилює виведення жовчних кислот, що призводить до зниження рівня холестерину ліпопротеїнів низької густини в крові [336; 337]. Компоненти харчових волокон завдяки їх ферментації мікробіотою ободової кишки сприятливо змінюють мікробний склад кишечника і збільшують вироблення летких жирних кислот (оцтова, пропіонова, бутиратна). Зміни складу мікробіоти і продукованих ними метаболітів пов'язані зі зміцненням шлунково-кишкової, опорно-рухової, імунної системи, кардіометаболічного і психічного стану [338]. Отже вакаме є потенційним нутрицевтиком і характеризується широким спектром фармакологічної активності.

Таким чином одним із шляхів удосконалення технології і розробки м'ясних січених виробів для харчування людей з порушеним обміном речовин є використання перспективних унікальних джерел різноманітних біологічно активних сполук, у тому числі поліфенольних комплексів, антиоксидантів, харчових волокон – пажитника сінного (*Trigonella foenum-graecum* L.), сушеного листя чорної смородини (*Ribes nigrum* L.), морської

водорості вакаме (*Undaria pinnatifida*). Це дозволить не тільки суттєво підвищити харчову і біологічну цінність напівфабрикатів і готових виробів, але й поліпшити функціонально-технологічні властивості, органолептичні характеристики, знизити втрати після термообробки, підвищити термін зберігання продукції.

## **3 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **3.1 Об'єкти досліджень**



## **4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ДІЄТИЧНИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ, ХАРЧОВИХ І ДІЄТИЧНИХ ДОБАВОК**

### **4.1 Удосконалення технології мармеладно-пастильних виробів**

4.1.1 Удосконалення технології мармеладу желейного з використанням кокосового цукру

В якості прототипу була використана рецептура мармеладу «Желейний формовий». Для приготування мармеладу основною сировиною є: агар, цукор білий, патока, лимонна кислота. Агар є драглеутворювачем. Певні органолептичні властивості забезпечує цукор, патока виконує роль антикристалізатора, лимонна кислота – поліпшує смак виробу.

Процес виробництва мармеладу желейного складається з таких операцій: підготовка сировини до виробництва; приготування цукрово-патокового сиропу; змішування інгредієнтів; механічна обробка; формування виробів; нарізання; вистоювання.

Хімічний склад кокосового цукру (підпункт 2.1.2) свідчить про можливість його використання у виробництві мармеладу желейного для підвищення харчової цінності продукту, покращення його смакових властивостей та зовнішнього вигляду.

Попередні дослідження щодо впливу кокосового цукру та фруктози на міцність драглів агару показали, що заміна цукру білого на кокосовий приводить до зменшення міцності 1% драглів агару на 11,4%. Заміна цукру білого на фруктозу призводить до збільшення міцності драглів на 20%. Тобто доцільною є заміна цукру білого в рецептурі мармеладу желейного на суміш кокосового цукру та фруктози.

Для визначення раціональної кількості та співвідношення кокосовий цукор: фруктоза у рецептурі, було проведено дослідження. Визначено

раціональну кількість сировини, яка не тільки покращувала органолептичні показники, а й знижувала глікемічний індекс продукту.

За результатами дослідження зразків мармеладу встановлено, що у новому продукті, раціонально використовувати кокосовий цукор та фруктозу у співвідношенні 70:30.

Із урахуванням одержаних результатів було розроблено рецептуру на мармелад желейний «Кокосове щастя» з кокосовим цукром та фруктозою, яку наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецептура на мармелад желейний «Кокосове щастя»

Найменування сировини та напівфабрикатів	Вміст сухих речовин, %	Витрати сировини у кг.	
		на 1000 кг готової продукції	
		в натурі	в сухих речовинах
Цукор-пісок для обсипки	99,85	86,60	86,50
Кокосовий цукор	98,70	367,92	363,13
Фруктоза	99,85	157,68	157,45
Патока	78	262,7	204,9
Агар	85	10,5	8,9
Кислота лимонна	98	11,8	11,6
РАЗОМ	–	897,30	832,48
ВИХІД	82,0	1000,0	820,0

На відміну від стандартної рецептури, для нового продукту, було вирішено обрати варіант із повною заміною білого цукру на кокосовий та фруктозу (70:30). Це дозволяє отримати виріб з високими органолептичними показниками.

Розроблено технологічну схему приготування мармеладу желейного з використанням кокосового цукру та фруктози, яка зображена на рис. 4.1.

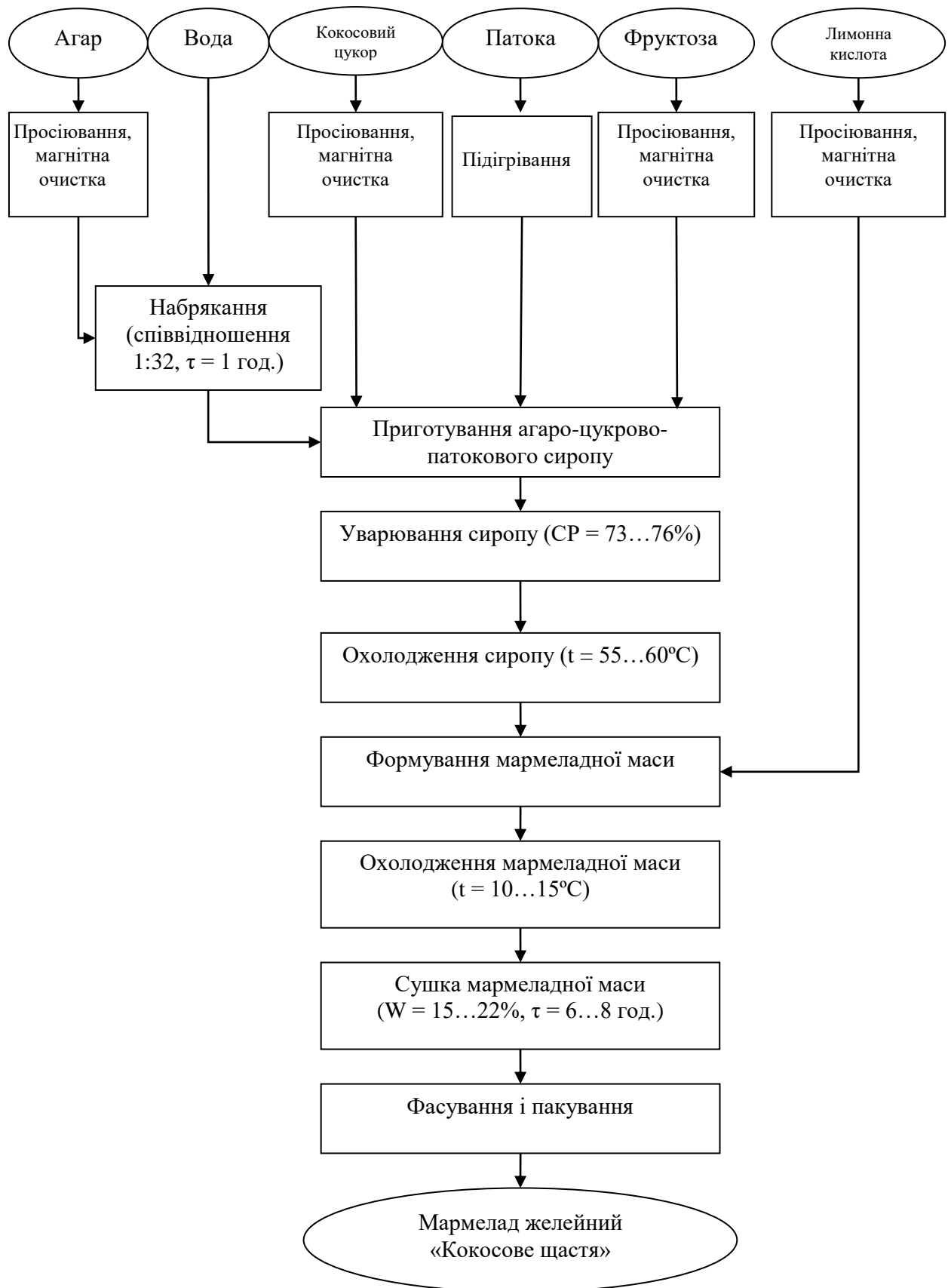


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва мармеладу желейного «Кокосове щастя»

Досліджено показники якості мармеладу желейного з кокосовим цукром. Для визначення основних органолептичних показників якості виробів була розроблена кількісна шкала їх сенсорної оцінки за 5-бальною системою. Результати сенсорної оцінки наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати сенсорної оцінки нового виду мармеладу желейного «Кокосове щастя»

Зразок мармеладу	Значення показників в балах					K <sub>0</sub>
	Форма	Поверхня	Консистенція	Смак і запах	Колір	
«Контроль»	4,8	4,8	4,5	4,5	4,8	
«Кокосове щастя»	4,9	4,9	4,9	4,7	4,8	0,97
Коефіцієнт вагомості	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	–

Оцінка якості нового виду мармеладу желейного згідно значенню комплексного показника відповідає: відмінно (K<sub>0</sub> = 1,0 – 0,9); добре (K<sub>0</sub> = 0,89 – 0,75); задовільно (K<sub>0</sub> = 0,74 – 0,5); незадовільно (K<sub>0</sub> = 0,49 або менше). Таким чином, згідно з отриманими результатами, новий вид мармеладу желейного відповідає оцінці «відмінно».

Результати дослідження фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості нового виду мармеладу наведено у таблицях 4.3, 4.4.

Таблиця 4.3 – Фізико-хімічні показники мармеладу

Показники	За ДСТУ 4333:2004	Значення показника для мармеладу	
		Контроль	«Кокосове щастя»
Масова частка вологи, %	15...23	16,42	18,38
Масова частка редукованих речовин, %	40	17,11	27,56
Загальна кислотність, градуси	4,5...18,0	15,48	16,75
Міцність, Н	–	27,57	20,48

Встановлено, що новий продукт за органолептичними та фізико-хімічними показниками якості відповідає вимогам діючої нормативної документації на даний вид продукції.

Таблиця 4.4 – Мікробіологічні показники мармеладу

Найменування показника	Значення показника для мармеладу		
	Норма	Контроль	«Кокосове щастя»
КМАФАМ, КУО/г, не більше	$1 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^2$	$9 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи), в 0,1 г	не допускаються	не виявлено	
Дріжджі, КУО/г	не допускаються	не виявлено	
Плісневі гриби, КУО/ г, не більше	50	25	25

Технологія передбачає внесення кокосового цукру та фруктози, які мають низький глікемічний індекс. Результати розрахунку енергетичної цінності та показника глікемічності нового виду мармеладу наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Калорійність та показник глікемічності мармеладу

Вироби	Калорійність		Показник глікемічності	
	ккал	% зменшення	%	% зменшення
Мармелад «Желейний формовий»	331	–	60,9	–
Мармелад «Кокосове щастя»	319	3,62	37,6	38,25

Встановлено, що використання кокосового цукру та фруктози в технології мармеладу желейного має незначний вплив на зменшення калорійності продукту, але значно знижує глікемічний індекс продукту (на 38,25%), що дозволяє рекомендувати даний виріб хворим на цукровий діабет.

Було проведено дослідження і порівняно органолептичні, мікробіологічні та фізико-хімічні показники якості продукту, після 30 діб зберігання. Мармелад зберігали у картонній коробці за температури  $10 \pm 2,5^\circ\text{C}$  і відносній вологості не більше 75%. Вироби були захищені від попадання прямого сонячного світла. Встановлено, що пакування у картонову коробку є недостатнім. Виріб потребує додаткового пакування у поліетиленові пакети.

#### 4.1.2 Удосконалення технології зефіру з використанням кокосового цукру

Прототипом для виготовлення зефіру була рецептура зефіру на желатині. Для приготування зефіру основною сировиною є: желатин, цукор, патока, інвертний сироп, гуміарабік, лимонна кислота, ароматизатор, барвник, цукрова пудра і кукурудзяний крохмаль. У технології желатин відіграє роль структуроутворювача, патока та інвертний сироп є антикристалізаторами. Цукор та лимонна кислота надають смак виробу. Гуміарабік виконує роль вологоутримуючого агента. Барвник та ароматизатор приймають участь у формуванні кольору, запаху та смаку виробу. Кукурудзяний крохмаль та цукрова пудра оздоблюють готовий виріб.

Виробництво зефіру складається з таких операцій: підготовка сировини, приготування цукрово-патоково-інвертного сиропу, збивання зефірної маси, формування зефіру, обсіпка, фасування та пакування.

Приймаючи до уваги властивості та хімічний склад кокосового цукру, його було використано для удосконалення технології зефіру з метою надання виробу нових органолептичних властивостей, зниження калорійності та глікемічності.

В результаті попередніх досліджень було встановлено, що введення кокосового цукру та фруктози у кількості 50% від загальної маси системи оказує позитивний вплив на процес піноутворення желатину порівняно з цукром білим. Тому використання кокосового цукру та фруктози в технології зефіру є перспективним.

Для визначення раціональної кількості кокосового цукру та фруктози проведено дослідження у якому було виготовлено декілька зразків з різним співвідношенням даних інгредієнтів.

За результатами дослідження встановлено, що для одержання виробу з задовільними органолептичними і фізико-хімічними показниками слід у вихідній рецептурі замінити цукор білий на кокосовий цукор і фруктозу у співвідношенні 70:30 відповідно. Розроблена рецептура зефіру «Кокосова ніжність» наведена у табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Рецептура зефіру «Кокосова ніжність»

Найменування сировини та напівфабрикатів	Масова частка СР, %	Витрати сировини у кг	
		на 1000 кг готової продукції	
		у натурі, кг	у СР
Кокосовий цукор	99,85	310,06	309,59
Фруктоза	99,85	133,20	133,00
Патока	78,00	177,50	138,45
Інвертний сироп	78,00	88,70	69,19
Желатин	86,00	32,00	27,52
Гумміарабік	85,00	83,00	70,55
Лимонна кислота	98,00	4,00	3,92
Цукрова пудра	99,85	11,00	10,98
Крохмаль кукурудзяний	87,00	11,00	9,57
РАЗОМ	–	850,46	–
ВИХІД	85,30	1000	853

На основі проведених досліджень розроблено технологічну схему приготування зефіру з кокосовим цукром (рис.4.2).

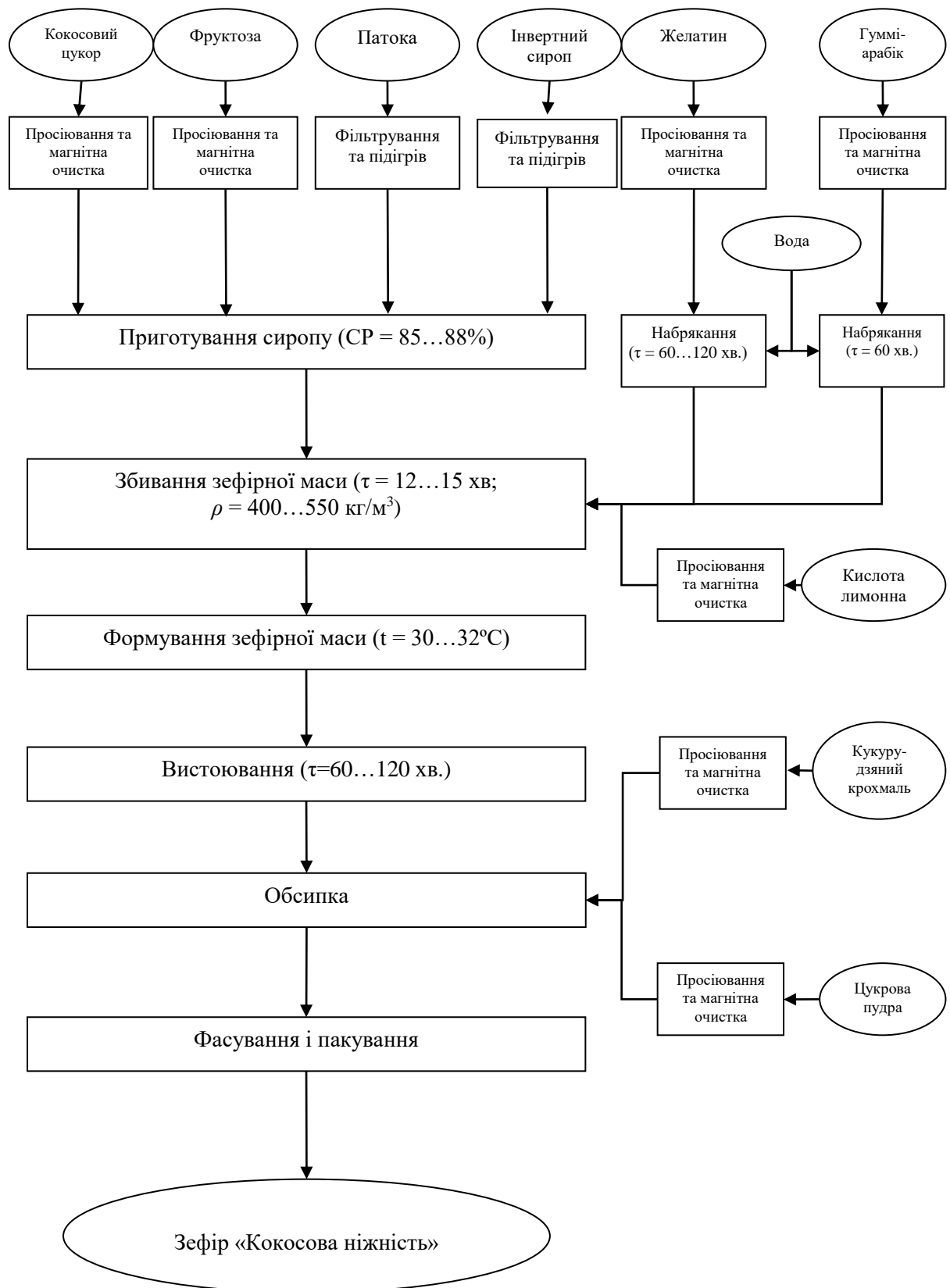


Рисунок 4.2 – Технологічна схема приготування зефіру «Кокосова ніжність»



Досліджено показники якості зефіру з кокосовим цукром. Для визначення основних органолептичних показників якості виробів була розроблена кількісна шкала їх сенсорної оцінки за 5-бальною системою. Результати сенсорної оцінки наведено у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Результати сенсорної оцінки нового виду зефіру

Зразок зефіру	Значення показників в балах					K <sub>0</sub>
	Форма	Поверхня	Консистенція	Смак і запах	Колір	
«Контроль»	4,8	4,8	4,5	4,5	4,8	
«Кокосова ніжність»	4,9	4,9	4,9	4,7	4,8	0,97
Коефіцієнт вагомості	0,05	0,1	0,15	0,25	0,1	–

Оцінка якості нового виду зефіру згідно значенню комплексного показника відповідає: відмінно (K<sub>0</sub> = 1,0 – 0,9); добре (K<sub>0</sub> = 0,89 – 0,75); задовільно (K<sub>0</sub> = 0,74 – 0,5); незадовільно (K<sub>0</sub> = 0,49 або менше). Таким чином, згідно з отриманими результатами, новий вид зефіру відповідає оцінці «відмінно».

Результати дослідження фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості нового виду зефіру наведено у таблицях 4.8, 4.9.

Таблиця 4.8 – Фізико-хімічні показники якості зразків зефіру

Показники	За ДСТУ 6441	Значення для зефіру	
		Контроль	«Кокосова ніжність»
Масова частка вологи, %, не більше	25	11,82	14,80
Масова частка редукованих речовин, %, не більше	15,4	32,40	18,52
Загальна кислотність, градуси, не більше	5,7	4,92	5,03
Густина, г/см <sup>3</sup>	0,6	0,51	0,58

Таблиця 4.9 – Мікробіологічні показники зефіру

Найменування показника	Значення показника для зефіру		
	Норма	Контроль	«Кокосова ніжність»
КМАФАМ, КУО/г, не більше	$1 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи), в 0,1	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше	50	20	20
Плісневі гриби, КУО в 1 г, не більше	100	10	10

Технологія передбачає внесення кокосового цукру та фруктози, які мають низький глікемічний індекс. Результати розрахунку енергетичної цінності та показника глікемічності нового виробу наведено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Калорійність та показник глікемічності зефіру

Вироби	Калорійність		Показник глікемічності	
	ккал	% зменшення	%	% зменшення
Зефір «Желейний»	277	–	48,69	–
Зефір «Кокосова ніжність»	267	3,61	29,35	39,74

Встановлено, що використання кокосового цукру та фруктози в технології зефіру має незначний вплив на зменшення калорійності продукту, але значно знижує глікемічний індекс продукту (на 39,74%), що дозволяє рекомендувати даний виріб хворим на цукровий діабет.

4.1.3 Розробка рецептури та удосконалення технології маршмелову з використанням кокосового цукру та фруктози

Процес виробництва маршмелову складається за таких стадій: підготовка сировини до виробництва; готування цукрово-патокового сиропу; змішування інгредієнтів; механічна обробка; формування виробів; нарізання; вистоювання.

Для приготування маршмелоу основною сировиною є: желатин харчовий, цукор білий, патока, лимона кислота. Желатин харчовий використовується як піноутворювач та драглеутворювач. Необхідні органолептичні показники забезпечує цукор білий. Необхідні пластичні властивості та роль антикристалізатора забезпечує патока. Смакові характеристики маршмелоу поліпшує лимона кислота.

Хімічний склад кокосового цукру, який наведений у підпункті 2.1.2, указує на те, що цей він може бути використаний для підвищення харчової цінності маршмелоу, для одержання його натурального кольору, а також повного виключення з рецептури цукру білого.

В результаті попередніх досліджень впливу кокосового цукру та фруктози на піноутворювальні властивості желатину встановлено, що розчини желатину на водних розчинах кокосового цукру та фруктози проявляли однакову тенденцію до піноутворення протягом усього періоду гомогенізації (рис. 4.3).

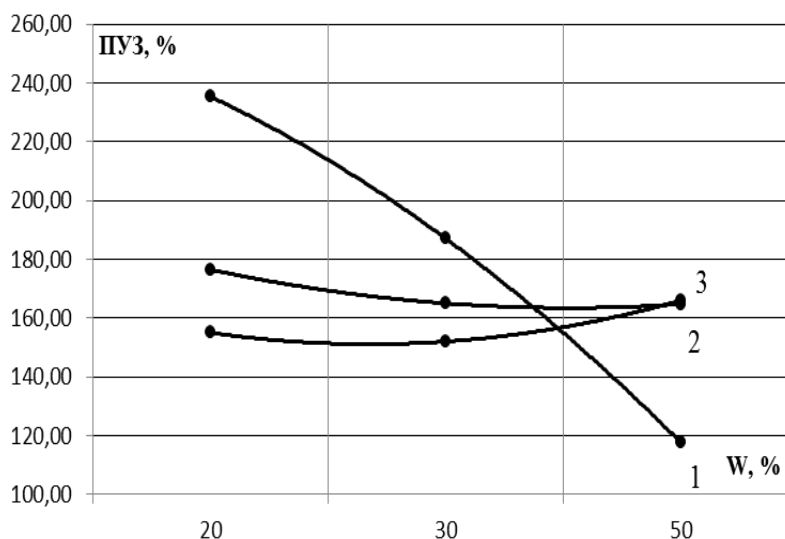


Рисунок 4.3. – Вплив рідкої фази піноутворюючу здатність желатину:  
1 – розчин цукру (сахарози); 2 – розчин кокосового цукру; 3 – розчин фруктози

Максимальна стійкість піни розчинів желатину приготуєних на 50% водних розчинах кокосового цукру та фруктози (рис. 4.4.) спостерігалась через  $(7...9) \times 60$  с і дорівнювала 95 та 100 % відповідно.

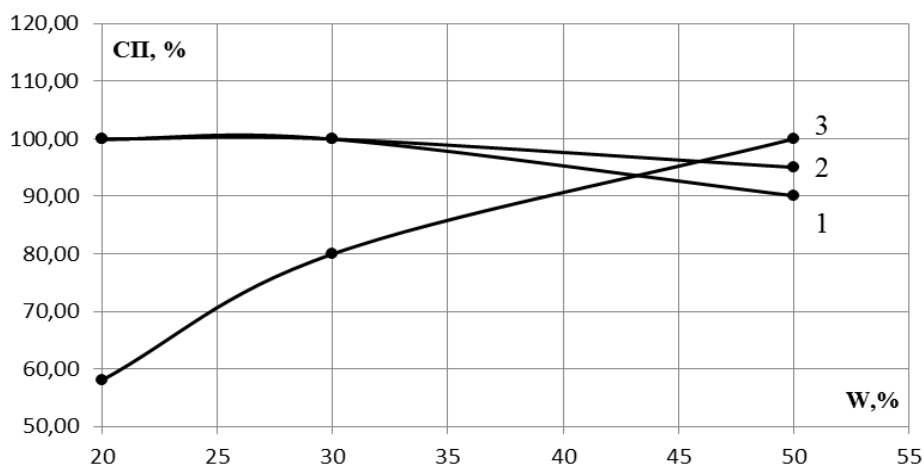


Рисунок 4.4 – Вплив рідкої фази на стійкість піни: 1 – розчин цукру (сахароза); 2 – розчин кокосового цукру; 3 – розчин фруктози

З метою встановлення раціональної концентрації кокосового цукру та фруктози було проведено комплекс досліджень. Під час цих досліджень кокосовий цукор та фруктозу додавали у різних співвідношеннях. Результати дослідження органолептичних показників маршмелоу на основі кокосового цукру та фруктози наведено у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Органолептичні показники маршмелоу на основі кокосового цукру та фруктози

Показники	Контроль	Співвідношення (%) косоного цукру та фруктози			
		30/70	50/50	70/30	10/90
Форма	Правильна, без деформації, з чітким контуром. Присутні незначні напливи				
Поверхня	Суха, не липка, без грубих затвердінь, рівномірно обсипана сумішшю цукрової пудри та крохмалю				
Колір	Білий	Білий з коричневим відтінком	Блідо коричневий	Світло коричневий	
Смак та запах	Солодкий, без стороннього присмаку та запаху	Помірно солодкий з присмаком карамелі, без стороннього запаху			Помірно солодкий з легким смаком карамелі
Структура	Дрібнодисперсна, рівномірна				
Консистенція	Піноподібна, затяжна, м'яка				

У ході дослідження було встановлено, що під час додавання кокосового цукру, маршмелоу набувають світло коричневого кольору. Найкращий колір виробу спостерігався за умов 100% заміни цукру на 30 % кокосового цукру та 70% фруктози. Смак маршмелоу – карамельний, без стороннього запаху.

Було визначено фізико-хімічні показники якості маршмелоу на основі кокосового цукру та фруктози. Встановлено, що збільшення вмісту кокосового цукру призводить до збільшення вологості та масової частки редукувальних речовин у виробі. Густина виробів залишається майже не змінною порівняно з контролем.

За результатами оптимізації встановлено, оптимальними концентраціями кокосового цукру та фруктози є 33,49% та 12,84% відповідно. Із урахуванням одержаних результатів було розроблено рецептуру на маршмелоу «Кокосова мрія» на основі кокосового цукру та фруктози (табл. 4.12) та технологічну схему.

Таблиця 4.12 – Рецептура на маршмелоу на основі кокосового цукру та фруктози

Найменування сировини	Масова частка СР, %	Витрати сировини на маршмелоу, на 1000 кг готового виробу, кг			
		Прототип		Кокосова мрія	
		у натурі, кг	у СР, %	у натурі, кг	у СР, %
Цукор білий кристалічний	99,85	460,58	459,89	-	-
Кокосовий цукор	99,85	-	-	334,90	334,39
Фруктоза	99,85	-	-	128,40	128,21
Патока крохмальна	78,00	404,01	315,13	404,01	315,13
Желатин	84,00	41,41	34,78	41,41	34,78
Кислота лимонна	92,00	1,5	1,38	1,5	1,38
Сорбіт	67,50	5,24	3,54	5,24	3,54
Цукрова пудра	99,85	6,04	6,03	6,04	6,03
Крохмаль кукурудзяний	87,00	24,17	21,03	24,17	21,03
Разом	-	944,03	842,19	944,03	842,19
Вихід	80	1000,00	800,00	1000,00	800,00

Відмінність нової рецептури від вихідної полягає у заміні білого цукру кристалічного на кокосовий цукор у кількості 33,49 % та фруктозу у кількості 12,84% від загальної маси системи. Це дозволяє одержати маршмеллоу світло коричневого кольору, з карамельним смаком.

Проведено дослідження щодо дослідження якості маршмеллоу на основі кокосового цукру та фруктози та порівняно з продуктом-аналогом маршмеллоу на основі білого цукру. Фізико-хімічні показники якості нового маршмеллоу наведені у таблиця 4.13.

Таблиця 4.13 – Фізико-хімічні показники якості виробів

Найменування показника	Значення показника для маршмеллоу	
	Контроль	Кокосова мрія
Масова частка вологи, %	19,0	17,7
Масова частка редукованих речовин, %	11,0	33,9
Загальна кислотність, градуси	3,0	3,1
Густина, г/ см <sup>3</sup>	0,524	0,524

Встановлено, що маршмеллоу на основі кокосового цукру та фруктози за органолептичними та фізико-хімічними показниками якості відповідають вимогам діючої нормативної документації на даний вид продукції.

Результати визначення мікробіологічних показників якості маршмеллоу показали, що маршмеллоу «Кокосова мрія» відповідає вимогам документації на даний вид продукції.

В таблиці 4.14 відображені результати розрахунків калорійності та показника глікемічності маршмеллоу

Таблиця 4.14 – Показники калорійності та глікемічності маршмеллоу

Зразок маршмеллоу	Калорійність		Показник глікемічності	
	ккал/100 г	% зменшення	Од.	% зменшення
На основі білого цукру	338,83	–	61,91	–
На основі кокосового цукру та фруктози	322,00	5	43,49	29,80

Проведені дослідження щодо встановлення умов та строків зберігання маршмелоу на основі з кокосового цукру та фруктози. Доведено, що новий вид маршмелоу слід зберігати упакованим у поліетиленову плівку за температури 16...18°C та відносній вологості повітря не більше 75%. Максимальний термін зберігання за таких умов становить 28 діб.

4.1.4. Удосконалення технології зефіру з використанням еритритолу та мальтитолу

В якості прототипу була використана рецептура зефіру «Ванільний» (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 – Рецептура зефіру «Ванільний»

Найменування сировини	Масова частка СР, %	Витрата сировини на зефір, на 1000 кг готового виробу, кг	
		у натурі, кг	у СР, %
Цукор білий кристалічний	99,85	672,6	671,6
Патока	78,00	139,2	108,6
Агар	85,00	8,6	7,3
Пюре яблучне	10,00	390,0	39,0
Білок яечний	12,00	65,0	7,8
Кислота молочна	40,00	6,8	2,7
Цукрова пудра	99,85	29,9	29,8
Есенція ванільна	–	1,00	–
РАЗОМ	–	1313,1	866,8
ВИХІД	83,00	1000,00	830,00

Виробництво зефіру складається з таких операцій:

– підготовка сировини,

- приготування агаро-цукрово-патокового сиропу,
- приготування зефірної маси,
- формування зефірної маси,
- структуроутворення зефірної маси,
- фасування та пакування.

У виробництві зефіру важливе значення має процес піноутворення. Оскільки піноутворювачем є яєчний білок, тому важливо було дослідити вплив еритритолу і мальтитолу на піноутворювальну здатність (ПУЗ) і стійкість піни (СП) яєчного білка. Для цього проводили модельні дослідження з однаковою кількістю яєчного білка, цукрозамінників за сухими речовинами. Збивання проводили за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Отримані результати представлено на рисунках 4.5, 4.6.

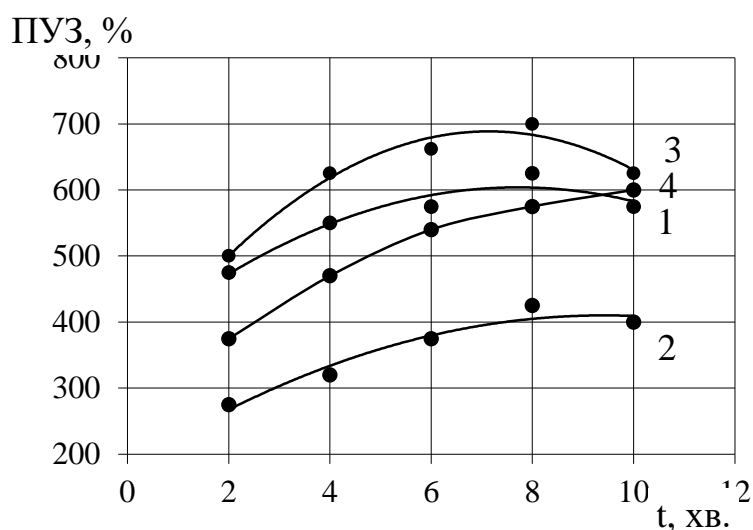


Рисунок 4.5 – Піноутворююча здатність досліджуваних систем:

1 – яєчний білок – вода; 2 – яєчний білок – 35% розчин цукру; 3 – яєчний білок – 35% розчин мальтитолу; 4 – яєчний білок – 35% розчин еритритолу



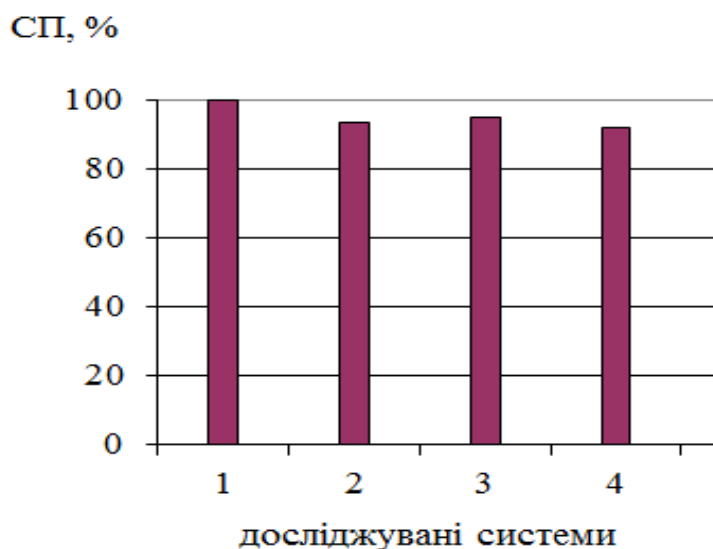


Рисунок 4.6 – Стійкість піни досліджуваних систем:

1 – яєчний білок – вода; 2 – яєчний білок – 35% розчин цукру; 3 – яєчний білок – 35% розчин мальтитола; 4 – яєчний білок – 35% розчин еритритолу

Визначили, що додавання цукру погіршує піноутворювальні властивості яєчного білка. Додавання мальтитола покращує піноутворювальну здатність, а для системи з еритритолом значення піноутворювальної здатності через 10 хвилин збивання майже не відрізнялась від значення для водного розчину яєчного білка. Стійкість піни для усіх систем при додаванні цукру та цукрозамінників змінюється несуттєво.

Проведено комплекс досліджень щодо впливу цукрозамінників нового покоління (мальтитол, еритритол) на процес піноутворення кондитерських дисперсних систем і встановлено, що оптимальний час збивання – 8 хв. Подальше збивання недоцільно, тому що відбувається зворотній процес – руйнування піни.

Проведено комплекс досліджень щодо впливу цукрозамінників нового покоління (мальтитол, еритритол) на процес структуроутворення збитих мас і встановлено, що при заміні цукру на мальтитол або еритритол (в кількості 30%, 50%, 70%, 100%) значення пластичної міцності зменшується незначно.

На основі проведених досліджень розроблено технологічну схему приготування зефіру на основі цукрозамінників нового покоління (рис. 4.7).

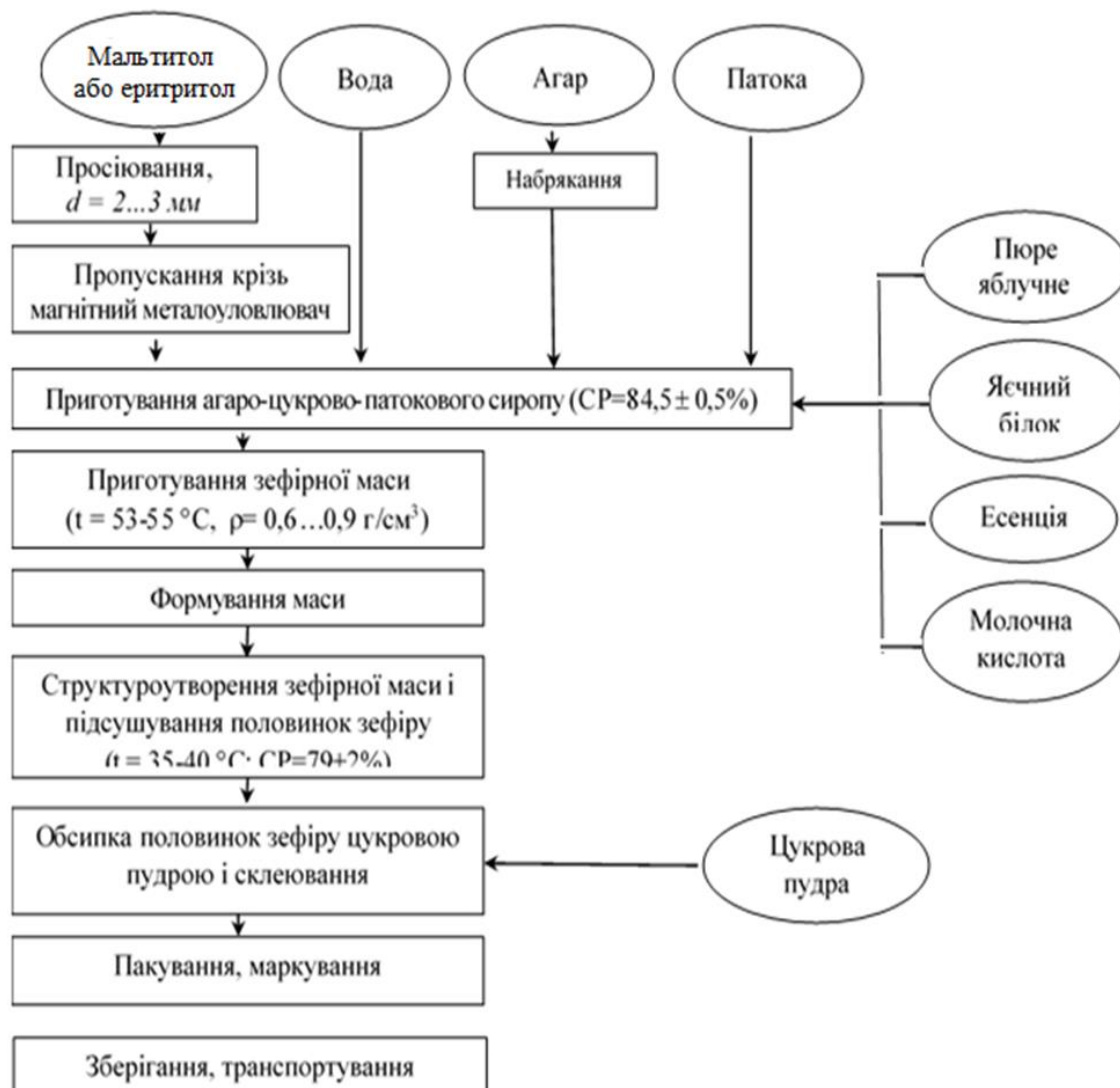


Рисунок 4.7 – Технологічна схема виробництва зефіру на основі цукрозамінників нового покоління

Приготування зефіру за даною технологією передбачає 100% заміну цукру білого кристалічного на еритритол або мальтитол. Послідовність операцій технологічного процесу приготування зефіру залишили без змін. Це надасть можливість досить швидко впровадити запропоновану технологію на будь-якому кондитерському виробництві.

Результати дослідження органолептичних показників якості зефіру на основі цукрозамінників нового покоління наведено в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16 – Органолептичні показники якості зефіру

Показники	Характеристика для зефіру		
	на цукрі (сахарозі)	на еритритолі	на мальтитолі
Форма	Кругла, злегка плескувата, складена з двох симетричних половинок		
Поверхня	Суха, не липка, без грубих затвердінь, рівномірно обсипана цукровою пудрою, має рисунок гофри з чіткими контурами		
Колір	Білий		
Смак та запах	Чітко виражені, характерні для даного найменування виробу, без різких присмаків і запаху есенцій		
Структура	Рівномірна, дрібнодисперсна		
Консистенція	М'яка, піноподібна, піддається розламуванню		

Згідно результатів дослідження органолептичних показників якості зразків зефіру, колір, форма та поверхня у всіх, без винятку, зразків повністю відповідали нормам діючого ДСТУ ГОСТ 6441 – 2003.

Було визначено фізико-хімічні показники якості нових видів зефіру (табл. 4.17).

Таблиця 4.17 – Фізико-хімічні показники якості зразків зефіру

Найменування показника	Значення показника для зефіру		
	на цукрі (сахарозі)	на еритритолі	на мальтитолі
<i>Фізико-хімічні показники</i>			
Масова частка вологи, %	20,0±0,8	17,5±0,5	19,0±0,6
Масова частка редукувальних речовин, %	7,2±0,2	8,0±0,2	8,0±0,2
Загальна кислотність, град	7,0±0,1	7,5±0,1	7,5±0,1
Густина, г/см <sup>3</sup>	0,50±0,02	0,48±0,01	0,40±0,01

Встановлено, що нові вироби за органолептичними фізико-хімічними показниками якості відповідають вимогам нормативної документації.

Мікробіологічні показники якості нових видів зефіру наведені в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18 – Мікробіологічні показники виробів

Найменування показника	Значення показника для зефіру		
	Норма	на еритритолі	на мальтитолі
КМАФАМ, КУО/г, не більше	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи), в 0,1 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Плісеневі гриби, КУО/г, не більше	50	<10	<10

Встановлено, що нові види зефіру за мікробіологічними показниками відповідають вимогам нормативної документації на даний вид продукції.

Технологія передбачає внесення мальтитолу або еритритолу, які є низькалорійними та мають низький глікемічний індекс. Результати розрахунку енергетичної цінності та показника глікемічності нових виробів наведено в таблиці 4.19.

Таблиця 4.19 – Калорійність та показник глікемічності зефіру

Зефір на основі	Калорійність		Показник глікемічності	
	ккал	% зменшення	%	% зменшення
цукру	361,77	–	60,35	–
еритритолу	106,43	70	13,35	78
мальтитолу	252,34	30	33,24	45

Встановлено, що при використанні цукрозамінників нового покоління в технології зефіру значно зменшується калорійність та глікемічність виробів, що підтверджує можливість рекомендувати дані вироби хворим на цукровий діабет.

Проведено дослідження щодо визначення умов та строків зберігання нових видів зефіру. Визначено зміну показників якості нових видів зефіру під час зберігання за температури 15...18°C, відносній вологості не більше 75% з доступом та без доступу світла упакованим у поліетиленову плівку протягом 60 діб. Встановлено, що оптимальними умовами зберігання нових видів зефіру є температура 15...18 °С, відносна вологість повітря не більше 75%. Термін зберігання – 60 діб.

