

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
джемів на основі бурих водоростей**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТз-1-24
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Інна КРАВЧУК

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Дніпро 2025

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кравчук Інні Юріївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва джемів на основі бурих водоростей».

Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3183.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 15 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва джемів. 3 Нормативно-технологічна документація та інструкції щодо ведення технологічних процесів на підприємствах з виробництва джемів. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Планування експериментальних досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень та їх обговорення. 4 Практичне застосування результатів досліджень. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Схема проведення експериментальних досліджень.
3 Результати досліджень та їх обговорення. 4 Практичне застосування результатів досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	15.12.2025
5	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	15.12.2025
6	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	15.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-27.10.25	виконано
2	Огляд літератури	28.10-07.11.25	виконано
3	Планування експериментальних досліджень	08.11-14.11.25	виконано
4	Результати експериментальних досліджень та їх обговорення	15.11-25.11.25	виконано
5	Практичне застосування результатів досліджень	26.11-06.12.25	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	09.12-12.12.25	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	13.12-14.12.25	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	15.12.2025	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Інна КРАВЧУК
(підпис)

Керівник роботи _____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва джемів на основі бурих водоростей»

Кваліфікаційна робота: 73 сторінки, 6 рисунків, 18 таблиць, 0 додатків, 46 літературних джерел.

Мета роботи – наукове обґрунтування та створення технології виробництва дієтичних харчових продуктів – джемів на основі бурих водоростей, призначених для раціону осіб з аліментарно-залежними патологіями.

Об’єкт дослідження – технологія виготовлення фруктових джемів із використанням бурих водоростей для харчування людей із харчово-залежними захворюваннями.

Предмет дослідження – взаємозв’язок між технологічними характеристиками сировини, параметрами виробничого процесу та якісними показниками кінцевого продукту.

Актуальність тематики «Обґрунтування технології виробництва джемів на основі бурих водоростей» зумовлена зростанням попиту на функціональні харчові продукти, що поєднують високу харчову цінність та оздоровчий ефект. Бурі водорості є природним джерелом йоду, органічних кислот, полісахаридів і антиоксидантів, тому їх використання у складі джемів дозволяє створити продукт з підвищеною біологічною цінністю. Крім того, впровадження такої технології сприяє розширенню асортименту інноваційних харчових продуктів, раціональному використанню морських ресурсів та підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної харчової промисловості.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Бурі водорості, ламінарія, джем, функціональні продукти, біологічно активні речовини, технологія виробництва, йодовмісна сировина, харчова цінність, полісахариди, інноваційні харчові продукти.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Раціональне харчування та харчові продукти дієтичного харчування	10
1.2 Загальна характеристика ламінарії	11
1.3 Збагачення харчових продуктів БАД ламінарії.....	16
Висновки за розділом	18
2 ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1 Об'єкти досліджень	20
2.2 Методи досліджень	20
2.2.1 Фізико-хімічні та органолептичні методи досліджень	22
2.2.2 Реологічний метод визначення консистенції продукції	22
Висновки за розділом	23
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	24
3.1 Обґрунтування створення рецептур джемів на основі ламінарії	24
3.2 Обґрунтування вибору перспективної сировини для проєктування рецептурних композицій джемів	27
3.3 Обґрунтування рецептурних композицій джемів на основі ламінарії, збагачених хромом.....	30
3.5 Обґрунтування та розробка технології джемів на основі ламінарії	41
3.5.1 Обґрунтування параметрів попередньої обробки ламінарії	41
3.5.2 Опис технології приготування джему на основі ламінарії, збагаченого хромом.....	48
Висновки за розділом	50
4 ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	52
4.1 Дослідження термінів придатності джемів	52
4.2 Аналіз показників безпеки та хімічного складу джему на основі ламінарії, збагаченого хромом	54

Висновки за розділом	56
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва варених ковбас	57
5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва джемів.....	59
Висновки за розділом	60
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	62
6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	62
6.2 Розрахунок вартості дослідження	65
Висновки за розділом	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	67
БІБЛІОГРАФІЯ	69

ВСТУП

Поєднання несприятливих екологічних умов та значних порушень у харчовій структурі в багатьох регіонах України негативно впливає на здоров'я населення. За таких обставин максимальної уваги потребує профілактична медицина, важливою складовою якої є раціональне харчування, що передбачає належне забезпечення людей макро- та мікронутрієнтами. Одним із результативних шляхів розв'язання цього питання є створення та впровадження виробництва нових функціональних і дієтичних продуктів, призначених для раціону осіб з аліментарно-залежними захворюваннями.

Добре відомо, що включення до раціону морепродуктів збагачує його низкою мікронутрієнтів, серед яких ліпотропні речовини, вітаміни групи В, органічний йод, окремі мікроелементи та інші біологічно активні сполуки. Медико-біологічні, технологічні й методологічні особливості створення харчових продуктів на основі ламінарії, зокрема для людей з аліментарно-залежними патологіями, висвітлені в роботах Teas J., D. Christine, Nagataki S., Miyai та інших.

Дослідження, спрямовані на розробку функціональних і дієтичних лікувальних продуктів на основі ламінарії, що відповідали б фізіологічним потребам людей із захворюваннями, пов'язаними з харчуванням, досі потребують подальшого доопрацювання та деталізації.

Метаболічний синдром, який виникає внаслідок пов'язаних між собою порушень в організмі, займає провідне місце серед аліментарно-залежних хвороб. Цей термін, що вперше з'явився понад 80 років тому, описує певний комплекс клінічних проявів. Науковці сьогодення розглядають метаболічний синдром як поєднання таких станів, як артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця, знижена толерантність до глюкози та абдомінальне ожиріння. Головною складовою цих порушень є саме ожиріння. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, багато захворювань цієї групи спричиняють втрату працездатності.

Продукти, виготовлені на основі морських водоростей, здатні сприяти вирішенню цієї проблеми. Наприклад, доведено, що харчові волокна ламінарії позитивно впливають на організм: вони нормалізують артеріальний тиск, підвищують імунітет до інфекцій, покращують роботу травної системи, зменшують накопичення радіонуклідів, а також сприяють лікуванню захворювань травної і серцево-судинної систем, анемії та остеопорозу.

Для підвищення ефективності подібних продуктів, які матимуть не лише лікувальне, а й профілактичне призначення для людей із аліментарно-залежними патологіями, зокрема метаболічним синдромом, доцільно збагачувати їх мікронутрієнтами, насамперед есенціальними мікроелементами. При цьому важливо обрати відповідну форму введення мікроелементів у склад харчового продукту.

Метою цього дослідження є обґрунтування і розробка технології виробництва дієтичних харчових продуктів у вигляді джемів на основі бурих водоростей для харчування осіб із аліментарно-залежними патологіями.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

1. Розробити рекомендації щодо створення дієтичних продуктів – джемів на основі бурих водоростей.
2. Провести дослідження показників якості та безпеки бурих водоростей для їх використання у виробництві дієтичного харчування.
3. Обґрунтувати склад і створити рецептурні композиції джемів із ламінарії зі збалансованою харчовою та біологічною цінністю.
4. Розробити параметри технологічного процесу виробництва джему з використанням ламінарії.
5. Виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виготовлення фруктових джемів із використанням бурих водоростей для харчування людей із харчово-залежними захворюваннями.

Предмет дослідження – взаємозв'язок між технологічними

характеристиками сировини, параметрами виробничого процесу та якісними показниками кінцевого продукту.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Раціональне харчування та харчові продукти дієтичного харчування

Зростання уваги до питань харчування зумовлене насамперед його впливом на здоров'я, адже порушення структури харчування та харчового статусу є поширеним явищем серед різних категорій населення. Сучасні підходи до раціонального харчування базуються на концепції оптимального харчування, яка передбачає всебічне забезпечення організму не лише макро- і мікронутрієнтами, а й широким спектром мінорних біологічно активних речовин, перелік яких постійно оновлюється. Ця концепція спрямована на задоволення енергетичних і харчових потреб здорової людини, використовуючи різноманітні природні речовини рослинного та тваринного походження. Вони можуть надходити як із традиційної їжі, так і за рахунок її збагачення біологічно активними речовинами. При цьому важливо враховувати такі фактори, як вік, стать і спосіб життя, що дозволяє підтримувати фізичне та психічне здоров'я, а також сприяти адаптації до впливу довкілля як на індивідуальному рівні, так і для майбутніх поколінь у цілому.