4.1.5. Удосконалення технології маршмелоу з використанням порошку з чорної смородини

Для раціонального використання порошку з чорної смородини в технології маршмелоу необхідно було визначити: найкращу форму внесення добавки з чорної смородини (рідина чи порошок); стадію внесення добавки у продукт; концентрацію добавки, яка буде забезпечувати бажаний природний колір.

У ході попередніх досліджень було встановлено, що безпосереднє введення порошку з чорної смородини на стадії змішування до складу маршмелоу не дозволяє одержати вироби із задовільними органолептичними показниками.

Аналіз літературних даних показав, що на процес вилучення речовин антоціанової природи впливають природа рідкої фази, час контакту з рідкою фазою, спосіб інтенсифікації процесу, вміст рН-визначаючих добавок, співвідношення рідкої та твердої фаз. Тому проводили попереднє розчинення порошку у 1,5% розчині лимонної кислоти при перемішуванні на магнітній мішалці, потім додавали на стадії змішування.

З метою встановлення раціональної концентрації порошку було проведено комплекс досліджень, під час яких порошок із чорної смородини додавали на стадії змішування у кількості 0,1...1,2% від загальної маси виробів. Результати дослідження органолептичних показників якості маршмелоу з порошком наведено в таблицях 4.20, 4.21.

Таблиця 4.20 – Органолептичні показники маршмелоу з порошком з чорної смородини

Показники	Конт роль	Кількість, % (до загальної маси)											
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	8	0,9	1	1,1	1,2
Форма	Правильна, з чітким контуром, без деформації. Допускаються незначні напливи												
Поверхня	Суха, не липка, без грубих затвердінь, рівномірно обсипана сумішшю крохмалю та цукрової пудри												
Колір	Білий	Білий з відтінком рожевого			Блідо рожевий			Рожевий			Брудно рожевий		
Смак та запах	Кислувато-солодкий, без стороннього присмаку та запаху				Кисло-солодкий, з присмаком чорної смородини, без стороннього присмаку та запаху								
Структура	Рівномірна, дрібнодисперсна												
Консистенція	М'яка, піноподібна, затяжна												

Установлено, що під час додавання порошку з чорної смородини до рецептури маршмелоу, виробу набувають яскраво вираженого кольору. Найкращий колір виробів спостерігався за умов введення до рецептури не менше 0,7 % порошку від загальної маси виробів. Смак виробів кисло-солодкий, з присмаком рослинної добавки, без стороннього запаху.

Було визначено фізико-хімічні показники (табл. 4.21) маршмелоу з додаванням 0,7% порошку з чорної смородини від загальної маси виробу.

Таблиця 4.21 – Фізико-хімічні показники маршмелоу з порошком з чорної смородини

Показники	За вихідною рецептурою	Значення для маршмелоу
Масова частка вологи, %	19,0	18,0±0,9
Загальна кислотність, градуси	3,0	3,3±0,2
Густина, г/см <sup>3</sup>	0,52	0,53±0,02

З таблиць видно, що нові вироби за органолептичними та фізико-хімічними показниками якості відповідають вимогам нормативної документації.

Із урахуванням одержаних результатів нами розроблено рецептуру на маршмелу «Чорносмородиновий», що наведена в табл. 4.22.

Таблиця 4.22 – Рецептура на маршмелу з порошком з чорної смородини

Найменування сировини	Масова частка СР, %	Витрата сировини на маршмелу, на 1000 кг готового виробу, кг	
		у натурі, кг	у СР, %
Цукор білий кристалічний	99,85	460,58	459,89
Патока крохмальна	78,00	404,01	315,13
Желатин	84,00	41,41	34,78
Кислота лимонна	92,00	0,86	0,79
Сорбіт	67,50	5,24	3,54
Цукрова пудра	99,85	6,04	6,03
Крохмаль кукурудзяний	87,00	24,17	21,03
Сублімований порошок з чорної смородини	92,00	7,00	6,44
РАЗОМ	–	949,31	847,63
ВИХІД	80,00	1000,00	800,00

На основі проведених досліджень розроблено технологічну схему приготування маршмелу з порошком з чорної смородини (рис. 4.8).

Проведено дослідження з визначення показників якості маршмелу з порошком з чорної смородини, в рецептурі якого повністю виключено барвники та ароматизатори. Кількість сублімованого порошку з чорної смородини складає 0,7% від загальної маси.

Для визначення основних органолептичних показників якості маршмелу з використанням сублімованого порошку із чорної смородини були проведені дослідження, направлені на розробку кількісної шкали його сенсорної оцінки за 5-бальною системою. Результати сенсорної оцінки наведено у таблиці 4.23.

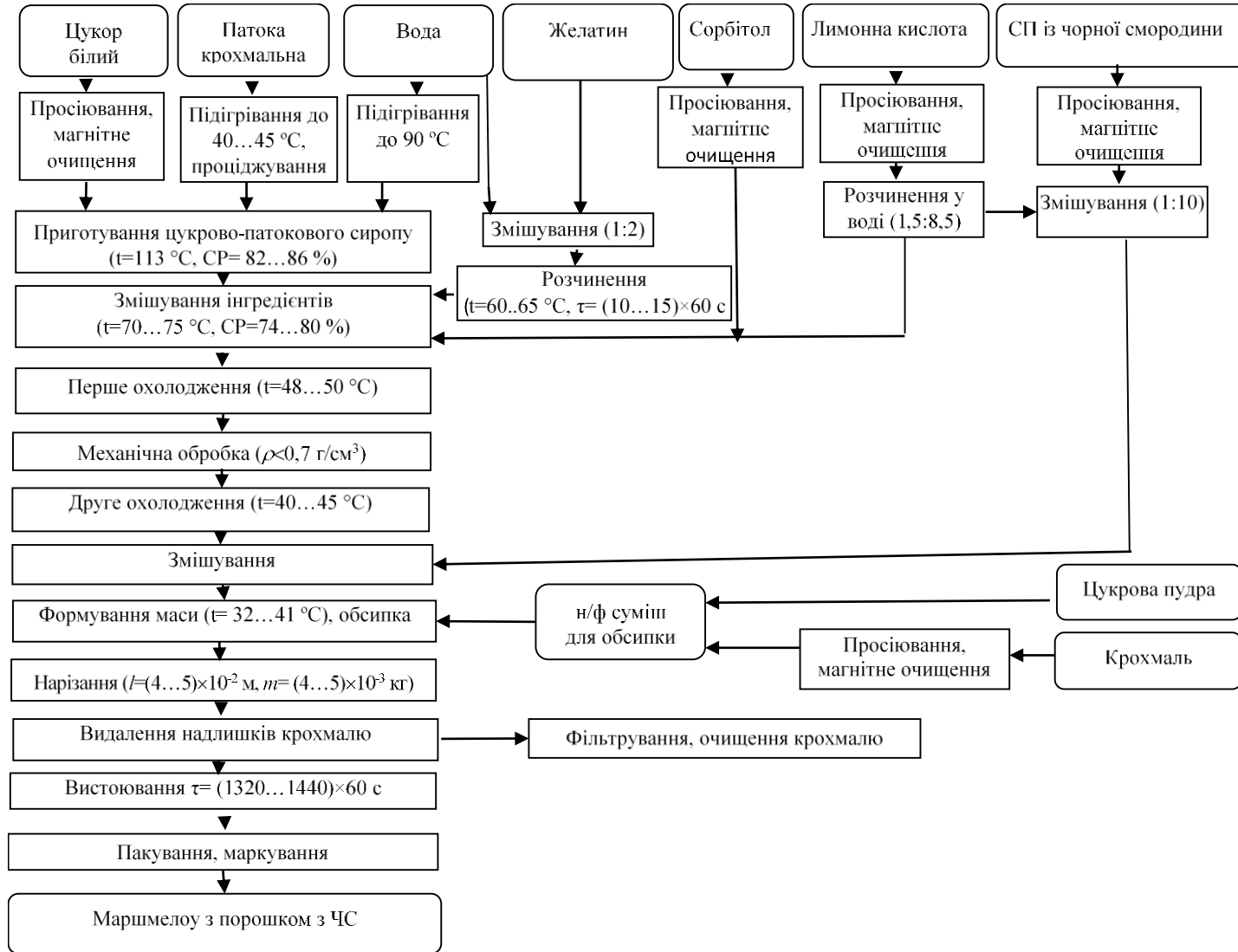


Рисунок 4.8 – Технологічна схема виробництва маршмелоу з порошком з чорної смородини



Таблиця 4.23 – Результати сенсорної оцінки нового виду маршмелоу

Маршмелоу	Значення показників в балах					K <sub>0</sub>
	Форма	Поверхня	Консистенція	Смак і запах	Колір	
Контроль	4,8	4,8	4,5	4,2	4,8	
«Чорносмородиновий»	4,9	4,8	4,9	4,7	4,9	0,97
Коефіцієнт вагомості	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	–

Оцінка якості маршмелоу згідно значенню комплексного показника відповідає: відмінно ( $K_0 = 1,0 - 0,9$ ); добре ( $K_0 = 0,89 - 0,75$ ); задовільно ( $K_0 = 0,74 - 0,5$ ); незадовільно ( $K_0 = 0,49$  або менше). Таким чином, згідно з отриманими результатами новий вид маршмелоу відповідає оцінці «відмінно».

Фізико-хімічні показники якості нового виробу наведені в табл. 4.21. Встановлено, що маршмелоу з порошком з чорної смородини за органолептичними та фізико-хімічними показниками якості відповідає вимогам діючої нормативної документації на даний вид продукції.

Мікробіологічні показники якості нового виду виробу наведені в таблиці 4.24.

Таблиця 4.24 – Мікробіологічні показники виробів

Найменування показника	Значення показника для маршмелоу		
	Норма	Контроль	«Чорносмородиновий»
КМАФАМ, КУО/г, не більше	$1 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи), в 0,1 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Плісневі гриби, КУО/г, не більше	25	<10	<10

Як видно з таблиці 4.24, розроблене маршмелоу з сублімованим порошком із чорної смородини за мікробіологічними показниками відповідає вимогам нормативної документації на даний вид продукції.

Технологія передбачає внесення сублімованого порошку з чорної смородини, який містить антоціани, вітамін С, низько- та високомолекулярні фенольні сполуки на стадії змішування після механічної обробки та охолодження, що, на нашу думку, забезпечить максимальне збереження біологічно активних речовин у готових виробках.

Експериментально підтверджено, що нові вироби містять, мг/100 г: антоціани – 25,8...27,4; пектинові речовини – 74,7...79,3; низькомолекулярні фенольні сполуки – 4,8...5,0; дубильні речовини – 10,2...10,8, вітамін С 7,8...8,2.

Таким чином, введення порошку із чорної смородини покращує органолептичні показники якості готових виробів, вони набувають рожевого забарвлення, приємного смаку та аромату без застосування барвників і ароматизаторів. Окрім цього застосування порошку збагачує маршмелоу біологічно активними речовинами, низькомолекулярними фенольними сполуками, дубильними речовинами, органічними кислотами.

Визначено зміну показників якості нового виду маршмелоу під час зберігання за температури 15...18 °С, відносній вологості не більше 75 % з доступом та без доступу світла упакованим у поліетиленову плівку та поліетиленову плівку і картонну коробку протягом 30 діб. Визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості проводили протягом зберігання за різних умов.

Згідно результатів дослідження органолептичних показників під час зберігання маршмелоу в поліетиленовій плівці протягом 15–30 доби зменшується інтенсивність кольору виробів. Для виробів додатково упакованих у картон візуальне сприйняття кольору через 30 діб зберігання залишилось без змін. Тому подальші дослідження були пов'язані з дослідженням стійкості кольору виробів при зберіганні протягом 30 діб за різних видів пакування.

Установлено, що введення до складу маршмелоу порошку з чорної смородини дозволяє виготовляти вироби, для яких інтенсивність кольору наприкінці терміну зберігання становить 65...70% від початкового значення.

Встановлено, що значення загальної кислотності виробів наприкінці терміну зберігання практично не залежать від виду пакування. Отримані результати свідчать, що через 30 діб зберігання загальна кислотність маршмелоу знаходиться в регламентованих нормативною документацією межах і становить 3,6...3,8 град.

Визначено, що під час зберігання відбувається накопичення редукувальних речовин, при чому процес відбувається більш інтенсивно за умови зберігання маршмелоу в поліетиленовій плівці.

Наприкінці терміну зберігання густина виробів з порошком із чорної смородини незалежно від виду пакування знаходиться в регламентованих нормативною документацією межах і становить 0,49...0,50 г/см<sup>3</sup>.

Доведено, що додаткове пакування маршмелоу у картонну коробку дозволяє забезпечити вологість виробів на рівні 79...84 % від початкової, довше зберігати ніжню пружну консистенцію маршмелоу та утримувати їх форму.

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що під час зберігання маршмелоу з рослинною добавкою з чорної смородини інтенсивність їх забарвлення знижується, але за умови зберігання у поліетиленовій плівці та картонній коробці ці зміни протікають менш інтенсивно, візуальне сприйняття кольору залишається незмінним. Тому нами рекомендовано зберігати вироби саме в такому виді пакування.

Аналіз хімічного складу маршмелоу упакованого у поліетиленову плівку та картонну коробку показав, що наприкінці терміну зберігання вміст БАР у нових видах маршмелоу знаходиться на рівні 70...95% від початкового значення.

## 4.2 Удосконалення технологій борошняних кондитерських виробів

### 4.2.1 Удосконалення технології брауні з використання безглютенового борошна

Брауні – шоколадне тістечко коричневого кольору. Розрізняють 4 основних типи брауні, які відрізняються текстурою (рис. 4.9): fudgy brownies; cakelike brownies; chewy brownies; blondies.



Рисунок 4.9 – Основні типи брауні:

*a* – fudgy brownies; *б* – cakelike brownies; *в* – chewy brownies; *г* – blondies

Як прототип було взято рецептуру брауні згідно патенту US 2015/0351413 A1, представлену в таблиці 4.25.

Таблиця 4.25 – Рецептура брауні

Найменування сировини	Вміст сухих речовин, %	Витрати сировини на 1000 кг готової продукції, кг	
		у натурі, кг	У СР, %
Солодковершкове масло	84,00	203,00	170,52
Какао-порошок	92,50	139,20	128,76
Пшеничне борошно	85,50	139,20	119,02
Яйце куряче	27,00	208,80	56,38
Цукор білий	99,85	290,00	290,00
Глюкозний сироп	90,9	162,40	147,62
Ванільний цукор	97,75	8,12	7,93
Розпушувач	99,83	3,48	3,47
Сіль	99,90	5,80	5,79
Разом		1160,00	929,49
Вихід	80,13	1000,00	801,26

Виробництво брауні складається з таких операцій: підготовка сировини, приготування емульсії, приготування тіста, формування виробів, випікання, охолодження, пакування та маркування.

Для виготовлення безглютенового брауні було використано суміш амарантового борошна (АБ) та борошна з плодів ріжкового дерева (БПРД), бо саме вони перспективні для використання в виробництві безглютенових БКВ як з точки зору технологічного процесу, так і з точки зору хімічного, амінокислотного складу та вмісту харчових волокон.

У виробництві брауні важливе значення мають вологість, активна кислотність та водопоглинальна здатність (ВПЗ) борошна, результати визначення яких наведено у таблиці 4.26.

Таблиця 4.26 – Вологість, активна кислотність та ВПЗ борошна

Вид борошна	Масова частка вологи, %	Активна кислотність, од. рН	Водопоглинальна здатність, %
Пшеничне борошно	13,48±0,40	6,18±0,18	110,5±3,3
Амарантове борошно	8,18±0,25	6,36±0,19	101,1±3,0
Борошно з плодів ріжкового дерева	4,94±0,15	4,45±0,13	155,2±4,7

Отримані результати свідчать, що вологість суміші АБ та БПРД буде нижче, ніж пшеничного борошна на 4,95...8,54% залежно від співвідношення компонентів.

Водопоглинальна здатність борошна дозволяє спрогнозувати співвідношення компонентів для отримання необхідних реологічних властивостей тіста. Результати досліджень ВПЗ для сумішей амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева наведено на рисунку 4.10.

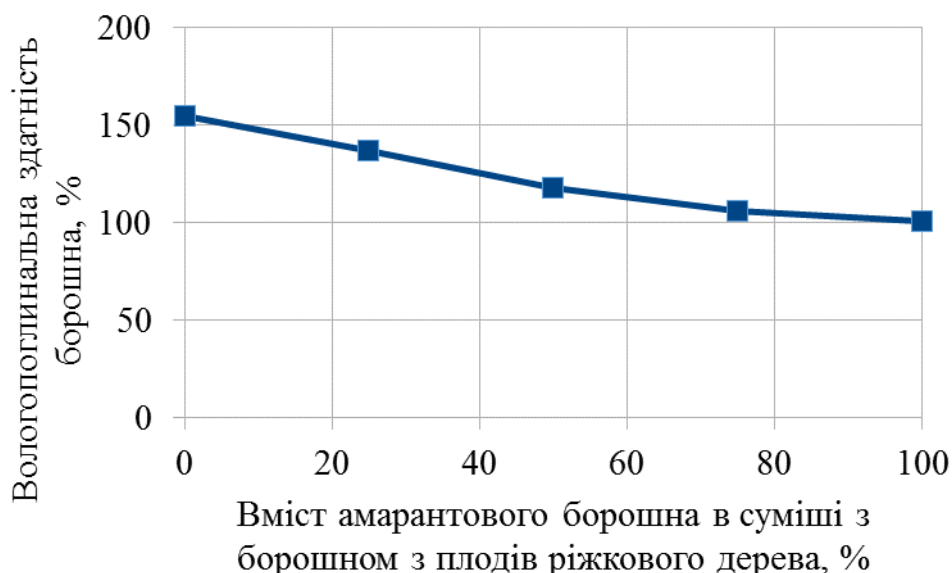


Рисунок 4.10 – Залежність ВПЗ суміші безглютенового борошна від складу

Згідно з отриманими даними (рис. 4.9) найближчу до пшеничного борошна водопоглинальну здатність (110,50%) має суміш АБ–БПРД з вмістом АБ 60,0...70,0%.

Для визначення раціональної кількості амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева у рецептурі, було проведено дослідження їх впливу на властивості тіста. Під час виготовлення брауні вміст цукру в рецептурах було зменшено оскільки борошно з плодів ріжкового дерева містить 47,9 % цукрів (сахароза до 44,3%, фруктоза та глюкоза до 1,8% відповідно).

Визначено раціональну кількість АБ та БПРД, яка забезпечує бажані характеристики тіста, органолептичні та фізико-хімічні показники виробів. Дані дослідження наведено у таблиці 4.27.

Таблиця 4.27 – Вологість та розтікання тіста для брауні

Показник	Контрольний зразок	Співвідношення АБ:БПРД у суміші (%)		
		25:75	50:50	75:25
Вологість, %	19,83±0,59	17,23±0,52	17,83±0,53	18,05±0,55
Розтікання тіста, %	123,6±3,7	105,6±3,2	110,7±3,3	120,4±3,6

Встановлено, що заміна пшеничного борошна на суміш АБ та БПРД приводить до зменшення вологості тіста. Збільшення масової частки борошна з плодів ріжкового дерева у суміші до 75% приводить до зменшення вологості тіста на 2,6%. Результати дослідження розтікання тіста протягом 1 години за температури 30°C показали, що збільшення масової частки амарантового борошна в суміші дозволяє отримати тісто з характеристиками подібними контрольному зразку. Так, найближчим до тіста за оригінальною рецептурою за значеннями вологості та розтікання був зразок на основі суміші АБ:БПРД – 75:25.

Результати досліджень впливу амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева на реологічні властивості тіста наведено на рисунку 4.11.

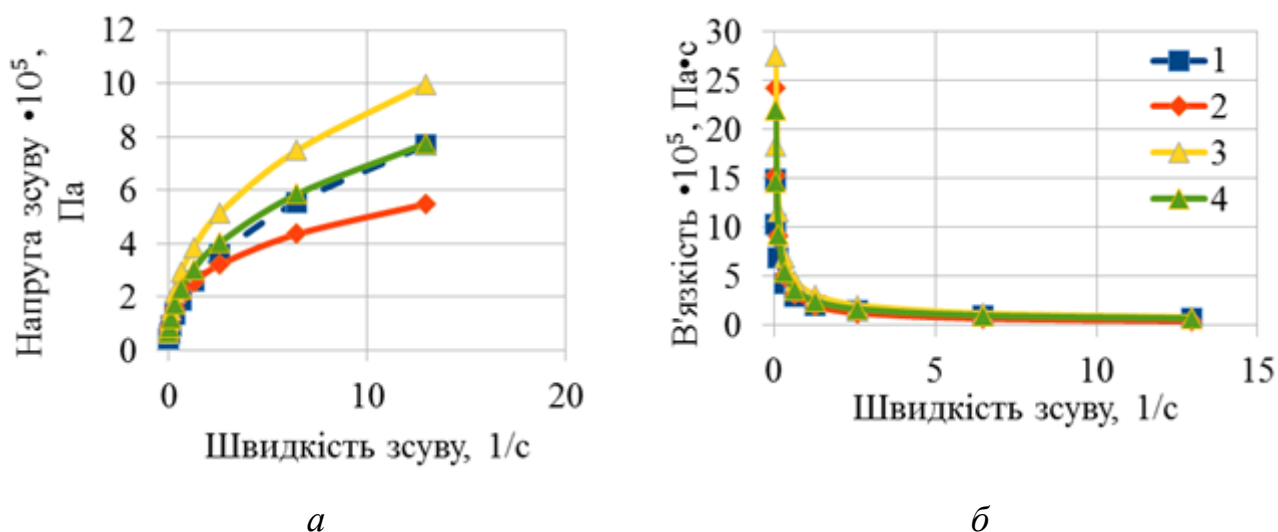


Рисунок 4.11 – Криві течії (а) та в'язкості (б) контрольного зразка (1) і зразків із заміною пшеничного борошна на суміш амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева у співвідношенні: 2 – 25:75; 3 – 50:50; 4 – 75:25

В таблиці 4.28 наведено коефіцієнти консистентності, плинуну та кореляції для контрольного зразку брауні та зразків з використанням суміші амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева різного складу.

Таблиця 4.28 – Коефіцієнти кривих течії для зразків брауні

Показник	Контрольний зразок брауні	Зразки брауні з використанням суміші АБ-БПРД різного складу, %		
		25:75	50:50	75:25
Коефіцієнт консистентності, k	230693±4920	233606±7204	347841±5755	274017±6279
Коефіцієнт плину, n	0,470±0,010	0,333±0,016	0,411±0,011	0,406±0,016
Коефіцієнт кореляції, R	0,9992	0,9951	0,9986	0,9972

З отриманих даних можна зробити висновок, що тісто з використанням суміші амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева веде себе різнопланово в залежності від співвідношення інгредієнтів. Поведінка зразків тіста виготовлених з використанням сумішей складу 25:75 та 75:25 більш подібна до контрольного зразку та характеризується схожими кривими течії. За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що усі зразки мають властивості слабоструктурованого тіла та легко піддаються зовнішньому впливу.

Таким чином найбільш якісними та подібними до класичного брауні будуть зразки виготовленні з використанням суміші амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева в діапазоні 50...75: 50...25%.

Результати дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників зразків брауні з використанням суміші амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева різного складу показали, що найбільш наближеним до контрольного зразка за вимогами чинних нормативних документів та за значеннями густини, здатністю до намокання та пористості є брауні з використанням суміші АБ:БПРД складу 70:30. На основі одержаних результатів було розроблено рецептуру на брауні «EatNow» (табл. 4.29) та технологічну схему (рис. 4.12).



Таблиця 4.29 – Рецептатура брауні «EatNow»

Найменування сировини	Вміст сухих речовин,%	Витрати сировини на 1000 кг готової продукції, кг	
		у натурі, кг	у СР, %
Солодковершкове масло	84,00	203,00	170,52
Какао-порошок	92,50	139,20	128,76
Амарантове борошно	91,82	97,40	89,43
Борошно з плодів ріжкового дерева	95,06	41,80	39,74
Яйце куряче	27,00	208,80	56,38
Цукор білий	99,85	270,00	269,60
Глюкозний сироп	90,9	162,40	147,62
Ванільний цукор	97,75	8,12	7,93
Розпушувач	99,83	3,48	3,47
Сіль	99,90	5,80	5,79
РАЗОМ		1140,00	919,24
ВИХІД	79,25	1000,00	792,45

Нові рецептатура брауні відрізняється заміною пшеничного борошна на суміш амарантового борошна і борошна з плодів ріжкового дерева складу 70:30.

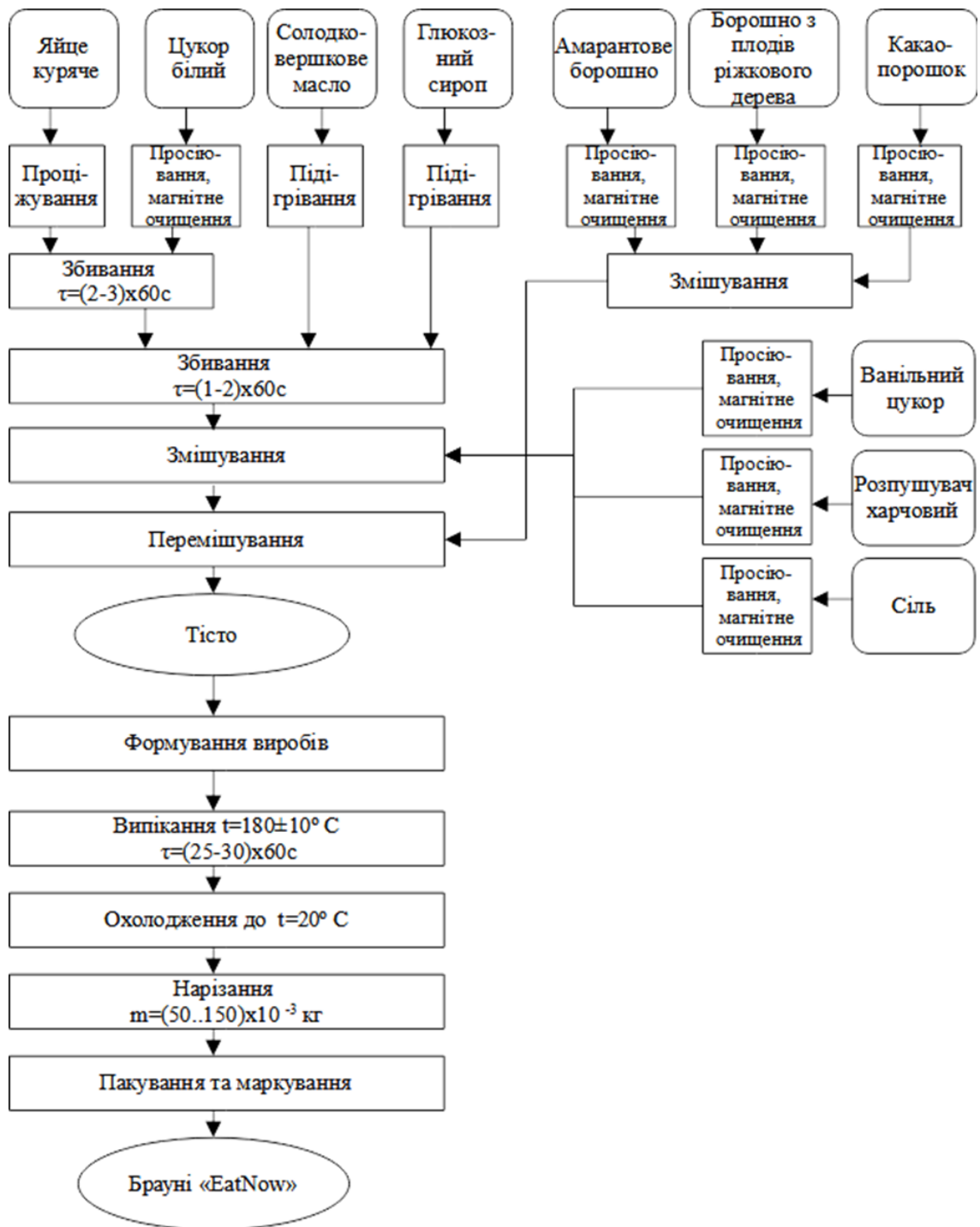


Рисунок 4.12 – Технологічна схема виробництва брауні «EatNow»

Результати досліджень органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників нового виду брауні наведено у таблицях 4.30-4.32.

Таблиця 4.30 – Органолептичні показники брауні

Показники	Характеристика брауні	
	«Контроль»	«EatNow»
Форма	Правильна, що відповідає формі, встановленій за рецептурою	
Поверхня	Рівна, без розломів, не підгоріла. Злегка блискуча	
Колір	Світло-коричневого кольору, що відповідає складовим рецептури	Світло-коричневого кольору, що відповідає складовим рецептури
Смак і запах	Смак шоколаду, запах какао. Без стороннього запаху.	Смак шоколаду з присмаком амарантового борошна, запах какао та амарантового борошна
Консистенція	Достатньо м'яка, волога, однорідна, без слідів непромісу	Однорідна, щільна, волога, майже нееластична, без слідів непромісу

Таблиця 4.31 – Фізико-хімічні показники якості виробів

Найменування показника	Вимоги ДСТУ 4505:2005	Значення показника для брауні	
		«Контроль»	«EatNow»
Масова частка вологи, %	16,0...23,0	19,8±0,6	18,0±0,5
Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину, %	2,2...34,2	26,7±0,8	26,2±0,8
Масова частка загального цукру (за сахарозою) в перерахунку на суху речовину	16,0...60,8	41,0±1,2	40,1±1,2
Лужність, градуси	2,0...3,0	2,15 ±0,05	2,75±0,07
Густина, г/см <sup>3</sup>	не регламентується	0,652±0,020	0,696±0,021
Здатність до намокання,%	не регламентується	129±6	128±6
Пористість, %	не регламентується	48,6±1,5	51,2±1,5

Таблиця 4.32 – Мікробіологічні показники якості виробів

Найменування показника	Вимоги ДСТУ 4505:2005	Значення показника для брауні	
		«Контроль»	«EatNow»
КМАФАМ, КУО/г, не більше	$5,102 \cdot 10^3$	$4,13 \cdot 10^3$	$4,02 \cdot 10^3$
БГКП (коліформи), в 0,1	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено

Встановлено, що новий продукт за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками якості відповідає вимогам діючої нормативної документації на даний вид продукції.

Технологія передбачає внесення АБ та БПРД, які багаті на вітаміни та мінерали, мають унікальний амінокислотний склад. Результати розрахунку енергетичної цінності, вітамінного складу нового виробу наведено в таблицях 4.33, 4.34.

Таблиця 4.33 – Вміст білків, жирів, вуглеводів та енергетична цінність брауні

Брауні	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Калорійність	
				ккал	% зменшення
«Контроль»	7,57	21,39	54,08	439,11	□
«EatNow»	7,90	17,21	36,47	332,37	24,31

За результатами розрахунків встановлено, що використання нових інгредієнтів в рецептурі брауні дозволяє знизити калорійність виробів на 24,31%, за рахунок зменшення кількості вуглеводів на 32,56% та жирів на 19,54%.

Таблиця 4.34 – Вміст вітамінів в брауні

Вітамін	Контрольний зразок брауні		Брауні «EatNow»	
	Вміст в 100 г продукту	% від добової потреби	Вміст в 100 г продукту	% від добової потреби
А, мкг/100 г	171,50	17,15	172,29	17,23
β-каротин, мкг/100 г	93,54	0,62	93,54	0,62
В <sub>1</sub> , мг/100 г	0,04	3,08	0,03	2,31
В <sub>2</sub> , мг/100 г	0,15	9,37	0,17	10,62
В <sub>4</sub> , мг/100 г	7,19	1,80	13,08	3,27
В <sub>5</sub> , мг/100 г	0,16	3,2	0,16	3,2
В <sub>9</sub> , мкг/100 г	8,53	2,13	15,19	3,8
РР, мг/100 г	0,46	2,87	0,51	3,19
Е, мг/100 г	0,58	3,87	0,52	3,47
С, мг/100 г	0	0	0,42	0,6

За результатами розрахунків встановлено, що споживання 100 г брауні «EatNow» дозволить більшою мірою задовольнити добову потребу людини у вітамінах.

За результатами розрахунків встановлено, що вміст незамінних амінокислот в новому виді брауні більше, ніж у контрольному зразку на 2,3% для валіну до 15,2% для лізину. Для оцінки якості білка визначено лімітуючу амінокислоту. Нею для обох зразків брауні є лізин. Однак для класичного брауні амінокислотний скор становить 72,8%, тоді як для брауні «EatNow» – 79,8%, що свідчить про більш повноцінний білок у новому виді брауні.

Таким чином, заміна пшеничного борошна на суміш амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева в рецептурі брауні дозволяє отримати безглютеновий продукт із підвищеної харчовою цінністю та покращеним амінокислотним складом, який може бути рекомендовано до вживання хворим на целиацію, а також здоровим людям, які піклуються про своє здоров'я.

Дослідження показників якості виробу під час зберігання за температури  $5,0 \pm 3,0^\circ\text{C}$ , відносної вологості не більше 75% протягом 7 діб показало, що наприкінці терміну зберігання брауні відповідало вимогам чинної документації на даний вид продукції.

#### 4.2.2 Удосконалення технології печива вівсяного з використанням високоефективного підсолоджувача на основі сукралози

Основна сировина яку досліджували для виробництва печива вівсяного із підсолоджувачем: крупа вівсяна вищого гатунку, борошно пшеничне першого гатунку; підсолоджував ТМ Splenda.

За органолептичними та фізико-хімічними показниками борошно пшеничне відповідає характеристикам і нормам ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови.

Дані досліджень крупи вівсяної представлені в таблиці 4.35.

Таблиця 4.35 – Основні показники якості крупи вівсяної

Показник	Характеристика, притаманна борошну вівсяному
Колір	Сірувато-жовтий
Запах	Властивий вівсяній крупі, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий вівсяній крупі, із специфічним слабким присмаком гіркоти, без сторонніх присмаків, не кислий
Вологість, %	10,5
Кислотність, град	3,4

Також було досліджено мікробіологічні підсолоджувача ТМ Splenda.

Дані щодо мікробіологічних досліджень підсолоджувача представлені в таблиці 4.36.

Таблиця 4.36 – Результати мікробіологічних досліджень підсолоджувача

Продукт		
	КМАФаМ	БГКП
	КУО	
Підсолоджувач	не виявлено	не виявлено

Таким чином, зроблено висновок, що сировина повністю відповідає нормативним документам і може бути використана у виробництві.

Зовнішній вигляд підсолоджувача на основі сукралози, який являє собою білі ігольчасті кристали наведено на рисунку 4.13.



Рисунок 4.13 – Зовнішній вигляд підсолоджувача та упаковка продукту ТМ Splenda

Термообробка борошняних кондитерських виробів – це складний гігротермічний процес. Він характеризується перенесенням теплоти і вологи як у робочій камері апарата, так і в середині тістових заготовок. Термообробка є однією з найбільш важливих технологічних операцій, під час перебігу якої відбуваються фізико-хімічні і колоїдні процеси: цукрово-амінна реакція, термічна денатурація і коагуляція білкових речовин, часткова клейстеризація крохмалю, розпад хімічних розпушувачів, карамелізація цукрів, кристалізація сахарози, утворення білкового пористого каркасу виробів [358]. Відповідно до процесів, що відбуваються під час термообробки борошняних кондитерських виробів, їх поділяють на дві групи [359]:

- вироби, що піддаються тепловій обробці шляхом випікання (кекси, пряники, бісквітний напівфабрикат);
- вироби, що піддаються тепловій обробці шляхом комбінованого процесу випікання-сушіння (печиво зтяжне, цукрове, здобне пісочне, галети, крекери, вафлі).

Ряд досліджень [360] показує, що чиста сукралоза є термічно стабільною до 119°C, але вище цієї температури термічний розклад відбувається в два етапи до 550° С і без плавлення. Ендотермічний пік за температури 131°C (DTA) и 128°C (DSC) зумовлений термічним розкладом із виділенням вологи

та хлороводню. Тому вибір температури термічної обробки тестових заготовок кексів із сукралозою є принципово важливим. Спираючись на данні робіт [361, 362] в якості температури випікання обрано температуру 170°C, що нижче, ніж рекомендована [363]. Інфрачервоні спектри, отримані під час цього процесу також підтверджують, що термічний розклад відбувається за температури вище 119°C. Нещодавні публікації говорять про те, що сукралоза може гідролізуватися до токсичних сполук під дією термічної обробки [364], утворюючи хлоропропаноли та інші супутні хлоровані сполуки. У роботі [365] було досліджено утворення і розподіл поліхлорованих нафталінов (ПХН), які являють собою групу високотоксичних поліхлорованих ароматичних сполук, в маслі, нагрітому в присутності сукралози. Концентрації ПХН, присутніх в кулінарних маслах і масляних газах, що утворилися в процесі нагрівання, визначали шляхом розведення ізотопів у відповідності із методами HRGC / HRMS. Результати показали, що нагрівання рослинної олії в присутності сукралози сприяє утворенню токсичних ПХН. Хоча ПХН були виявлені в масляних газах, ці речовини не були виявлені в нагрітих маслах.

Дослідження термічної поведінки чистої сукралози [366], що були проведені із використанням широкого спектру аналітичних підходів показали подальше використання цього штучного підсолоджувача є дуже важливим і доцільним.

З метою дослідження термічної поведінки підсолоджувача на основі сукралози (TM Splenda) під час використання у технології печива вівсяного, було проведено порівняльний аналіз ІЧспектрів чистого підсолоджувача та зразків печива вівсяного до рецептури якого входили як основні інгредієнти борошно пшеничне першого ґатунку, борошно вівсяне, та сукралоза.

Спектри високоефективного підсолоджувача на основі сукралози (TM Splenda) було отримано за допомогою ІЧ-Фур'є спектрофотометра в таблетках калій броміду. Спектри печива вівсяного на сукралозі та печива вівсяного на цукрі (в якості контрольного зразка) було отримано за допомогою АTR-приставки. Спектри наведено на рис. 4.14, 4.15.



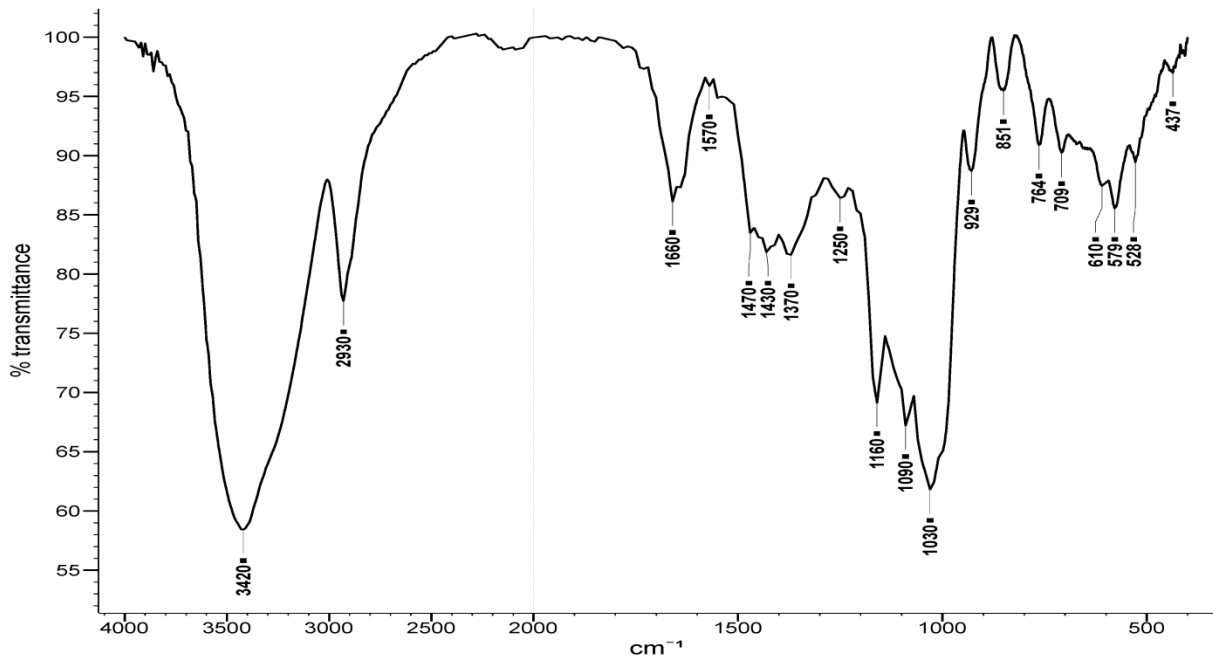


Рисунок 4.14 – FTIR-спектр підсолоджувача SPLENDA.

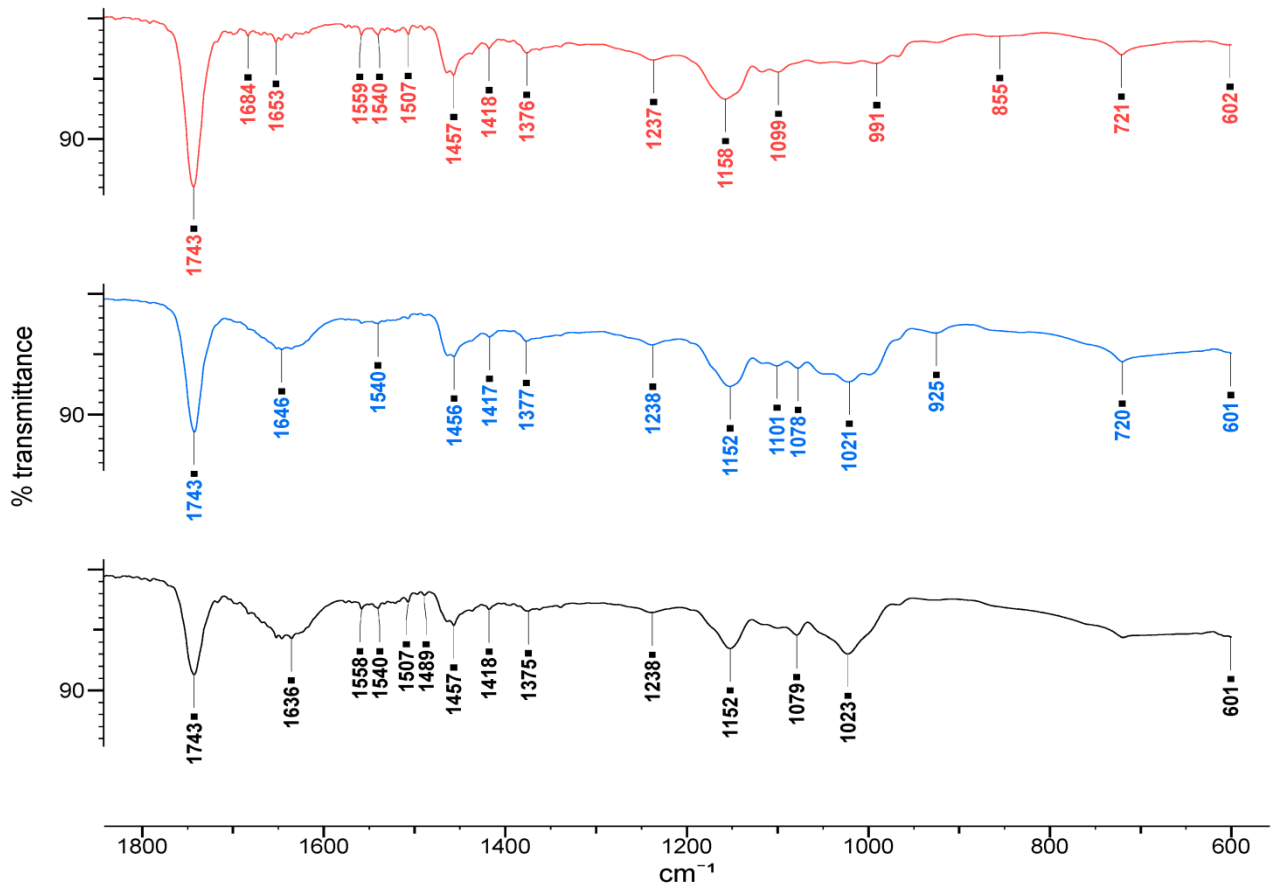


Рисунок 4.15 – ІЧ-спектри зразків печива вівсяного: контроль (червоний), S50 (блакитний) and S100 (чорний)

За даними на упаковці, наведеними виробником, підсолоджувач містить мальтодекстрин (МД) і сукралозу, а вміст мальтодекстрину приблизно в сто разів перевищує вміст сукралози. Таким чином, саме мальтодекстрин робить основний внесок у отримані результати. На основі літературних даних [367], можна сказати, що на спектрі МД є сильна широка смуга поглинання з центром в  $3300\text{ см}^{-1}$  і слабка смуга в  $\sim 1635\text{ см}^{-1}$ , які виникають внаслідок розтягування та згинання зв'язку ОН (у площині) відповідно. Смуга поглинання, що відповідає валентним коливанням СН, виявлена на рівні  $2900\text{ см}^{-1}$ . На спектрі підсолоджувача видно, що широка інтенсивна смуга, яка спостерігається для мальтодекстрину при  $3300\text{ см}^{-1}$ , зміщується до  $3420\text{ см}^{-1}$ . Також спостерігається зсув в бік більших значень смуги, що відповідає смузі поглинання валентного коливання СН -  $2930\text{ см}^{-1}$ . Зсув цих смуг можна пояснити наявністю сукралози, яка містить атоми хлору, що, можливо, впливає на перерозподіл електронної густини всередині молекули та зменшує можливість утворення внутрішньо- та міжмолекулярних зв'язків для гідроксильних груп. Слабка смуга при  $1635\text{ см}^{-1}$  спостерігається як на спектрі підсолоджувача, так і на спектрі чистого МД. Результати досліджень вказують на існування в спектрі характерних смуг  $635$  та  $602\text{ см}^{-1}$ , які відповідають валентним коливанням зв'язку С-Сl у молекулі сукралози [368]. Саме ця смужка дозволяє ідентифікувати сукралозу в складі підсолоджувача.

Спектри зразків "контроль", зразку із заміною 50% цукру (S50) та із 100% заміною цукру (S100) показані на рис. 3.3. Внесок води у формування зони ОН-валентних кривань у системах, що містять вуглеводи та воду дуже сильний. У цих системах кластери молекул води можна розділити на три групи, відповідно до організації водневих зв'язків. Перша, що походить від молекул води з тетраедричним зв'язком, а саме, зв'язана вода, знаходиться в районі приблизно від  $3300\text{ см}^{-1}$  до  $3314\text{ см}^{-1}$ . Друга – це вода, яка не є вільною, але в той же час і не зв'язана із матрицею продукту, вона відрізняється слабкими або деформованими водневими зв'язками, і знаходиться приблизно на  $3441\text{--}3470\text{ см}^{-1}$ . Останнє сімейство – це вільна або

мультимерна вода, що міститься у вигляді мономерів та димерів, якій відповідають коливання у діапазоні від 3570 до 3610  $\text{cm}^{-1}$  [369, 370, 371].

Спектри продукту мають полоси з піками: 3275  $\text{cm}^{-1}$  – контроль, 3281  $\text{cm}^{-1}$  – S50 та 3355  $\text{cm}^{-1}$  S100, які показують, що вода в продукті знаходиться головним чином у зв'язаному стані.

Слід також зазначити, що зсув цієї полоси в регіон більших значень спостерігається із зростанням концентрації підсолоджувача. Для зразку S100, це значення вже 3355  $\text{cm}^{-1}$ , що дуже близько до цього показника на спектрі чистого підсолоджувача - 3420  $\text{cm}^{-1}$  - 3420  $\text{cm}^{-1}$ . Це також говорить в пользу того, що підсолоджувач зберігається під час температурної обробки. Область поруч із "fingerprint region", в діапазоні від 1800 до 1600  $\text{cm}^{-1}$ , зазвичай відносять до коливань молекул води [372]. Таким чином, полоси в діапазоні 1650-1630  $\text{cm}^{-1}$  можуть біти віднесені до вільної вологи, і спектри чітко показують залежність між вмістом цукру та кількістю вільної вологи: у зразку із 100% заміною цукру на підсолоджувач, ця полоса більш інтенсивна, а у зразку "контроль" ця полоса практично відсутня.

Область 1500 to 800  $\text{cm}^{-1}$  також називають "fingerprint region" вуглеводів. Коливання в цьому регіоні головним чином відносять до in-ring CO-коливань, interring COC-, CON- та CCH- коливань, та симетричних деформаційних коливань  $\text{CH}_2$  груп.

Коливання 1035-1030  $\text{cm}^{-1}$  ідентифікують як ароматичні C – H коливання. Ця полоса чітко видна на спектрі підсолоджувача. Вона відсутня на спектрі зразка "контроль", а на спектрах зразків із сукралозою ця полоса зміщується в регіон більш низьких значень -1021  $\text{cm}^{-1}$  and 1023  $\text{cm}^{-1}$  для зразків S50 та S100, відповідно. Цей факт також дає підставу вважати, що сукралоза не руйнується під час термообробки.

Однак слід враховувати ризики появи небезпечних для здоров'я речовин під час термічної обробки, які також можна визначити за допомогою ІЧ-спектрів. Більшість досліджень свідчать про те, що термічне розкладання

сукралози пов'язане з виділенням хлоридів, що призводить до утворення шкідливих сполук [373].

Слід зазначити, що в отриманих спектрах продукту із сукралозою спостерігаються піки  $1743\text{ см}^{-1}$ . Ці піки, як і в [374], можна віднести до частоти коливання карбонільної групи, що з'явилася після нагрівання зразка до  $130^\circ\text{C}$ . Однак ці піки не обов'язково можуть бути пов'язані з деградацією сукралози, швидше за все, термічна трансформація інших поживних речовин, присутніх у рецептурі, також сприяє їх появі. Цей факт підтверджується також тим, що одна і та ж смуга присутня в спектрі "контрольної" проби, при виробництві якої не використовувалася сукралоза. Тому цю смугу можна пояснити протіканням реакції Майяра.

Результати аналізу FTIR-спектрів, представлені в [375], показують, що в точці розкладання сукралози можна спостерігати характерні профілі води (від  $4000\text{--}3200\text{ см}^{-1}$  і  $2000\text{--}1200\text{ см}^{-1}$ ), вуглекислого газу (основний пік при  $2400\text{--}2300\text{ см}^{-1}$ ), хлористий водень (від  $3100\text{--}2600\text{ см}^{-1}$ ) та хлорацетальдегід (основний пік у  $1850\text{--}1700\text{ см}^{-1}$ ). Однак така складна система, як вівсяне печиво, не може зовсім не містити води. Що стосується смуг, які можна віднести до діоксиду вуглецю, вони не були знайдені в готовому продукті. Останнє свідчить про те, що ідентифікація  $\text{CO}_2$  є важливою при вивченні термічного розкладу чистої сукралози. У таких складних системах, як харчові, невірно робити висновок, що сукралоза розкладається за рахунок наявності піків, які можна віднести до  $\text{CO}_2$ . Пік, який приписується хлорацетальдегіду, також може бути пов'язаний з карбонільною групою, яка не обов'язково повинна бути частиною хлорацетальдегіду. Наприклад, реакція Майяра призводить до утворення численних продуктів із досить складною і часто невідомою структурою, серед яких є сполуки, що містять карбонільну групу. Крім того, область  $1850\text{--}1700\text{ см}^{-1}$  може бути пов'язана з низкою частотних коливань груп карбонільних сполук [376].

Серед небезпечних для здоров'я сполук, які можуть з'являтися в продуктах харчування при термічному розкладанні сукралози, можуть бути

також: хлоропропаноли, споріднені PCDD і PCDF та діоксиноподібні поліхлоровані біфеніли (dl-PCB), споріднені поліхлорований нафталін (PCN). Однак слід зазначити, що хлоропропаноли у дослідженні [377] були виявлені у виділеній газовій фазі.

Автори [378] дійшли висновку, що нагрівання (обсмажування) сукралози у присутності соєвої олії та яловичини при 250°C призводило до утворення різних токсичних споріднених речовин PCDF та PCDD, які переносились із твердої фази в газіву. Більше того, вони підкреслили, що важливо забезпечити ефективну вентиляцію при готуванні з сукралозою, щоб зменшити ризик впливу споживачів на летючі ПХДФ та ПХДД при вдиханні.

Автори дійшли висновку, що внаслідок термічного розкладання при нагріванні (обсмажуванні) до 160°C у присутності соєвої олії та яловичини, сукралоза стала джерелом хлориду, що, в свою чергу, сприяло утворенню сполук dl-PCB, які були остаточно знайдені в парах олії. Вони також висунули гіпотезу, що “належне” використання хлоридовмісних добавок під час приготування їжі може допомогти зменшити вплив споживачів на dl-PCB [379].

У [380] сказано, що нагрівання сукралози разом з арахісовою або оливковою олією, не призводить до утворення PCN, але може призвести до утворення різних споріднених речовин PCN, а також сполук PCDD, PCDF та PCB, які виділяються з парами, що утворюються під час подальший хід процесу.

Слід окремо зазначити, що більшість досліджень, в яких вивчалася термічна деструкція сукралози, проводились при температурах вище 200 ° C. Ці температури значно вищі, ніж у технологіях випічки. Таким чином, можна зробити висновок, що термічного розкладу сукралози під час виготовлення борошняних кондитерських виробів, в тому числі печива вівсяного, не відбувається, хоча не можна виключати, що частина сукралози бере участь у термічній деградації.

Аналіз літератури показав, що сукралоза здатна до дехлорування, і це може призвести до утворення хлорованих органічних сполук з потенційно шкідливим потенціалом (наприклад, поліхлорованих дибензо-р-діоксинів (ПХДД) або дибензофуранів (ПХДФ) або хлорпропанолів). Літературний аналіз також показав, що небезпечні для людини речовини були виявлені в газовій фазі, що утворюється під час термічної обробки харчового продукту, і не були ідентифіковані в готовому продукті за допомогою аналізу ІЧ-спектрів. Більше того, більшість досліджень проводились при температурах, вищих, ніж ті, що використовуються для виготовлення печива вівсяного.

Виходячи з наявних на даний момент даних, неможливо судити про ступінь утворення токсикологічно значущих споріднених речовин і віднести їх безпосередньо до присутності сукралози. Оскільки реакції Майяра призводять до утворення не тільки діоксинів, але й інших потенційно токсичних сполук.

Спектри зразків мають смуги з піками при  $3275\text{ см}^{-1}$  – контроль,  $3281\text{ см}^{-1}$  – S50 і  $3355\text{ см}^{-1}$  для S100, що вказує на те, що вода в продукті переважно занходиться зв'язаній формі. Зміщення цієї смуги в область великих значень спостерігається із збільшенням концентрації підсолоджувача. Для зразка S100 це значення вже становить  $3355\text{ см}^{-1}$ , що дуже близько до показника цієї смуги в спектрі чистого підсолоджувача -  $3420\text{ см}^{-1}$ . Це ще раз говорить на користь того факту, що підсолоджувач зберігається під час термічної обробки.

Спектри зразків кексів із сукралозою мають піки в діапазоні  $1035\text{--}1030\text{ см}^{-1}$ , які ідентифікуються як ароматичні C–H плоскі деформаційні коливання. Ця смуга добре видна в спектрі підсолоджувача. Він відсутній у спектрі зразка на цукрі, але в спектрах зразків на сукралозі ця смуга зміщується в нижню область. Це також свідчить про те, що підсолоджувач не зазнав термічної деградації і що хлор перебуває у зв'язаному стані. Тож можна зробити висновок про неможливість утворення речовин, небезпечних для здоров'я людини.

Аналіз ІЧ-спектрів не можна запропонувати як 100% надійний метод ідентифікації потенційно небезпечних речовин у харчових продуктах (хлоропропаноли, поліхлоровані дибензо-пара-діоксини (PCDD), споріднені поліхлоровані дибензофурані (PCDF), діоксиноподібні поліхлоровані біфеніли (dl-PCB) і споріднені з поліхлорованим нафталіном (PCN)).

Представлені результати вказують на необхідність подальших досліджень теплової поведінки сукралози в харчових продуктах із використанням комбінації фізико-хімічних методів. Більше того, слід досліджувати як кінцевий продукт, так і продукти, отримані на різних стадіях термічної обробки.

Сукралоза широко використовується в США, Канаді, Європі, але для України вона є новим продуктом. Таким чином розробка печива вівсяного із підсолоджувачем на основі сукралози є актуальною та доцільною.

При виробництві печива вівсяного із сукралозою використовувалася сукралоза у вигляді підсолоджувача ТМ Splenda. Виробник цього бренду заявляє, що продукт містить не тільки сукралозу, але і мальтодекстрини. Але повний хімічний склад у відсотках на упаковці не вказано. Ця ситуація диктує необхідність вибору дози цього підсолоджувача таким чином, щоб показники безпечності продукту відповідали вимогам законодавства.

Глікемічний показник був розрахований, виходячи із методу [381]. Комплексний індекс якості розраховували за таким рівнянням.

$$K_0 = M_1 \frac{P_1}{P_1^b} + M_2 \frac{P_2}{P_2^b} + M_3 \frac{P_3}{P_3^b} + M_4 \frac{P_4}{P_4^b} + M_5 \frac{P_5}{P_5^b}, \quad (4.1)$$

де,  $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5$  – вагові коефіцієнти індикаторів;  $P_1^b, P_2^b, P_3^b, P_4^b, P_5^b$  – значення релевантного індикатора в контрольному зразку дорівнює 10 в нашому випадку;  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$  відповідні значення профілограм.

У відповідності до методології [382], проведено порівняння якості сахарози та сукралози за комплексним показником (кваліметричний аналіз якості сукралози та сахарози) з урахуванням основних фізико-хімічних

властивостей сукралози і сахарози [383]. У розрахунках показники були перетворені в десятибальну шкалу з наступною побудовою профілограм (рис. 4.16). Аналіз профілограм показує, що найбільшу площу фігур має сукралоза.

Відповідно до основних принципів кваліметрії вплив окремих показників на якість визначається з урахуванням вагових факторів. Останні визначалися методом кількісної оцінки думки експертів (метод Delphi) [384]. Експертами були викладачі, аспіранти та магістри ХДУХТ у кількості 10 осіб. Середнє значення вагомості враховувалося при розрахунку комплексного показника якості:  $(M_1)$  для солодкості – 0.25,  $(M_2)$  для гліцемічного індексу – 0.15,  $(M_3)$  калорійності – 0.25,  $(M_4)$  для точки плавлення – 0.15,  $(M_5)$  для розчинності – 0.20.

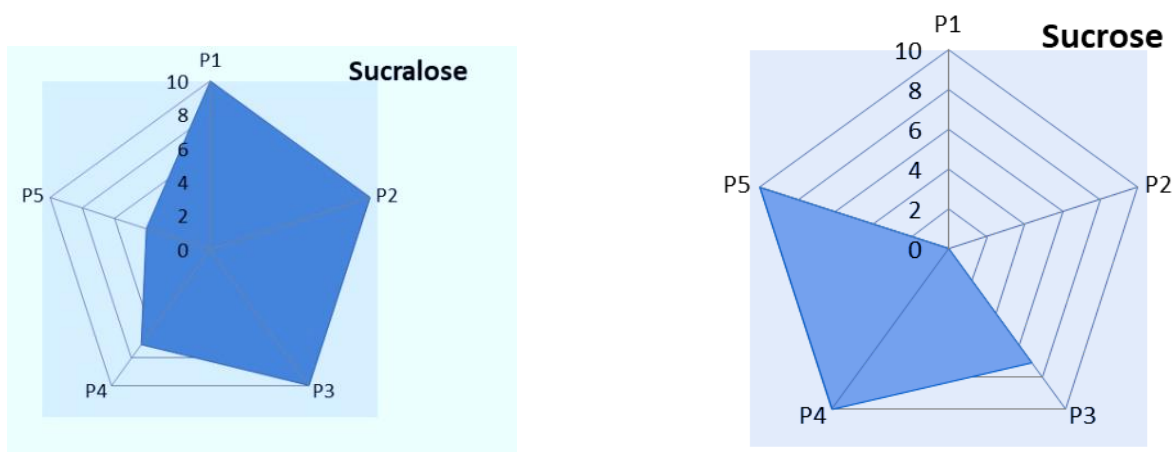


Рисунок 4.16 – Профілі індикаторів якості

Відповідно до формули (4.1) на основі фізико-хімічних даних і даних (табл. 4.37) профілограми, розрахунки проводились комплексним показником якості  $K_0$ . Отримано значення 0,82 для сукралози та 0,60 для сахарози. Згідно з оціночними даними шкали для  $K_0$ , для яких оцінка була чудовою при значенні в діапазоні 0,9–1,0, оцінка була хорошою в межах 0,75–0,89, оцінка була задовільною при 0,60–0,74 і незадовільною менше 0,59. З табл. 4.37 видно, що сукралоза має вищу оцінку, ніж сахароза.



Таблиця 4.37 – Значення комплексного показника якості для підсолоджувачів

Зразок	Комплексний індикатор якості	Оцінка
сахароза	0.60	задовільно
сукралоза	0.82	відмінно

Відзначено, що кекси, виготовлені на чистому цукрозаміннику мають незадовільні органолептичні та структурно-механічні властивості. В роботі [385] також йдеться про те, що найбільш придатним варіантом заміни цукру в борошняних кондитерських виробах є заміна 30% цукру на сукралозу.

У подальших дослідженнях рецептурна кількість підсолоджувача (ТМ Splnda) була розрахована, виходячи із необхідності заміни 100%, 70%, 50% та 30% цукру на підсолоджувач. Виходячи з того, що за літературними даними співвідношення мальтодекстрину та сукралози у підсолоджувачі складає 100:1, то зразки містили 0,1; 0,07; 0,05 та 0,03 г сукралози, відповідно). В якості контрольного зразку було обрано печиво вівсяне на цукрі. В якості прототипу було обрано печиво вівсяне за традиційною рецептурою №198 [363]. Таким чином, було сформовано наступні рецептурні композиції (табл. 4.38).

Таблиця 4.38 – Рецептурні композиції досліджуваних тістових моделей

Інгредієнти, г	Зразки				
	S1 (контроль на цукрі)	S2 (заміна цукру 30%)	S3 (заміна цукру 50%)	S4 (заміна цукру 70%)	S5 (заміна цукру 100%)
Борошно пшеничне, в/г	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1
Борошно вівсяне	16,1	20,6	23,6	26,9	31,0
Цукор білий	30,7	21,5	15,4	8,51	-
Масло вершкове	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
Розпушувач	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Меланж		4,5	7,5	10,8	15,0
Сіль	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Підсолоджувач	-	0,23	0,38	0,57	0,77

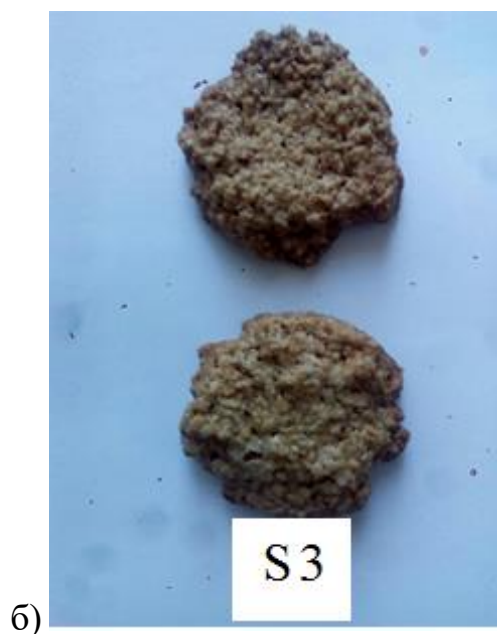
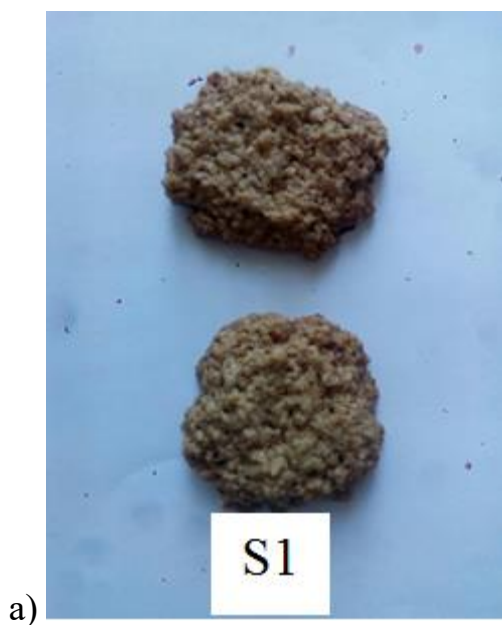
Після випікання було оцінено органолептичні та фізико-хімічні печива вівсяного. У табл. 4.39 наведено органолептичні показники печива вівсяного із різним вмістом підсолоджувача у рецептурному складі.

Таблиця 4.39– Органолептичні показники печива вівсяного

Найменування показника	S1 (контроль на цукрі)	S2 (заміна цукру 30%)	S3 (заміна цукру 50%)	S4 заміна цукру 70%)	S5 (заміна цукру 100%)
1	2	3	4	5	6
Форма	Кругла або овальна, з властивою даному виду розпливчастістю, без вм'ятин, здуття і пошкоджень краю.	Кругла або овальна, з властивою даному виду розпливчастістю, без вм'ятин, здуття і пошкоджень краю.	Кругла або овальна, з властивою даному виду розпливчастістю, без вм'ятин, здуття і пошкоджень краю.	Кругла або овальна, з властивою даному виду розпливчастістю, без вм'ятин, здуття і пошкоджень краю.	Кругла або овальна, з властивою даному виду розпливчастістю, без вм'ятин, здуття і пошкоджень краю.
Поверхня	Гладка з звивистими тріщинами	Шорстка з звивистими тріщинами	Шорстка з звивистими тріщинами	Шорстка з звивистими тріщинами	Шорстка з звивистими тріщинами
Колір	Темно-коричневий.	Темно-коричневий.	Коричневий	Світлокоричневий	Світло-солом'яний

1	2	3	4	5	6
Вид в розломі	Пропечене печиво з рівномірною пористою структурою, без пустот і слідів непромеса	Пропечене печиво з рівномірною пористою структурою, без пустот і слідів непромеса	Пропечене печиво з рівномірною пористою структурою, без пустот і слідів непромеса	Пропечене печиво з рівномірною пористою структурою, без пустот і слідів непромеса	Пропечене печиво з рівномірною пористою структурою, без пустот і слідів непромеса
Смак та запах	Виражені, властиві смаку і запаху компонентів, що входять в рецептуру печива, без сторонніх присмаку і запаху.	Виражені, властиві смаку і запаху компонентів, що входять в рецептуру печива, без сторонніх присмаку і запаху.	Виражені, властиві смаку і запаху компонентів, що входять в рецептуру печива, без сторонніх присмаку і запаху.	Виражені, властиві смаку і запаху компонентів, що входять в рецептуру печива, без сторонніх присмаку і запаху.	Виражені, властиві смаку і запаху компонентів, що входять в рецептуру печива, без сторонніх присмаку і запаху.

На рисунку 4.17 наведено фото зовнішнього виду печива вівсяного



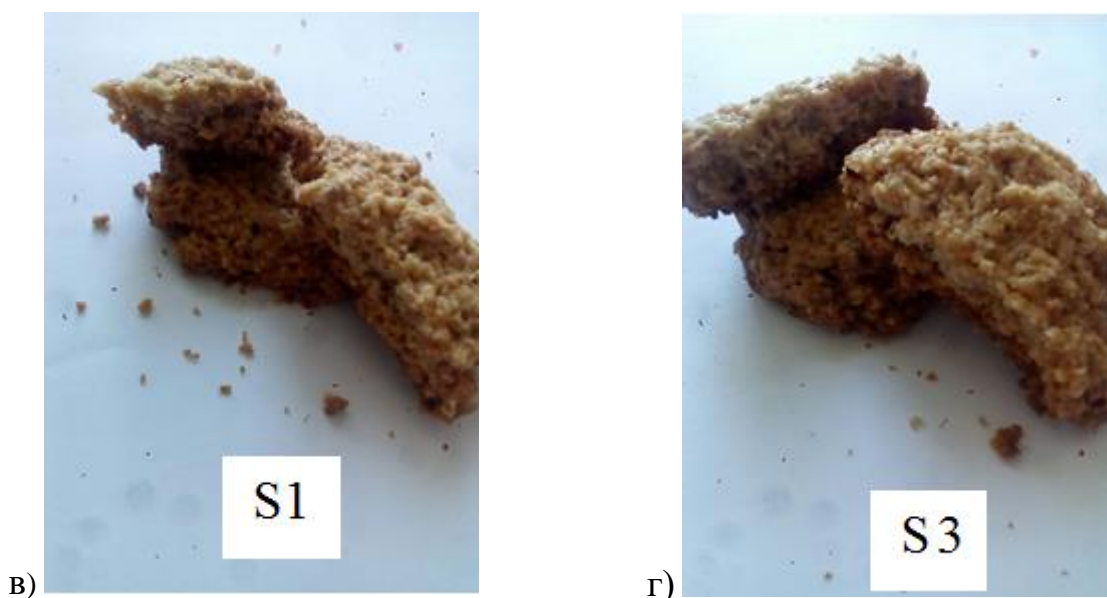


Рисунок 4.17 – Зовнішній вигляд печива вівсяного та вид на розломі:  
а, в) S1 – контроль; б, г) S3 – 50% цукру змінено на підсолоджувач

Слід зазначити, що зразки S1 та S3 відрізняються – S3 більш світлий та крихкий, але зразок №5 відрізняється ще більш світлим кольором, та має ще більшу крихкість.

Фізико-хімічні показники дослідних зразків печива вівсяного наведено у таблиці 4.40.

Таблиця 4.40 – Фізико-хімічні показники дослідних зразків кексу сирного

Назва показника	Норма для печива вівсяного за ДСТУ 3781:2014 Печиво. Загальні технічні умови	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	Метод контролювання
Масова частка вологи, %	10,5	5,6	5,7	5,9	6,3	6,6	ГОСТ 4910-2008
Масова частка загального цукру (за сахарозою), %, не більше	40,0	34,3	23,9	16,8	9,3	0	ГОСТ 5903
Масова частка жиру, %, не більше	25	15,9	15,6	15,5	15,5	15,5	ГОСТ 31902
Лужність, градуси, не більше ніж	2,0	2,0	1,9	1,5	1,3	1,1	ГОСТ 5024-2008
Вихід, %		89,4	90,1	91,5	91,7	91,9	
Втрати під час виробництва, %		10,6	9,9	8,5	8,3	8,1	

Таким чином за органолептичними та фізико-хімічними показниками всі зразки відповідають вимогам ДСТУ 3781:2014 Печиво. Загальні технічні умови.

Зразки готувалися наступним чином. Після попередньої підготовки сировини, яка включала розмол крупи вівсяної, просіювання пшеничного борошна, а у випадку із виробництвом зразків із підсолоджувачем, приготування суміші борошна пшеничного із підсолоджувачем. Після попередньої підготовки м'яке вершкове масло перетирали із цукром протягом 10-15 хв. При постійному перемішуванні додавали вівсяне борошно. Перемішували 15-20 хв. Додавали іншу сировину і перемішували ще 10 хвилин до однорідної маси. У випадку приготування зразка із 100% заміною цукру на підсолоджувач масло перетирали із 50% рецептурної кількості підсолоджувача. Проводили формування печива, випікали при 180°C протягом 8-13 хв. Після чого охолоджували.

Після проведення дегустації найбільш придатними за органолептичними показниками було визнано зразки S2, S3, S4. У зразка S5 було відмічено крихкість, відсутність приємного карамельного присмаку та досить світлий колір не притаманний вівсяному печиву. Було відмічено що за солодкістю всі зразки були однаковими. Сторонніх присмаків в жодному із зразків відмічено не було. Середні експертні оцінки за окремими показниками для всіх зразків кексів представлені в таблиці 4.41.

Таблиця 4.41 – Органолептичні показники печива вівсяного

Показник	S1	S2	S3	S4	S5
Форма	5	5	5	5	5
Колір	5	5	5	5	4
Зовнішній вигляд на ізломі	5	5	5	5	5
Структура	5	5	5	5	5
Поверхня	5	5	5	5	5
Смак та аромат	5	5	5	5	4
Всього	30	30	30	30	28

Таким чином зразки S2, S3, S4 за оцінкою експертів набрали по 30 балів, а S5 – 28 балів. Експертами було відмічено, що основним недоліками були досить світлий колір виробу та відсутність карамельного присмаку. Але слід відзначити, що за вимогами нормативних документів зразок із повною заміною цукру на підсолоджувач відповідає вимогам нормативних документів. Таким чином заміна цукру у виробі може складати до 70%.

У таблиці 4.42 наведено розрахунок енергетичної цінності отриманого печива вівсяного.

Таблиця 4.42 – Розрахунок енергетичної цінності печива вівсяного

Показник	S1	S2	S3	S4	S5
Білки, г/1000г	6,3	7,4	8,2	9,0	10,0
Жири, г/1000г	13,4	14,1	14,7	15,2	15,9
Вуглеводи,г/1000г	66,5	60,1	56,0	51,1	45,2
Харчові волокна, г/1000г	2,9	3,1	3,3	3,5	3,8
Енергетична цінність/ калорійність, кКал/100г рецептурної суміші	410,2	396,4	387,3	376,7	363,7

Таким чином, отриманий продукт містить більше білків, має меншу кількість вуглеводів та меншу калорійність. Також, зростає кількість харчових волокон, що робить продукт корисним. Крім того, слід відзначити, що згідно до рекомендацій ФАО/ВООЗ продукт , що містить харчові волокна в кількості 3 г на 100 г продукту, розглядається як джерело цього функціонального інгредієнта [386].

На підставі проведених досліджень розроблено принципову технологічну схему виробництва кексу сирного із сукралозою, що наведена на рис. 4.18. Технологія приготування печива вівсяного із сукралозою передбачає такі операції: підготовку сировини до виробництва, приготування суміші вершкового масла, цукру, меланжа; просіювання борошна пшничного, приготування борошна вівсяного; приготування суміші борошна, розпушувача, підсолоджувача на основі сукралози та її ретельне перемішування; змішування та перемішування масляної суміші та суміші сухих речовин, розкладання у форми, випікання за температури 170°C протягом 30 хв.

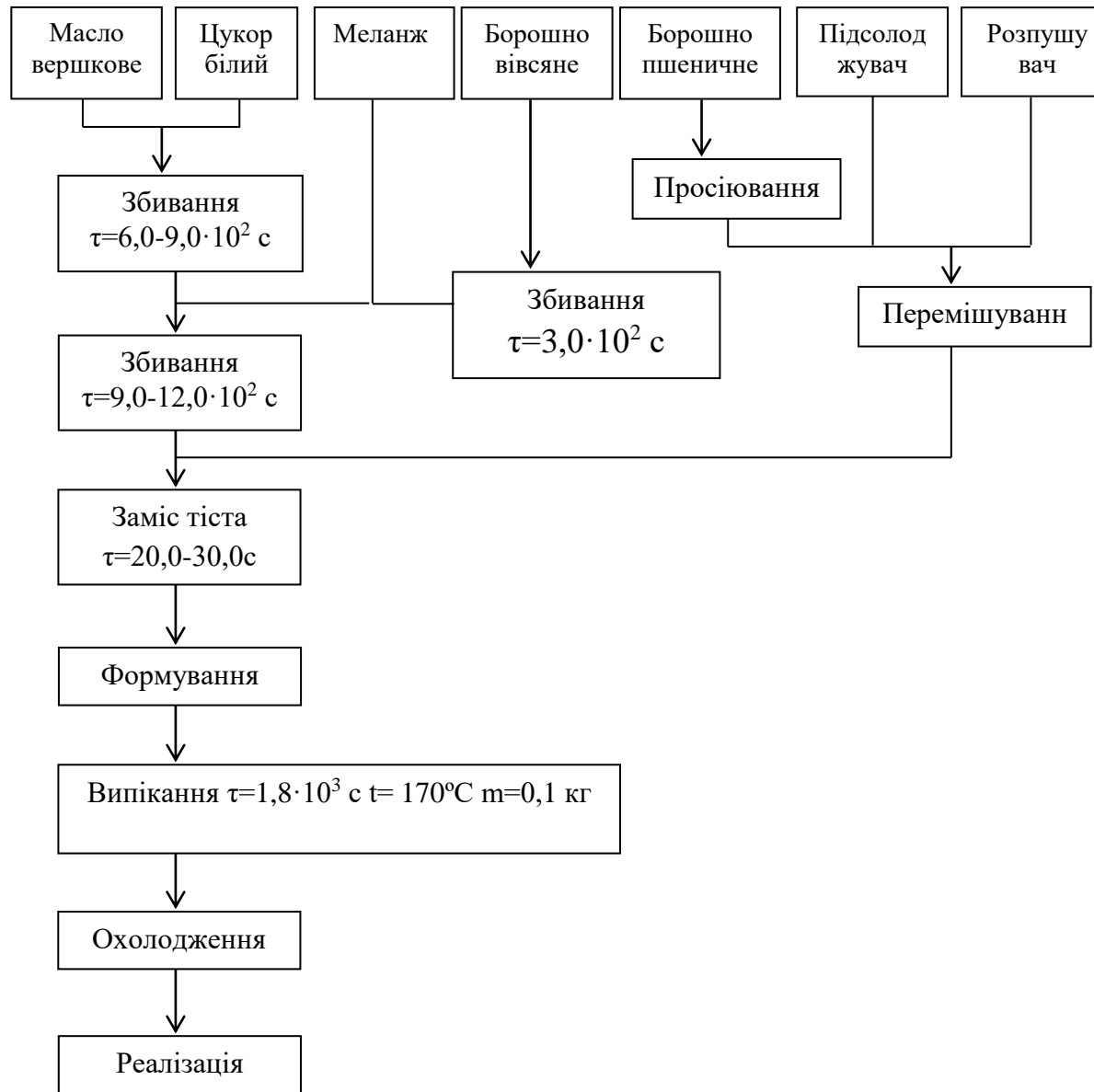


Рисунок 4.18 – Принципова технологічна схема виробництва печива вівсяного з підсолоджувачем

Таким чином, досліджено фізико-хімічні та органолептичні показники та обґрунтовано рецептурний склад печива вівсяного з підсолоджувачем. Показано, що повна заміна у рецептурному складі цукру білого кристалічного на підсолоджувач негативно впливає на такі його показники як колір і робить печиво більш крихким. Відзначено, що вміст підсолоджувача у продукті не перевищує вимоги нормативних документів.

#### 4.2.3 Удосконалення технології печива пісочного підвищеної харчової цінності з використанням лляного борошна

Виходячи з матеріалів, які представлені в літературному огляді лляне борошно за фізико-хімічним складом і харчовою цінністю не поступається, а за багатьма показниками навіть перевищує пшеничне борошно. В даний час лляне борошно використовуються при виробництві хлібобулочних виробів, а при виробництві борошняних кондитерських використовується обмежено. З усього асортименту борошняних кондитерських виробів лляне борошно застосовують при виробництві вівсяного печива.

Для розширення асортименту борошняних кондитерських виробів, нами було розроблено рецептуру печива з додаванням лляної муки. В ході роботи для розробки рецептури лляного печива «Чайне» за контроль була прийнята стандартна рецептура пісочного-нарізного печива.

Заміна пшеничного борошна на лляну проводилася в кількості 20, 30, 40, 50% (до маси пшеничного). Якість готових виробів встановлювали за органолептичними показниками: зовнішній вигляд, смак, колір, запах і колір на зламі. На підставі проведених досліджень встановлено, що максимальна заміна 50% пшеничного борошна на лляне практично не знижує органолептичних показників готових виробів. Оцінка органолептичних показників якості готового печива підтвердила, що обрана масова частка лляної муки при розробці рецептури є оптимальною (табл. 4.43).



Таблиця 4.43 – Рецептūra печива пісочного – нарізне «Чайне»

Інгредієнти	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 10 кг готової продукції, г	
		В натурі	сухих речовинах
Борошно пшеничне вищого сорту	85,50	3180,0	2718,9
Цукор -пісок	99,85	2863,0	2857,7
Ляне борошно	91,0	3180,0	2893,8
Маргарин	84,0	954,0	801,4
Пудра Ванільна	99,85	17,2	17,2
Сіль	96,50	47,7	46,0
Натрій вуглекислий	50,0	47,7	23,9
Амоній вуглекислий	0,0	6,4	0,0
Сироп інвертний	70,0	318,0	222,6
Ітого	-	10613,0	9581,5
Вихід	92,0	10000,0	9200,0
Вологість 8,00 ± 2,0%			

До органолептичних показників належать: смак, запах, колір, пористість, зовнішній вигляд і поверхня. Органолептичну оцінку кожного показника проводять за 5-бальною шкалою. Кожен бал шкали кількісно виражає певний рівень якості: бал 5 – відмінний, 4 – добрий, 3 – задовільний, 2 – недостатньо задовільний, 1 – незадовільний. Шкала бальної оцінки якості борошняних кондитерських виробів відображає важливі показники якості лляного печива, які визначаються органолептичними методами аналізу, і враховує вагомість кожного з показників. Шкала бальної оцінки якості нарізного і лляного печива «Чайне» з урахуванням вагомості основних показників представлена в табл. 4.44.

Таблиця 4.44 – Шкала органолептичної оцінки лляного печива «Чайне»

Показник	Характеристика виробу на 5, можливих дефектів на (4-1), бали (5-1)				
	5	4	3	2	1
Смак і запах	Смак властивий виробу даного виду. З горіховим присмаком. Яскраво-виражений запах лляного борошна	Смак властивий виробу даного виду. Помірно-солодкий. Запах властивий лляному борошну	Смак слабо виражений. Слабо виражений запах лляного борошна	Смак властивий підгорілими виробам. Запах підгорілого виробу	Смак властивий згорілому виробу. Запах горілого виробу
Форма	Форма виробу кругла, діаметром 6 см. Без вм'ятин і пошкоджень	Форма виробу кругла, діаметром 6 см. Без вм'ятин	Форма виробів округла, діаметром 5 см. Є невеликі пошкодження	Вироби не однакові за розмірами. Присутні вм'ятини і пошкодження	Вироби мають різні розміри
Поверхня	Шорстка. Без зовнішніх пошкоджень і дефектів	Шорстка. Без зовнішніх пошкоджень і дефектів	Шорстка. На поверхні виробу є невеликі тріщини	Шорстка. Поверхня виробу в тріщинах	Вся поверхня у великих тріщинах і зламах
Колір	Рівномірний, сіро-коричневий	Рівномірний, сіро-коричневий	Виріб має нерівномірний колір	Вироби темно-коричневого кольору. На поверхні є пригорілі плями	Печиво має чорний колір, властивий згорілому виробу
Вид на зламі	Пропечений, з рівномірною дрібною пористістю. Без пустот і слідів непромісу	Пропечений, з рівномірною дрібною пористістю. Без пустот і слідів непромісу	Пропечений, з невеликими слідами непроміса	Погано пропечений. Присутні порожнечі.	Не пропечений. Наявність пустот і слідів непроміса

Шкала бальної оцінка якості нарізного і лляного печива з урахуванням вагомості основних показників представлена в таблиці 4.45.

Таблиця 4.45 – Результати бальної оцінка якості печива нарізного і лляного

Показник	коефіцієнт вагомості	Печиво нарізне (контроль)		Печиво лляне	
		Оцінка, бали	Оцінка з урахуванням вагомості, бали	Оцінка, бали	Оцінка з урахуванням вагомості, бали
Смак і запах	0,4	5	2,0	5	2,0
Вид на зламі	0,2	5	1,0	5	1,0
Поверхня	0,1	5	0,5	4,9	0,5
Форма	0,1	5	0,5	5	0,5
Колір	0,1	5	0,5	4,8	0,5
Ітого	1	25	4,5	24,7	4,5

Отримані результати зразків печива показали, що додавання лляного борошна в рецептуру нарізного печива (контроль) не впливає на такі показники як смак, запах, вигляд у зламі і форму готового виробу, а ось колір і поверхня лляного печива незначно відрізняються від нарізного печива (контроль), це пов'язано з тим, що лляне борошно забарвлює вироби в сіро-коричневий колір і на поверхні з'являються дрібні тріщини.

Харчова цінність та хімічний склад - це основна характеристика харчового продукту: кількість містяться в ньому харчових речовин (білків, жирів і вуглеводів) і їх співвідношення. Дані наведено у таблиці 4.46.

Таблиця 4.46 – Хімічний склад та харчова цінність печива «Чайне» у порівнянні з контролем

Речовини	Печиво лляне «Чайне»	Печиво нарізне контроль
	вміст харчових речовин на 100 г продукту	
Білок	5,53	3,37
Жир	6,18	4,21
Вуглеводи	69,8	77,9
Енергетична цінність, ккал	357,0	362,6

Як видно з табл. 4.46. додавання лляного борошна в рецептуру нарізного печива підвищує кількість білків на 36% і жирів на 46%, але при цьому знижується кількість вуглеводів на 10,3%. У контрольній рецептурі енергетична цінність становить 362,6 ккал, а з додаванням лляного борошна даний показник знижується на 5,6 ккал. Додавання лляного борошна в рецептуру нарізного печива (контроль) дозволяє підвищити добову норму споживання білка і жиру на 2%. На підставі вивчення хімічного складу пшеничного і льняного борошна, встановлено, що лляне значно перевершує пшеничне за вмістом таких вітамінів як В1, В2 і В9. Що стосується мінерального складу цих продуктів, то лляне борошно в порівнянні з пшеничним борошном багате такими мінеральними речовинами як Са, Р і Mg. Тому додавання лляного борошна в рецептуру нарізного печива підвищує вміст вітамінів (В1 і РР) і мінеральних речовин (Са, Mg, Р).

Оцінка якості печива «Чайне» за фізико-хімічними показниками та показниками безпеки. Визначення масової частки вологи та сухих речовин в готових виробках. Масова частка вологи - один з показників оцінки якості борошняних кондитерських виробів. Вологість печива залежить від вологості рецептурних компонентів і технології приготування. Вміст масової частки вологи в печиві відповідно до ДСТУ не повинно перевищувати 16% . Чим нижче вологість тіста, тим швидше і з меншими витратами енергії відбувається випічка.