Порушення структури харчування, що проявляється через надмірне або недостатнє споживання продуктів чи окремих нутрієнтів, неминуче призводить до змін в харчовому статусі. Залежно від ступеня і тривалості дефіциту або дисбалансу поживних речовин, можуть виникати порушення обмінних процесів, зниження здатності організму протистояти негативним чинникам довкілля. У результаті це може спричиняти розвиток аліментарно-залежних патологій, таких як авітамінози, ожиріння, ендемічний зоб та інші захворювання.

Реалізація концепції оптимального харчування передбачає наукове обґрунтування та масове виробництво дієтичних лікувальних і профілактичних харчових продуктів. Головна увага акцентується на пошуку перспективних природних джерел БАР, які можуть сприяти корекції порушеного біохімічного стану організму. Іншим напрямом розв'язання цієї проблеми є організація

дієтичного харчування, що включає використання біологічно активних добавок (БАД), функціональних харчових продуктів та спеціальних лікувально-дієтичних продуктів, що містять комплекс поживних компонентів, необхідних для людей із певними захворюваннями. Науково обґрунтоване та технічно правильне поєднання таких компонентів є ключовим напрямом розвитку індустрії дієтичних продуктів, а їх застосування має враховувати індивідуальні особливості кожної людини. Останнім часом для зниження ризику виникнення й розвитку аліментарно-залежних хвороб рекомендується поєднання дієтичного харчування зі збільшенням фізичної активності, а за потреби – з використанням лікарських засобів.

Попри наявність значної кількості досліджень, що обґрунтовують потребу у створенні технологій харчових продуктів дієтичного лікувального призначення, здатних коригувати перебіг різних захворювань, продукції для осіб із метаболічними порушеннями поки що недостатньо. Це свідчить про потребу у розширенні асортименту та збільшенні обсягів виробництва таких продуктів.

1.2 Загальна характеристика ламінарії

За даними наукових джерел, морські водорості та продукти їх переробки становлять значний інтерес для створення дієтичних продуктів, оскільки містять велику кількість необхідних для людини макро-, мікронутрієнтів і мінорних компонентів.

Ламінарієві водорості – це великі рослини, довжина яких часто сягає кількох метрів; вони мають форму видовжених пластин, що прикріплені до стебла. Найціннішою промисловою сировиною серед них є такі види, як японська ламінарія «*Laminaria japonica*» та ламінарія цукриста «*Laminaria saccharina*».

Найбільшим попитом і комерційною важливістю серед ламінарієвих водоростей користується «*Laminaria japonica*».

У харчовій промисловості зазвичай застосовують ламінарію другого року життя, яка відрізняється від однорічної за хімічним складом, розмірами та

зовнішніми ознаками. У однорічних зразках «*L. Japonica*» виявлено вищий вміст білків та вуглеводів, але водночас нижчий рівень маніту порівняно зі зразками дворічного віку. У культивованої ламінарії спостерігається зниження концентрації білка та глютамінової кислоти в порівнянні з природною формою, проте вміст маніту та вуглеводів залишається на приблизно однаковому рівні. У зимово-весняний період сирі слані японської ламінарії характеризуються нижчим вмістом сухих речовин порівняно з літньо-осіннім періодом. Склад сухих речовин водоростей включає органічні та мінеральні компоненти, співвідношення яких варіюється залежно від географічного регіону зростання та сезону збору.

Бурі водорості багаті на полісахариди, водорозчинні вітаміни та мікроелементи, серед яких особливо виділяється йод, значна частина якого представлена в органічній формі. Різновиди бурих водоростей характеризуються відмінностями у складі та кількості полісахаридів. Співвідношення та загальний вміст окремих компонентів залежать від віку водорості та місця її зростання.

«За даними деяких авторів бурі водорості містять 10 – 25 % сухої речовини, у складі якої 30–50 % припадає на вуглеводи, 7–18 % – на азотовмісні сполуки, 30–50 % – на мінеральні компоненти та 2 – 5 % – на ліпіди. Згідно з сучасними дослідженнями, частка органічних речовин у сухій масі бурих водоростей становить 61,2 – 83,7 %, а мінеральних – 16,3 – 38,8 %» [33].

Ламінарієві водорості активно накопичують макро- та мікроелементи, вибірково поглинаючи їх із морської води, причому концентрація елементів у тканинах може значно перевищувати їхній вміст у водному середовищі.

У таблиці 1.1 представлено дані щодо вмісту окремих мінеральних елементів у сухій речовині дворічної японської ламінарії. Різноманітні дослідження засвідчили, що водорості родини ламінарієвих містять такі біологічно активні сполуки, як вільні амінокислоти, білки, полісахариди та вітаміни. Макро- і мікроелементи, зокрема йод, селен, залізо, мідь, цинк, кобальт і інші, що вибірково накопичуються з морської води, відіграють ключову роль у формуванні складу ферментів та вітамінів, притаманних ламінарії.

Таблиця 1.1 – Кількість мінеральних елементів у японській ламінарії другого року життя, % від сухої речовини

Назва елемента	Вміст, % с.р.	Назва елемента	Вміст, % с.р.
Хлор (Cl)	10,57	Сірка (S)	1,35
Калій(K)	6,86	Магній (Mg)	1,27
Натрій (Na)	3,14	Кремній (Si)	0,52
Фосфор (P)	0,42	Алюміній (Al)	0,008
Кальцій ©	0,23	Стронцій (Sr)	0,010
Йод (I)	0,25	Марганець (Mn)	0,003
Залізо (Fe)	0,14	Цинк (Zn)	0,004
Бром (Br)	0,081	Миш'як (As)	0,005
Бор (B)	0,010		

У зрілих дворічних сланях ламінарії міститься від 80 до 85% води, 20 – 25 % мінеральних речовин і 75 – 80 % органічних. Серед органічних сполук виділяють альгінову кислоту (30 – 38 %), маніт (14 – 18 %) і білки (10 – 16 %). Полісахариди є основними складниками біомаси ламінарії та виконують важливі біологічні функції: служать енергетичним резервом клітини, беруть участь у формуванні клітинних стінок, забезпечують захист від дегідратації та контролюють проникнення катіонів, необхідних для формування орґано-мінерального каркасу.

Структурний полісахарид ламінарії – альгінова кислота – забезпечує міцність, еластичність таломів та високу водоутримувальну здатність. Солі альгінової кислоти, альґінати, є ефективними ентеросорбентами, здатними виводити з організму радіонукліди, важкі метали та органічні токсини. Щоб надати альґінатам необхідних властивостей, потрібно руйнувати клітинну структуру водоростей, оскільки в природному стані вони не проявляють загушувальних чи структуроутворюючих характеристик.

Дослідження засвоювання полісахаридів бурих водоростей показали, що через відсутність у людини ферментів для їх гідролізу вони надходять у товстий кишечник майже незміненими, де ферментуються мікрофлорою, що робить

водорості корисним компонентом харчування.

Вміст йоду в ламінарії коливається в межах 0,11 – 0,65 % сухої речовини, що дозволяє використовувати її як природне джерело цього елемента у виробництві йодовмісних компонентів. Форми йоду в ламінарії включають органічні сполуки (дійодамінокислоти), мінеральні форми (йодиди, йодати) та йод, пов'язаний із білками і клітковиною.

Органічно зв'язаний йод засвоюється найефективніше, тому бурі водорості мають сильнішу антизобну дію порівняно з неорганічними солями йоду.

У «*Laminaria japonica*» близько 88,4 % йоду представлено йодидами, 1,55 % – йодатами, а 10,32 % – органічно зв'язаною формою.

Йод є незамінним мікроелементом, необхідним для нормального росту та розвитку людини, оскільки бере участь у життєво важливих фізіологічних процесах. Добова норма споживання йоду становить 155 мкг, а гранично допустимий рівень – 605 мкг. За даними японських досліджень, добове споживання йоду дорослим населенням у цій країні становить 1,0 – 3,0 мг, що пов'язано з широким використанням страв із ламінарії. Протягом життя людина споживає в середньому 3,0 – 5,0 г йоду.