Визначення кислотності і лужності. Розрізняють загальну (титруєму) і активну кислотність. Загальна (титруемая) кислотність характеризує загальна кількість вільних і кислих солей, а активна представляє лише частину загальної кислоти і не може бути більше. Кислотність борошняних кондитерських виробів прийнято виражати в градусах кислотності, які показують, скільки мілілітрів нормального розчину лугу витрачається на нейтралізацію кислот, що містяться в 100 г продукту. Лужність - важливий показник, який є одним з основних на виробництві при визначенні доброякісності печива. Лужна реакція печива обумовлена наявністю в ньому хімічних розпушувачів, які частково не розклалися при випічці, а також продуктів їх розкладання. Надлишковий вміст лужних сполук в печиві небажано і нормується. Лужність не залежно від виду печива не повинна перевищувати 2 Т ГОСТ 5898-87.

Нами були проведені дослідження контрольного зразка нарізного печива і печива лляного «Чайне» по визначенню масової частки вологи, кислотності і лужності. Результати дослідження наведені в таблиці 4.47.

Таблиця 4.47 – Фізико-хімічні показники печива

Показник	Нарізне печиво (контроль)	Лляне печиво «Чайне»
Масова частка вологи,%	7,0	8,0
Масова частка сухих речовин,%	93,0	92,0
Кислотність загальна, °Т	0,04	0,2
Лужність, °Т	0,1	0,3

Як видно з таблиці 4.47. масова частка вологи лляного печива практично не відрізняється від вологості нарізної печива (контроль). Кислотність лляного печива вище, ніж у контролю, пов'язане це з тим, що в лляному борошні показник кислотності вище ніж у пшеничного борошна.

У лляному борошні порівняно з пшеничного присутні більше органічних кислот (пальмітинова, стеаринова), поліненасичених жирних кислот

(лінолева, ліноленова, олеїнова), кислих фосфатів, що утворюються в результаті розпаду фосфорорганічних з'єднань. Також в лляному борошні міститься значна кількість оболонки, які мають більш високу кислотність. Лужність лляного печива «Чайне» вище контрольного зразка на  $0,2^{\circ}\text{T}$ , це можна пояснити тим, що лляне борошно більш активно взаємодіє з розпушувачем, за рахунок чого і відбувається підвищення лужності виробу. Значення лужності не перевищує допустимих значень даного показника, який становить  $2^{\circ}\text{T}$ .

Намокаємість (набухаємість) - це відношення маси намоклого за певний проміжок часу печива до маси сухого печива, виражене у відсотках. Намокаємість характеризує якість виробів і їх пористість. В ході дослідження було встановлено, що намокаємість лляного печива складає 170%, а у контрольного зразка 160%, пов'язано це з тим, що додавання лляного борошна збільшує в'язкість тіста, що в подальшому робить вироби менш пористими.

Визначення показників безпеки. Показники безпеки характеризуються відсутністю токсичного, канцерогенного, мутагенного або іншого несприятливого впливу продуктів на організм людини у разі вживання їх в загальноприйнятій кількостях, а також гарантуються нормуванням і дотриманням регламентованого вмісту (відсутність або обмеження рівнями гранично допустимих концентрацій) забруднювачів хімічної та біологічної природи, а також природних токсичних речовин.

В печиві лляному досліджено мікробіологічні показники якості, які наведено у табл. 4.48.

Таблиця 4.48 – Мікробіологічні показники лляного печива «Чайне»

Найменування показника	Норматив	Фактично	
		Печиво нарізне (контроль)	Печиво лляне «Чайне»
Кількість мезофільних аеробних й факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ), КУО, в 1 г, не більше	$1,2 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$
Маса продукту (г), в якій не допускається: БГКП (коліформи)	0,01 г	Не виявлено	
St. aureus	0,1 г	Не виявлено	
Маса продукту (г), в якій не допускається: патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела	25 г	Не виявлено	
Дріжджі, КУО / г, не більше	$\leq 10$	Не виявлено	
Плісняві гриби, КУО / г, не більше	$\leq 10$	Не виявлено	

З огляду на отримані результати, слід зробити висновок, що в печиві патогенні мікроорганізми і БГКП не виявлені. Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, а також вміст цвілі і дріжджів відповідають вимогам діючої нормативної документації

### 4.3 Удосконалення технологій десертів на кисломолочній основі

4.3.1 Технологія желе кисломолочного антианемічної спрямованості з дієтичною добавкою «Нутрію-Гем»

При розробці технологій желе кисломолочного антианемічної спрямованості з використанням дієтичної добавки «Нутрію-Гем», що містить гемове залізо, вирішувалися такі завдання:

- вибір базової рецептури желе кисломолочне;
- розрахунок кількості дієтичної добавки «Нутрію-Гем» на одну порцію желе кисломолочного з метою забезпечення добової потреби заліза дорослої людини;
- проведення оцінки органолептичних показників якості зразків желе кисломолочного з дієтичною добавкою «Нутрію-Гем»;
- розрахунок ймовірного числа молочнокислих бактерій методом граничних розведень;

– визначення мікробіологічних показників желе кисломолочне (КМАФАМ, БГКП);

– вивчення хімічного складу та фізико-хімічних показників якості кисломолочного желе з дієтичною добавкою НУТРІО-ГЕМ.

Для створення рецептурної композиції нового продукту в якості базової була застосована класична рецептура і технологія десерту «Желе з молока». Відомо, що вітамін С та кисле середовище покращують поглинання заліза, тому замість молока нами було використаний йогурт [17, 18, 19]. Підставою для вибору даного продукту в якості базового стало:

– включення в рецептурний склад десерту замість (та разом) з порошком какао, дієтичної добавки «Нутріо-Гем» дозволить зберегти натуральність продукту – шоколадної колір десерту.

– введення дієтичної добавки «Нутріо-Гем» для збагачення гемовим залізом кисломолочних десертів є актуальним, так як молочнокислі продукти практично не мають обмежень по споживанню різними верствами населення і містять вуглевод лактозу, що сприяє всмоктуванню заліза.

Під час вибору раціональної масової частки Дієтичної добавки «НУТРІО-ГЕМ» і какао керувались наступними даними:

– згідно наказу МОЗ України № 1073 від 03.09.2017 р. «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії» рекомендована добова норма заліза для дорослих складає 15-17 мг відповідно, що в перерахунку на гемове становить не менше 2 мг;

– оптимальний вміст заліза у десерті повинен складати 1/3 від її добової норми.

Дієтична добавка «Нутріо-Гем» містить на 1000 грам добавки: 75,0 г білка, 1,0 г гемового заліза. Дієтичну добавку «Нутріо-Гем» вносили в продукт на стадії заквашування і в готовий кисломолочний продукт в дозуванні 33% (2 г добавки = 0,002 г гемового заліза) на одну порцію (200 г), що відповідає добовій нормі дорослої людини.

Зазначена кількість заліза в продукті не покриває добову потребу організму в ньому, проте продукт може розглядатися, як додаткове джерело



легкозасвоюваного гемового заліза в раціоні харчування людини, що є важливим в сучасній структурі харчування населення.

Оскільки дієтична добавка «Нутріо-Гем» має кольороформуєчі властивості, використання більшої, ніж 3% масової частки добавки від маси рецептурної суміші негативно позначається на традиційному кольорі продукту, і крім того надає виражений сторонній присмак продукту. Тому для розробки системи з необхідними органолептичними, технологічними і фізіологічними властивостями зупинилися на введенні добавки в кількості 2 і 3% до маси рецептурної суміші десертів з кислого молока.

Внесення добавки «Нутріо-Гем» проводилось на стадії сквашування і вже в готовий йогурт. Сквашування молока проводили згідно рекомендацій щодо приготування «Іпровіт-йогурту». Перед внесенням дієтичну добавку «Нутріо-Гем» та закваску бактеріальну «Іпровіт-йогурт» попередньо ретельно розчиняли в невеликій кількості пастеризованого, охолодженого до 37-40 °С молока. Какао-порошок додавали для покращення органолептичних характеристик продукту.

Рекомендована порція десерту желе кисломолочне 200 г. Таким чином 1 порція десерту містить 2 г добавки «Нутріо-Гем», що дорівнює 0,002 г вмісту гемового заліза. Що, в свою чергу, складає 1/3 добової норми заліза для дорослої людини.

При внесенні добавки «Нутріо-Гем» на стадії сквашування йогурту, у готовому продукті спостерігали випадання добавки у вигляді осаду. Після введення желатину, у готовому продукті «желе кисломолочне», випадання осаду не спостерігалось за рахунок більш щільної, ніж у йогурті, консистенції. Також в зразках, в які добавка «Нутріо-Гем» була введена на стадії сквашування, спостерігався борошністий смак з характерним присмаком заліза.

У зразках, в які добавка «Нутріо-Гем» була введена після сквашування, борошністого присмаку не спостерігалось.

Для обґрунтування масової частки добавки «Нутріо-Гем» в рецептурі десертів желе кисломолочного проведена їх органолептична оцінка, результати якої представлені в табл. 4.49.

Таблиця 4.49 – Органолептичні показники десертів желе кисломолочне, збагачених гемовим залізом

Назва показника	Контроль	Зразок №1 («Нутріо-Гем»+какао)	Зразок №2 («Нутріо-Гем»)	Зразок №3 (какао)
Зовнішній вигляд	Однорідний, не текучий, повністю зберігаючий форму на зрізі, повехня рівна, глянцева	Однорідний, не текучий, повністю зберігаючий форму на зрізі, повехня рівна, глянцева	Однорідний, не текучий, повністю зберігаючий форму на зрізі, повехня рівна, глянцева	Однорідний, не текучий, повністю зберігаючий форму на зрізі, повехня рівна, глянцева
Смак	Характерний йогурту	Шоколадний присмак з після смаком заліза	Характерний йогурту з приємним смаком гематогена	Смак шоколадний рівномірний
Колір	Білий рівномірний	Характерний для інгредієнтів, що входять, приємний	Сірувато-коричньоватий	Красивий шоколадний
Консистенція	Однорідна желеподібна	Однорідна желеподібна	Однорідна желеподібна	Однорідна желеподібна

Результати дегустаційної комісії показують, що зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак і запах десерту желе кисломолочне відрізняються в залежності від масової частки дієтичної добавки «Нутріо-Гем» та порошку какао. Найбільш високими показниками характеризувався десерт з масовою часткою добавки 3% та вмістом какао, внесених в готовий йогурт (Зразок №1). Ці зразки мали шоколадний колір, однорідну консистенцію, смак і запах, властивий кисломолочним десертам.

Таким чином, на підставі органолептичної оцінки якості десертів визначено раціональний вміст дієтичної добавки «Нутріо-Гем»: 3% від маси рецептурної суміші. Така кількість добавки дозволяє забезпечити 1/3 частку від добової кількості заліза для людини при вживанні 200 г десерту.

На наступному етапі досліджень проводилася оцінка мікробіологічних показників десертів желе кисломолочне. У таблиці 4.50 наведені комплексні мікробіологічні показники досліджуваних зразків желе кисломолочне.

Таблиця 4.50 – Комплексні мікробіологічні показники досліджуваних зразків желе кисломолочне

Найменування показника	Вимоги ДСТУ 3718:2007; МБВ №5061	Період зберігання, год.			
		Відразу після виготовлення		Через 24 год.	
		Контроль	Зразок №1	Контроль	Зразок №1
КОЕ /см <sup>3</sup> (г)	Молочнокислих мікроорганізмів не менше $1 \times 10^7$	$1,2 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^7$	$1,9 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^7$
Маса продукта, в якій не допускається, г:					
БГКП (коліформи)	0,01	Не виявлені			
Дріжджі (Д), КУО/ см <sup>3</sup> (г), не більш	50	Не виявлені			
Пліснява (П), КУО/ см <sup>3</sup> (г), не більш	50	Не виявлені			

Представлені в таблиці 4.50 дані свідчать в першу чергу про те, що наявність молочнокислих мікроорганізмів, дріжджів і цвілевих грибів і відсутність БГКП в десертах відповідало вимогам ДСТУ 3718:2007, МБВ №5061.

Як показала проведена оцінка, в зразках желе кисломолочних, збагачених гемовим залізом (зразок №1) і не збагачених (контроль), кількість молочнокислих мікроорганізмів відразу після приготування та через 5 діб, носило різний характер, що також свідчить про продовження процесів ферментації молочнокислих мікроорганізмів на етапі зберігання (рис. 4.19).

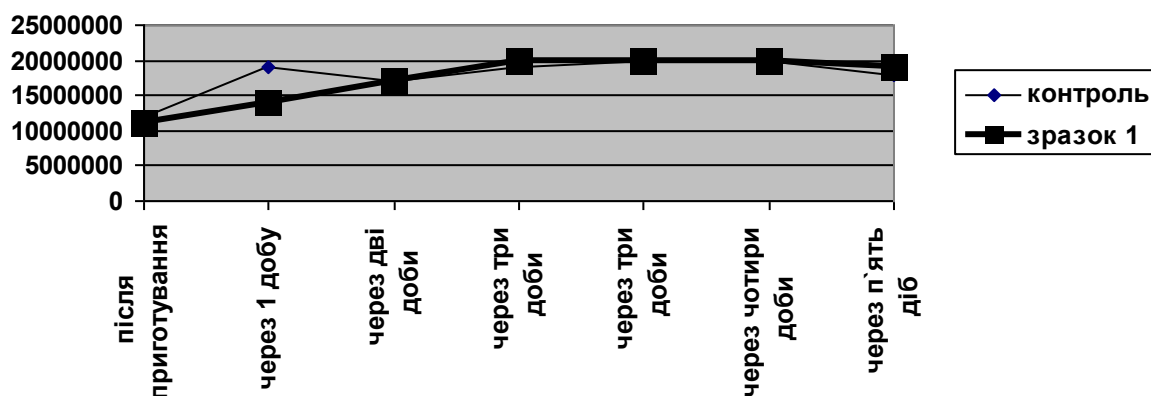


Рисунок 4.19 – Кількість молочнокислих мікроорганізмів в процесі зберігання

При посіві зразків желе кисломолочного на тверде живильне середовище MRS було виявлено зростання одиничних колоній мікроорганізмів. При посіві на тверду живильне середовище Сабуро було виявлено, що зміст цвілі в деяких зразках становить від 5 до 15 КУО/см<sup>3</sup>, що нижче допустимого рівня 60-70%. Було відзначено відсутність зростання дріжджових клітин.

Результати проведених посівів в рідке живильне середовище Кеслер показали, що в досліджуваних зразках не було ідентифіковано БГКП (коліформи). У технології виробництва молочних товарів при дотриманні всіх необхідних санітарно-гігієнічних умов виробництва і зберігання знижується ймовірність їх обсіменіння і, як наслідок, наявності БГКП (коліформи), а також патогенних мікроорганізмів.

Молочнокислі бактерії мають здатність ферментувати лактозу в молочну кислоту, що призводить до збільшення титруємої кислотності і зниження активної кислотності. Розвиток мікроорганізмів заквасочних культур та продукти бродіння, що ними виділяються, призводять до змін білкової системи зразків, що в свою чергу впливає на властивості буферних систем продукту [387 -390]. Результати дослідження зразків десерту кисломолочного желе з добавкою «НУТРІО-ГЕМ» за фізико-хімічними показниками представлені у табл. 4.51.

Таблиця 4.51 – Фізико-хімічні показники зразків десерту кисломолочного желе з добавкою «НУТРІО-ГЕМ»

Назва зразка	Активна кислотність, рН						Титрована кислотність, °Т					
	Після виготовлен	Через 1 доб.	Через 2 доб.	Через 3 доб.	Через 4 доб.	Через 5 діб.	Після виготовлен	Через 1 доб.	Через 2 доб.	Через 3 доб.	Через 4 доб.	Через 5 діб.
Контроль	4,8	4,7	4,5	4,3	4,2	4,1	40	44	44	50	55	60
Зразок №1	4,8	4,7	4,7	4,4	4,3	4,2	42	47	47	53	58	65
Зразок №2	4,8	4,7	4,7	4,4	4,2	4,1	41	47	48	53	60	63
ГОСТ Р 51331-99	3,8 – 4,2						75 - 140°					

У період зберігання в зразках желе кисломолочного помічено значне зниження активної кислотності рН (рис. 4.20). У перші три дні помічено значне зниження показників рН в діапазоні  $(0,31-0,4 \pm 0,03)$  од., що може бути пов'язано з продовженням ферментації використовуваної закваски під час зберігання. Більш високі значення активної кислотності були у зразка, виробленого за традиційною технологією –  $(4,8 \pm 0,03)$ . При додаванні харчової добавки «Нутріо-Гем» рН значно не знижується, що може пояснюватися тим, що ХД «Нутріо-Гем» незначною мірою уповільнює розвиток заквасочної культури. В наступні дні активна кислотність змінюється незначно.

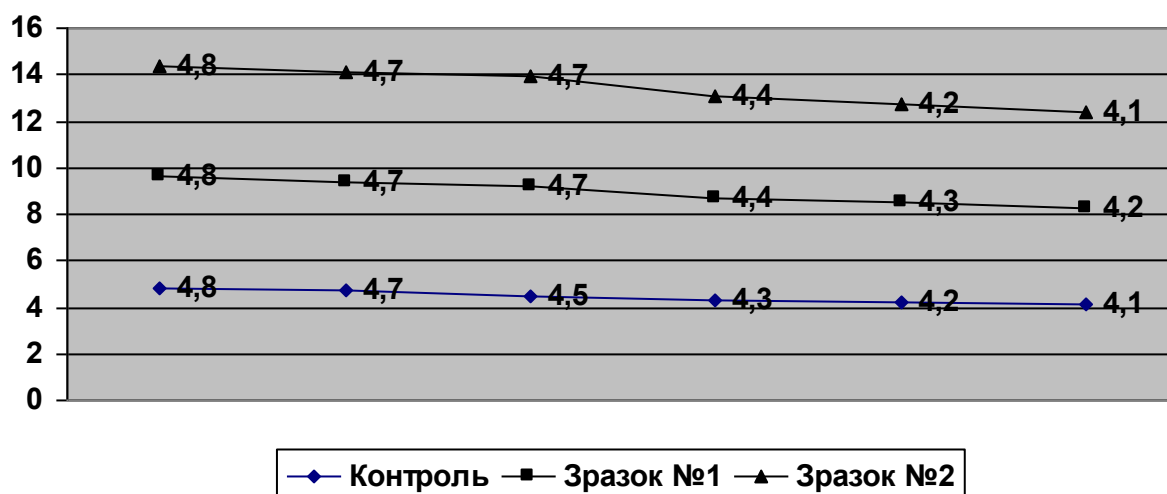


Рисунок 4.20. – Активна кислотність після виготовлення желе кисломолочного (контроль) і в процесі зберігання

Крім того, помічено підвищення титруємої кислотності протягом всього терміну зберігання. Існує пропорційна залежність між швидкістю розвитку мікроорганізмів заквасочної культури і кислотності, збільшення кислотності пропорційно швидкості ферментації. У зразках спостерігається незначне збільшення титруємої кислотності (рис. 4.21).

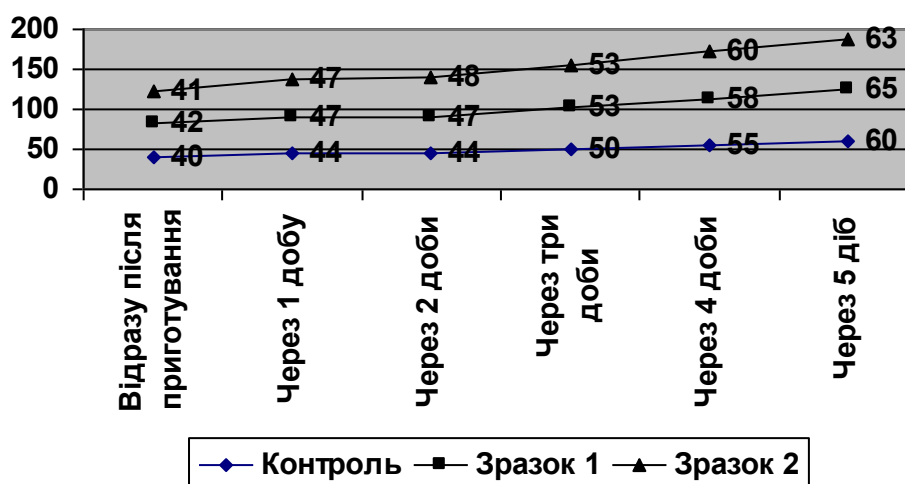


Рисунок 4.21 – Титруєма кислотність після приготування желе кисломолочного та в процесі зберігання

При додаванні дієтичної добавки «Нутрію-Гем» незначно підвищується значення титруємої кислотності. У зразку 1 і 2 на 5-ту добу кислотність досягає  $(64 \pm 1,0)$  Т°, тоді як в контрольному зразку  $(60 \pm 1,0)$ °Т. При додаванні дієтичної добавки «Нутрію-Гем» титруєма кислотність значно не знижується, що може пояснюватися тим, що «Нутрію-Гем» незначною мірою уповільнює розвиток заквасочної культури протягом всього терміну зберігання.

Основна кількість жиру (13,0 г) забезпечується за рахунок мигдалю та шоколаду (табл. 4.52). За бажанням ці інгредієнти можна замінити на інші, менш калорійні, або зовсім від них відмовитися.

Як видно з таблиці 4.52 желе кисломолочне антианемічного спрямування має більшу енергетичну цінність ніж контроль на 6,8 ккал за рахунок: вуглеводів – 2,4 ккал; жирів – 3,1 ккал; білку – 0,6.

Таблиця 4.52 – Хімічний склад желе кисломолочне контроль

Продукт	Маса, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Ккал
Йогурт	60	1,8	1,2	4,8	36
Цукор	10	0	0	10	40
Ванільний цукор	0,5	0	0	9,6	38,4
Какао-порошок	2	0,2	0,1	0,1	3,1
Желатин харчовий	2	1,7	0,1	0,1	3,6
Вода	13	0	0	0	0
Шоколад чорний	5	0,3	2,5	1,5	27
Мигдальні хлоп'я	7,5	1,6	4	0,5	51,2
Усього	100	5,6	7,9	26,6	199,3
<b>На порцію 200 г</b>	<b>200</b>	<b>11,2</b>	<b>15,8</b>	<b>53,2</b>	<b>398,6</b>

Таблиця 4.53 – Хімічний склад желе кисломолочне антианемічного спрямування

Продукт	Маса, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Ккал
Йогурт	60	1,8	1,2	4,8	36
Цукор	10	0	0	10	40
Ванільний цукор	0,5	0	0	9,6	38,4
Какао-порошок	2	0,2	0,1	0,1	3,1
<b>ХД «Нутріо-Гем»</b>	<b>2</b>	<b>0,15</b>	<b>0,4</b>	<b>1,6</b>	<b>6,8</b>
Желатин харчовий	2	1,7	0,1	0,1	3,6
Вода	13	0	0	0	0
Шоколад чорний	5	0,3	2,5	1,5	27
Мигдальні хлоп`я	5,5	1,6	4	0,5	51,2
Усього	100	5,75	8,3	27,2	206,1
<b>На порцію 200 г</b>	<b>200</b>	<b>11,5</b>	<b>16,6</b>	<b>54,4</b>	<b>412,2</b>

Таблиця 4.54 – Хімічний склад желе кисломолочне антианемічного спрямування у порівнянні з контролем із розрахунку на 100 г

Речовини	Желе контроль		Желе антианемічного спрямування	
	г	ккал	г	ккал
1. Вода	13	0	13	0
2. Білок	5,6	22,4	5,75	23
3. Вуглеводи	26,6	106,4	27,2	108,8
4. Жири	7,9	63,3	8,3	66,4
5. Гемове залізо	0,0	0,0	0,004	0
Енергетична цінність		<b>199,3</b>		<b>206,1</b>

На підставі проведених досліджень удосконалено технологію кисломолочного желе антианемічного спрямування, збагаченого гемовим залізом. До особливостей технології десерту кисломолочного відноситься



використання в якості залізовмісної дієтичної добавки «Нутріо-Гем», що вводить у після сквашування молока. Виробництво біфідовмісного желе кисломолочного, збагаченого залізом, не вимагає будь яких додаткових витрат, і може вироблятися в умовах ресторанів.

Споживання однієї порції желе кисломолочного з додаванням дієтичної добавки «Нутріо-Гем» забезпечує 1/3 добової потреби заліза дорослої людини. Найбільш високими органолептичними показниками характеризувався десерт желе кисломолочного антианемічного спрямування з масовою часткою добавки «Нутріо-Гем» 3% та вмістом какао порошку.

За мікробіологічними показниками: наявність молочнокислих мікроорганізмів, дріжджів і цвілевих грибів і відсутність БГКП десерт кисломолочний антианемічного спрямування відповідав вимогам ДСТУ 3718:2007, МБВ №5061.

При додаванні харчової добавки «Нутріо-Гем» у десерти кисломолочні рН та титруєма кислотність значно не знижується, що може пояснюватися тим, що дієтична добавка «Нутріо-Гем» не впливає на розвиток заквасочної культури.

#### 4.3.2 Технологія запіканки на основі сиру кисломолочного з дієтичною добавкою Полісол

У харчовій галузі, зокрема пивобезалкогольній і кондитерській, широко застосовуються полісолодові екстракти. Останнім часом все більшого значення набувають полісолодові екстракти з пророслих зерен пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи, гречки, до яких уведені рослинні добавки у вигляді композитів з висушених плодів, листя, насіння, кореню, бруньок, квітів або їх екстрактів. Дієтичні добавки на основі полісолу є цінним потенційним джерелом есенціальних нутрієнтів, тому актуальним завданням є створення десертів на основі сиру кисломолочного з їх використанням.

Формування та управління якістю готових виробів залежить від характеру перебігу технологічних процесів, властивостей сировини і напівфабрикатів. Це зумовлює необхідність проведення дослідження хімічного складу, структурно-механічних показників, а також вивчення впливу технологічних факторів на

зміну властивостей сировини і напівфабрикатів, виявлення раціональних принципів оптимізації технологій і рецептур готової продукції.

Створення харчових продуктів заданої якості, а, відповідно, і формування споживчих властивостей готових виробів, багато в чому залежить від можливості управління в ході технологічних процесів властивостями сировини і напівфабрикатів. Структурно-механічні властивості впливають на перебіг широкого ряду технологічних процесів в харчовій промисловості і визначають якість готових виробів, умови переробки, зберігання і транспортування.

З точки зору реологічних властивостей, сир є твердо-рідкою білковою багатокомпонентною дисперсною системою, яка має коагуляційну структуру і виявляє протилежні за своїм характером властивості тиксотропних і реопексних систем. Згідно з класифікацією А.П. Ребіндера сир кисломолочний належить до твердоподібних молочних продуктів, грубодисперсна пастоподібна система яких має виражене граничне напруження зсуву для пластично-в'язкого тіла. Типовими реологічними властивостями для неї є такі: ефективна та пластична в'язкість, тиксотропія, в'язкопружність, модуль пружності.

Однією з основних структурно-механічних характеристик сиру є максимальна напруга зсуву, значення якої залежить від вмісту білка і вологості сировини. Властивості білків сиру обумовлені різними стійкими зв'язками між молекулами амінокислот, що утворюють первинну, вторинну, третинну і четвертинну структури. Високий вміст білка сприяє підвищенню показників граничної напруги зсуву за рахунок збільшення ван-дер-Ваальсових сил зв'язку між молекулами і частками. У той же час, підвищення вологості продукту сприяє зниженню граничної напруги зсуву, а також інших зсувних характеристик. Збільшення кількості води сприяє потовщенню прошарків рідини між молекулами білка, відбувається зниження міцності структури сиру, підвищується модуль пружності, а, отже, і плинність продукту. Однак знижена кількість води і високий вміст білка знижує пластичність харчової системи. Це свідчить про те, що визначальний вплив на формування структурно-механічних показників сиру і сирних мас надає масова частка води і білка, і важливим є їх співвідношення.

Відомо, що сир кисломолочний з масовою часткою жиру 5% має високий вміст білка відносно до кількості вологи в продукті (співвідношення волога:білок становить до 3,7) порівняно з сиром 1,8% (4,4) і 9% жиру (4,1) і характеризується високими показниками структурно-механічних властивостей. Водночас згідно з вимогами СанПіН сир з масовою часткою жиру більше 9%, а також вироби з нього не рекомендується використовувати в харчуванні дітей шкільного віку. Тому для дослідження використовували сир кисломолочний з масовою часткою жиру 5%.

Дієтична добавка полісолу «Біопаста Vivassense №5 Kid's AntiStress» містить  $77,92 \pm 2,30\%$  сухих речовин, у тому числі –  $3,70 \pm 0,01\%$  білку, і  $72,48 \pm 2,00\%$  вуглеводів. Полісол містить значно нижчий вміст вологи (20,88%) порівняно з активно застосовуваними пюреобразними рослинними масами (від 75 до 90%). З огляду на те, що в коагуляційних структурах волога виступає як дисперсійне середовище і є важливим технологічним фактором, то зміна її кількості, як було зазначено раніше, в сирній масі буде супроводжуватися зміною і структурно-механічних властивостей.

Згідно з термодинамічною теорією внесення до сиру рослинної добавки призведе до зниження граничної напруги зсуву, виникнення адгезійного напруги, збільшення значення модуля зсуву за рахунок збільшення дисперсного середовища (вологи) і зменшенням дисперсійної фази (білка). Вищевикладене вказує на необхідність дослідження структурно-механічних властивостей мас на основі сиру – сирних мас.

Для визначення найважливіших зсувних характеристик і граничної напруги зсуву виготовляли зразки масою 100 г з сиру з масовою часткою жиру 5% або з сирних мас з вмістом полісолу 2,2; 2,4; 2,6%.

Згідно з експериментальними даними, виміряними за температури  $18 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , побудовано залежності відносної деформації зразків сирних мас на основі сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 5% за присутності різного вмісту полісолу від часу дії напруги  $\gamma = f(t)$  (рис. 4.22).

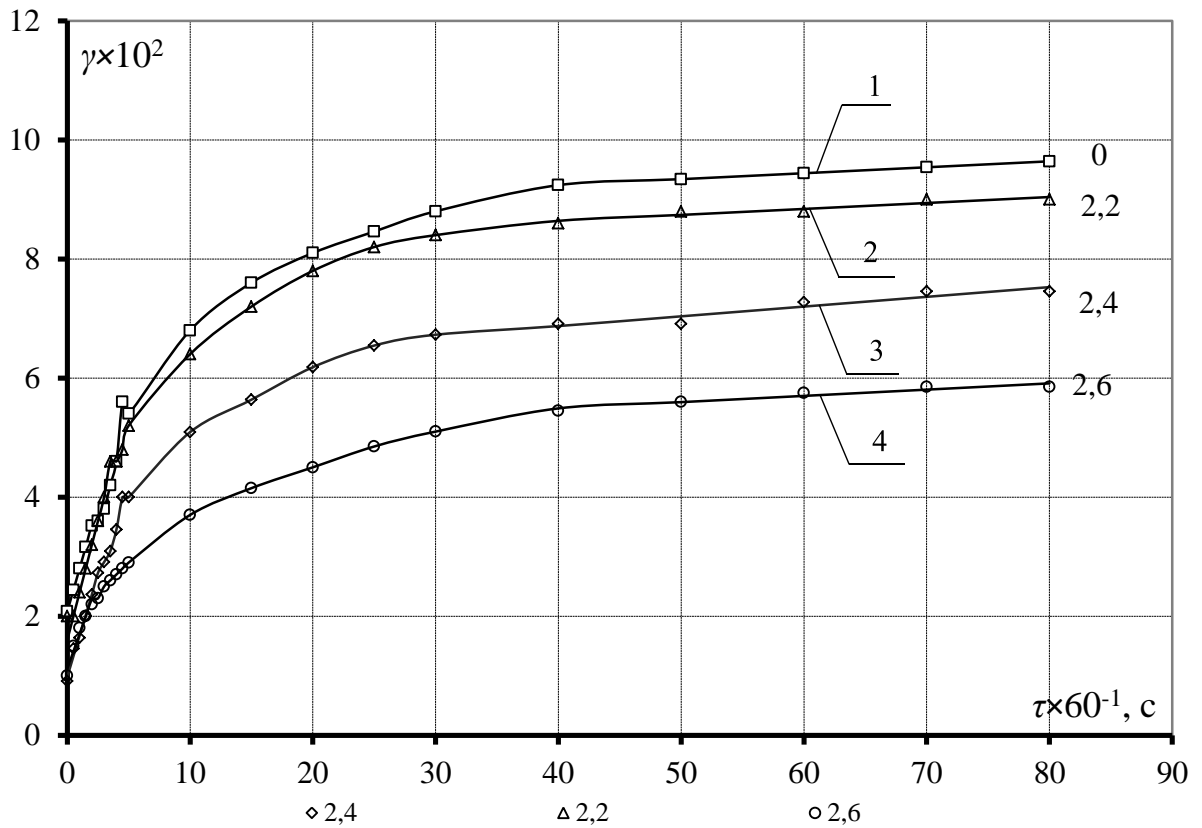


Рисунок 4.22 – Криві повзучості зразків сирних мас на основі сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 5% і за присутності полісолу з масовою часткою: 1 – контроль (0), 2 – 2,2%; 3 – 2,4%; 4 – 2,6%.

Слід відзначити певний розкид кривих повзучості (рис. 4.22), що вказує на помітний вплив концентрації полісолу у сирній масі на характеристики міцності зразків. До того, для контрольного (1 – масова частка полісолу 0) і зразка (2) із меншою масовою часткою полісолу (2,2%) графіки залежності деформації більш пологі й мають дещо менші значення тангенса нахилу ( $k$ ) дотичної до кінцевої лінійної ділянки кривої.

За отриманими експериментальними даними розраховано найважливіші зсувні характеристики, які наведено в табл. 4.55.

Таблиця 4.55 – Зведені дані структурно-механічних показників сирних мас на основі сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 5% за присутності полісолу

Показник	Масова частка полісолу, %			
	0	2,2	2,4	2,6
Зворотна деформація $\gamma_{зв} \cdot 10^3$	8,84	8,24	6,22	5,07
Незворотна деформація $\gamma_{нез} \cdot 10^3$	0,80	0,80	1,31	0,84
Загальна деформація $\gamma_{заг} \cdot 10^3$	9,64	9,04	7,53	5,91
Відношення деформації зворотної до загальної $K$	0,92	0,91	0,83	0,86
Податливість $I \cdot 10^3, \text{Па}^{-1}$	3,69	3,46	2,88	2,26
Умовно-миттєвий модуль пружності $G_{пр} \cdot 10^{-3}, \text{Па}$	1,26	2,66	1,63	2,34
Високоеластичний модуль $G_{ел} \cdot 10^{-3}, \text{Па}$	3,87	3,9	5,0	6,6
Пластична в'язкість $\eta^*_{0} \cdot 10^{-7}, \text{Па} \cdot \text{с}$	1,57	1,57	0,96	1,49
В'язкість пружної післядії $\eta_{пр} \cdot 10^{-5}, \text{Па} \cdot \text{с}$	2,2	1,9	2,3	2,7

Аналіз динаміки розвитку деформації сирних мас (рис. 4.22) показує, що в досліджуваному діапазоні концентрацій за абсолютних та відносних значень для всіх зразків характерною є незворотна деформація плинину. Із підвищенням концентрації полісолу від 0 (зразок 1 – контроль) до 2,6% (зразок 4) абсолютна величина загальної деформації зразків зменшується і для зразка з 2,6% полісолу – у 1,6 раз. Одночасно спостерігається зменшення частки зворотної деформації у її загальному обсязі (з 0,92 до 0,83), що свідчить про збільшення пластичних властивостей сирних мас з вмістом полісолу. Найбільш пластичним виявився 3 зразок з 2,4% полісолу.

Високоеластична податливість для зразків 2–4 знижується до  $2,26 \cdot 10^{-3}, \text{Па}^{-1}$  порівняно з контролем ( $3,69 \cdot 10^{-3}, \text{Па}^{-1}$ ). Це пов'язано зі зміною зсувних і об'ємних властивостей продукції, підвищенням міцнісних властивостей, збільшенням внутрішньої взаємодії між частками за наявності полісолу.

Значення умовно-миттєвого модуля пружності зразків зростає зі збільшенням вмісту полісолу і є свідченням утворення структури, яка характеризується міцністю і не так швидко, як контроль, змінюється під впливом деформуючої сили.

Чим більше вміст полісолу, тим еластичнішими стають зразки – значення показників високоеластичного модуля  $G_{ел}$  помітно зростають для зразків 3, 4 порівняно з контролем і зразком 2 з вмістом полісолу 2,2%. Зразки 3 і 4 занадто еластичні, що впливатиме на органолептичні показники, зокрема зменшення ніжності.

Порівняльний аналіз течії кривих 2 і 4 (рис. 4.22) дозволяє виявити, що дотичні прямі розрізняються невеликим кутом нахилу, що свідчить про достатньо близькі значення в'язкості, які для зразків контролю (сир кисломолочний) і з вмістом полісолу 2,2% і 2,6% становлять  $1,57 \cdot 10^7$ ,  $1,57 \cdot 10^7$  і  $1,49 \cdot 10^7$  Па·с відповідно. Значення в'язкості зразка 3 з вмістом полісолу 2,4% відрізняється більш суттєво і становить  $0,96 \cdot 10^7$  і Па·с.

Вплив уведеного до сирної маси полісолу на структурно-механічні показники вивчено також на дослідженні граничної напруги зсуву зразків. Значення граничної напруги зсуву залежить як від масової частки полісолу, так і від вмісту білка і вологи в зразку (табл. 4.56).

Таблиця 4.56 – Структурно-механічні показники сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 5% (контроль) і сирних мас з полісоллом на його основі

Найменування зразка	Масова частка нутрієнтів, %				Співвідношення волога:білок	Гранична напруга зсуву незруйнованої структури, Па
	полісол	жир	білок	волога		
Зразок 1 (контроль)	0	5,00	21,20	69,60	3,28	2906,70
Зразок 2	2,2	4,89	20,82	68,57	3,29	2902,16
Зразок 3	2,4	4,88	20,78	68,47	3,29	2898,75
Зразок 4	2,6	4,87	20,75	68,38	3,30	2894,21

З табл. 4.56 видно, що співвідношення вологи до білка, значення якого не так суттєво коливається (3,28 до 3,30) у зразках, не суттєво впливає на значення граничної напруги зсуву. Проте простежується тенденція – чим менше співвідношення волога:білок, тим більше значення граничної напруги зсуву.

Результати визначення найважливіших зсувних характеристик зразків різними методами корелюють між собою. На наступному етапі досліджень структурно-механічних показників сиру і сирних мас з полісолем проводили органолептичну оцінку консистенції зразків (табл. 4.57).

Таблиця 4.57 – Органолептична оцінка консистенції сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 5% і сирних мас з полісолем на його основі

Найменування показника	Масова частка полісолу в сирній масі,%			
	0	2,2	2,4	2,6
	Зразок 1, контроль	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Щільність	помірно щільний	помірно щільний	середньої щільності	не щільний
В'язкість	помірно в'язкий	помірно в'язкий	середньої в'язкості	мало в'язкий
Липкість	помірною липкості	помірною липкості	липкий	липкий
Вологість	помірно вологий	помірно вологий	вологий	підвищеної вологості, відділення сироватки
Пластичність	помірно пластичний	помірно пластичний	високо пластичний	пластичний
Консистенція	ніжна, мазка	ніжна, мазка	шарувата, крупчаста	розсипчаста
Гранична напруга зсуву, Па	2906,70	2902,16	2898,75	2894,21
Високоеластичний модуль $G_{ел} \cdot 10^{-3}$ , Па	3,87	3,90	5,00	6,60
Пластична в'язкість $\eta^* \cdot 10^{-7}$ , Па·с	1,57	1,57	0,96	1,49

Вивчення залежностей найважливіших зсувних характеристик від масової частки полісолу та залежності граничної напруги зсуву від співвідношення в зразку волога:білок дозволило виявити деякі закономірності.

Сирній масі на основі сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 5% характеризується високим вмістом білка відносно вологи (співвідношення волога:білок становить 3,28) відповідають найбільші значення граничної напруги зсуву, найбільша частка зворотної деформації у її загальному обсязі (менша пластичність), найбільша високоеластична податливість (дещо менша міцність), найменші умовно-миттєвий модуль пружності (дещо менша міцність) і високоеластичний модуль (помірна еластичність). Сирні маси з сиру 5% в міру липкі, в'язкі, щільні і пластичні, добре формуються і зберігають свою форму. Сирна маса з добавкою полісолу 2,2% за структурно-механічними показниками найменше відрізняється від сирної маси, виготовленої за його відсутності.

Найменше значення граничної напруги зсуву характерно для сирної маси з масовою часткою полісолу 2,6%, що призводить до появи текучості в такій харчовій системі. Зразки мають дещо більшу липкість, знижену в'язкість, розсипчасту, високо пластичну консистенцію та надмірну еластичність, що несприятливо впливає на формостійкість напівфабрикатів, знижує ніжність структури.

Отримані результати свідчать, що зразки сирних мас з масовою часткою полісолу 2,4 і 2,6% отримали більш низьку оцінку органолептичних і структурно-механічних показників, ніж зразки масовою часткою полісолу 2,2%.

Результати досліджень виявили не суттєвий вплив уведення полісолу з масовою часткою 2,2% на структурно-механічні та органолептичні показники сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 5%. Саме вміст дієтичної добавки полісолу, що становить 2,2%, можна прийняти за раціональний, оскільки за такого вмісту забезпечуються необхідні



структурно-механічні та органолептичні показники сирної маси. Таким чином проведені дослідження дозволили обґрунтувати використання дієтичної добавки полісолу для розробки десертів оздоровчого призначення на основі сиру кисломолочного.

Для відпрацювання рецептури запіканки, за основу якої взято рецептуру запіканки з сиру №469 [391], було використано сир з масовою часткою жиру 5% і дієтичну добавку полісолу, сирні маси з якою було попередньо досліджено. Зразки сирної маси, виготовлені з додаванням 2,2% добавки полісолу, виявили необхідні функціональні властивості для розробки нового продукту і його рецептурного складу.

Як додаткові рецептурні компоненти і регулятори консистенції сирно-рослинних мас використовували яйця (масова частка в суміші 10%), крохмаль картопляний (масова частка в суміші 4%).

Додавання сирих яєць збільшує вміст вологи в системі і знижує кількість білка, що зумовлює погіршення структурно-механічних показників і може зменшуватися в'язкість, щільність зразків, підвищуватись пластичність і клейкість, що є небажаним для виробництва формованих виробів.

Органолептична оцінка сирних мас з додаванням яєць показала, що зразки з масовою часткою яєць 5 і 10% є не в'язкими, погано формуються і не зберігають форму. Тому до рецептурного складу було уведено крохмаль з масовою часткою 4%. Додавання такої кількості крохмалю сприяло зменшенню кількості вологи за рахунок його водопоглинальної здатності і набухання. Зразки були в міру липкі, пластичні й еластичні, соковиті, мало водянисті, достатньо добре формувалися і зберігали форму.

Дієтична добавка полісол замінила цукор у рецептурному складі на 2,2%, тому 6,8% від маси рецептурних компонентів було додано цукру. Рецептурний склад контрольного зразка включав 9% цукру білого і не містив полісолу. Для зм'якшення форми для випічки до рецептурного складу також

було включено гречане борошно і замість маргарину – соняшникову олію рафіновану дезодоровану (олія СДР).