Ламінарія широко застосовується у медицині та фармакології як джерело природних органічних сполук йоду та інших мікроелементів і становить значний інтерес як сировина для створення дієтичних продуктів та БАД.

Забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами стало глобальною проблемою, яка призводить до погіршення стану морської води та накопичення шкідливих речовин у морських організмах, що використовуються для харчових цілей.

Одним із ключових напрямів державної політики в сфері здорового харчування є гарантування безпеки харчових продуктів. Харчові продукти й БАД постачають в організм корисні мікронутрієнти та міnorні БАП, тому важливо мати інформацію про наявність токсичних речовин у раціонах, особливо у дитячому харчуванні.

Для цього було розроблено сучасні методи виявлення, ідентифікації та

кількісного аналізу харчових контамінантів із використанням високотехнологічного обладнання.

Серед різних токсичних речовин особливу екологічну загрозу становлять сполуки миш'яку. Відомо, що понад 100 мільйонів людей у світі зазнають впливу миш'яку через забруднену питну воду, причому ступінь його шкідливості залежить від хімічної форми елемента. Миш'як є одним із широко поширених у біосфері неметалів і в невеликих кількостях входить до складу багатьох організмів. Проте його неорганічні сполуки вирізняються високою токсичністю та здатністю накопичуватись в організмі, а основним шляхом їх потрапляння є споживання продуктів харчування. Шкідлива дія миш'яку зумовлена блокуванням ферментних систем, порушенням процесів окислення та негативним впливом на нервову систему. Найбільше цей елемент накопичується в печінці та нирках. У малих дозах миш'як може мати позитивний вплив: покращувати кровообіг, сприяти засвоєнню фосфору й азоту, зменшувати розпад білків та уповільнювати окисні процеси. Дослідження на тваринах показали, що його нестача викликає затримку росту, деформацію кінцівок та інші відхилення, а у тяжких випадках можлива смерть від серцевої недостатності.

Ймовірно, підвищені рівні миш'яку в морській воді стимулюють механізми його зв'язування органічними речовинами у водоростях, що пояснює здатність ламінарії накопичувати мікроелементи, включно з миш'яком. Через це водорості можуть бути потенційно небезпечними для споживання.

Граничний вміст миш'яку у водоростях не має перевищувати 5,2 мг/кг. За даними різних дослідників, переважна частина миш'яку у водоростях представлена органічними формами – арсеносахаридами та арсеноліпідами, які є малотоксичними. Основна форма миш'яку у бурих водоростях – диметиларсинова кислота.

У «*Laminaria digitata*» виявлено концентрацію миш'яку до 15,2 мг/кг, що значно перевищує встановлену норму, тому її не можна використовувати в харчовій продукції.

Цей факт підкреслює необхідність регулярного токсикологічного контролю

морських водоростей для формування надійних рекомендацій щодо їх безпечного використання.

Отже, ламінарія може бути рекомендована як цінна сировина для дієтичних продуктів завдяки високому вмісту макро- і мікронутрієнтів, проте під час створення харчових виробів із заданими характеристиками необхідно ретельно контролювати показники безпеки, зокрема вміст миш'яку як у сировинних матеріалах, так і в готовій продукції.

1.3 Збагачення харчових продуктів БАД ламінарії

На ранніх етапах аліментарно-залежні захворювання є оборотним станом [14], тому своєчасна їх діагностика та проведення необхідних лікувально-профілактичних заходів дозволяє зменшити їх розвиток та прояви.

Зниження ризику метаболічного синдрому – одне з найважливіших завдань сучасної охорони здоров'я у всьому світі [14]. Вирішення цього питання надзвичайно важливе, оскільки показники захворюваності та смертності від серцево-судинних захворювань та цукрового діабету 2 типу у нашій країні є одними з найвищих у світі [15, 16].

Стратегія лікування метаболічного синдрому полягає у досягненні повноцінного контролю метаболічних порушень, запобіганні розвитку тяжких супутніх захворювань, а також тривалій підтримці досягнутих результатів [22].