Отже, раціональне співвідношення компонентів для рецептури десерту на основі сиру кисломолочного – запіканки з полісолем (зразок 2) – становило: сир – 71,7%, дієтична добавка полісол – 2,2%, крохмаль картопляний – 4,0%, яйця – 10,0%, цукор білий – 6,8%, сметана – 15%, олія СДР – 4%, борошно гречане – 4%.

Теплову обробку зразків було проведено способом запіканням за стандартних параметрів і досліджено показники втрат під час термообробки (табл. 4.58).

Таблиця 4.58 – Масова частка втрат після термообробки зразків готових виробів на основі сиру кисломолочного з полісолем

Найменування основного способу термообробки	Втрати під час термообробки, %	
	зразок 1 (контроль)	зразок 2
Запікання в жарильній шафі	17,1±0,3	16,7±0,3
Режим «Пар-конвекція» у парконвектоматі	15,7±0,3	15,3±0,3

Результати визначення показали не суттєве зниження втрат під час термообробки запіканням зразків з полісолем (2) до 16,7±0,3% (2,3%) і у режимі «Пар-конвекція» 15,3±0,3 (2,5%) порівняно з втратами 17,1±0,3% і 15,7±0,3 для зразка 1 контролю (не містить полісолу).

Органолептична оцінка показала, що нетермооброблені зразки як контролю (1), так і з полісолем (2) являли собою однорідну пластичну масу в міру в'язкої, без грудочок сиру кисломолочного консистенцією. Колір зразка контролю відмічено як білий (1), а зразок з полісолем – з незначним жовтуватим відтінком (2). Термооброблені дослідні зразки характеризувалися ніжною, у міру щільною консистенцією. Запах і смак зразків оцінено як властиві виробам на основі сиру кисломолочного, чисті,

збалансовані. Смак характеризувався як у міру солодкий – для контролю і зразка з полісоллом.

Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити вміст основних рецептурних компонентів десерту на основі сиру кисломолочного з полісоллом і способом теплової обробки. У таблиці 4.59, на рисунках 4.23, 4.24 приведено результати відпрацювання рецептурного складу.

На підставі проведених досліджень розроблено технологічну схему виробництва десерту на основі сиру кисломолочного з полісоллом, яку наведено на рис. 4.25.

Підсистему підготовки компонентів реалізують прийманням всіх підготовлених компонентів, які зважують на вагах згідно з рецептурою, сухі компоненти просіюють. Для надання сиру кисломолочному однорідної консистенції його пропускають через вальці. У фаршмішалку подають сир кисломолочний, частково перемішують, вносять змішані сухі компоненти та ретельно перемішують, поступово додаючи цукор і крохмаль, доки суміш не досягне однорідної консистенції і рівномірного розподілу в ній всіх складових. Далі проводять формування виробів і направляють на випікання. Тепловою обробку напівфабрикату проводять або запіканням у жарильній шафі за температури 180–200°C упродовж 15–20 хв. або в парконвектоматі в режимі парконвекція за температури 80–90°C упродовж 5–7 хв. Такий режим теплової обробки забезпечує зниження бактеріального обсіменіння.

У межах технологічного процесу виготовлення десерту на основі сиру кисломолочного з полісоллом також можна реалізувати виробництво напівфабрикатів запіканки з сиру кисломолочного з полісоллом. Оскільки їх можна віднести згідно з ДСТУ 5052:2008 «Напівфабрикати із сиру кисломолочного» до виробів з сиру кисломолочного з додаванням борошна та інших харчових продуктів, які потребують подальшого термічного оброблення. Залежно від термічного стану, напівфабрикати запіканки з сиру кисломолочного з полісоллом можна виробляти охолодженими та замороженими з температурою у товщі продукту не вище ніж 6°C та –10°C відповідно.

Таблиця 4.59 – Рецептурний склад десерту на основі сиру кисломолочного з полісоллом

Найменування сировини	Маса сировини, г	
	Брутто	Нетто
Сир кисломолочний	130	129
Дієтична добавка «Полісолл»	4	4
Цукор білий кристалічний	12	12
Крохмаль картопляний	7	7
Сметана (15% жиру)	8	8
Яйця курячі	1/3	18
Соняшникова олія	1	1
Борошно гречане	1	1
Маса готової запіканки	–	150
Соус фруктовий	–	25
Йогурт або сметана	–	25
Вихід із соусом або йогуртом, або сметаною	–	175



Рисунок 4.23 – Вигляд сирної маси з полісоллом



Рисунок 4.24 – Вигляд десерту на основі сиру кисломолочного з полісоллом

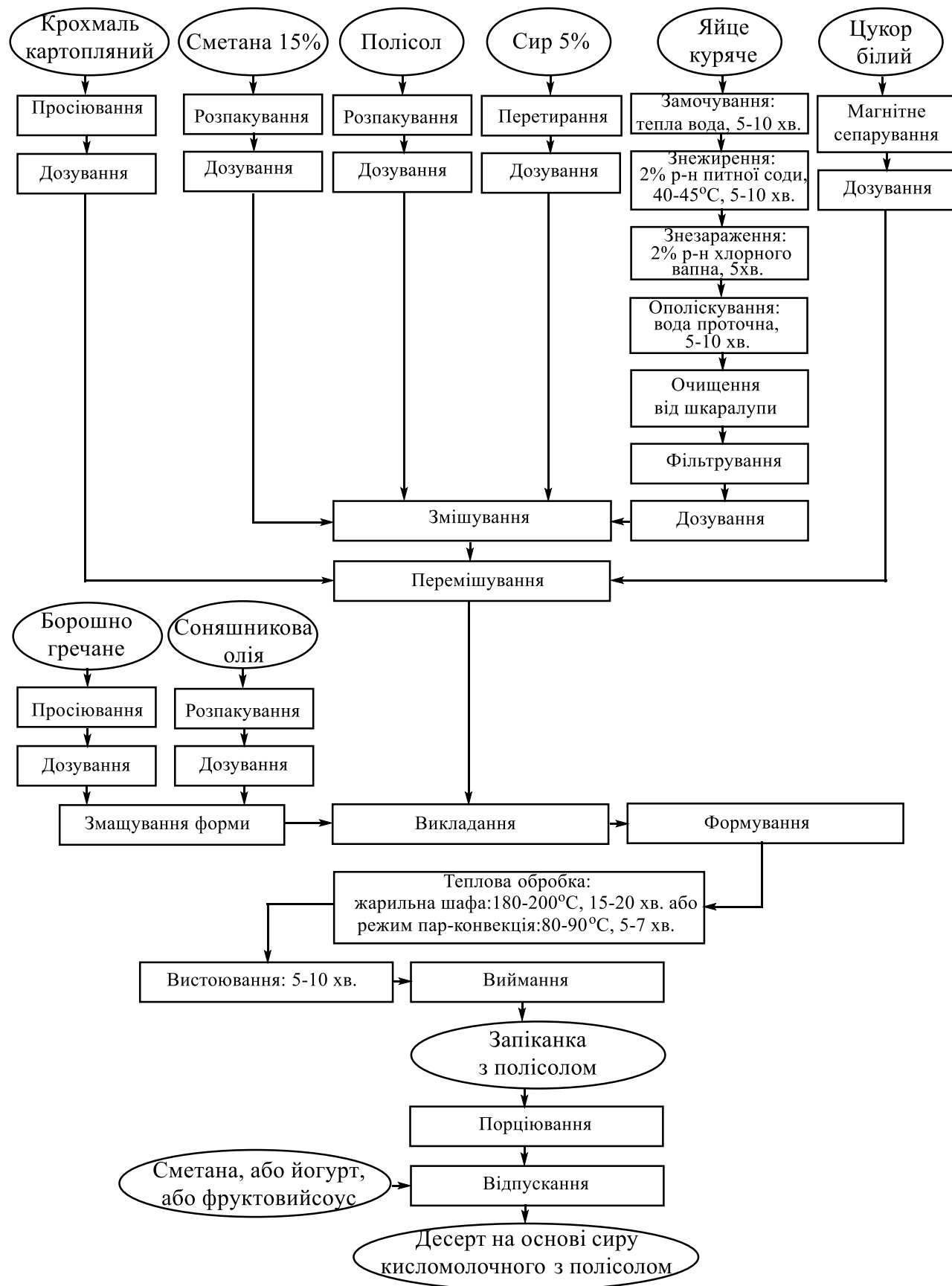


Рисунок 4.25 – Технологічна схема виробництва десерту на основі сиру кисломолочного з полісолем

Технологічний процес виробництва термічно оброблених класичних напівфабрикатів на основі сиру кисломолочного, а саме запіканки, складається з таких операцій: приймання сировини, підготовка компонентів, приготування суміші, формування, випікання, охолодження, пакування та зберігання. Запіканку на основі сиру кисломолочного охолоджують до  $20\pm 2^\circ\text{C}$ , пакують у герметичну тару та зберігають за температури  $4\pm 2^\circ\text{C}$  протягом 10 діб [392].

До теперішнього часу немає достатньо повного уявлення про вплив дієтичної добавки полісолу на фізико-хімічні, структурно-механічні показники десерту на основі сиру кисломолочного з полісоллом. Дослідження показників якості напівфабрикатів і готових виробів наведено в табл. 4.60. Як контроль застосовували зразки напівфабрикатів і готових виробів, виготовлені згідно з рецептурою запіканки з сиру №4269.

Таблиця 4.60 – Структурно-механічні показники і втрати під час термообробки напівфабрикатів на основі сиру кисломолочного з полісоллом

Показник	Запіканка з сиру	
	контроль	з полісоллом
Гранична напруга зсуву, Па	2465,98	2464,76
Високоеластичний модуль $G_{ел} \cdot 10^{-3}$ , Па	7,34	7,71
Пластична в'язкість $\eta^*_{0} \cdot 10^{-7}$ , Па·с	4,57	4,78
Втрати під час термообробки, % запікання в жарильній шафі режим «Пар-конвекція»	17,1 $\pm$ 0,3	16,7 $\pm$ 0,3
	15,7 $\pm$ 0,3	15,3 $\pm$ 0,3

Як показує аналіз результатів (табл. 4.60), зразки нової продукції характеризуються достатніми структурно-механічними характеристиками – на рівні з контролем, зменшеними втратами під час термообробки. Зниження втрат під час термообробки напівфабрикатів з полісоллом порівняно з контролем становить для запікання у жарильній шафі 2,3%, у режимі «Пар-конвекція» – 2,5%.

Досліджено загальний хімічний склад і розраховано енергетичну цінність запіканки з сиру (контроль) і десерту на основі сиру кисломолочного з полісоллом (табл. 4.61). Харчову та енергетичну цінність розраховували для 100 г запіканки з полісоллом на основі сиру кисломолочного продукту за вмістом основних харчових речовин, що входять до складу вихідної сировини з урахуванням втрат при різних технологічних операціях [392].

У складі запіканки контролю за вмісту сухих речовин ( $20,8 \pm 0,2$ )% визначено ( $17,6 \pm 0,2$ )% білкових речовин, що становить 21,6% від сухого залишку; ( $4,2 \pm 0,1$ )% жиру – 66,6% від сухого залишку 14,2±0,1% вуглеводів – 2,9% від сухого залишку і ( $1,9 \pm 0,1$ )% мінеральних речовин. У запіканці з полісоллом за вмісту сухих речовин ( $17,0 \pm 0,2$ )% визначено білку – ( $17,4 \pm 0,2$ )%, що становить 21,2% від сухого залишку, жиру – ( $3,6 \pm 0,1$ )% ( $54,3\%$  від сухого залишку), вуглеводів – ( $11,5 \pm 0,1$ )% ( $3,5\%$  від сухого залишку) і ( $1,9 \pm 0,1$ )% мінеральних речовин.

Таблиця 4.61 – Загальний хімічний склад напівфабрикатів і запіканки на основі сиру кисломолочного з полісоллом

Найменування продукту	Масова частка, %					Кал-ть на 100 г продукту, ккал (енерг.цін. кДж)
	волога	білок	жир	вуглеводи	зола	
Н/ф контроль	$57,5 \pm 0,3$	$17,1 \pm 0,2$	$6,8 \pm 0,1$	$17,6 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$	200 (837)
Запіканка №469	$60,6 \pm 0,2$	$17,6 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,1$	$14,2 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1$	169 (705)
Н/ф з полісоллом	$62,2 \pm 0,2$	$16,8 \pm 0,2$	$5,8 \pm 0,1$	$14,2 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$	176 (742)
Запіканка з полісоллом	$65,7 \pm 0,2$	$17,4 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,1$	$11,5 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1$	147 (616)

Слід відзначити, що розроблений десерт з полісоллом (табл. 4.62) є джерелом таких мінеральних елементів як Кальцій, Магній, Фосфор, Ферум. Вміст вітаміну С завдяки використанню полісола зріс від 0,38 мг% (контроль) до 1,14 мг%.

Основним білком сиру є казеїни – складні білки, що утворюються в результаті молочно-кислого бродіння і, що представляють собою ущільнений і частково зневоднений каркас, пов'язаний з солями кальцію і фосфору. Білок сиру має високу поживну і біологічну цінність, завдяки вмісту всіх незамінних амінокислот, в тому числі дефіцитних метіоніну і лізину.

Особливо важливе значення для організму дітей і підлітків мають у складі білка солі кальцію і фосфору. Кальцій і фосфор в сирі знаходяться в сприятливому для засвоєння співвідношенні (1:1; 1:1,5 або 1:2). Завдяки оптимальному співвідношенню, кальцій засвоюється на 40%, а фосфор – на 60%, в той час як кальцій інших продуктів засвоюється лише на 20–30%, а фосфор – на 10–20%. У розробленому десерті з полісолем кальцій і фосфор знаходяться за наближеного до сприятливого для засвоєння організмом співвідношення 1:1,4.

Таблиця 4.62 – Харчова цінність запіканки з сиру (контроль) і десерту на основі сиру кисломолочного з полісолем, на 100 г

Показник	Запіканка з сиру	
	контроль	з полісолем
Білки, г	17,6±0,2	17,4±0,2
Жири, г	4,2±0,1	3,6±0,1
Вуглеводи, г	14,2±0,1	11,5±0,1
Харчові волокна, г	0,08	0,01
Мінеральні речовини:		
Кальцій мг	131,1	129,5
Магній, мг	24,9	20,7
Фосфор, мг	184,5	185,8
Залізо, мг	0,6	0,7
Вітаміни:		
β-каротин, мкг	17,6	22,2
Тіамін, мг	0,03	0,04
Рибофлавін, мг	0,21	0,25
Ніацин, мг	0,31	0,38
Токоферол, мг	0,35	0,45
Піридоксин, мкг	–	3,9
Фолієва кислота, мкг	–	3,1
Аскорбінова кислота, мг	0,38	1,14
Енергетична цінність, ккал	169	147



Досліджено мікробіологічні показники напівфабрикатів запіканки з полісоллом відповідно вимогам, установленим ДСТУ 5052:2008 «Напівфабрикати із сиру кисломолочного» (табл. 4.63).

Таблиця 4.63 – Мікробіологічні показники напівфабрикатів із сиру кисломолочного з полісоллом

Показник	Значення
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	5-10 <sup>4</sup>
Бактерії групи кишкових паличок (колі-форми) в 1 г	Не виявлено
Бактерії роду <i>Proteus</i> в 0,1 г продукту	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема <i>Salmonella</i> , в 25 г	Не виявлено
<i>Staphylococcus</i> в 0,1 г продукту	Не виявлено

За мікробіологічними показниками напівфабрикати із сиру кисломолочного з полісоллом відповідають чинним вимогам.

Необхідно зазначити, що використання у складі кулінарної продукції полісоллу дозволяє розширити асортимент продукції для оздоровчого харчування, забезпечує стабільні показники її якості, нові споживні властивості. Виробництво нової продукції у вигляді напівфабрикатів сприяє підвищенню ефективності функціонування закладів ресторанного господарства.

Таким чином результати експериментальних досліджень структурно-механічних властивостей, втрат після термообробки, органолептичних, мікробіологічних показників, загального хімічного складу, енергетичної цінності, проаналізованої біологічної цінності доводять, що удосконалена технологія десерту на основі сиру кисломолочного з полісоллом забезпечує виготовлення якісного продукту з високою харчовою і біологічною цінністю, поліпшеним вітамінним профілем для раціонального харчування.

#### 4.4 Удосконалення технологій продуктів на емульсійній основі для людей з порушеним обміном речовин

##### 4.4.1 Технологія емульсійних систем для збагачення харчових продуктів вітаміном D

Під час створення емульсійних систем для введення в харчові продукти ліпофільних речовин, зокрема вітаміну D, необхідно звернути увагу на стабільність емульсій, їх здатність перетравлюватися та біодоступність активних компонентів, що містяться в емульсіях [393 29, 394 30]. Ці вимоги передбачають у створюваних емульсій специфічних структурних та фізико-хімічних характеристик. В роботі [395] йдеться про те, що поєднання молочного протеїну та полісахаридів за певних умов, призводить до отримання емульсій із покращеною стабільністю та здатністю опиратися деградації через дію ферментів. Сиворотковий протеїн добре відомий компонент, що використовується для підвищення стабільності емульсій. Це відбувається через зниження поверхневого натягу та формування захисної мембрани навколо частинок масла [396]. Полісахариди також діють як стабілізатори емульсій шляхом збільшення в'язкості або збільшення міцності гелю сполушної фази. В літературі описані методи створення емульсій на основі протеїнів та полісахаридів за різними механізмами [397, 398]. Оскільки у подальшому стабільність та фізико-хімічні властивості емульсій впливатимуть на здатність емульсії перетравлюватися цей аспект також був детально досліджений [399-401]. Залежно від фізико-хімічних властивостей міжфазного шару, що оточує ліпідні краплі, вони можуть руйнуватися або злипатися, коли емульсія проходить крізь рот у шлунок, а потім в кишечник, одночасно змінюючи площу поверхні ліпиду, що піддається впливу ферментів [402]. Іншим явищем, що впливає на властивості міжфазного шару, є здатність липаз шлунка і підшлункової залози адсорбуватися на його поверхнях, таким чином змінюється вплив липаз на ліпіди, що містяться в краплях [403]. Дослідження показують, що контроль міжфазних

характеристик крапель, а також зміна структури та склада емульсій впливають на швидкість або ступінь перетравлювання та абсорбції ліпідів [404, 405].

Вплив різних біополімерних сіток на порушення травлення казеїно-моногліцерид-стабілізованих емульсій досліджували [406]. Визначено, що швидкість ліполізу суттєво корелює зі ступенем часткової коалесценції емульсії, стабілізованої казеїном-моногліцеридом, на що безпосередньо впливали структурні властивості біополімерної сітки.

Ще одним активним напрямком досліджень є розробка нових моделей травлення *in vitro* для досліджень емульсій. Мета моделей *in vitro* – зрозуміти структурні зміни, засвоюваність та вивільнення емульсій при імітуванні умов шлунково-кишкового тракту.

Однак результати моделей травлення *in vitro* часто відрізняються від результатів, що було отримано під час вивчення *in vivo* моделей через труднощі в точному моделюванні дуже складних фізико-хімічних та фізіологічних подій, що відбуваються в травних трактах людини [407]. Найбільш часто використовуються наступні ферменти: пепсин, панкреатин, трипсин, хімотрипсин, пептидази, амілаза та ліпази. В одних дослідженнях ці ферменти використовуються як окремі очищені ферменти, тоді як в інших – як складна біологічна суміш. Використання одного ферменту полегшує стандартизацію моделей травлення *in vitro*, що дозволяє більш послідовно проводити порівняння між лабораторіями [408]. Існує кілька досліджень *in vitro*, в яких були використані ферменти, зібрані у людей [409]. Ці дослідження виявили різні схеми травлення сироваткових білків людськими шлунково-кишковими ферментами порівняно з комерційними травними ферментами та дали можливість зробити висновки щодо оптимального використання травних соків людини в дослідженнях травлення *in vitro*.

Як вже було зазначено, під час дослідження були виготовлені емульсії масло-вода, стабілізовані молоком сухим знежирене ТМ СТО ПУДОВ – 32% білка, 1,5% жиру; харчовою добавкою Whey Protein, бренд QNT (78,3 % білку – сироватковий концентрат та сироватковий ізолят); харчовою добавкою

Vegan Protein, бренд QNT (77,12% білку – ізолят горохового білку та ізолят рисового білку).

До складу усіх емульсій було введено аніонний полісахарид – На-карбоксиметилцеллюлоза (СМС). Емульсії були отримані з використанням принципу послідовної адсорбції при рН7. Дослідження (Malinauskite & Leskauskaitė, 2013) показали, що цей метод стабілізації емульсії призвів до утворення стабільних емульсій, в яких крапля жиру захищена адсорбованим її поверхні білковим шаром. Крім того, захисну функцію несе полісахарид, який утворює мережу шляхом гелеутворення у водній фазі емульсії. В цій же роботі зроблене припущення, що присутність КМЦ в водній фазі збільшить фізичну стабільність ліпідних крапель, уповільнюючи гідроліз ліпідів.

В якості масляної фази було використано олію соняшникову дезодоровану виморожену ТМ Олейна (масова частка насичених жирів не більше 12%; масова частка мононенасичених жирів – 14-35%; поліненасичених жирів – 50-75%). Карбоксіметилцеллюлоза (СМС), що була використана під час приготування емульсій мала наступні характеристики: чистота  $\geq 99,5 \pm 3\%$  та в'язкість 2% розчину за температури 25°C дорівнювала 1000-3000 mPas (Carl ROTH GmbH Co).

Розміри частинок і їх розподіл за розмірами мають прямий вплив на такі властивості матеріалу, як «стійкість» суспензії чи емульсії. Щоб забезпечити таку стійкість, сила тяжіння, яка діє на частинки, повинна компенсуватися «виштовхувальною» силою рідини. Нестабільні емульсії можуть стати причиною різних порушень в багатьох галузях, в яких однорідність є важливим критерієм для сприйняття продукції.

Розподіл розмірів часточок емульсій було визначено методом динамічного розсіювання світла (DSL- Dynamic Light Scattering). Дзета-потенціал частинок або молекул визначається шляхом вимірювання їх швидкості при русі в процесі електрофорезу.

Під час проведення досліджень подібного типу емульсій слід враховувати наявність проблем із агрегацією крапель. Розподіли крапель за

розмірами пластивцеподібних емульсій, визначені за допомогою лазерної дифракції, слід розглядати як приблизні. Теорія, яка використовується комерційними приладами для розрахунку розподілу за розмірами, передбачає, що частки є ізольованими однорідними сферами з чітко визначеними оптичними властивостями. У пластивцеподібних емульсіях краплі об'єднуються в досить пухкі, несферичні і гетерогенні «частки», які мають погано визначені оптичні властивості. Таким чином, розподіл часток за розмірами, яке визначається розсіюванням світла, є лише приблизним показником фактичного розміру пластивців. Крім того, емульсії часто необхідно розбавляти (щоб виключити багаторазові розсіюючі ефекти) і перемішувати (щоб вони були однорідними) перед проведенням вимірювань.

Розведення і перемішування можуть зруйнувати будь-які слабо флокульовані краплі, але залишать сильно флокульовані краплі у незмінному стані. Таким чином, отриманий розподіл часток за розмірами буде залежати від ступеня розведення і механічного перемішування, які були проведені із зразком, а також від характеристик розчину, що використовувався для проведення розведення (наприклад, рН, іонна сила, температура).

Вибір відповідного розчину для розведення емульсій, що піддаються флокуляції в концентрованому стані, але можуть піддатися флокуляції, якщо їх розбавити невідповідним розчином. Як правило, рекомендується розбавляти емульсію розчином, який має ті ж властивості і склад, що і її безперервна фаза.

Сильне розведення емульсії, стабілізованої певним сурфактантом, може призвести до того, що деякі молекули сурфактанту перемістяться з поверхні краплі в безперервну фазу. Цей процес може стати причиною нестабільності і злиття крапель в розведеній емульсії.

Слід підкреслити, що гранулометричний склад багатьох харчових емульсій не може бути адекватно описаний простими математичними моделями, запропонованими раніше. Бімодальні розподіли, які характеризуються двома піками, часто зустрічаються в харчових емульсіях,

наприклад, через флокуляції крапель або злиття. Для цих систем часто краще представити дані у вигляді повного розподілу часток за розмірами; в іншому випадку можуть виникнути значні помилки, якщо модель використовується. Проблема подібного роду може виникати, коли використовується аналітичний інструмент, який передбачає певну математичну модель під час розрахунку розподілу часток за розмірами. Якщо математична модель не підходить, то прилад все одно може повідомити про розподіл часток за розмірами, але цей розподіл буде неправильним. Тому користувач приладу повинен знати про цю потенційну проблему і, при необхідності, забезпечувати правильність математичної моделі, використовуючи деякий незалежний метод перевірки розподілу часток по розмірам. (наприклад, мікроскопія). Наприклад, статичний світлорозсіючий прилад обчислює розподіл часток за розмірами за вимірною лазерною дифракцією, припускаючи, що частинки, які розсіюють світло є сферичними і однорідними. Для пластівцеподібної емульсії, такої як показана на рисунку 4.26 [410], деякі частинки є несферичними і неоднорідними, і тому представлені дані слід розглядати лише як вказівку на фактичний розподіл часток за розмірами і ці данні повинні бути підтвердженими за допомогою іншого методу, такого як, наприклад, мікроскопія.

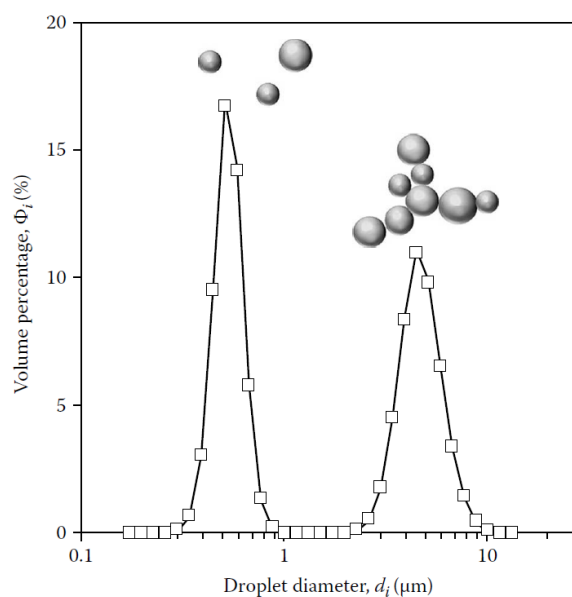


Рисунок 4.26 – Розподіл часточок для пластівцеподібної емульсії (деякі частинки є несферичними і неоднорідними)

Дослідження [411], показали, що при використанні методу, що базується на принципі послідовної адсорбції речовин при рН середовища, що дорівнює 7, можливе утворення стабільних емульсій, в яких крапля жиру захищена адсорбованим на поверхні жирової краплини білковим шаром. Додатково авторами зроблене припущення про можливість фізичної стабілізації ліпідних крапель за рахунок утворення просторової сітки в результаті гелеутворення КМЦ та уповільнена тим самим процесу гідролізу ліпідів. Зазначений метод був використаний в проведеному дослідженні для отримання зразків харчових емульсій (табл. 4.64).

Таблиця 4.64 – Склад дослідних зразків харчових емульсій

Інгредієнт	Зразок емульсії			
	ЕСМ1	ЕСМ2	ЕСП	ЕРП
	Вміст, %			
Олію соняшникова	40.0	40.0	40.0	40.0
Вміст білку в емульсії (джерело білку – молоко сухе знежирене, 32% білку)	1.0	2.0		
Вміст білку в емульсії (джерело білку – харчова добавка Whey Protein)			2.0	
Вміст білку в емульсії (джерело білку – харчова добавка Vegan Protein)				2.0
Na-карбоксиметилцелюлоза	0.75	0.75	0.75	0.75
Вода дистильована+розчин NaOH	58.3	57.3	57.3	57.3
Всього	100.0	100.0	100.0	100.0

З використанням приведених в табл. 4.64 інгредієнтів були приготовлені чотири прямих емульсії типу масло-вода (м/в), які відрізнялися одна від іншої присутністю різних білкових емульгаторів. В емульсіях ЕСМ1 та ЕСМ2 був використаний один і той самий носій білку – молоко сухе знежирене. Емульсії виготовлялися наступним чином: розчин СМС із масовою часткою 2% та розчини білкових препаратів із масовою часткою білку 10% виготовляли на дистильованій воді. Після чого розчини перемішували протягом години за допомогою магнітної мішалки. рН суміші приводилося до значення 7 шляхом додавання 0,1 н розчину NaOH. Емульсію

отримували шляхом диспергування масляної фази (олії соняшникової) в суміш СМС та розчину білка протягом 5 хв при 24 000 об/хв. на гомогенізаторі диспергаторі ULTRA-TORRAX T18BASIC. Масляний розчин вітаміну D3 додавався до суміші під час перемішування на 4 хвилині для запобігання окиснення вітаміну D киснем повітря. Після процедури приготування емульсія містила 40 г/100г соняшникової олії, 2 г/100г білку, 0,75 г/100г СМС та 2,0 мкг/г вітаміну D3. Результати вивчення стійкості емульсій наведено у таблиці 4.65.

Таблиця 4.65 – Стійкість зразків харчових емульсій, що були виготовлені в дослідженні

Найменування зразка	Емульсія ЕСМ2	Емульсія ЕСП	Емульсія ЕРП
Стійкість емульсії, %	100	100	100

Таким чином, з'ясовано, що незалежно від вибору джерела та типу білка – молочний або рослинний, емульсії цього типу мають стійкість 100%. Треба зазначити, що сухе молоко, не дивлячись на досить низький, порівняно із двома іншими джерелами білку, вміст білка – 32%, дає гарний результат щодо стабілізації емульсії. Цей факт свідчить, що його використання економічно доцільне порівняно з більш дорогими носіями білку, не дивлячись на те, що вміст білку в них приблизно складає 70%. Основні параметри емульсії наведено в табл. 4.66.

Таблиця 4.66 – Основні параметри емульсій м/в, визначені шляхом фотонно-кореляційної спектроскопії

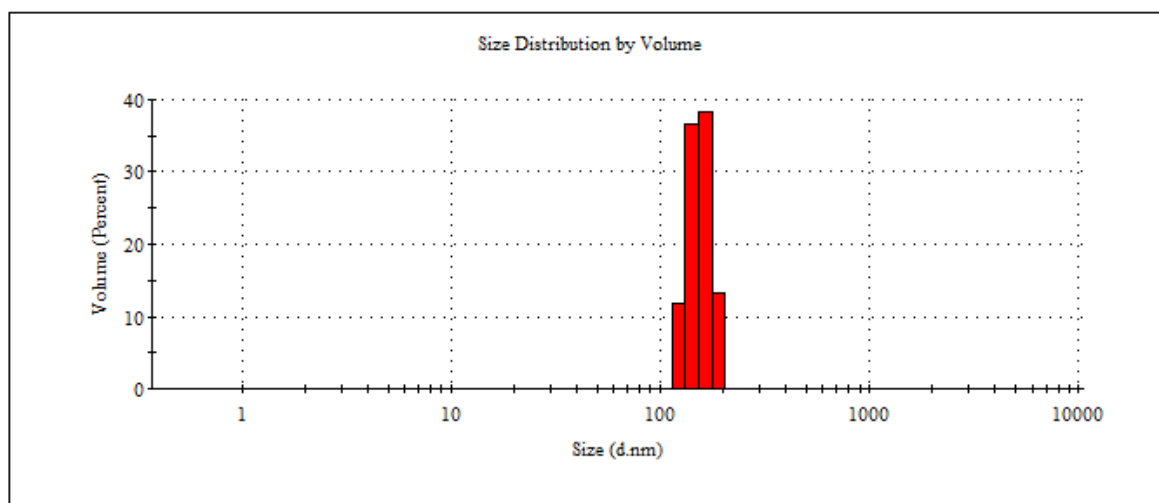
Інгредієнт	Зразок емульсії			
	ЕСМ1	ЕСМ2	ЕСП	ЕРП
Середній розмір часточок, нм	2914	4131	1797	4107
Середній $\xi$ потенціал, мВ			-59.5	-101.0
Електрофоретична рухливість, мксм/Вс			-2.163	-3.655
Електрична провідність, мксм/см			42.9	27.8

Шляхом методу динамічного розсіювання світла було отримано розподіл часточок емульсії масло-вода за розмірами. На рисунках 4.27–4.29 наведено результати дослідження.



	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
<b>Z-Average (d.nm): 8861</b>	<b>Peak 1:</b> 154,3	100,0	11,13
<b>Pdl: 0,325</b>	<b>Peak 2:</b> 0,000	0,0	0,000
<b>Intercept: 0,839</b>	<b>Peak 3:</b> 0,000	0,0	0,000

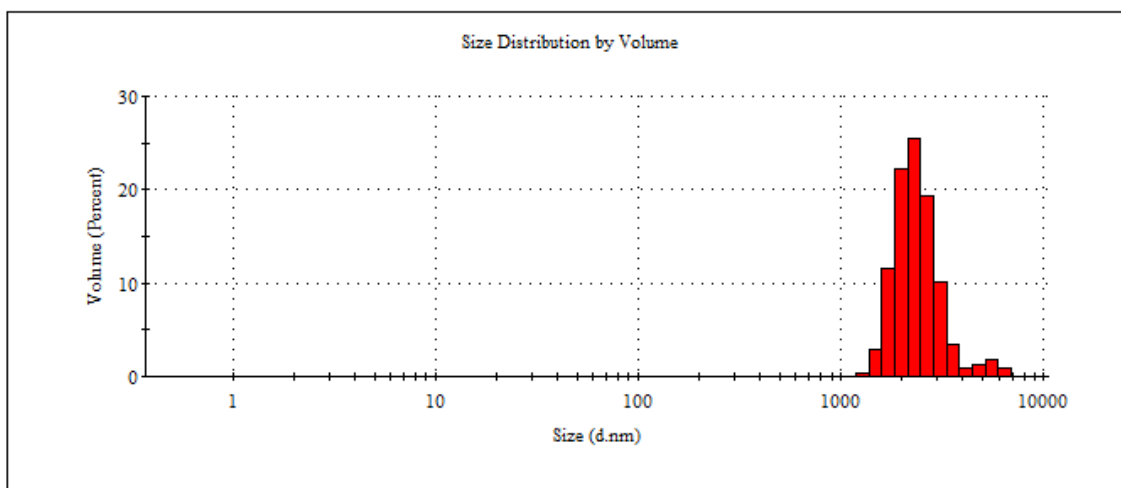
**Result quality : Refer to quality report**



a)

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
<b>Z-Average (d.nm): 4131</b>	<b>Peak 1:</b> 2448	85,7	505,8
<b>Pdl: 0,308</b>	<b>Peak 2:</b> 5436	14,3	280,1
<b>Intercept: 0,923</b>	<b>Peak 3:</b> 0,000	0,0	0,000

**Result quality : Good**



б)

Рисунок 4.27 – Розподіл часточок емульсії ЕСМ2 за розмірами: диспергування гомогенізатором за швидкості 14000 об/хв (а) та 24000 об/хв

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
<b>Z-Average (d.nm):</b> 2914	<b>Peak 1:</b> 4842	66,2	712,1
<b>Pdl:</b> 0,619	<b>Peak 2:</b> 828,0	28,8	267,3
<b>Intercept:</b> 0,836	<b>Peak 3:</b> 158,0	5,0	45,50
<b>Result quality : Refer to quality report</b>			

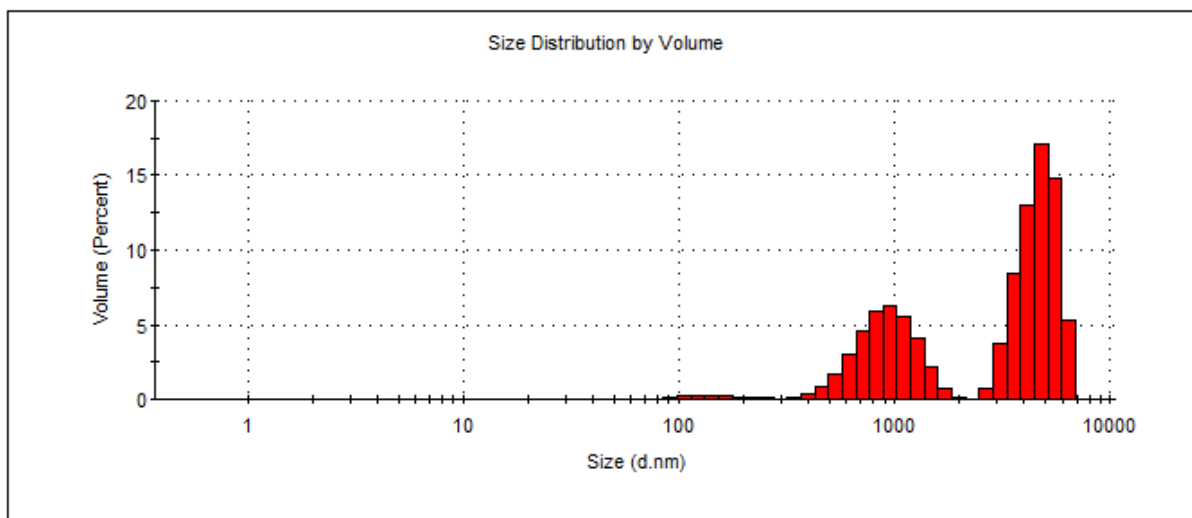
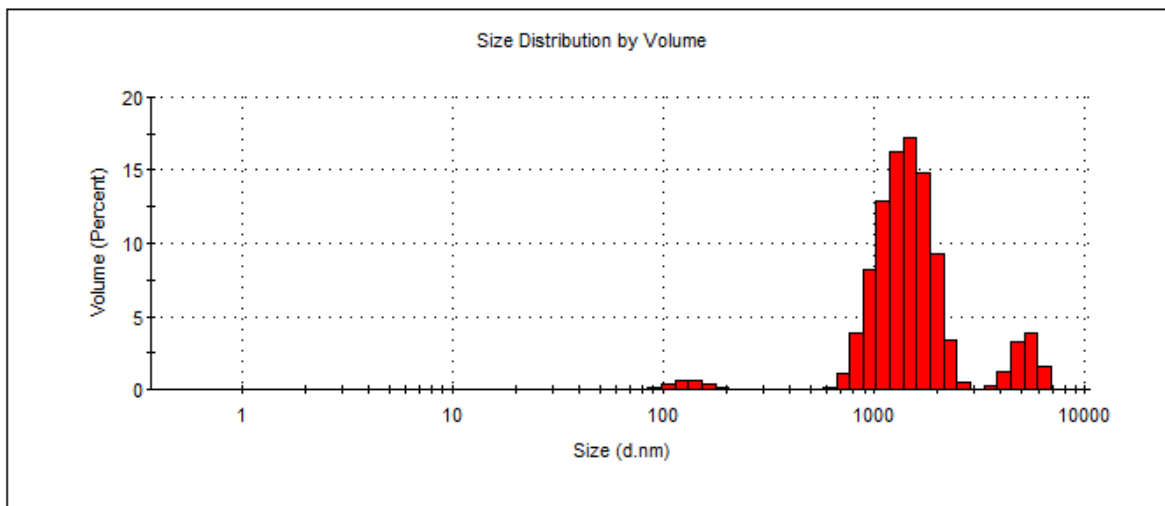


Рисунок 4.28 – Розподіл часточок емульсії ЕСМ1 за розмірами: диспергування гомогенізатором за швидкості 24000 об/хв

У результаті дослідження залежності середнього розміру часточок емульсії масло-вода від природи білку з'ясовано, що найменший середній розмір має емульсія стабілізована харчовою добавкою Whey Protein – 1797 нм, харчова добавка Vegan Protein та сухе знежирене молоко дають емульсії із приблизно однаковими середніми розмірами часточок – 4107 нм і 4131 нм відповідно. Визначені  $\xi$  потенціали емульсій також характеризують отримані системи, як стійкі.

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
<b>Z-Average (d.nm):</b> 1797	<b>Peak 1:</b> 1307	66,8	332,5
<b>Pdl:</b> 0,644	<b>Peak 2:</b> 5250	20,7	443,9
<b>Intercept:</b> 0,845	<b>Peak 3:</b> 142,0	12,5	23,39

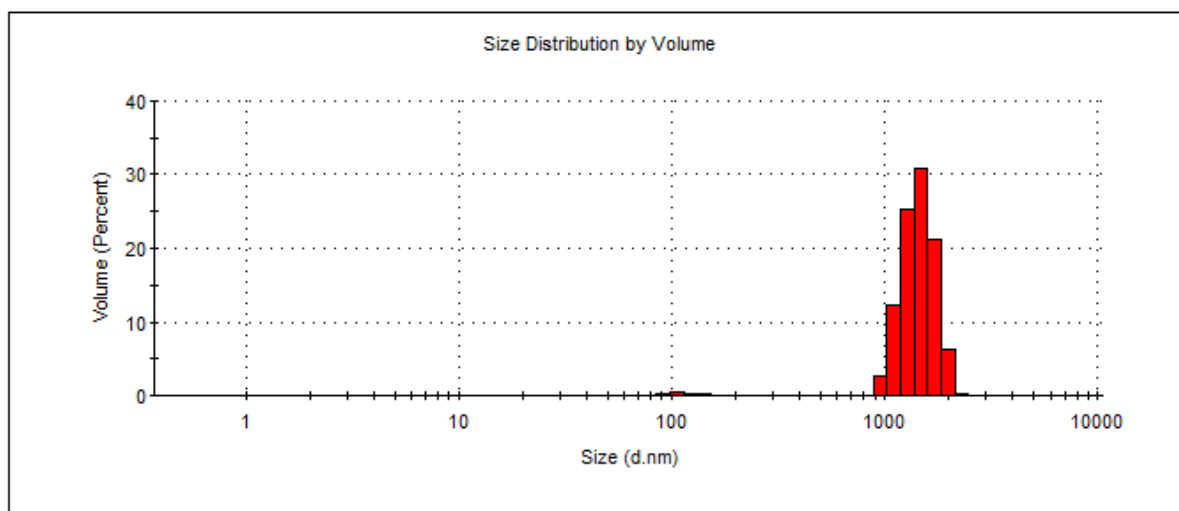
**Result quality :** Refer to quality report



a)

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
<b>Z-Average (d.nm):</b> 4107	<b>Peak 1:</b> 1406	93,5	197,2
<b>Pdl:</b> 0,542	<b>Peak 2:</b> 113,7	6,5	13,56
<b>Intercept:</b> 0,761	<b>Peak 3:</b> 0,000	0,0	0,000

**Result quality :** Refer to quality report



б)

Рисунок 4.29 – Розподіл часточок емульсій ЕСП (а) та ЕРП (б) за розмірами: диспергування гомогенізатором при швидкості 24000 об/хв.

Досліджено реологічні властивості інгредієнтів та емульсій масло-вода. На рис. 4.30 показана залежність напруги зсуву від швидкості деформації зсуву для всіх досліджених систем. Отримані реограми демонструють типову поведінку рідин з неньютонівської характером течії в діапазоні вивчених швидкостей зсуву  $1-800 \text{ c}^{-1}$ .

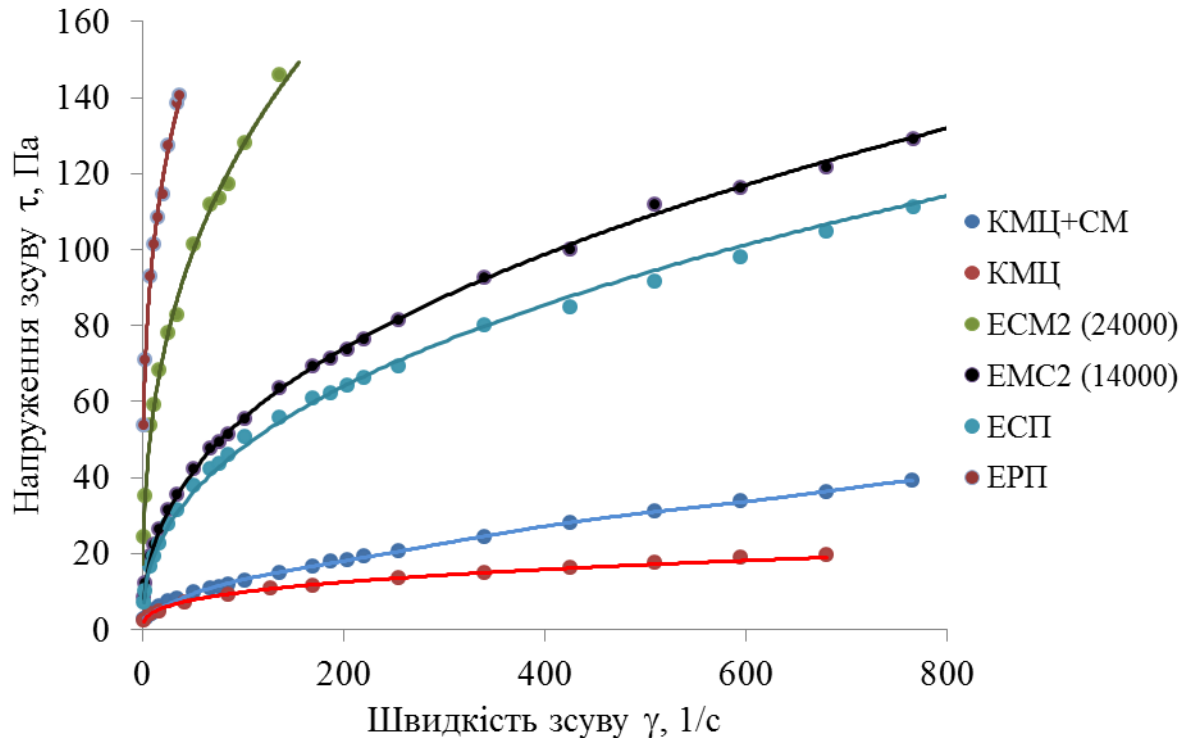


Рисунок 4.30 – Залежність напруги зсуву від швидкості зсуву для наступних систем: КМЦ – розчин натрій карбоксиметилцелюлози з масовою часткою 0,75%; розчин карбоксиметилцелюлози натрія з масовою часткою 0,75% і молока сухого знежиреного з масовою часткою білка 2%; ЕСМ2 (14000) і ЕСМ2 (24000 об/хв) – харчові емульсії ЕСМ2, отримані диспергуванням гомогенізатором за швидкості обертів двигуна 14000 об/хв і 24000 об/хв; ЕСП і ЕРП

Виходячи з того факту, що системи були вивчені в недостатньо широкому діапазоні швидкостей зсуву, для цілей апроксимації експериментальних даних були розглянуті найбільш часто використовувані для дослідження співвідношення між напругою зсуву і швидкістю зсуву харчових матеріалів наступні моделі: статична модель Оствальда 4.2, модель Гершеля-Балклі 4.3:

$$\tau = K\gamma^n \quad (4.2)$$

$$\tau = \tau_0 + K\gamma^n, \quad (4.3)$$

де  $\tau_0$  – динамічна максимальне напруження зсуву,  $K$  і  $n$  – емпіричні сталі.

Аналіз отриманих результатів з точки зору порівняння коефіцієнта кореляції і середньоквадратичного відхилення експериментальних даних від розрахованих за рівнянням нелінійної регресії показав, що найкращою апроксимуючою здатність має модель Оствальда. Слід відмітити, що в багатьох випадках розрахунки за моделлю Гершеля-Балклі призводить до негативних значень максимальне напруження зсуву. Це не має ніякого сенсу. Тому в подальшому аналіз кривих залежності напруження зсуву від швидкості зсуву провидили за рівнянням 4.2. Дана модель отримала широке поширення для опису різноманітних харчових систем. Зазначена модель як недолік має факт фізичної необґрунтованості коефіцієнта показника ступеня  $n$ . Однак, в деяких реологічних дослідженнях постійна  $n$  розглядається в якості індексу плинності. Його значення менше одиниці для псевдопластичних, дорівнює одиниці для ньютонівських і вище одиниці для дилатантні рідини. Проведені розрахунки представлені в табл. 4.67.

Таблиця 4.67 – Коефіцієнти рівняння Оствальда для опису залежності напруги зсуву від швидкості

Система	$K$	$n$	$R^2$
ЕСМ2 (14000)	8.11	0.417	0.999
ЕСМ2 (24000)	24.41	0.359	0.998
ЕСП	7.04	0.417	0.999
ЕРП	53.6	0.266	0.998

Отримані згідно з розрахунками величини  $n$  менше одиниці для всіх систем, що свідчить про їх типовий псевдопластичний тип течії.

Із величин напруги і швидкості зсуву згідно з рівнянням 4.2 були розраховані величини ефективною динамічної в'язкості досліджених емульсій, а також водних розчин карбоксиметилцелюлози натрія з масовою

часткою 0.68% та розчину суміші карбоксиметилцелюлози натрія з масовою часткою 0.68% та молока сухого знежиреного з масовою часткою білка 2% в дослідженому діапазоні швидкостей зсуву (рис. 4.31).

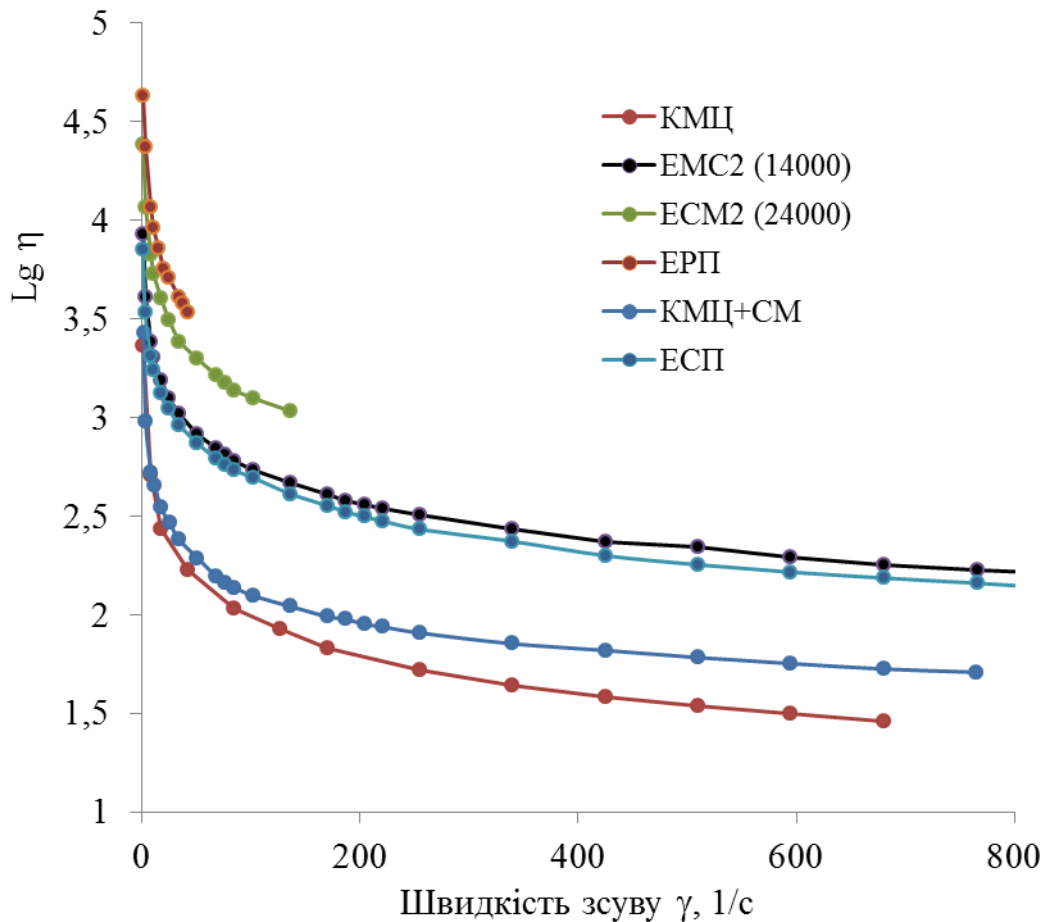


Рисунок 4.31 – Залежність логарифма в'язкості харчових систем від швидкості зсуву: КМЦ – розчин карбоксиметилцелюлози натрія з масовою часткою 0,68%; розчин карбоксиметилцелюлози натрія з масовою часткою 0,68% і молока сухого знежиреного з масовою часткою білка 2%; ЕМС2 (14000) і ЕМС2 (24000) – харчові емульсії ЕМС2, отримані диспергуванням гомогенізатором за швидкості обертання двигуна 14000 об/хв і 24000 об/хв; ЕСП і ЕРП

Як видно з рисунку 4.31 в'язкість залежить від швидкості зсуву, що характерно для нен'ютонівських рідин. Зі збільшенням швидкості зсуву величина в'язкості зменшується. Величина в'язкості емульсій значно, майже на порядок, переважає аналогічну величину водних розчинів карбоксиметилцелюлози та її суміші в розчині з молоком сухим знежиреним, речовин, що є інгредієнтами емульсій. Це свідчить про те, що основний вклад

в величину в'язкості емульсії вносить ефект, пов'язаний з колоїдною взаємодією складових емульсії. А в'язкість розчину КМЦ як згущувача збільшує цю величину на певний відсоток (до 30%).

На рис. 4.32 приведена залежність в'язкості емульсії ЕМС2 від напруги зсуву для різних умов отримання емульсії.

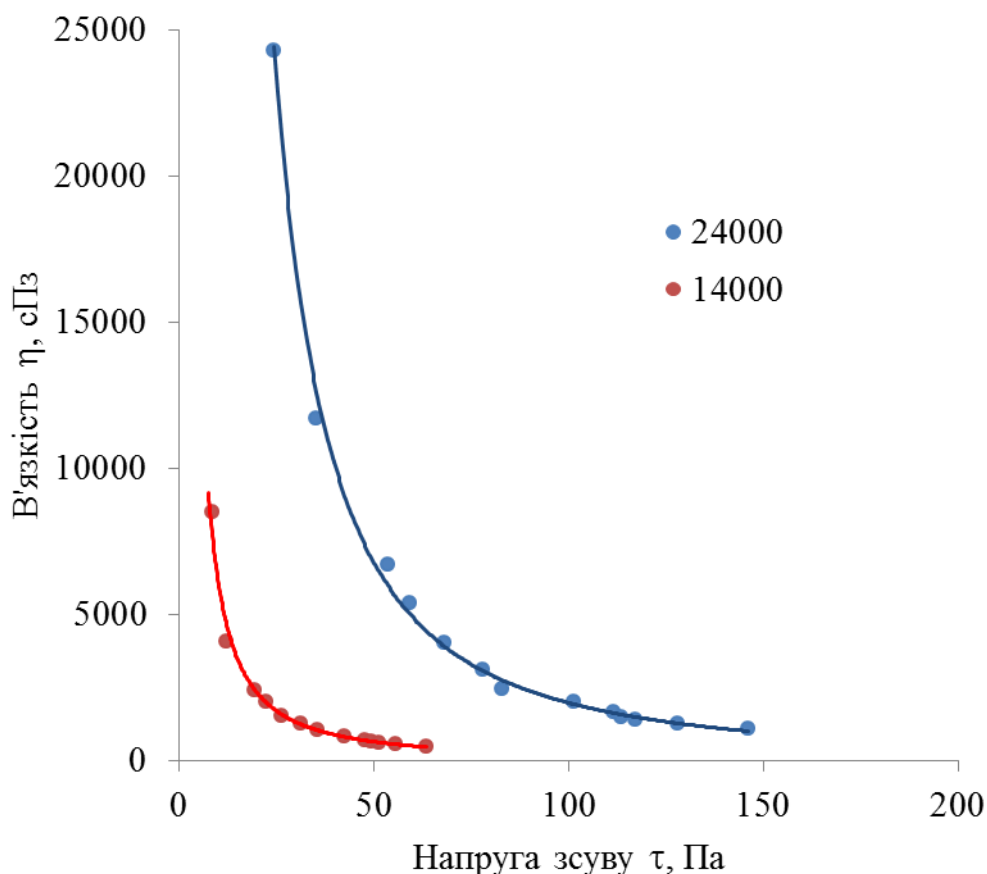


Рисунок 4.32 – Залежність в'язкості харчових емульсій ЕМС2, отриманих диспергуванням гомогенізатором при швидкості обертання двигуна 14000 та 24000 об/хв, від напруги зсуву

З рисунку 4.32 видно, що емульсія ЕМС2, утворена шляхом гомогенізації за швидкості обертання двигуна 24000 об/хв, має більше значення в'язкості за певного значення напруги зсуву, ніж така ж емульсія, але отримана за швидкості 14000 об/хв. Відмічаємо, що в'язкість за певного значення напруги зсуву більша для емульсій з меншим середнім розміром жирових капель. Особливо ця тенденція спостерігається за низких значень

напруги зсуву. В той час, як при збільшенні значення  $\tau$  різниці у в'язкості емульсій майже зникає, що пов'язано з тим, що за значної напруги зсуву відбувається руйнування структури емульсії.

Дослідження реологічних властивостей емульсій показали, що залежності напруги зсуву від швидкості деформації зсуву для всіх досліджених систем демонструють типову поведінку рідин з неньютонівської характером течії в діапазоні вивчених швидкостей зсуву  $1-800 \text{ c}^{-1}$ .

Принципова технологічна схема виготовлення емульсійних систем для введення вітаміну D у харчові продукти наведена на рис. 4.33.

Таким чином можна зробити висновок, що всі білкові суміші, використані в якості емульгаторів можуть бути застосовані для виробництва емульсій із інкапсульованим вітаміном D для харчової промисловості. Оскільки вони всі відповідають вимогам щодо емульсій, як систем доставки жиророзчинних біологічно активних речовин. Але, слід звернути увагу на те, що вартість сухого знежиреного молока, порівняно із харчовими добавками, що містять білок різної природи у високих концентраціях, набагато менша. Тому, доцільно, з оглядом на економічну складову технології, продовжити дослідження емульсій масло-вода на основі олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої, СМС та сухого знежиреного молока в якості носія білка. Головними задачами майбутніх досліджень є перевірка біодоступності вітаміну D під час їх перетравлювання.





Рисунок 4.33 – Принципова технологічна схема виготовлення харчової емульсії масло-вода

Рівні збагачення харчової продукції масового споживання мають бути гармонізовані з європейськими і вітчизняними нормативними документами та становлять не менше 15 і не більше 50% від норм фізіологічної потреби в усередненій добовій порції (в 100 г або 100 мл або на 100 ккал для продуктів з енергетичною цінністю понад 350 ккал на 100 г) або в одній упаковці продукту (якщо вона містить одну його порцію) [412,413].

Емульсії масло-вода з інкапсульованим вітаміном D3, стабілізовані молочним білком і карбоксиметилцелюлозою (КМЦ), виготовляли з таким розрахунком, щоб кінцева емульсія містила 80МО холекальциферолу на 1 г емульсії.

4.4.2 Технологія м'ясних січених виробів з нетрадиційною рослинною сировиною

**Битки парові з функціональним напівфабрикатом пажитника.** Пажитник застосовують як емульгуювальний агент (містить такі відомі структуроутворювачі як галактоманани, пектинові речовини, а також поверхнево-активні речовини – фосфоліпіди, діацилгліцерини жирних кислот ліпідів). У зв'язку з чим досліджено закономірності впливу пажитника на функціонально-технологічні властивості фаршевих м'ясних емульсій. Для приготування фаршевих м'ясних емульсій пажитник мелений з метою поліпшення гідратації та емульгуювальної функції замочували в 1/3 масової частки води за температури 16–18°C упродовж 5 хв. Рецептури фаршевих систем на основі котлетного м'яса яловичини, виготовлених з використанням меленого насіння пажитника представлено у таблиці 4.68.

Таблиця 4.68 – Рецептури фаршевих систем з котлетного м'яса яловичини, виготовлених з використанням меленого пажитника

№ зразка	Вміст рецептурних компонентів, г/100 г					
	М'ясо яловичини	Хліб гречаний	Вода питна	Олія СРД	Сіль кухонна	Пажитник мелений
1 (контроль)	62,2	15,1	18,5	3,4	0,8	–
2	62,2	13,4	18,5	3,4	0,8	1,7
3	62,2	11,7	18,5	3,4	0,8	3,4

Розробка нової продукції у вигляді МСВ передбачає використання додаткових рецептурних компонентів, зокрема, солі кухонної, яка як компонент емульсії забезпечує розчинність м'язових білків, формує смак і підвищує стійкість продуктів під час зберігання. Аналітично встановлено, що раціональна концентрація солі кухонної становить 1,0–1,2% у фарші з дрібним подрібненням (досягається м'ясорубкою з діаметром отворів решітки  $(2-3) \cdot 10^{-3}$  м).

Результати дослідження впливу емульгуювальних сполук пажитника на стійкість фаршевих м'ясних емульсій наведено в табл. 4.69.

Таблиця 4.69 – Порівняння стійкості фаршевої м'ясної емульсії залежно від масової частки пажитника

$W_{\text{паж.}}, \%$	Стійкість емульсії СЕ, %
0 (контроль)	89,8±0,4
1,7	92,5±0,3
3,4	94,2±0,5

Результати досліджень (табл. 4.69) свідчать, що показник СЕ для зразків фаршів з пажитником значно перевищує дані контрольного зразка – на 3,0 і 4,9% відповідно для зразків з масовою часткою пажитника 1,7 і 3,4%.

За отриманих результатів, що демонструють поліпшення емульгуювальних властивостей у фаршевих м'ясних емульсіях з гідратованим пажитником, подальші дослідження спрямовані на визначення шляхів регулювання функціонально-технологічних властивостей фаршевих систем і вивчення їх вологоутримувальної (ВУЗ) і жирутримувальної (ЖУЗ) здатності. Їх формування значною мірою визначається особливостями складу, властивостей і структури основних компонентів. Вивчення закономірностей впливу гідратованого пажитника на функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини проводилося на зразках м'ясних фаршів, виготовлених згідно з рецептурами (табл. 4.68).

Вологоутримувальна здатність білкових речовин, як і ступінь дисперсності компонентів фаршу, має вирішальне значення для міцності, однорідності,

зв'язності структури, а також виходу готової продукції. Результати досліджень зміни ВУЗ і ЖУЗ фаршевих м'ясних емульсій залежно від масової частки введеного пажитника наведено в табл. 4.70.

Таблиця 4.70 – Функціонально-технологічні властивості фаршевої м'ясної емульсії залежно від масової частки пажитника

$W_{\text{паж.}}, \%$	ЖУЗ, %	ВУЗ, %
0 (контроль)	15,91±0,28	73,40±0,40
1,7	16,92±0,29	75,74±0,41
3,4	17,26±0,21	77,04±0,37

Визначено (табл. 4.70), що для м'ясної сировини з дрібним подрібненням показники ЖУЗ і ВУЗ підвищуються з уведенням гідратованого пажитника до фаршевих м'ясних емульсій і перевищують порівняно з контрольними зразками абсолютні значення цих показників відповідно на 1,01 і 2,34% (відносні – 6,3 і 3,2%). Збільшення масової частки пажитника у фарші від 1,7 до 3,4% підвищує показник ВУЗ на 1,7%; показник ЖУЗ змінюється на 2,1%.

Підвищення СЕ зразків з гідратованим пажитником можна пояснити поліпшенням диспергування жирових часток олії в білковому матриці внаслідок утворення більш рівномірних за розмірами часток жиру, асоційованих з поверхнево-активними сполуками ліпідів пажитника, а також за рахунок зміцнення структурних елементів білкового матриксу завдяки вмісту галактомананів, пектинових речовин та інших полісахаридів харчових волокон пажитника.

Завдяки антиоксидантній активності фенольних речовин пажитник перспективний для застосування як харчовий консервант для запобігання пероксидного окиснення ліпідів. Тому було проведено визначення основних фізико-хімічних показників ліпідів зразків м'ясних фаршевих систем з гідратованим пажитником. Визначене пероксидне число виявилось меншим для зразків з пажитником порівняно з контролем. Це підтверджує суттєвий вплив антиоксидантів, зокрема флавоноїдів, кумаринів, фенолокіслот, оксикоричних

кислот, на уповільнення окисної деструкції ліпідів і накопичення первинних продуктів окиснення – пероксидів і гідропероксидів. Величина кислотного числа ліпідів зразків з гідратованим пажитником також була меншою (на 25,3–35,1%) порівняно з контролем (пажитник відсутній). Отриманий результат показує уповільнення гідролізу ліпідів і значно менше накопичення вільних жирних кислот. Проведені дослідження показали, що використання гідратованого пажитника у фаршевих м'ясних системах дозволяє регулювати функціонально-технологічні властивості м'ясних фаршевих систем і уповільнювати процеси псування ліпідних компонентів.

Зразки, виготовлені на основі модельного м'ясного фаршу з 1,7 і 3,4% пажитника (табл. 4.68) у гідратованому вигляді, було термооброблено способами варіння на парі й запікання і досліджено показники втрат під час термообробки (табл. 4.71).

Результати визначення показали для зразків №2, №3 з пажитником зниження втрат під час термообробки запіканням відповідно до  $15,4 \pm 0,3\%$  (4,9%) і  $15,1 \pm 0,3$  (6,8%) порівняно з втратами  $16,2 \pm 0,3\%$  для зразка 1 (контроль не містить пажитник).

Таблиця 4.71 – Масова частка втрат після термообробки зразків м'ясних фаршевих систем з гідратованим пажитником

Найменування основного способу термообробки	Втрати під час термообробки, %		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Запікання	$16,2 \pm 0,3$	$15,4 \pm 0,3$	$15,1 \pm 0,3$
Варіння на парі	$15,4 \pm 0,3$	$14,5 \pm 0,3$	$13,8 \pm 0,3$

Для способу варіння на парі також відмічено зниження втрат маси зразків з пажитником порівняно з втратами 15,4% (контрольний зразок №1): зразок №2 (1,7% пажитника) – на 5,8%; зразок №3 (3,4% пажитника) – на 10,4%. Це свідчить про переваги властивостей зразків з пажитником, зумовлені підвищенням стабільності м'ясної фаршевої системи і готових виробів завдяки

використанню гідратованого пажитника, який містить полісахариди, що відіграють роль структуроутворювачів.

Експериментально визначено, що дослідні зразки, термооброблені варінням на парі та запіканням, характеризуються соковитою, ніжною, у міру щільною консистенцією. Зразки з пажитником більш соковиті і мають більш щільну структуру. Запах і смак всіх зразків оцінено як властиві м'ясним виробам, чисті, збалансовані (менш збалансовані для парових виробів з пажитником із вмістом 3,4%), приємні з ароматом спецій. Смак характеризувався як у міру солоний – для контролю і солодкуватий з гірчинкою, у міру солоний – для запечених виробів з пажитником і варених з вмістом пажитника 1,7%. Для варених виробів з 3,4% пажитника смак відзначено як відчутно виразний для спецій.

На підставі отриманих результатів та аналізу рецептур м'ясних фаршевих систем з пажитником (табл. 4.68) можна зробити висновок, що для зразка №2 з вмістом пажитника 1,7% доцільно проводити термообробку варінням на парі, зразка №3 з вмістом пажитника 3,4% – запіканням.

Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити вміст основних рецептурних компонентів м'ясних січених виробів з пажитником і визначитися зі способом термообробки. У таблиці 4.72 приведено результати відпрацювання рецептурного складу м'ясних січених виробів з гідратованим пажитником.

Отже, результати експериментальних досліджень кислотного і пероксидного чисел ліпідів м'ясних фаршевих систем з гідратованим пажитником, втрат після термообробки, органолептичних показників зразків доводять і обґрунтовують доцільність використання меленого насіння пажитника сінного (*Trigonella foenum-graecum* L.) у вигляді гідратованого напівфабрикату для удосконалення технології битків парових і призначення нових м'ясних виробів з функціональним напівфабрикатом пажитника для раціонального харчування.

Таблиця 4.72 – Рецептурний склад м'ясних січених виробів «Битки парові з функціональним напівфабрикатом пажитника»

Найменування сировини	Витрати сировини, г					
	Зразок 1 (контроль)		Зразок 2		Зразок 3	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Яловичина (котлетне м'ясо)	101	74	101	74	101	74
Хліб гречаний	18	18	16	16	14	14
Молоко або вода питна	22	22	22	22	22	22
Олія СРД	4	4	4	4	4	4
Сіль кухонна	1	1	1	1	1	1
Пажитник мелений	–	–	1,7	1,7	3,4	3,4
Маса напівфабрикату	–	119	–	119	–	119
Маса термообробленого виробу	–	$\frac{100}{100}$ *	–	102**	–	101*

Примітка. \* – запікання; \*\* – варіння на парі

На підставі проведених досліджень розроблено технологічну схему виробництва битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника, яку наведено на рисунку 4.34.

Дослідження функціонально-технологічних властивостей м'ясних фаршевих систем з гідратованим пажитником, проведені з метою удосконалення процесу їх приготування, дали можливість у межах функціонування підсистеми ВЗ реалізувати спосіб підготовки меленого пажитника і одержати функціональний напівфабрикат пажитника (ФНФП). Зокрема, було попередньо виявлено, що для виробництва м'ясних січених виробів більш раціональним способом є одержання функціонального напівфабрикату пажитника шляхом попереднього просіювання меленого пажитника до розмірів часточок  $(0,10-0,12) \cdot 10^{-3}$  м, гідратації їх з 1/3 питної води, передбаченої згідно з рецептурою (табл. 4.72), за температури 16°C упродовж  $(5-7) \cdot 60$  с.

Функціонування підсистеми В4 включає замочування хліба гречаного у 2/3 питної води, передбаченої згідно з рецептурою (табл. 4.72), за температури 16°C упродовж (5–7)·60 с; підсистеми В5 «Підготовка солі кухонної і спецій» – механічну обробку спецій і просіювання.

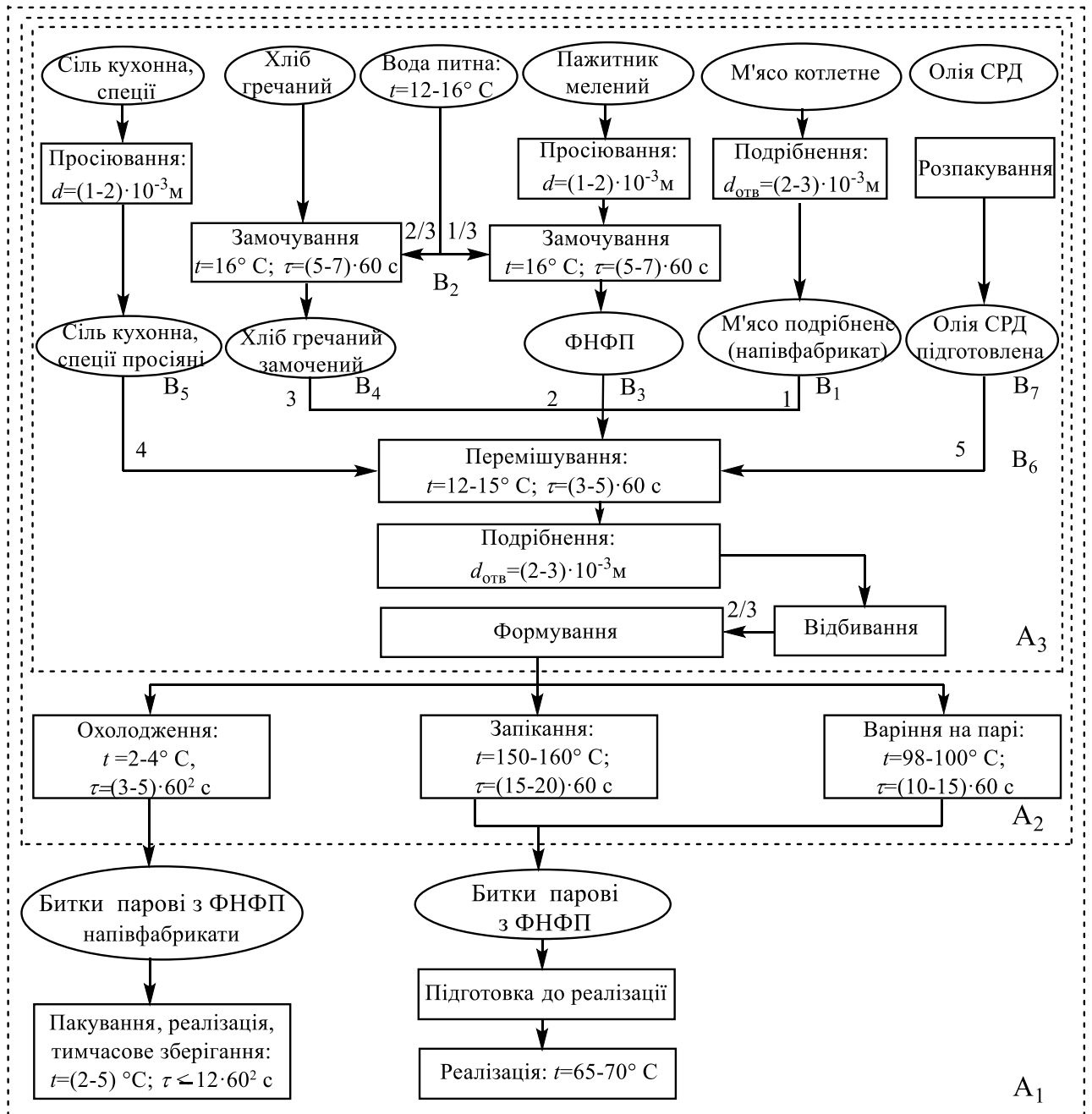


Рисунок 4.34 – Технологічна схема виробництва битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника



Підсистема В6 реалізується шляхом ретельного перемішування напівфабрикатів за температури 12–15°C протягом (3–5)·60 с до рівномірного розподілення компонентів і утворення м'ясної фаршевої емульсії з дрібним подрібненням. Реалізація технологічних завдань виробництва м'ясних фаршів із дрібним подрібненням м'ясної сировини в межах підсистеми «Приготування фаршу» відбувається в такій послідовності: уведення підготовлених напівфабрикатів: «М'ясо подрібнене», «ФНФП», «Хліб гречаний замочений», «Сіль кухонна, спеції просіяні», «Олія соняшникова рафінована дезодорована підготовлена». Підсистема А3 «Приготування фаршу» передбачає перемішування підготовлених напівфабрикатів (підсистеми В1; В2; В3; В4; В5; В7), подрібнення рецептурних компонентів (підсистема В6) і відбивання.

Формування напівфабрикатів битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника передбачено в підсистемі А3, після чого напівфабрикати піддаються термічній обробці відповідним способом або охолоджуються відповідно до стандартних параметрів основних способів термообробки.

Функціонування підсистеми А1 спрямоване на одержання битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника, контроль їх якості, пакування і реалізацію. Функціонування підсистем А1, А2 пов'язане з наданням продукції необхідних органолептичних властивостей: зовнішнього вигляду, кольору, запаху, смаку тощо.

Представлений технологічний процес виробництва битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника не потребує суттєвих змін в організації роботи м'ясних цехів і може бути реалізований на підприємствах будь-якої потужності.

Для оцінки органолептичних показників розроблено шкалу сенсорної оцінки, згідно з якою встановлені загальні органолептичні оцінки (табл. 4.73) битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника і контролю (за відсутності пажитника).

Аналізуючи дані табл. 4.73, слід зазначити, що битки парові з ФНФП відповідають вимогам задуму нової продукції. За зовнішнім виглядом зразки мають відповідну форму, не злипли і нездеформовану, цілісну структуру, з чистою, сухою поверхнею, рівномірно обсмаженою (запечені), відсутніми на поверхні краплями жиру і вологи.

За консистенцією битки парові з ФНФП характеризуються пружністю, однорідністю та щільністю, відсутністю крихкості, соковитістю. На розрізі фарші відзначаються однорідністю структури, світло-рожевим кольором, наявністю дрібної пористості.

Запах і смак битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника оцінено як властиві продукції; чисті, збалансовані, приємні з ароматом спецій; смак є в міру солоним.

Загалом найліпші органолептичні характеристики виявилися для зразка №2, виготовленого варінням на парі і його загальна оцінка склала 4,81 порівняно з оцінками 4,68 і 4,78 зразків №1 (контроль, відсутній пажитник) і №3 відповідно.

Таблиця 4.73 – Результати органолептичної оцінки зразків битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника

Показник	№ дескриптору	Коефіцієнт вагомості дескрипт.	Характеристика	Оцінка, бали		
				№1	№2	№3
Зовнішній вигляд	1	0,1	Відповідність форми – форма округло-приплюснута, товщина 10–17 мм	4,7	5,0	5,0
	2	0,2	Цілісність структури, відсутність пор та раковин	4,6	4,9	4,9
	3	0,2	Відсутність напливів фаршу, злипів, форма не злипла, нездеформована	4,7	4,7	4,8
	4	0,2	Стан поверхні: чиста, суха, рівномірно обсмажена	4,6	4,8	4,8
	5	0,3	Відсутність крапель жиру і вологи на поверхні	4,6	4,8	4,8
Сумарна оцінка				4,63	4,82	4,84
Коефіцієнт вагомості показника				0,2	0,2	0,2
Підсумкова оцінка за показником				0,93	0,96	0,97
Консистенція	1	0,3	Пружність, ніжність	4,6	4,7	4,8
	2	0,3	Відсутність крихкості	4,6	4,8	4,8
	3	0,2	Однорідність, властива даному виду продукції	4,7	4,8	4,8
	4	0,1	Щільність	4,7	4,9	4,9
	5	0,1	Соковитість	4,6	4,8	4,8
Сумарна оцінка				4,63	4,78	4,81
Коефіцієнт вагомості показника				0,3	0,3	0,3
Підсумкова оцінка за показником				1,39	1,43	1,44
Вигляд фаршу на розрізі	1	0,4	Однорідність структури	4,6	4,9	4,9
	2	0,2	Колір – від рожевого до світло-рожевого без сірих плям	4,7	4,9	4,9
	3	0,2	Рівномірно перемішаний	4,8	4,7	4,8
	4	0,1	Без порожнин	4,7	4,8	4,8
	5	0,1	Наявність дрібної пористості	4,7	4,7	4,7
Сумарна оцінка				4,68	4,83	4,85
Коефіцієнт вагомості показника				0,1	0,1	0,1
Підсумкова оцінка за показником				0,47	0,48	0,49
Запах	1	0,3	Властивий даному виду продукції	4,8	5,0	5,0
	2	0,2	Чистий, без сторонніх	4,8	4,7	4,6
	3	0,2	Збалансований	4,8	4,7	4,8
	4	0,2	Приємний, з ароматом спецій	4,9	4,8	4,7
	5	0,1	Швидкість вивільнення	4,6	4,7	4,6
Сумарна оцінка				4,80	4,81	4,78
Коефіцієнт вагомості показника				0,1	0,1	0,1
Підсумкова оцінка за показником				0,48	0,48	0,48
Смак	1	0,3	Властивий даному виду продукції	4,7	4,9	4,7
	2	0,2	Чистий, без стороннього	4,7	4,7	4,6
	3	0,2	Збалансований	4,7	4,8	4,6
	4	0,2	Приємний, властивий спеціям	4,8	4,9	4,8
	5	0,1	В міру солоний	4,6	4,9	4,8
Сумарна оцінка				4,71	4,84	4,69
Коефіцієнт вагомості показника				0,3	0,3	0,3
Підсумкова оцінка за показником				1,41	1,45	1,41
Загальна				4,68	4,81	4,78

Дослідження показників якості напівфабрикатів і готових виробів наведено в табл. 4.74.

Таблиця 4.74 – Показники функціонально-технологічних властивостей фаршів, втрат під час термообробки битків з функціональним напівфабрикатом пажитника

Показник	Битки парові		Битки запечені	
	Контроль	з ФНФП	Контроль	з ФНФП
Вологоутримувальна здатність, %	73,4±0,40	75,8±0,40	73,4±0,40	77,1±0,3
Жирутримувальна здатність, %	15,9±0,3	16,9±0,3	15,9±0,3	17,5±0,2
Стійкість емульсії, %	89,8±0,4	92,5±0,3	89,8±0,4	94,2±0,4
Втрати під час термообробки, %	15,4±0,3	14,5±0,3	16,2±0,3	15,1±0,3

Як показує аналіз результатів (табл. 4.74), усі зразки нової продукції порівняно з контролем характеризуються високими показниками ВУЗ, ЖУЗ, стійкості емульсії зменшеними втратами під час термообробки. Зокрема, поліпшення функціонально-технологічних властивостей фаршів порівняно з контролем пов'язане з помітним впливом ПАР ліпідів і полісахаридів пажитника в фарші на збільшення внутрішньої взаємодії між частками. Зниження втрат під час термообробки битків з функціональним напівфабрикатом пажитника порівняно з контролем становить для варених на парі 5,8%, запечених – 6,8%

Досліджено загальний хімічний склад та розраховано енергетичну цінність битків з функціональним напівфабрикатом пажитника (табл. 4.75).

У складі напівфабрикату контролю за вмісту сухих речовин (30,5±0,23)% визначено (13,9±0,2)% білкових речовин, що становить 45,6% від сухого залишку і забезпечується використанням загалом м'ясної сировини; (9,6±0,1)% жиру – 18,0% від сухого залишку і (1,5±0,1)% мінеральних речовин. У готових

битках з ФНФП, термооброблених запіканням, за вмісту сухих речовин 36,0% визначено білку – (16,7±0,2)%, що становить 46,4% від сухого залишку, жиру – (9,3±0,1)% (20,1% від сухого залишку), вуглеводів – (8,50±0,1)%; термооброблених варінням на парі – за вмісту сухих речовин 36,2% визначено білку – (16,7±0,2)% (46,3% від сухого залишку), жиру – (9,5±0,1)% (20,5% від сухого залишку), вуглеводів – (8,4±0,1)%.

Таблиця 4.75 – Загальний хімічний склад битків з функціональним напівфабрикатом пажитника

Назва продукту	Масова частка, %					Кал-ть на 100 г продукту, ккал (енерг.цін., кДж)
	волога	білок	жир	вуглеводи	зола	
н/ф Контроль	69,5±0,3	13,9±0,2	8,2±0,1	7,0±0,1	1,5±0,1	157 (656)
Контроль / варіння на парі	63,8±0,2	16,7±0,2	9,6±0,1	8,4±0,1	1,6±0,1	186 (778)
Контроль / запікання	63,9±0,2	16,6±0,2	9,6±0,1	8,3±0,1	1,6±0,1	187 (781)
н/ф битків з ФНФП / варіння на парі	68,8±0,3	14,3±0,2	8,3±0,1	7,2±0,1	1,5±0,1	153 (639)
Битки з ФНФП / варіння на парі	63,8±0,3	16,7±0,2	9,5±0,1	8,4±0,1	1,6±0,1	186 (777)
н/ф битків з ФНФП / запікання	68,0±0,2	14,7±0,2	8,4±0,1	7,4±0,1	1,5±0,1	149 (622)
Битки з ФНФП / запікання	64,0±0,2	16,7±0,2	9,3±0,1	8,50±0,1	1,5±0,1	184 (771)

Слід відзначити, що розроблені м'ясні битки є джерелом таких макроелементів як Натрій, Калій, Кальцій, Магній, Фосфор і мікроелементів: Цинкуму, Купруму, а також Феруму. Вміст Феруму завдяки використанню пажитника зріс від 1,27 мг% (контроль) до 1,71 і 2,14 мг%. Згідно з інформацією, яку сайт МОЗ публікує для громадян, добова потреба у Феруму для старших дітей становить 7–10 мг, підлітків і дорослих 14–18 мг, людей,

старших за 50 років – 8 мг. Отже, 100 г битків парових забезпечує практично 1/3 потреби у Феруму для старших дітей і громадян віком після 50 років.

Соняшникова олія і ліпідні компоненти пажитника є джерелом жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну Е та антигеморагічного вітаміну К, вітаміну А,  $\beta$ -каротину; багаті на поліненасичені жирні кислоти. ПНЖК лінолева, ліноленова входять до складу вітаміну Р, є есенціальними і відрізняються антибіотичним впливом на кислотостійкі бактерії. Завдяки властивості сповільнювати адсорбцію цукрів в кишечнику полісахариди пажитника застосовують для попередження і лікування діабету. Завдяки використанню пажитника, олії соняшникової в розроблених битках визначено невелику кількість вітаміну А і  $\beta$ -каротину (1,7–3,4 мкг%), вітамін Е (1,5–2,2 мг%).

З додаванням пажитника, соняшникової олії і гречаного хліба битки парові набувають властивостей оздоровчого спрямування і можуть бути рекомендовані як продукти для раціонального харчування.

Досліджено мікробіологічні показники напівфабрикатів битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника (свіжовиготовлені зразки, а також з терміном зберігання 24 год від моменту закінчення технологічного процесу за температур від 0 до 6°C і відносної вологості повітря від 75 до 78%) відповідно вимогам, установленим ДСТУ 4437:2005 для м'ясних січених напівфабрикатів (табл. 4.76).

У ході проведених досліджень (табл. 4.76) виявлено, що бактерії групи кишкової палички та патогенні мікроорганізми відсутні відповідно в 0,001 та 25 г зразків свіжовиготовлених напівфабрикатів з ФНФП і тих, що зберігалися протягом 24 год, а кількість МАФAM в 1 г свіжовиготовленого зразка становила  $2,1 \cdot 10^3$ , що не перевищує встановлених норм.

Упродовж 24 год зберігання кількість МАФAM в 1 г дослідних зразків дещо збільшується: менше в напівфабрикаті з пажитником – до  $3,2 \cdot 10^3$ , більше в контролі – до 5,1. Це можна пояснити наявністю у складі пажитника біологічно активних речовин з вираженими відновними властивостями, які

здатні забезпечити його антиоксидантну активність, що, виявляється в антимікробній, протизапальній дії як фітонутрієнта. Отже бактерицидні властивості пажитника дозволяють подовжити терміни придатності охолоджених м'ясних січених напівфабрикатів битків за температур від 0 до 6° С і відносної вологості повітря від 75 до 78% від 12 до 24 год з моменту закінчення технологічного процесу.

Таблиця 4.76 – Мікробіологічні показники напівфабрикатів битків з ФНФП

Показник	Допустимий рівень	Фактичне значення	
		Контроль	Битки
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, в 1 г не більш ніж: свіжовиготовлених зразків, зразків із терміном зберігання 24 год	$1 \cdot 10^7$	$3,7 \cdot 10^4$ $5,1 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^3$ $3,2 \cdot 10^3$
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , у 25 г: свіжовиготовлених зразків, зразків із терміном зберігання 24 год;	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
бактерії роду <i>Listeria monocytogenes</i> у 25 г: свіжовиготовлених зразків, зразків із терміном зберігання 24 год	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії групи кишкових паличок (колі форми), у 0,001 г: свіжовиготовлених зразків, зразків із терміном зберігання 24 год	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше ніж: свіжовиготовлених зразків, зразків із терміном зберігання 24 год	50	Не виявлено	Не виявлено

За мікробіологічними показниками напівфабрикати битків з ФНФП відповідають чинним вимогам МБТ і СН №5061.

Необхідно зазначити, що використання у складі кулінарної продукції функціональних напівфабрикатів пажитника дозволяє розширити асортимент

продукції для здорового харчування, забезпечує стабільні показники її якості, нові споживні властивості.

Таким чином результати експериментальних досліджень функціонально-технологічних властивостей, втрат після термообробки, кислотного і пероксидного чисел, органолептичних, мікробіологічних показників, загального хімічного складу, енергетичної цінності, проаналізованої біологічної цінності доводять, що удосконалена технологія битків парових з функціональним напівфабрикатом пажитника забезпечує виготовлення якісного продукту для харчування людей з порушеним обміном речовин.

**М'ясні січені вироби оздоровчого призначення з листям чорної смородини (СЛЧС).** Дослідні зразки виготовлено згідно з рецептурою біфштекса січеного, в якій сало-шпик замінено на соняшникову олію рафіновану, дезодоровану. Рецептури фаршевих систем на основі котлетного м'яса яловичини, виготовлених з використанням СЛЧС представлено у табл. 4.77.

Таблиця 4.77 – Рецептури фаршевих систем з котлетного м'яса яловичини, виготовлених з використанням сушеного листа чорної смородини

№ зразка	Вміст рецептурних компонентів, г					
	М'ясо яловичини	Олія соняшникова	Вода	Сіль кухонна	Перець чорний	СЛЧС
1	80,00	11,97	6,76	1,21	0,06	–
2	80,00	11,25	6,76	1,20	0,04	0,75
3	80,00	10,15	6,76	1,20	0,04	1,85

У складі речовин листа чорної смородини значний вміст становлять вуглеводи, які представлені полісахаридами, пектиновими речовинами, які можуть відігравати роль структуроутворювачів у складних емульсійних системах. Також у складі ліпідів і ефірної олії присутні сполуки, які відносять до поверхнево-активних речовин (фосфоліпіди, діацилгліцерини жирних кислот ліпідів). У зв'язку з чим досліджено закономірності впливу СЛЧС на функціонально-технологічні властивості фаршевих м'ясних емульсій. Результати



дослідження впливу емульгуювальних сполук СЛЧС на стійкість фаршевих м'ясних емульсій наведено в табл. 4.78.

Таблиця 4.78 – Порівняння стійкості фаршевої м'ясної емульсії залежно від масової частки СЛЧС

$W_{\text{СЛЧС}}, \%$	Стійкість емульсії СЕ, %
0 (контроль)	83,8±0,4
0,75	90,1±0,3
1,85	91,3±0,5

Результати досліджень (табл. 4.78) свідчать, що показник СЕ для зразків фаршів з СЛЧС значно перевищує дані контрольного зразка – на 7,5 і 8,9% відповідно для зразків з масовою часткою СЛЧС 0,75 і 1,85%.

Отримані результати демонструють поліпшення емульгуювальних властивостей у фаршевих м'ясних емульсіях з СЛЧС і соняшниковою олією. Вивчення закономірностей впливу СЛЧС на функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини проводилося на зразках м'ясних фаршів, виготовлених згідно з рецептурами (табл. 4.77).

Результати досліджень зміни ВУЗ і ЖУЗ фаршевих м'ясних емульсій залежно від масової частки введеного СЛЧС наведено в табл. 4.79.

Таблиця 4.79 – Функціонально-технологічні властивості фаршевої м'ясної емульсії залежно від вмісту СЛЧС

$W_{\text{СЛЧС}}, \%$	ЖУЗ, %	ВУЗ, %
0 (контроль)	13,91±0,28	63,40±0,40
0,75	15,93±0,29	65,73±0,41
1,85	16,77±0,21	66,02±0,37

Установлено (табл. 4.79), що для м'ясної сировини з дрібним подрібненням показники ЖУЗ і ВУЗ суттєво підвищуються із збільшенням вмісту СЛЧС у фаршевих м'ясних емульсіях і перевищують порівняно з контрольними зразками абсолютні значення цих показників відповідно на 2,02 і 2,86% (відносні – 14,5 і 20,6%). Збільшення масової частки СЛЧС у фарші від

0,75 до 1,85% підвищує показник ВУЗ на 0,4%; показник ЖУЗ змінюється більш суттєво – на 5,3%.

Підвищення СЕ зразків з сушеним листям чорної смородини можна пояснити кращим диспергуванням олії в білковому матриці внаслідок утворення більш рівномірних за розмірами часток жиру, асоційованих з поверхнево-активними сполуками ліпідів ЛЧС, а також за рахунок зміцнення структурних елементів білкового матрикса завдяки вмісту лектинів, пектинових речовин та інших полісахаридів листя чорної смородини, які утворюють міцні білково-полісахаридні комплекси.

Завдяки антиоксидантній активності фенольних речовин листя чорної смородини перспективне для запобігання пероксидного окиснення ліпідів. Визначене пероксидне число виявилось меншим для зразків з СЛЧС порівняно з контролем, що свідчить про суттєвий вплив антиоксидантів, зокрема флавоноїдів (кверцетин, кемпферол, мірицитин та їх глікозиди), кумаринів, оксикоричних кислот (*n*-кумарова, хлорогенова, неохлорогенова, кавава, ферулова, хінна) на окисну деструкцію ліпідів і уповільнення накопичення первинних продуктів окиснення – пероксидів і гідропероксидів.

Проведені дослідження показали, що використання сушеного листя чорної смородини у фаршевих м'ясних системах дозволяє регулювати функціонально-технологічні, а також органолептичні властивості м'ясних напівфабрикатів і виробів, такі як консистенція, соковитість, ніжність, крихкість, липкість.

Досліджено показники втрат після термообробки зразків, виготовлених на основі модельного м'ясного фаршу з 0,75 і 1,85% СЛЧС (табл. 4.80).

Таблиця 4.80 – Масова частка втрат після термообробки зразків м'ясних фаршевих систем з СЛЧС

Найменування основного способу термообробки	Втрати під час термообробки, %		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Запікання	20,2±0,3	18,2±0,3	16,3±0,3
Варіння на парі	20,8±0,3	18,7±0,3	18,1±0,3

Результати дослідження показали для зразків №2, №3 з СЛЧС зниження втрат під час термообробки запіканням відповідно до  $18,2 \pm 0,3$  (9,9%),  $16,3 \pm 0,3\%$  (19,3%) порівняно з втратами  $20,2 \pm 0,3\%$  для зразка 1 (контроль не містить СЛЧС). Для способу варіння на парі також відмічено зниження втрат маси зразків з СЛЧС порівняно з контрольними: зразок №2 (0,75% СЛЧС) – на 10,1%; зразок №3 (1,85% СЛЧС) – на 11,0%. Це свідчить про переваги зразків із СЛЧС, оскільки такі високі показники досягаються за рахунок підвищення стабільності м'ясної фаршевої системи і готових виробів завдяки використанню листя чорної смородини, яке містить полісахариди, що відіграють роль структуроутворювачів.

Експериментально визначено, що дослідні зразки, термооброблені варінням на парі та запіканням, характеризуються соковитою, ніжною, у міру щільною консистенцією. Зразки з СЛЧС більш соковиті і мають більш щільну структуру. Запах і смак всіх зразків оцінено як властиві м'ясним виробам, чисті, збалансовані (менш збалансовані для варених виробів з ЛЧС із вмістом 1,85%), приємні з ароматом спецій. Смак характеризувався як у міру солоний – для контролю і у міру солоний з гірчинкою – для запечених і варених виробів з вмістом СЛЧС 0,75%. Для варених виробів з 1,85% СЛЧС смак відзначено як відчутно гіркуватий.

На підставі отриманих результатів та аналізу рецептур м'ясних фаршевих систем з сушеним листям чорної смородини (табл. 4.77) можна зробити висновок, що для зразка №2 з вмістом СЛЧС 0,75% доцільно проводити термообробку варінням на парі, зразка №3 з вмістом СЛЧС 1,85% – запіканням.

Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити вміст основних рецептурних компонентів м'ясних січених виробів з СЛЧС і визначитися зі способом термообробки. У таблиці 4.81 приведено результати відпрацювання рецептурного складу м'ясних січених виробів з СЛЧС.

Таблиця 4.81 – Рецептний склад м'ясних січених виробів оздоровчого призначення з листям чорної смородини

Найменування сировини	Витрати сировини, г					
	Зразок 1 (контроль)		Зразок 2		Зразок 3	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Яловичина (котлетне м'ясо)	109,00	80,00	109,00	80,00	109,00	80,00
Олія соняшникова рафінована дезодорована	11,97	11,97	11,25	11,25	10,15	10,15
Сіль кухонна	1,21	1,21	1,20	1,20	1,20	1,20
Перець чорний змелений	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
СЛЧС	–	–	0,75	0,75	1,85	1,85
Вода питна	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76
Маса напівфабрикату	–	100,00	–	100,00	–	100,00
Маса термообробленого виробу	–	<u>79,80*</u> 79,20**	–	81,30**	–	83,70*

Примітка. \* – запікання; \*\* – варіння на парі

На підставі проведених досліджень розроблено технологічну схему виробництва м'ясних січених виробів оздоровчого призначення з сушеним листям чорної смородини на основі фаршів із дрібним подрібненням м'ясної сировини, яку наведено на рисунку 4.35.

Дослідження функціонально-технологічних властивостей м'ясних фаршевих систем з листям чорної смородини, проведені з метою удосконалення процесу їх приготування, дали можливість у межах функціонування підсистем В2, В5 реалізовувати спосіб підготовки СЛЧС. Зокрема, було попередньо виявлено, що для виробництва м'ясних січених виробів більш раціональним і економічним способом є одержання напівфабрикатів «Листя чорної смородини з олією СРД» шляхом попереднього подрібнення сушеного листа чорної смородини до розмірів часточок  $(0,10-0,12) \cdot 10^{-3}$  м і змішування їх з соняшниковою олією рафінованою дезодорованою за температури  $16^{\circ}\text{C}$  упродовж  $(5-7) \cdot 60$  с.

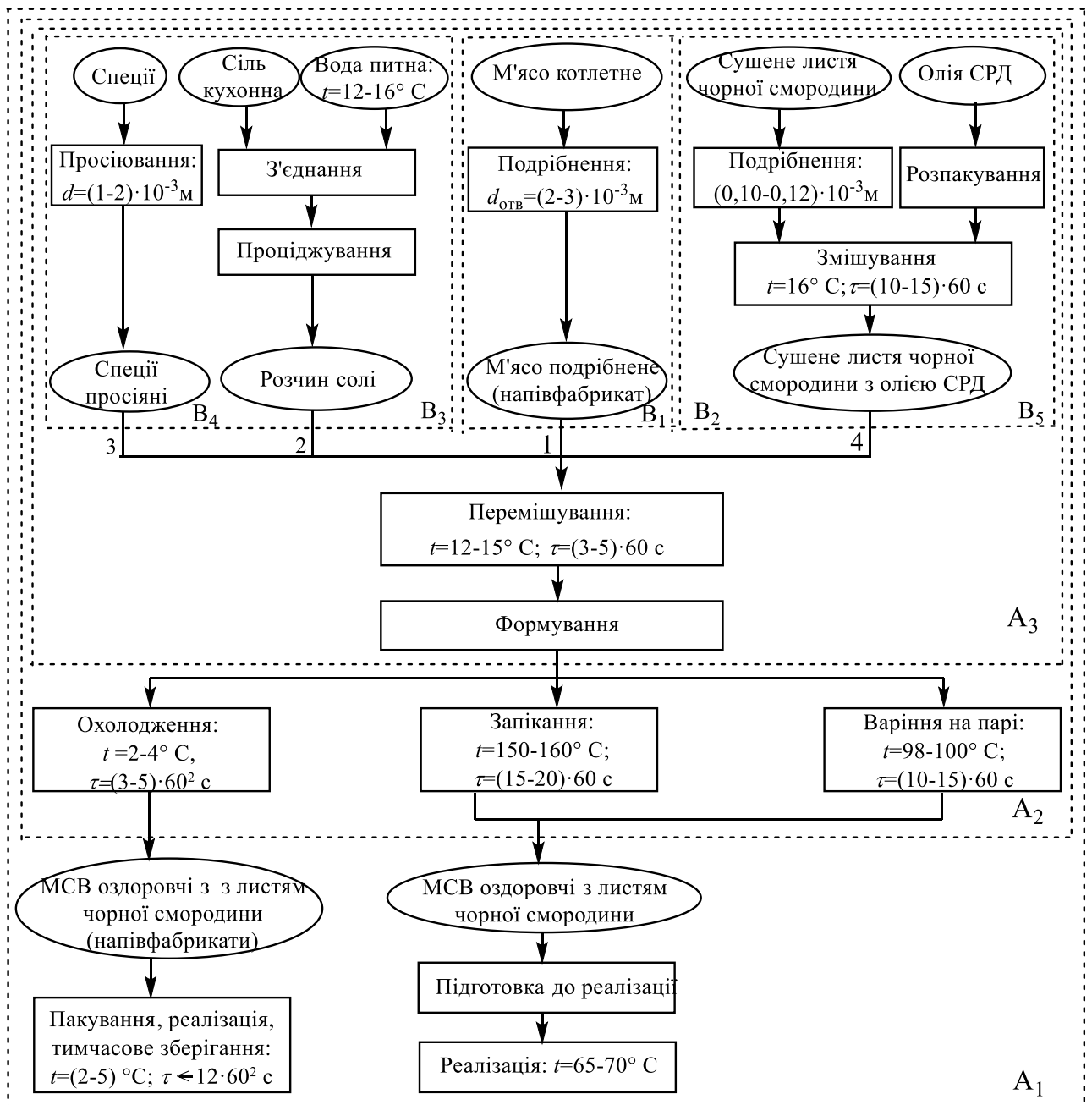


Рисунок 4.35 – Технологічна схема виробництва м'ясних січених виробів оздоровчого призначення з листям чорної смородини

Для оцінки органолептичних показників розроблено шкалу сенсорної оцінки. Встановлені загальні органолептичні оцінки МСВ з сушеним листям чорної смородини відповідають вимогам задуму нової продукції. За зовнішнім виглядом зразки мають відповідну форму, не злипли і нездеформовану, цілісну структуру, з чистою, сухою поверхнею і рівномірно обсмаженою відсутніми на поверхні краплями жиру і води. За консистенцією МСВ характеризуються

пружністю, однорідністю та щільністю, відсутністю крихкості, соковитістю. На розрізі фарші відзначаються однорідністю структури, світло-рожевим кольором із вкрапленнями природної зелені, рівномірністю розподілу практично однакових за розміром шматочків зелені, наявністю дрібної пористості.

Запах і смак МСВ оцінено як властиві продукції; чисті, збалансовані, приємні з ароматом спецій і сушеного листя чорної смородини; смак є в міру солоним, для зразка №2 має приємний ледь відчутний гіркуватий присмак листя смородини, №3 – приємний у міру гіркуватий присмак листя смородини.

Загалом найліпші органолептичні характеристики виявилися для зразка №2 і його загальна оцінка склала 4,95 порівняно з оцінками 4,68 і 4,73 зразків №1 (відсутнє листя чорної смородини) і №3 (більший вміст листя чорної смородини) відповідно.

Дослідження показників якості напівфабрикатів і готових виробів наведено в табл. 4.82. Як показує аналіз результатів, усі зразки нової продукції порівняно з контролем характеризуються високими показниками ВУЗ, ЖУЗ, стійкості емульсії зменшеними втратами під час термообробки. Зокрема, поліпшення функціонально-технологічних властивостей фаршів порівняно з контролем пов'язане з помітним впливом ПАР ліпідів і полісахаридів листя чорної смородини в фарші на збільшення внутрішньої взаємодії між частками. Зниження втрат під час термообробки МСВ порівняно з контролем становить для варених на парі 10,1%, запечених – 18,8%

Таблиця 4.82 – Показники функціонально-технологічних властивостей фаршів, втрат під час термообробки МСВ з листям чорної смородини

Показник	МСВ варені на парі		МСВ запечені	
	Контроль	ЛЧС	Контроль	ЛЧС
Вологоутримувальна здатність, %	64,0±0,3	65,7±0,3	64,0±0,3	66,0±0,3
Жирутримувальна здатність, %	13,9±0,2	15,9±0,2	13,9±0,2	16,8±0,2
Стійкість емульсії, %	83,3±0,3	90,1±0,3	83,3±0,3	91,3±0,3
Втрати під час термообробки, %	20,8±0,3	18,7±0,3	20,2±0,3	16,4±0,3

Досліджено загальний хімічний склад та розраховано калорійність (енергетичну цінність) м'ясних січених виробів з ЛЧС (табл. 4.83).

Таблиця 4.83 – Загальний хімічний склад м'ясних січених виробів з листям чорної смородини

Назва продукту	Масова частка, %					Кал-ть на 100 г продукту, ккал (енерг.цін., кДж)
	волога	білок	жир	вуглеводи	зола	
н/ф Контроль	64,1±0,3	16,2±0,3	17,6±0,2	0	2,1±0,2	223 (934)
Контроль/варіння на парі	58,3±0,2	19,2±0,2	20,3±0,3	0	2,2±0,2	261 (1090)
Контроль/запікання	58,2±0,2	19,2±0,2	20,4±0,3	0	2,2±0,2	260 (1086)
н/ф МСВ з ЛЧС/варіння на парі	64,5±0,3	16,2±0,3	16,8±0,2	0,40±0,02	2,1±0,2	218 (910)
МСВ з ЛЧС/варіння на парі	59,5±0,3	18,8±0,2	19,1±0,2	0,50±0,02	2,2±0,2	249 (1041)
н/ф МСВ з ЛЧС/запікання	65,1±0,2	16,2±0,2	15,8±0,2	0,80±0,02	2,1±0,2	210 (880)
МСВ з ЛЧС/запікання	61,1±0,2	18,3±0,2	17,5±0,3	0,90±0,02	2,2±0,2	234 (980)

За вмісту сухих речовин (35,9±0,3)% у складі напівфабрикату контролю визначено (16,2±0,3)% білкових речовин, що становить 45,1% від сухого залишку і забезпечується використанням тільки м'ясної сировини; (17,6±0,2)% жиру – 39,0% від сухого залишку і (2,1±0,2)% мінеральних речовин. За вмісту 38,9% сухих речовин готових МСВ з листям чорної смородини, термооброблених запіканням, визначено (18,3±0,2)% (47,2%) білку, (17,5±0,3)% (37,0%) жиру, (0,90±0,02)% вуглеводів та 40,5% сухих речовин з (18,8±0,2)% (46,4%) білку, (19,1±0,3)% (41,1%) жиру, (0,50±0,02) вуглеводів – варінням на парі.

Слід відзначити, що розроблені напівфабрикати є джерелом таких макроелементів як Натрій, Калій, Кальцій, Магній, Фосфор і мікроелементів: Цинкуму, Купруму, а також Феруму.

З додаванням листя чорної смородини і соняшникової олії МСВ набувають оздоровчих властивостей: соняшникова олія і ліпідні компоненти листя є джерелом жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну Е та антигеморагічного

вітаміну К, вітаміну А,  $\beta$ -каротину та ін. Поліненасичені жирні кислоти лінолева, ліноленова входять до складу вітаміну Р є есенціальними і відрізняються антибіотичним впливом на кислотостійкі бактерії.

Досліджено мікробіологічні показники напівфабрикатів МСВ з листям чорної смородини (свіжовиготовлені зразки, а також з терміном зберігання 24 год від моменту закінчення технологічного процесу за температур від 0 до 6°C і відносної вологості повітря від 75 до 78%) відповідно вимогам, установленим для м'ясних січених напівфабрикатів [414].

У ході проведених досліджень (табл. 3.10) виявлено, що бактерії групи кишкової палички та патогенні мікроорганізми відсутні відповідно в 0,001 та 25 г зразків свіжовиготовлених напівфабрикатів з ЛЧС і тих, що зберігалися протягом 24 год, а кількість МАФAM в 1 г свіжовиготовленого зразка становила  $3,2 \cdot 10^3$ , що не перевищує встановлених норм.

Упродовж 24 год зберігання кількість МАФAM в 1 г дослідних зразків дещо збільшується: менше в напівфабрикаті з ЛЧС – до  $4,3 \cdot 10^3$ , більше в контролі – до  $5,1 \cdot 10^4$ . Це можна пояснити наявністю у складі листя чорної смородини біологічно активних речовин з вираженими відновними властивостями, які здатні забезпечити його антиоксидантну активність, що, виявляється в антимікробній дії. Отже бактерицидні властивості ЛЧС дозволяють подовжити терміни придатності охолоджених м'ясних січених напівфабрикатів за температур від 0 до 6°C і відносної вологості повітря від 75 до 78% від 12 [415] до 24 год з моменту закінчення технологічного процесу. За мікробіологічними показниками напівфабрикати м'ясних січених виробів з ЛЧС відповідають чинним вимогам МБТ і СН №5061.

Таким чином результати експериментальних досліджень функціонально-технологічних властивостей, втрат після термообробки, пероксидного числа, органолептичних, мікробіологічних показників, загального хімічного складу, енергетичної цінності, проаналізованої біологічної цінності м'ясних січених виробів з листям чорної смородини доводять, що удосконалена технологія



м'ясних січених виробів забезпечує виготовлення оздоровчого продукту, який можна рекомендувати для людей з порушеним обміном речовин.

**М'ясні січені вироби з вакаме.** Інноваційний задум створення м'ясних січених виробів (МСВ) з вакаме, що містить природні антиоксиданти, харчові волокна та інші біологічно-активні компоненти, було реалізовано на основі методів системного аналізу із застосуванням сучасних підходів для вивчення статичних і динамічних систем м'ясних емульсій, готових виробів і їх властивостей.

Для реалізації задуму було виготовлено дослідні зразки МСВ із вакаме і за його відсутності. Дослідні зразки було виготовлено згідно з рецептурою біфштекса січеного [391; 416], в якій сало-шпик (жир-сирець) замінено на соняшникову олію рафіновану, дезодоровану і частину м'ясної сировини замінено на вакаме. Рецептури фаршевих систем на основі котлетного м'яса яловичини, виготовлених з використанням сушеного зневодненого вакаме, яке попередньо було гідратовано (гідромодуль 13,33), представлено у таблиці 4.84.

Таблиця 4.84 – Рецептури фаршевих систем з котлетного м'яса яловичини, виготовлених з використанням вакаме

№ зразка	Вміст рецептурних компонентів, г					
	М'ясо яловичини	Олія соняшникова	Вода	Сіль кухонна	Перець чорний	Вакаме
1 (контроль)	80,00	11,97	6,76	1,21	0,06	–
2	80,00	6,80	11,35	1,11	0,04	0,70
3	77,00	6,80	14,00	1,11	0,04	1,05

Аналітично встановлено, що раціональна концентрація солі кухонної становить 1,0–1,2% у фарші з дрібним подрібненням (досягається м'ясорубкою з діаметром отворів решітки  $(2-3) \cdot 10^{-3}$  м). Проте з уведенням вакаме, яке містить достатню кількість натрій хлориду (2,215 г/100 г), вміст кухонної солі можна дещо знизити до 1,11 г/100 г.

Було досліджено закономірності впливу вакаме на функціонально-технологічні властивості фаршевих м'ясних емульсій. Результати дослідження впливу вакаме на стійкість фаршевих м'ясних емульсій наведено в табл. 4.85.

Таблиця 3.2 – Порівняння стійкості фаршевої м'ясної емульсії залежно від масової частки вакаме

$W_{\text{вакаме}}, \%$	Стійкість емульсії СЕ, %
0 (контроль)	83,8±0,4
0,70	88,2±0,3
1,05	90,2±0,5

Результати досліджень (табл. 4.85) свідчать, що показник СЕ більший для зразків фаршів з вакаме порівняно з контрольним зразком і вищий у випадку масової частки вакаме 1,05%.

За отриманих результатів, що демонструють поліпшення емульгувальних властивостей у фаршевих м'ясних емульсіях з вакаме і соняшниковою олією, подальші дослідження спрямовані на визначення шляхів регулювання функціонально-технологічних властивостей фаршевих систем і вивчення їх вологоутримувальної (ВУЗ) і жирутримувальної (ЖУЗ) здатності. Вивчення закономірностей впливу вакаме на функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини проводилося на зразках м'ясних фаршів, виготовлених згідно з рецептурами (табл. 4.86).

Результати досліджень зміни ВУЗ і ЖУЗ фаршевих м'ясних емульсій залежно від масової частки введеної вакаме наведено в табл. 3.3.

Таблиця 4.86 – Функціонально-технологічні властивості фаршевої м'ясної емульсії залежно від вмісту вакаме

$W_{\text{вакаме}}, \%$	ЖУЗ, %	ВУЗ, %
0 (контроль)	13,91±0,28	63,40±0,40
0,70	15,22±0,29	65,02±0,41
1,05	16,33±0,21	65,53±0,37

Установлено (табл. 4.86), що для м'ясної сировини з дрібним подрібненням показники ЖУЗ і ВУЗ суттєво підвищуються із збільшенням вмісту вакаме у фаршевих м'ясних емульсіях і перевищують абсолютні значення цих показників порівняно з контрольними зразками відповідно на 2,42 і 2,13% (відносні – 17,4 і 3,4%). Збільшення масової частки вакаме у фарші від 0,7 до 1,05% підвищує показник ВУЗ на 0,8%; показник ЖУЗ змінюється більш суттєво – на 7,3%.

Підвищення СЕ зразків з вакаме можна пояснити кращим диспергуванням олії в білковому матриксі внаслідок утворення більш рівномірних за розмірами часток жиру, асоційованих з поверхнево-активними сполуками ліпідів вакаме, а також за рахунок зміцнення структурних елементів білкового матрикса завдяки вмісту альгінатів, фукоїдану та інших полісахаридів харчових волокон вакаме.

Дані досліджень [417] свідчать, що фукоксантин завдяки антиоксидантній активності перспективний для застосування як харчовий консервант для запобігання пероксидного окиснення ліпідів у м'ясі. Тому було проведено визначення основних фізико-хімічних показників ліпідів зразків м'ясних фаршевих систем з вакаме (табл. 4.87). Так, визначене пероксидне число виявилось меншим для зразків з вакаме порівняно з контролем, що свідчить про суттєвий вплив антиоксидантів, зокрема фукоксантину, на окисну деструкцію ліпідів і накопичення первинних продуктів окиснення – пероксидів і гідропероксидів.

Таблиця 4.87 – Показники ліпідів зразків м'ясних січених виробів з вакаме

Найменування показника	Зразок 1 (контроль)	Зразок 2	Зразок 3
Кислотне число, мг КОН	2,27±0,02	2,18±0,02	2,16±0,01
Пероксидне число, ммоль 1/2O/кг	1,25±0,01	1,08±0,01	1,05±0,01

Кислотне число ліпідів зразків м'ясних січених виробів з вакаме також нижче порівняно з контролем і показує уповільнення гідролізу ліпідів і менше накопичення вільних жирних кислот.

Проведені дослідження показали, що використання вакаме у фаршевих м'ясних системах дозволяє регулювати функціонально-технологічні, а також органолептичні властивості м'ясних напівфабрикатів і виробів, такі як консистенція, соковитість, ніжність, крихкість, липкість.

Досліджено показники втрат після термообробки зразків, виготовлених на основі модельного м'ясного фаршу з 0,70 і 1,05% вакаме, уведеного у гідратованому вигляді (табл. 4.88).

Таблиця 4.88 – Масова частка втрат після термообробки зразків м'ясних фаршевих систем з вакаме

Найменування основного способу термообробки	Втрати під час термообробки, %		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Запікання	20,2±0,3	18,8±0,3	18,3±0,3
Варіння на парі	20,8±0,3	19,2±0,3	18,8±0,3

Результати дослідження показали для зразків №2, №3 з вакаме зниження втрат під час термообробки запіканням відповідно до 18,8±0,3 (6,9%), 18,3±0,3% (9,4%) порівняно з втратами 20,2±0,3% для зразка 1 (контроль не містить вакаме). Для способу варіння на парі також спостерігалось зниження втрат маси зразків з вакаме порівняно з контрольними: зразок №2 (0,7% вакаме) – на 7,7%; зразок №3 (1,05% вакаме) – на 9,6%. Це свідчить про переваги зразків із вакаме, оскільки такі високі показники досягаються за рахунок підвищення стабільності м'ясної фаршевої системи і готових виробів завдяки використанню вакаме, яке містить альгінати, фукоїдан та інших полісахариди, що відіграють роль структуроутворювачів.

Експериментально визначено, що дослідні зразки, термооброблені варінням на парі та запіканням, характеризуються соковитою, ніжною, у міру щільною консистенцією. Зразки з вакаме більш соковиті і мають більш щільну структуру. Запах і смак всіх зразків оцінено як властиві м'ясним виробам, чисті, збалансовані (менш збалансовані для варених виробів з вакаме з вмістом

1,05%), приємні з ароматом спецій. Смак характеризувався як у міру солоний – для контролю і освіжаючий, пікантний, у міру солоний – для запечених виробів з вакаме і варених з вмістом вакаме 0,70%. Для варених виробів з 1,05% вакаме смак відзначено як відчутно виразний гідробіонту.

На підставі отриманих результатів та аналізу рецептур м'ясних фаршевих систем з вакаме (табл. 4.84) можна зробити висновок, що для зразка №2 з вмістом вакаме 0,70% доцільно проводити термообробку варінням на парі, зразка №3 з вмістом вакаме 1,05% – запіканням.

Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити вміст основних рецептурних компонентів м'ясних січених виробів з вакаме і визначитися зі способом термообробки. У табл. 4.89 приведено результати відпрацювання рецептурного складу м'ясних січених виробів з вакаме.

Таблиця 4.89 – Рецептурний склад м'ясних січених виробів з вакаме

Найменування сировини	Витрати сировини, г					
	Зразок 1 (контроль)		Зразок 2		Зразок 3	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Яловичина (котлетне м'ясо)	109,00	80,00	109,00	80,00	104,90	77,00
Олія соняшникова рафінована дезодорована	11,97	11,97	6,80	6,80	6,80	6,80
Сіль кухонна	1,21	1,21	1,11	1,11	1,11	1,11
Перець чорний змелений	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
Вакаме сушене зневодне	–	–	0,70	0,70	1,05	1,05
Вода питна	6,76	6,76	11,35	11,35	14,00	14,00
Маса напівфабрикату	–	100,00	–	100,00	–	100,00
Маса термообробленого виробу	–	<u>79,80*</u> 79,20**	–	80,80**	–	81,70*

Примітка. \* – запікання; \*\* – варіння на парі

На підставі проведених досліджень розроблено технологічну схему виробництва м'ясних січених виробів оздоровчого призначення з вакаме на основі фаршів із дрібним подрібненням м'ясної сировини, яку наведено на рис. 4.36.

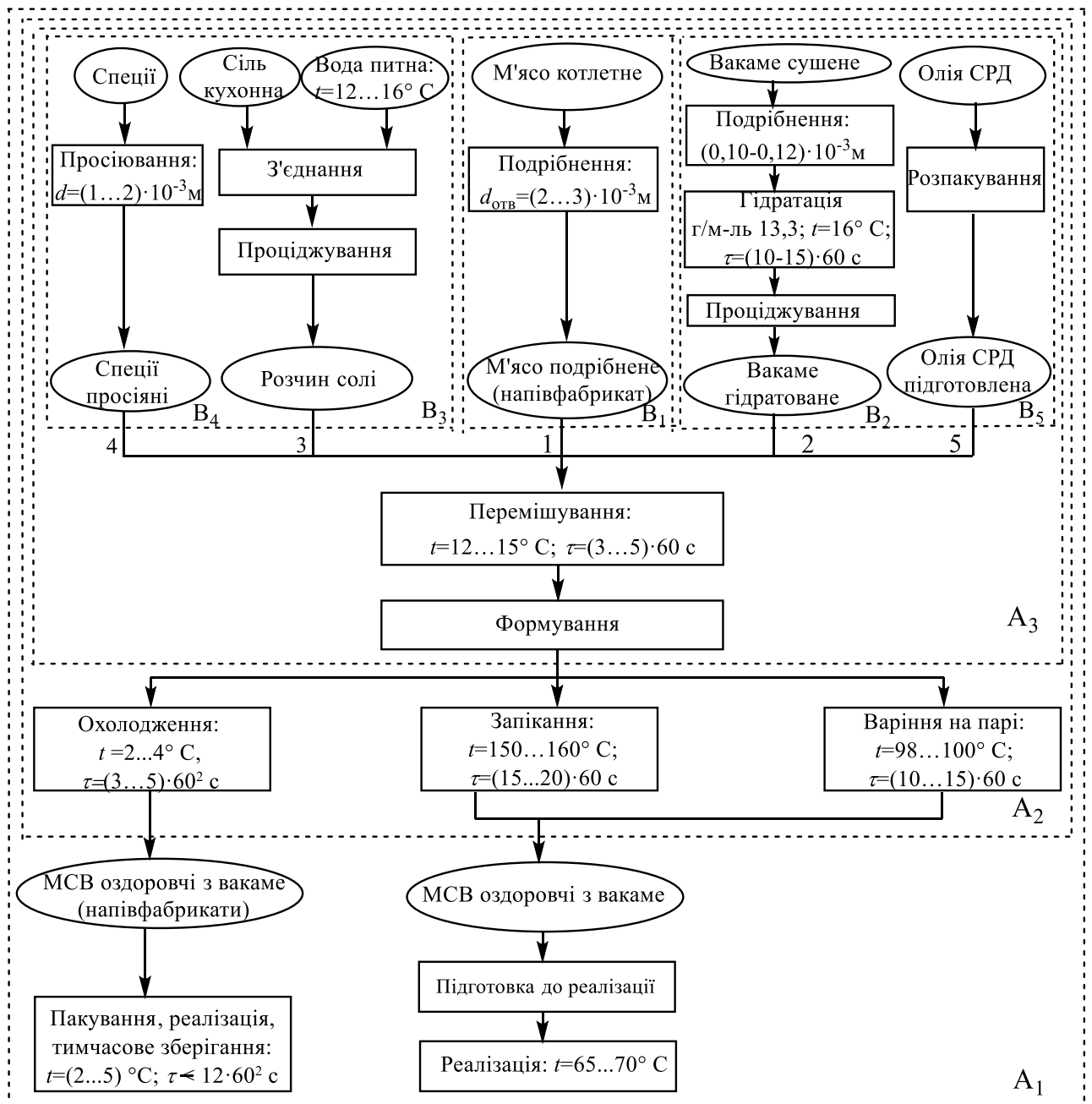


Рисунок 4.36 – Технологічна схема виробництва м'ясних січених виробів з вакаме

Дослідження функціонально-технологічних властивостей м'ясних фаршевих систем з вакаме, проведені з метою удосконалення процесу їх приготування, дали можливість у межах функціонування підсистеми В2

реалізовувати спосіб підготовки сушеного вакаме. Зокрема, було попередньо виявлено, що для виробництва м'ясних січених виробів більш раціональним і економічним способом є одержання напівфабрикатів «Вакаме гідратоване» шляхом попереднього подрібнення сушеного вакаме до розмірів часточок  $(0,10-0,12) \cdot 10^{-3}$  м, гідратації їх згідно з гідромодулем 13,3 за температури  $16^{\circ}\text{C}$  упродовж  $(10-15) \cdot 60$  с.

Для оцінки органолептичних показників розроблено шкалу сенсорної оцінки, згідно з якою встановлені загальні органолептичні оцінки МСВ з вакаме і контролю (за відсутності вакаме). Слід зазначити, що МСВ відповідають вимогам задуму нової продукції. За зовнішнім виглядом зразки мають відповідну форму, не злипли і нездеформовану, цілісну структуру, з чистою, сухою поверхнею і рівномірно обсмаженою відсутніми на поверхні краплями жиру і вологи.

За консистенцією МСВ характеризуються пружністю, однорідністю та щільністю, відсутністю крихкості, соковитістю. На розрізі фарші відзначаються однорідністю структури, світло-рожевим кольором із вкрапленнями природної зелені, рівномірністю розподілу практично однакових за розміром шматочків зелені, наявністю дрібної пористості.

Запах і смак МСВ оцінено як властиві продукції; чисті, збалансовані, приємні з ароматом спецій і вакаме; смак є в міру солоним, для зразка №2 (варений на парі) має приємний у міру відчутний присмак вакаме, №3 (вміст вакаме 1,05%, запечений) – приємний у міру відчутний присмак вакаме і спецій.

Загалом найліпші органолептичні характеристики виявилися для зразка №3 з вмістом вакаме 15% термообробленого запіканням. Його загальна оцінка становила 4,95 порівняно з оцінками 4,68 і 4,73 зразків №1 (контроль, відсутнє вакаме) і №2 (вміст вакаме 0,7%, варений на парі) відповідно

Показників якості напівфабрикатів і готових виробів наведено в табл. 4.90.

Таблиця 4.90 – Показники функціонально-технологічних властивостей фаршів, втрати під час термообробки МСВ з вакаме

Показник	МСВ варені на парі		МСВ запечені	
	Контроль	з вакаме	Контроль	з вакаме
Вологоутримувальна здатність, %	64,0±0,3	65,5±0,3	64,0±0,3	65,9±0,3
Жироутримувальна здатність, %	13,9±0,2	15,3±0,2	13,9±0,2	16,64±0,2
Стійкість емульсії, %	83,3±0,3	88,4±0,3	83,3±0,3	90,3±0,3
Втрати під час термообробки, %	20,8±0,3	19,2±0,3	20,2±0,3	18,3±0,3

Як показує аналіз результатів (табл. 4.90), усі зразки нової продукції порівняно з контролем характеризуються високими показниками ВУЗ, ЖУЗ, стійкості емульсії зменшеними втратами під час термообробки. Зокрема, поліпшення функціонально-технологічних властивостей фаршів порівняно з контролем пов'язане з помітним впливом ПАР ліпідів і полісахаридів вакаме в фарші на збільшення внутрішньої взаємодії між частками. Зниження втрат під час термообробки МСВ порівняно з контролем становить для варених на парі 7,7%, запечених – 9,4%

Досліджено загальний хімічний склад та розраховано калорійність (енергетичну цінність) м'ясних січених виробів з вакаме (табл. 4.91).

За вмісту сухих речовин (35,9±0,3)% у складі напівфабрикату контролю визначено (16,2±0,3)% білкових речовин, що становить 45,1% від сухого залишку і забезпечується використанням тільки м'ясної сировини; (17,6±0,2)% жиру – 39,0% від сухого залишку і (2,1±0,2)% мінеральних речовин. За вмісту 35,0% сухих речовин готових МСВ з вакаме, термооброблених запіканням, визначено (18,0±0,2)% (51,5%) білку, (14,6±0,3)% (28,3%) жиру та 35,9% сухих речовин з (18,9±0,2)% (52,7%) білку, (14,6±0,3)% (27,7%) жиру – варінням на парі.



Таблиця 4.91 – Загальний хімічний склад м'ясних січених виробів з вакаме

Назва продукту	Масова частка, %					Кал-ть на 100 г продукту, ккал (енерг.цін. кДж)
	волога	білок	жир	вуглеводи	зола	
н/ф Контроль	64,1±0,3	16,2±0,3	17,6±0,2	0	2,1±0,2	223 (934)
Контроль / варіння на парі	58,3±0,2	19,2±0,2	20,3±0,3	0	2,2±0,2	261 (1090)
Контроль / запікання	58,2±0,2	19,2±0,2	20,4±0,3	0	2,2±0,2	260 (1086)
н/ф МСВ з вакаме / варіння на парі	68,7±0,3	16,2±0,3	12,4±0,2	0,27±0,02	2,0±0,2	178 (747)
МСВ з вакаме / варіння на парі	64,1±0,3	18,9±0,2	14,6±0,2	0,30±0,02	2,1±0,2	208 (872)
н/ф МСВ з вакаме / запікання	69,2±0,2	15,6±0,2	12,2±0,2	0,40±0,02	1,9±0,2	180 (754)
МСВ з вакаме/запікання	65,0±0,2	18,0±0,2	14,6±0,3	0,50±0,02	2,0±0,2	205 (859)

Слід відзначити, що розроблені напівфабрикати є джерелом таких макроелементів як Натрій (461; 466 порівняно з контролем 520 мг%), Калій (191; 266 – 267 мг%), Кальцій (14; 21 – 12,5 мг%), Магній (19; 27 – 18,7 мг%), Фосфор (150; 163,5 – 169 мг%) і мікроелементів: Цинкум (2,592 мг%), Ферум (1,65; 1,60 – 1,64 мг%), Купрум (0,146 мг%). Є також Кобальт (5,6 мг%), Манган (28 мг%) та 29,4–44,1 мкг/100 г Йоду, 0,005–0,007 мкг/100 г Селену та ін.

Морська водорість вакаме рекомендована як натуральне джерело білків, ліпідів, органічно зв'язаного Йоду, а також вітамінів (мас. %, каротин – 3,3, вітамін В1 – 0,0003, вітамін В2 – 0,00115, вітамін С – 0,015, ніацин – 0,08), мінеральних речовин і харчових волокон (альгінової кислоти й альгінатів та ін.), клітковини, фенольних сполук (антиоксидант фукоксантин та ін.).

З додаванням вакаме МСВ набувають оздоровчих властивостей: за рахунок вмісту солі альгінової кислоти сприяють виведенню з організму важких металів, зокрема Стронцію і Кадмію; завдяки властивості сповільнювати

адсорбцію цукрів в кишечнику полісахариди вакаме використовуються для попередження і лікування діабету.

Досліджено мікробіологічні показники напівфабрикатів МСВ з вакаме (свіжовиготовлені зразки, а також з терміном зберігання 24 год від моменту закінчення технологічного процесу за температур від 0 до 6°C і відносної вологості повітря від 75 до 78%) відповідно вимогам, установленим ДСТУ 4437:2005 для м'ясних січених напівфабрикатів.

Визначено, що бактерії групи кишкової палички та патогенні мікроорганізми відсутні відповідно в 0,001 та 25 г зразків свіжовиготовлених напівфабрикатів з вакаме і тих, що зберігалися протягом 24 год, а кількість МАФAM в 1 г свіжовиготовленого зразка становила  $3,1 \cdot 10^4$ , що не перевищує встановлених норм. Упродовж 24 год зберігання кількість МАФAM в 1 г дослідних зразків дещо збільшується: менше в напівфабрикаті з вакаме – до  $3,5 \cdot 10^4$ , більше в контролі – до  $5,1 \cdot 10^4$ . Це можна пояснити наявністю у складі вакаме значної кількості сполук, які мають бактерицидні властивості і дозволяють подовжити терміни придатності охолоджених м'ясних січених напівфабрикатів за температур від 0 до 6° С і відносної вологості повітря від 75 до 78% від 12 [415] до 24 год з моменту закінчення технологічного процесу. Отже, за мікробіологічними показниками напівфабрикати м'ясних січених виробів з вакаме відповідають чинним вимогам МБТ і СН №5061.

Таким чином результати експериментальних досліджень функціонально-технологічних властивостей, втрат після термообробки, кислотного і пероксидного чисел, органолептичних, мікробіологічних показників, загального хімічного складу, енергетичної цінності, проаналізованої біологічної цінності м'ясних січених виробів з пажитником, сушеним листям чорної смородини. вакаме доводять, що удосконалені технології м'ясних січених виробів забезпечують виготовлення оздоровчих продуктів, що можуть бути рекомендовані для харчування людей з порушеним обміном речовин.

## **5 РОЗРОБКА РАЦІОНІВ ХАРЧУВАННЯ ЛЮДЕЙ З ПОРУШЕНИМ ОБМІНОМ РЕЧОВИН**

### **5.1 Розробка добового раціону харчування з включенням до нього запіканки на основі сиру кисломолочного з полісолом**

У сучасних умовах на людину діють різні несприятливі чинники – не кожен окремо, а комплексно, поступово формуючи патологічний стан. Найбільш розповсюдженим комплексом, який формує «хвороби століття», є в основному п'ять чинників: низька якість харчування, перевантаженість нервово-емоційними, стресовими станами; малорухливий спосіб життя; різні інтоксикації організму; приховані форми вітамінної недостатності [418].

Зазначені чинники ведуть до виникнення та розвитку гострих і хронічних захворювань, таких як гіпертонія, стенокардія, нервові розлади, порушення обміну речовин, утворення злоякісних пухлин тощо. Вплив різних чинників на здоров'я нації загалом можна представити у відсотковому співвідношенні: довкілля – 10%; спадковість 10%; рівень медицини – 10%; якість харчування – 30%, спосіб життя 40 %.

Як бачимо, повноцінне, безпечне та раціональне харчування є однією з найважливіших умов збереження і зміцнення здоров'я людини, підтримання на високому рівні її працездатності, збільшення тривалості життя.

- Раціональне харчування повинно відповідати таким основним принципам:
- бути достатнім за енергетичною цінністю (калорійністю) добового раціону, тобто забезпечувати та компенсувати енергетичні витрати організму, з урахуванням віку, статі та діяльності людини;
  - бути різноманітним (містити всі харчові речовини – білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мікроелементи, воду);
  - містити різні за походженням і обробленням продукти тваринного і рослинного походження; фрукти й овочі;
  - вживатися за режимом (три; чотири або п'ять разів на день у визначений час);
  - бути безпечною.

Порушення кожного з цих принципів може спричинити до зниження рівня здоров'я індивіда чи організованого колективу, виникнення захворювань аліментарного походження.

Для характеристики принципів раціонального харчування використовується ряд понять. Харчовий раціон – склад та кількість харчових продуктів, використаних протягом доби. Їжа – суміш приготовлених для вживання продуктів. Харчові продукти – природні або штучні поєднання харчових речовин, які є найрізноманітнішими органічними та неорганічними сполуками. У сучасних умовах диспропорція в хімічному складі раціонів (нестача одних та надмірна кількість інших компонентів) складає основний фактор ризику розвитку «хвороб цивілізації» (хронічних неінфекційних хвороб). Їжа в раціоні сучасної людини є постачальником надлишкової кількості енергії на противагу недостатності біорегуляторних та захисно-реабілітаційних компонентів. Тому особливого значення набуває необхідність забезпечення збалансованості та повноцінності харчування при мінімальній його енергетичній цінності.

Так, загальна кількість білка в раціоні дорослої людини повинна складати приблизно 20% від добової потреби. Кількість білків тваринного походження має складати 50-55% від загальної кількості білка в раціоні. Загальна кількість жирів у раціоні здорової людини повинна складати не більше 30% від його енергетичної цінності (бажано щоб жири до 10% були рослинного походження). Загальна кількість вуглеводів, які повинні визначати добову потребу в енергії, складає 50%. Саме вони заряджають нас енергією в найбільшій мірі. Вуглеводи на 80% мають бути представлені рослинними полісахаридами (крохмаль, клітковина, ягоди, фрукти) і лише до 20% – за рахунок цукру. Збалансованість між мінеральними елементами, такими, як кальцій, фосфор, магній – 1:1:0,5, що зумовлює їх краще засвоєння організмом. Збалансованість між вітамінами в раціоні оцінюється тільки при розрахунку енергетичної цінності раціону, тобто на 1000 ккал [419].

Тимчасове відхилення від збалансованого харчування (наприклад, дні свят, під час релігійних постів тощо) не завдають шкоди здоров'ю, а навпаки, є доцільними із позиції сучасних поглядів на значення періодичної розбалансованості харчування. Відхилення від збалансованого харчування протипоказано малим дітям, матерям при годуванні груддю, особам з певними хронічними захворюваннями, спортсменам у період інтенсивних змагань та тренувань.

Зокрема розглянемо більш детально формування добового раціону дітей і підлітків. Оскільки, харчування є одним із чинників, які справляють найбільший вплив на ріст, розвиток і стан їх здоров'я.

З метою забезпечення організму дітей та підлітків необхідними поживними речовинами та їх максимального засвоєння необхідний суворий режим харчування та постійний контроль.

Тільки правильний режим харчування гарантує нормальне функціонування травного апарату, повнішу засвоюваність їжі, а також рівномірне постачання і своєчасне поповнення метаболічного резерву організму поживними речовинами протягом доби. Добові енерговитрати дітей залежно від вікової групи наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Добова потреба в енергії дітей та підлітків

Вікова група (років)	Потреба в енергії (ккал)	
	хлопчики	дівчата
6	2000	2000
7-10	2350	2350
11-13	2750	2500
14-17	3000	2500

Як видно з таблиці 5.1 потреби у харчових речовинах і енергії на 1 кг маси тіла у дітей вищі, ніж у дорослої людини, що пов'язано з високою інтенсивністю обмінних процесів, високою інтенсивністю зростання, великою рухливістю. Проте, добова потреба дітей в енергії з віком змінюється.

Фізіологічна потреба в основних харчових та мінеральних речовинах, вітамінах та енергії для дітей і підлітків наведено в таблиці 5.2. Наведені норми споживання основних харчових речовин рекомендовано Міністерством охорони здоров'я України.

Таблиця 5.2 – Добова потреба у харчових речовинах і енергії для дітей та підлітків

вік	стать	Енергія кДж (ккал)	Білки		жири	вуглеводи	Мінеральні речовини, мг						Вітаміни									
			Всього	в т.ч. тваринні			кальцій	фосфор	магній	залізо	цинк	йод	С, мг	А, мкг рет.	Е, мг ток.	А, мкг	В1, мг	В2, мг	В6, мг	Ніацин, мг	Фолат, мкг	В12, мкг
6	школярі	9200 (2200)	72	36	65	332	800	800	150	12	10	0,10	60	550	8	10	0,9	1,1	1,2	12	90	1,2
7-10	школярі	10032 (2400)	78	39	70	365	1000	1000	170	12	10	0,20	65	700	10	10	1,0	1,2	1,4	13	100	1,4
11-13	хлопчики	11704 (2800)	91	46	82	425	1200	1200	270	12	15	0,15	75	1000	13	10	1,3	1,5	1,7	17	160	2,0
	дівчата	10660 (2550)	83	42	75	386	1200	1200	280	15	12	0,15	70	800	10	10	1,1	1,3	1,4	15	150	2,0
14-17	хлопчики	13376 (3200)	104	52	94	485	1200	1200	280	15	12	0,15	80	1000	15	10	1,5	1,8	2,0	20	200	2,0
	дівчата	11077 (2650)	86	43	77	403	1200	1200	300	15	13	0,20	75	800	13	10	1,2	1,5	1,5	16	180	2,0

Як видно, потреба дітей та підлітків у основних харчових речовинах, особливо у білках, на 1 кг маси тіла тим вища, чим менший вік дитини.

До того ж, є важливим співвідношення білків, жирів та вуглеводів.

Так, у харчуванні дітей молодшого віку таке співвідношення має становити 1:1:3, старшого віку – 1:1:4, передбачена велика питома вага продуктів тваринного походження [420].

Саме помірний наявність жирів (приблизно 30% від загального раціону). в харчування дітей та підлітків служать кращому засвоєнню у організмі вітамінів А і Д, фосфоліпідів, поліненасичених жирних кислот та інших біологічно активних речовин. Недостача жиру – впливає на імунологічні особливості організму, а надмірний вміст їх у їжі сприяє порушенню обміну речовин, травлення, погіршення використання білка.

У харчуванні дітей використовуються як тваринні (переважно молочні), так і рослинні жири (15–30% від загальної кількості жиру). Крім того, у дітей має місце підвищена потреба у вуглеводах, особливо у легкозасвоюваних. Це пов'язано з високою інтенсивністю обмінних процесів і великою рухливою активністю. Саме, за рахунок вуглеводів покривається у середньому 55% добової потреби в енергії. При цьому переважну частину вуглеводів (1/3) повинні складати легкозасвоювані вуглеводи (моно- і дисахариди), та крахмал (2/3) для стабільного рівня цукру в крові.

Серед легкозасвоюваних вуглеводів слід виділити фрукти, ягоди, їх соки, що постачають глюкозу і фруктозу, швидко перетравлюються у дитячому організмі. Самі ж цукри повинні складати лише 20% від загальної кількості вуглеводів.

Не менш важливою складовою дитячого харчування є вітаміни. Особливо важливими серед яких є вітаміни А і Д, що впливають на інтенсивність росту скелета і функцію ендокринних залоз, регулюють фосфорно-кальційовий обмін тощо. Потреба дитячого організму у вітаміні Д задовольняється за рахунок надходжень з їжею (переважно з молочними жирами) і ендогенного синтезу в організмі під дією ультрафіолетових променів. Саме тому рекомендується якомога більше знаходитися на вулиці. Також впливає на ріст і розвиток дитячого організму – вітамін Е, особливо підвищується його потреба у період занять спортом та інших фізичних навантажень, оскільки він стимулює розвиток м'язів.

Загалом важливим в організмі є збалансованість всього вітамінового ряду, оскільки вони прямо чи опосередковано впливають на обмін речовин, розвиток всього організму.

Щодо мінеральних речовин, то вони є запорукою нормального формування кісткової, м'язової і нервової тканини, у тому числі клітин головного мозку, особливо кальцій, фосфор, магній, залізо, йод.

Кальцій міститься у молоці та молочних продуктах, яєчному жовтку, м'ясі, горіхах, бобах, вівсяній крупі, овочах та фруктах, є основним структурним елементом кісткової тканини. На засвоєння кальцію в організмі впливає його співвідношення з фосфором (1:1).

Фосфор міститься у продуктах тваринного походження (молочні, м'ясні і рибні продукти, яйця, злакові і бобові), бере участь у обмінних процесах та нормальному функціонуванні ЦНС.

Магній виконує важливу роль в обміні речовин та відіграє важливу роль у підтриманні в нормальному стані нервової системи.

Як зазначалось вище, головне при цьому додержуватись збалансованості. Для дітей та підтків сприятливим є співвідношення магнію, кальцію і фосфору 1:4:4.

Не менш важливим для повноцінного функціонування організму є йод, що регулює діяльність щитовидної залози та фтор, який бере активну участь у процесах розвитку зубів, у формуванні дентину і зубної емалі, а також впливає на кісткоутворення і фосфорно-кальцієвий обмін.

Також для нормального росту і розвитку дитини необхідне повноцінне забезпечення мінеральними речовинами, що беруть участь у кровотворенні, – залізом, міддю, марганцем, кобальтом і нікелем.

Значення води у харчуванні дітей є недооціненим. Так, діти старші 7 років потребують 50 мл води на 1 кг маси тіла (приблизно 1,5–2 л), оскільки всі життєво важливі процеси організму відбуваються у водному середовищі.

Приймання їжі повинно бути не менш, ніж 4 рази на день. Проміжки між прийомами їжі не повинні перевищувати 4–5 годин.

Розподіл добового харчового раціону на окремі прийоми їжі за 4-и разового харчування рекомендується на сніданок 25%, на обід – 35%, полудень – 15% і на вечерю – 25% енергетичної цінності добового раціону (рис. 5.1).



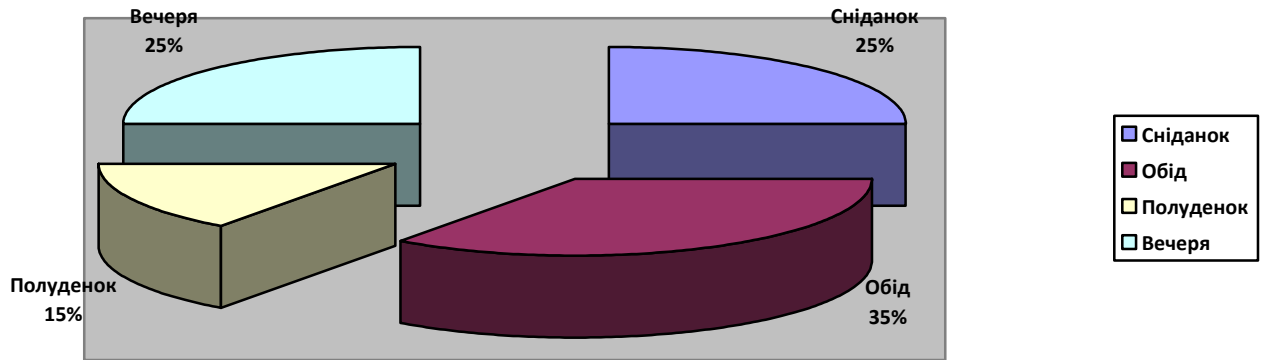


Рисунок 5.1 – Рекомендований розподіл раціону за прийомами їжі (%)

Важливо, щоб за один прийом страви з однорідних продуктів не зустрічалися. При розробці здорового раціону харчування потрібно також приділяти велику увагу тому, що їжа повинна не тільки задовольняти фізіологічні потреби людини, але й може корегувати стан здоров'я.

У зв'язку з тим, що харчування дітей далеке від збалансованого по всім необхідним нутрієнтам, вітамінам та мінералам, з метою забезпечення потреби організму дитини в перелічених речовинах, що необхідні для процесів життєдіяльності, нами було розроблено добовий раціон для дітей вікової групи 7-10 років (школярі), з урахуванням удосконаленого нами десерту на основі сиру кисломолочного з додаванням полісолодового екстракту у вигляді запіканки. Пропонуємо включити його на полуденок, як повноцінну страву, що повністю задовольнить потребу дітей даної вікової групи у легкозасвоюваних білках, легких вуглеводах (цукрах), необхідних вітамінах, мінеральних речовин та незамінних амінокислот (таблиці 5.3, 5.4).

Таким чином, запропонований добовий раціон відповідає загальним вимогам щодо енергетичної калорійності даної вікової групи (2400 ккал), та задовольняє потреби у білках, жирах, вуглеводах згідно нормам, а також комплекс вітамінів та мікроелементів, що дозволяє ефективно функціонувати організму дитини, рости та розвиватися.

Таблиця 5.3 – Орієнтовний добовий харчовий раціон

Прийом їжі	Перелік страв	Вихід страв, г	Маса, г			Енергетична цінність прийому їжі, ккал
			Білки	Жири	Вуглеводи	
Сніданок	Бутерброд з сиром	50 г	6,0	9,7	15,0	174,0
	Яечна кашка	105 г	9,8	12,2	0,6	156,0
	Сосиски молочні	50 г	5,50	11,95	0,8	133,0
	Кисель із яблук сушених	200 г	0,24	0	34,2	134,0
Всього						597,00
Обід	Салат з білокачанної капусти	100 г	1,4	5,1	9,2	85,0
	Суп картопляний	200 г	2,26	2,38	17,04	96,8
	Каша гречана	100 г	5,7	1,6	27,9	178,0
	Котлети яловичі	100 г	14,0	11,0	13,0	215,0
	Компот з вишень	200 г	0,32	0,2	28,0	98,0
	Хліб пшенич. формовий з борошна в/г	50 г	3,8	0,4	24,3	119,0
	Яблуко	200 г	0,8	0,8	19,6	90,0
Всього						881,8
Полуденок	Запиканка на основі сиру кисломолочного	150 г	21,2	14,5	34,3	348,0
	Какао з молоком	200 г	3,86	4,0	12,9	150,0
Всього						498,0
Вечеря	Вінегрет овочевий	100 г	1,4	2,6	7,2	58,0
	Каша пшенична	100 г	4,3	4,4	25,1	160,0
	Шніцель рибний натуральний	75 г	13,2	9,4	6,8	165,0
	Чай з молоком	215	1,6	1,7	17,4	88,0
Всього						471,0
<b>Всього за добу</b>			<b>91,83</b>	<b>91,93</b>	<b>292,42</b>	<b>2447,80</b>

Таблиця 5.4 – Хімічний склад та калорійність раціону

№ з/п рецептури за збірником рецептур	Назва страви	Вихід страви, г	Продукти, г	Нетто продукту, г	Білки		Жири		Вуглеводи			Мінеральні речовини, мг						Вітаміни					Енергетична цінність, ккал		
					Разом	в т.ч. тваринні	Разом	в т.ч. рослинні	Разом	у т.ч. які легко засвоюються	крохмаль	клітковина	Na	K	Ca	P	Mg	Fe	A	В-каротин	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>		PP	C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
3	Бутерброд з сиром	50	Сир твердий 15 г Масло верш. 5 г Хліб 30 г	50	6,0	-	9,7	-	15,1		14,1	0,1	255	64	165	17	113	0,9	0,1	0,04	0,06	0,1	0,5	0,2	174,0
456	Яечна кашка	105	Яйце 80 г Вода 40 г Масло верш. 15 г Сіль 4 г	126	9,8		12,2		0,6				498,0	113	50,0	10,	154	2,0	0,22	0,11	0,05	0,36	0,16	0	156,00
	Сосиска молочна	50	Сосиска молочна	100	5,50		11,95		0,8				403,5	110,0	17,5	79,5	10,0	0,9							133,0
938	Кисіль із яблук сушених	200	Яблука сушені 60 г Цукор 120 г Крохмаль картопляний 40 г Кислота лимонна 1 г Вода 1080 г	1000	0,24		0		34,2		3,0	0,1	24,8	60,6	18,8	4,6	10,8	0,68	-	-	-	-	0,08	0,14	134,0

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
81	Салат з білокачонної капусти	100	Капуста білокачанна 70г Цибуля зел. 0,1г Оцет 3 %-й 0,1 г Цукор 0,05 г Масло росл. 5г	1000	1,4		5,1	5,1	8,2		0,1	0,9	14	25	0,6	-	0,22	0,02	-	0,22	0,02	0,04	0,54	26,0	85,0
215	Суп картопляний	200	Картопля 450 г Морква 40 г Цибуля ріпч 40 г Кул. жир10 г Бульйон 700 г	1000	2,26		2,38		17,04		13,06	1,06	526,4	555,4	29,8	29,4	163,4	0,96	-	0,66	0,1	0,076	1,2	9,6	96,8
405	Каша гречана	100	Крупа гречана 119 г Сіль 2,5 г Вода 178г Маргарин 10г	260	5,7		4,6		27,9		27,2	0,5	373,0	171	16,0	90	134	3,0	-	-	0,14	0,07	1,6	-	178,0
658	Котлети яловичі	50* 2	Яловичина 37 г Хліб пшеничний 9г Вода 12 г Сухарі 5 г Жир твар. 3 г	50	14,0		11,0		13,0		12,6	0,2	715,0	198	21,0	26	129	1,5	0	0,01	0,08	0,12	3,34	-	215,0
924	Компот з вишень	200	Вишня 100 г Вода 860 г Цукор 120 г К-та лимонна 1,0	1000	0,32		0,2		28,0			0,4	9,8	103,6	22,6	12	0,12	0,28	0	0,04	0,02	0,02	0,12	2,4	98,0
	Яблуко	200	Яблуко 1 шт		0,8		0,8		19,6	1,6	1,2	1,8	52,0	556	32	22			4,4	0,06	0,06	0,04	0,6	33,0	90,00
102 5	Какао з молоком	200	Порошок (какао-порошок) 20 г Молоко 500 г Вода 550 г Цукор 100 г	1000	3,86		4,0		12,9		1,0	0,22	54,6	222	123,6	21,8	116	0,72	0,02	-	0,04	0,16	0,18	1,0	150,0

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
На осн 498	<b>Запіканка на основі сиру кисломолоч ного</b>	150	Сир 810 г Цукор 75 г Полісол 25 г Крохмаль 45 г Сметана (15%) 50 г Соняшн. олія 5 г Борошне греч. 5г Яйця 5 шт -110 г	925- 950	21,1 5		14,5		34,28		7,7	0,6	487,5	172, 5	298,5	36, 75	275, 25	1,35	0,1	0,04	0,08	0,36	0,65	0,3	348,0
103	Вінегрет овочевий	100	Картопля відвар за №71 – 210 г Буряк відварний – 150 г Морква відварна – 100 г Огірки сол. 150 г Капуста кв 150 г. Цибуля зел. 150 г Заправка для салатів за № 895 – 100 г	1000	1,4		2,6		7,2		3,2	0,9	227,0	261	38,0	18	35,0	0,8	0	1,20	0,04	0,05	0,51	15,2	58,0
405	Каша пшенична	100	Крупа пшенична 100 г Вода 180 г Маргарин 10г	260	4,3		4,4		25,1		24,4	0,3	-	80,0	17,0	32	88,0	1,0	-	-	0,11	0,01	0,5	-	160,0
542	Шніцель рибний натуральн ий	75	Окунь 64 г Цибуля ріпч. 13г Петрушка 2г Молоко 6г Яйце 3 г Сухарі 9г Масло росл. 8г Сіль 3г	100	13,2		9,4		6,8				1182	239	47	27	138	1,3	0,02	0,01	0,1	0,1	1,2	2,1	165,0

Закінчення табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1011	Чай з молоком	215	Чай-заварка № 1008, 50 г Цукор 15 г Молоко 50 г Вода 100 г	215	1,6		1,7		17,4			0,1	29,0	103	70	12	53	0,9	0,01	0,01	0,02	0,08	0,09	0,6	88,0
	Хліб пшенични й формовий з борошна в/г	50	Хліб пшеничний	700	3,8		0,4		24,3	23,9	0,1		249,5	46,5	10,0	32, 5	7,0	0,05 5				0,015	0,46		119,0
	Всього				91,83		91,93		292,42	25,5	107,66	7,18	5101,1	3080, 6	977,4	470, 55	1426, 8	16,36	4,87	2,4	0,92	1,6	11,73	90,54	2447,80

## **5.2 Розробка добового раціону безглютенового харчування з включенням до нього брауні «EatNow»**

Борошняні кондитерські вироби широко представлені на полицях магазинів України та є одними з найулюбленіших ласощів і дорослих, і малечі. Проте для цих продуктів характерна висока калорійність, великий вміст простих вуглеводнів та насичених жирів. Вони мають незбалансований хімічний склад та містять незначну кількість білка, харчових волокон, макро-, мікроелементів та вітамінів.

В розробленому брауні «EatNow» пшеничне борошно замінено на суміш амарантового борошна, яке є чудовим джерелом легкозасвоюваних білків, вітамінів, мінералів, та борошно з плодів ріжкового дерева, що містить велику кількість нерозчинних харчових волокон, має унікальний хімічний склад. Обидва види борошна відносяться до функціональних харчових продуктів та використовуються в лікувальних та профілактичних цілях, зокрема для людей, які не можуть вживати продукти, що містять глютен.

Відповідно до принципів збалансованого харчування та велнес-дієтології людина потребує певну кількість нутрієнтів, вітамінів, макро- та мікроелементів, амінокислот та інших речовин для збереження здоров'я, профілактики захворювань та/або при вже наявних хворобах. На ці параметри мають вплив стать людини, її вік, фізична активність, умови проживання, клімат тощо. При оптимальному, вірно розрахованому раціоні харчування можна забезпечити всі функції організму, які необхідні для повноцінного життя, а саме – енергетичну, пластичну, захисну, регуляторну, біокаталітичну, транспортну та ін.

Характер обміну речовин у різних груп населення різний та залежить від багатьох параметрів. Тому при складанні харчових раціонів враховують індивідуальні особливості та потреби.

Відомо, що потреба в безглютеновому харчуванні зустрічається в 4 рази частіше у жінок, ніж у чоловіків. Якщо брати віковий діапазон, то дане

захворювання в багатьох випадках діагностують у дітей віком 1-3 роки та дорослих 30-50 років. Тому для складання раціону були вибрані жінки віком 30-39 років.

Відповідно до принципу енергетичної адекватності спочатку треба визначити добові енерговитрати. Для цього використовують методи прямої та непрямой калориметрії, хронометражно-табличний метод.

Для визначення енерговитрат використовують таблиці згідно із наказом МОЗ України 1073 від 03.09.2017 року, а також даними, які надає ВООЗ.

У якості прикладу була взята 2 група активності, для якої характерна легка фізична активність. В таблиці 5.5 наведені довідкові дані добової потреби жінок віком 30-39 років 2 групи активності у білках, жирах, вуглеводах та енергії.

Таблиця 5.5 – Добова потреба жінки 2 групи активності, віком 30-39 років у білках, жирах, вуглеводах та енергії

Нутрієнт	Добова потреба
Енергетична цінність, ккал	2150
Білки, г	65
в т.ч. тваринні, г	32
Жири, г	70
в т.ч. мононенасичені, г	25
в т.ч. поліненасичені, г	25
Вуглеводи, г	315
в т.ч. прості вуглеводи, г	105

Згідно рекомендацій ВООЗ та принципів велнес-дієтології була розрахована потреба організму в нутрієнтах. Так, рекомендована потреба в раціоні білків становить 85...90 г, близько 13% калорійності, проте вона може бути збільшена до 35% (при активному фізичному навантаженні). Оскільки в нашому прикладі жінка виконує легку фізичну працю, то збільшили потребу



в білку до 16%. При цьому кількість вуглеводів була зменшена. Отримані дані наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Добова потреба жінки 2 групи активності, віком 30-39 років у білках, жирах, вуглеводах та енергії

Нутрієнт	Добова потреба
Енергетична цінність, ккал	2150
Білки, г	85
в т.ч. тваринні, г	43
Жири, г	77
в т.ч. мононенасичені, г	25,5
в т.ч. поліненасичені, г	26
Вуглеводи, г	279
в т.ч. моно-, дисахариди (МДС), г	93

В таблицях 5.7 та 5.8 наведено добові потреби організму в макро-, мікроелементів та вітамінах

Таблиця 5.7 – Добова потреба жінки 2 групи активності, віком 30-39 років у мінеральних речовинах

Нутрієнт	Добова потреба
Кальцій, мг	1100
Калій, мг	2500
Фосфор, мг	1200
Магній, мг	500
Залізо, мг	17
Цинк, мг	12
Йод, мкг	150
Селен, мкг	50
Мідь, мкг	1000
Марганець, мкг	2000
Хром, мкг	50
Молібден, мкг	70

Таблиця 5.8 — Добова потреба жінки 2 групи активності, віком 30–39 років у вітамінах

Нутрієнт	Добова потреба
Вітамін С, мг	70
Вітамін А, мкг	1000
Каротиноїди, мг	15
Вітамін Е, мг	15
Вітамін Д, мкг	5
Вітамін В1, мг	1,3
Вітамін В2, мг	1,6
Вітамін В6, мг	1,8
Ніацин, мг	16
Фолат, мкг	400
Вітамін В12, мкг	3,0
Біотин, мкг	50
Вітамін К, мкг	100
Пантотенова кислота, мг	5
Холін, мг	500

Режим харчування – дробове, 4-х разове. У таблиці 5.9 наведено розподіл харчових речовин та енергетичної цінності добового раціону за прийомами їжі.

Таблиця 5.9 – Розподіл харчових речовин та енергетичної цінності добового раціону за прийомами їжі

Приєм їжі	Співвідношення добової потреби в основних харчових речовинах та енергії, %	Білки,г		Жири,г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність, ккал
		усього	тваринні			
Сніданок	30	26	13	23	84	645
Обід	35	30	15	27	97	752,5
Полуденок	10	7	4	7	28	215
Вечеря	25	22	11	20	70	537,5
Усього	100	85	43	77	279	2150

В таблиці 5.10 запропонований раціон харчування для жінок 2 групи активності віком 30-39 років.

Таблиця 5.10 – Вміст у запропонованому раціоні білків, жирів, вуглеводів та енергетична цінність

Назва страви	Вихід, г	Білки, г		Жири, г				Вуглеводи, г		Енегетична цінність, ккал
		Усього	тваринні	Усього	НЖК	МЖК	ПНЖК	Усього	МДС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сніданок										
Пюре картопляне	150	3,2	0	1,2	0,6	0,5	0,1	22,1	2,1	112
Ікра бурякова	125	3,1	0	6,5	1,2	0,5	4,8	19,2	9,9	148
Серце тушковане в соусі	150	15,5	15,5	7,9	3	3,45	0,95	7,6	2,5	163
Вафлі безглютенові	50	6,7	4,4	6,7	0,5	1,35	0,2	34,2	0,8	224
Кава без цукру	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Разом</b>	<b>700</b>	<b>28,5</b>	<b>19,9</b>	<b>22,3</b>	<b>5,3</b>	<b>5,8</b>	<b>6,05</b>	<b>83,1</b>	<b>15,3</b>	<b>647</b>
Обід										
Суп з бобових	250	7,5	0	3,2	0,8	1,05	1,35	17,3	3,5	135
Хліб безглютеновий з кукурудзяного крохмалю, рисового борошна	50	1,4	0	2,6	0,3	1,1	1,2	27,4	1,6	139
Салат з моркви	150	2	0	3	1,8	0,5	0,7	16,1	5,7	100
Біфштекс	50	14,6	14,6	5,6	4,6	0,8	0,1	0	0	108
Сік вишневий	200	1,4	0	0,4	0	0	0	22,8	17,8	102
Брауні «EatNow»	50	4,0	1,3	8,6	6,0	1,3	0,8	18,2	10,4	166
<b>Разом</b>	<b>750</b>	<b>30,9</b>	<b>15,9</b>	<b>20,8</b>	<b>13,5</b>	<b>4,75</b>	<b>4,15</b>	<b>101,8</b>	<b>40,0</b>	<b>750</b>

Продовження таблиці 5.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Полуденок										
Ацидофілін 3,2%	200	5,6	5,6	6,4	4	1,85	0,3	7,6	6,0	118
Чорниця	150	1,7		0,9	0	0,6	0,3	11,4	8,8	66
<b>Разом</b>	<b>350</b>	<b>7,3</b>	<b>5,6</b>	<b>7,3</b>	<b>4</b>	<b>2,45</b>	<b>0,6</b>	<b>19,0</b>	<b>14,8</b>	<b>184</b>
Вечеря										
Минтай припущений	120	19,4	19,4	1,4	0,2	0,2	1,0	0	0	90
Салат з помідору,огірка, солодкого перцю, кріпу, петрушки та оливкова олія	200	2,6	0	18,5	0,1	12,0	6,4	7,8	0	208
Булка безглютенова «SCHAR»	75	1,8	0,8	1,9	0,4	0,4	1,1	38,7	2,4	179
Апельсин	200	1,8	0	0,4	0,1	0,15	0,15	16,2	14,1	86
Чай м'ятний без цукру	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Разом</b>	<b>795</b>	<b>25,6</b>	<b>20,2</b>	<b>22,2</b>	<b>0,8</b>	<b>12,75</b>	<b>8,65</b>	<b>62,7</b>	<b>18,6</b>	<b>563</b>
Кількість в раціоні	2595	92,3	61,6	75,2	23,6	25,75	25,85	266,6	88,7	2144
Добова потреба		85	43	77	25,5	26,0	25,5	279	93	2150
Доля від добової потреби в раціоні, %		108,59	143,26	97,66	94,90	99,04	101,37	95,56	95,38	99,72
Відхилення від норми, %		+8,59	+43,26	-2,33	-5,10	+0,96	+1,37	-4,44	-4,62	-0,28

Енергетична цінність раціону становить 99,72% від рекомендованої. Раціон містить близько 600 г овочів та 350 г фруктів, цільнозернові продукти, м'ясо та м'ясні субпродукти, бобові, рибу, кисломолочний продукт. У запропонованому раціоні дещо збільшена доля білків (на 8,59% від мінімально рекомендованої норми), зменшена кількість насичених жирних кислот (на 5,1% від максимально рекомендованої норми), кількість вуглеводів (на 4,44%, у тому числі моно- та дисахаридів на 4,62%). Такі зміни роблять добовий раціон більш ситним.

В таблицях 5.11 та 5.12 наведені дані вмісту макро- та мікроелементів, вітамінів та харчових волокон у запропонованому раціоні.

Розроблений добовий раціон безглютенowego харчування для жінок 2 групи фізичної активності, віком 30-39 років, в який введено новий продукт – брауні на основі суміші амарантового борошна та борошна з плодів ріжкового дерева, задовільняє добову потребу у кальції на 98,01%, у магнії на 97,5%, у фосфорі на 159,54%, у залізі на 184,53%, у вітаміні С на 470,49%, у вітаміні Е на 119,40%, ніаціні на 119,75%, у вітаміні В1 на 298,46%, у вітаміні В2 на 205,00%.

Запропонований раціон заряджає енергією, забезпечує необхідну кількість нутрієнтів. Може використовуватися для підтримання оптимальної роботи всіх органів та систем організму, запобігання ознак старіння, профілактики захворювань травної системи, нервової системи тощо.

Таблиця 5.11 – Вміст мікро- та макроелементів у запропонованому раціоні

Назва страви	Вихід, г	Макро- та мікроелементи, мг						Харчові волокна,г
		Натрій	Калій	Кальцій	Магній	Фосфор	Залізо	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сніданок								
Пюре картопляне	150	387	684	40	30	84	1	1,8
Ікра бурякова	125	281	515	48	22	73	8,2	3,3
Серце тушковане в соусі	150	946	215	29	30	209	4,2	0,6
Вафлі безглютенові	75	379	93	40	33	270	0,47	1,1
Кава без цукру	200	0	76	10	0	14	0	0
Обід								
Суп з бобових	250	648	450	82	48	328	2,2	4,2
Хліб безглютеновий з кукурудзяного крохмалю, рисового борошна	50	223	38	79	16	2,5	1,3	2,2
Салат з моркви	150	33	275	48	51	80	0,9	3
Біфштекс	50	286	148	10	17	141	1,8	0
Сік вишневий	200	20	500	34	12	36	0,6	0,8
Брауні «EatNow»	50	136	167	48	50	104	4,4	3,9

Продовження таблиці 5.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полуденок								
Ацидофілін 3,2%	200	106	190	240	30	196	0,2	0
Чорниця	150	9	77	24	9	20	1,1	4,6
Вечеря								
Минтай припущений	120	1096	372	56	52	216	1	0,0
Салат з помідору, огірка, солодкого перцю, кріпу, петрушки та оливкової олії	200	17,5	467	112,5	44,5	70	1,6	1,9
Булка безглютенова «SCHAR»	75	297	38	100	7	25	1,8	2,6
Апельсин	200	26	394	68	26	46	0,6	4,4
Чай м'ятний без цукру	200							
Кількість в раціоні		4890,5	4699	1078,5	487,5	1914,5	31,37	34,38
Добова потреба		3400	2500	1100	500	1200	17	30
Доля від добової потреби в раціоні, %		143,84	187,96	98,01	97,5	159,54	184,53	114,6
Відхилення від норми, %		+43,84	+87,96	-1,99	-2,5	+59,54	+84,53	+14,6

Таблиця 5.12 – Вміст вітамінів у запропонованому раціоні

Назва страви	Вихід, г	Вітаміни						
		Вітамін А, мкг	Кароти- ноїди, мкг	Вітамін Е, мг	Вітамін С, мг	Вітамін В1, мг	Вітамін В2, мг	Ніацин, мг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сніданок								
Пюре картопляне	150	9	30	0,2	5,6	0,15	0,1	1,5
Ікра бурякова	125	62	373	4,15	8,22	0,03	0,03	0,3
Серце тушковане в соусі	150	113	575	1,2	1,2	0,19	0,47	3,4
Вафлі безглютенові	75	0	0	0,72	0	0,09	0,05	0,4
Кава без цукру	200	0	0	0,5	0	0,05	0,01	0,4
Обід								
Суп з бобових	250	141	845	1	1	0,15	0,08	0,8
Хліб безглютеновий з кукурудзяного крохмалю, рисового борошна	50	0	0	0,3	0	0,07	0,09	0,4
Салат з моркви	150	2613	15495	0,6	6,5	0,09	0,11	1,4
Біфштекс	50	4	20	0,4	0	0,07	0,15	3,6
Сік вишневий	200	17	100	0,4	14,8	0,2	0,04	0,4
Брауні «EatNow»	50	86	46	0,29	0,42	0,02	0,08	0,26

Продовження таблиця 5.12



1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полуденок								
Ацидофілін 3,2%	200	43	10	0	1,6	0,8	0,32	0,2
Чорниця	150	0	0	2,1	15	0,02	0,3	0,5
Вечеря								
Минтай припущений	120	24	0	0,4	0	1,2	1,2	1,8
Салат з помідору, огірка, солодкого перцю, кріпу, петрушки та оливкової олії	200	433	2710	3,75	155	0,37	0,12	0,95
Булка безглютенова SCHAR	60	0	8	1,8	0	0,2	0,06	3,4
Апельсин	200	16	100	0,4	120	0,08	0,06	0,4
Чай м'ятний без цукру	200							
Кількість в раціоні		3561	20304	17,91	329,34	3,88	3,28	19,16
Добова потреба		1000	15000	15	70	1,3	1,6	16
Доля від добової потреби в раціоні, %		356,1	135,36	119,4	470,49	298,46	205,0	119,75
Відхилення від норми, %		+256,1	+35,36	+19,4	+370,49	+198,46	+105,0	+19,75

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз та узагальнення літературних джерел, наукової інформації дозволяють свідчити про обмеженість вітчизняного ринку дієтичних харчових продуктів, у тому числі цукрових кондитерських, борошняних, на кисломолочній, емульсійній основі, а також м'ясних січених виробів. Визначено, що перспективним напрямом розроблення технологій дієтичних продуктів для лікувально-профілактичного харчування людей з порушеним обміном речовин є обґрунтоване використання нетрадиційної рослинної сировини та харчових і дієтичних добавок.

2. Розроблено рецептури та удосконалено технології мармеладно-пастильних виробів (мармеладу, маршмелоу, зефіру) шляхом використання цукрозамінників (кокосового цукру, фруктози, мальтитола, еритритолу). Показано, що нові види виробів мають знижену глікемічність та калорійність.

3. Розроблено рецептуру та удосконалено технологію маршмелоу з використанням порошку з чорної смородини, що дозволило одержати вироби натурального кольору з підвищеною харчовою цінністю.

4. Розроблено рецептуру та удосконалено технологію брауні з використанням безглютенового борошна. Одержано брауні зі зниженою калорійністю, підвищеною харчовою цінністю та покращеним амінокислотним складом, що дозволяє розширити асортимент безглютенових борошняних кондитерських виробів.

5. Обґрунтовано і відпрацьовано рецептурний склад, розроблено технологію виробництва печива вівсяного із підсолоджувачем на основі сукралози. Доведено що заміна до 50% цукру на вискоєфективний підсолоджувач на основі сукралози (TM SPLENDA ) дозволяє одержати продукт, що відповідає вимогам щодо органолептичних та фізико-хімічних показників. Відзначено, що вміст сукралози у печиві вівсяному не перевищує

вимоги нормативних документів. Досліджено вплив термічної обробки на збереження сукралози у кінцевому продукті. Відзначено, відпрацьовані режими випікання, а саме температура, що не перевищує 170°C і тривалість 30 хв, не призводять до термічного розкладу сукралози, що забезпечує безпечність виробництва печива вівсяного із сукралозою з позицій термічного розкладу підсолоджувача.

6. Науково обгрунтовано та експериментально підтверджено використання лляного борошна для виробництва борошняного кондитерського виробу – печива пісочного з метою підвищення його якості та харчової цінності, а також надання йому функціональних властивостей. Визначено раціональний вміст лляного борошна – 50% до маси пшеничного, що забезпечує одержання продукту з високими органолептичними властивостями.

Розроблено рецептуру і технологію борошняного кондитерського виробу з додаванням лляного борошна – печива «Чайне». У новому продукті встановлено зниження енергетичної, підвищення харчової цінності і збільшення вмісту вітамінів В1, Р, що дозволяє рекомендувати його для застосування у лікувально-профілактичному харчуванні людей з порушеним обміном речовин. Показники безпечності нового продукту відповідають чинним регламентованим вимогам.

7. Розроблено рецептуру кисломолочного желе антианемічного спрямування з дієтичною добавкою «Нутріо-Гем», збагаченого гемовим залізом і удосконалено традиційну технологію виробництва десерту «Желе з молока». Споживання однієї порції желе кисломолочного з дієтичною добавкою «Нутріо-Гем» забезпечує 1/3 добової потреби заліза дорослої людини. Найбільш високими органолептичними показниками характеризувався десерт «Желе кисломолочне антианемічного спрямування» з какао порошком і масовою часткою добавки «Нутріо-Гем» 3%. Визначені мікробіологічні показники десерту відповідають чинним вимогам. Установлено, що дієтична добавка «Нутріо-Гем» на розвиток заквасочної культури не впливає.

8. Удосконалено технологію десерту на основі сиру кисломолочного шляхом додавання дієтичної добавки «Полісол». Результатами експериментальних досліджень структурно-механічних властивостей, втрат після термообробки, органолептичних, мікробіологічних показників, загального хімічного складу, енергетичної цінності, проаналізованої біологічної цінності доведено одержання нового якісного продукту з високою харчовою і біологічною цінністю, поліпшеним вітамінним профілем, який можна рекомендувати для розроблення раціону харчування людей з порушеним обміном речовин.

9. Показано, що введення вітаміну D шляхом інкапсуляції в колоїдних системах (емульсіях) є перспективним рішенням, оскільки саме подібним шляхом вітамін D може бути захищений від шкідливих умов, перебування у яких призводить до його деградації. Визначено функціонально-технологічні і реологічні властивості емульсій масло-вода, стабілізованих харчовими добавками і сухим знежиреним молоком. Розроблено принципову технологічну схему виготовлення емульсійних систем (масло-вода) для введення вітаміну D у харчові продукти.

10. Удосконалено технологію, розширено асортимент і виготовлено дієтичні продукти з підвищеною харчовою і біологічною цінністю для лікувально-профілактичного харчування людей з порушеним обміном речовин – м'ясні січені вироби з біологічно активними сполуками (поліфеноли, антиоксиданти, харчові волокна пажитника, сушеного листя чорної смородини, водорості вакаме) і поліпшеними функціонально-технологічними властивостями, підвищеним терміном зберігання.

11. Розроблено добовий раціон харчування з включенням до нього запіканки на основі сиру кисломолочного з полісолем, а також добовий раціон безглютенового харчування з включенням до нього брауні «EatNow».

12. Сформульовано прогностичні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження, що полягають у просуванні розроблених дієтичних продуктів на ринок і впровадженні у харчові раціони з метою зниження ризиків ожиріння, цукрового діабету другого типу, серцево-судинних та інших захворювань обміну речовин.