Розчинні та нерозчинні харчові волокна ламінарії впливають на моторно-евакуаторну функцію товстої кишки, активність ферментів підшлункової залози та утворення коротколанцюгових жирних кислот, що пригнічують глюконеогенез у печінці [22] зазначено, що перелічені вище властивості харчових волокон ламінарії дають можливість позитивно впливати на підвищення чутливості до дії інсуліну в організмі людини.

За останні роки суттєво розширилися уявлення про есенціальність для людини багатьох мікронутрієнтів та мінорних компонентів їжі, що не розглядалися раніше як фактори, необхідні для забезпечення її нормальної

життєдіяльності. Отримано переконливі свідчення їх участі в метаболізмі, і з позицій доказової медицини встановлено, що при дефіциті або недостатності цих мікронутрієнтів та мінорних компонентів у раціоні мають місце зниження резистентності організму людини до несприятливих факторів навколишнього середовища (феномен малий адаптації). Крім того, можливе формування імунодефіцитних станів, порушення функції систем антиоксидантного захисту, хронізація хвороб, підвищення ризику поширених захворювань, зниження якості життя та ефективності лікувальних заходів.

Хром належить до «класичних» мікроелементів. В організмі людини є переважно сполуки тривалентного хрому. Солі шестивалентного хрому не мають фізіологічного значення та, за деякими даними, надзвичайно токсичні для людини. В організмі дорослої людини вміст хрому менший, ніж багатьох інших мікроелементів, лише 6 – 12 мг. Значна частина хрому (до 2 мг) сконцентрована в шкірі, а також у кістках та м'язах. З віком вміст хрому в організмі на відміну інших мікроелементів прогресивно знижується [22].

Біологічна роль хрому пов'язана з його участю в регуляції вуглеводного та ліпідного обмінів, і насамперед із підтриманням нормальної толерантності до глюкози [22]. Введення в організм мікроелемента відновлює нормальну толерантність до глюкози у дітей з білковоенергетичною недостатністю, а також у людей середнього та похилого віку зі зниженою толерантністю до вуглеводів. Припускають, що біологічно активна форма хрому – фактор толерантності до глюкози (ФТГ) – утворює комплексну сполуку з інсуліном, більш активну, ніж вільний інсулін.

Здатність до синтезу ФТГ в організмі людини обмежена, що визначає необхідність надходження цієї сполуки з їжею. Абсорбція в кишечнику ФТГ, що надходить з їжею, може досягати 25 % хрому. Засвоюваність неорганічних солей хрому надзвичайно низька – 0,5 – 0,7 % кількості, що надходить з їжею.

Хром також бере участь у регуляції метаболізму холестерину і при введенні пацієнтам викликає у ряді випадків виражене зниження рівня холестерину в крові.

Хром є активатором фосфоглюкомутази, трипсину та інших ферментів.

Дуже високий вміст хрому виявлено у деяких нуклеопротейдних фракціях, проте роль цього мікроелемента у метаболізмі нуклеїнових кислот залишається неясною. Хром посилює надходження до клітин жирової тканини яєчників галактози, але оскільки в цій тканині не відбувається фосфорилування даного цукру, то галактоза дозволяє більш чітко розмежувати дію хрому та інсуліну в транспортні системи від їх впливу на внутрішньоклітинний обмін вуглеводів. Дія хрому на транспорт цукрів пояснюється, мабуть, його участю в утворенні комплексу між інсуліном та його рецептом на клітинній мембрані.

Ще одним проявом біологічної активності хрому є його вплив на функціонування щитовидної залози. За певних умов хром може захищати йод, що входить до складу тиреоїдних гормонів. Дослідження показали, що у щитовидній залозі людей і тварин, що проживають у регіонах із дефіцитом йоду, спостерігається значне накопичення хрому порівняно з його нормальним вмістом, що супроводжується зниженням концентрації хрому в інших органах і тканинах [22].

Одним із шляхів корекції хрому в організмі людини є введення до раціону харчування з продуктами, що містять його органічну форму у вигляді водорозчинної фракції автолізату пекарських дріжджів. В якості вихідної сировини для БАД був використаний автолізат пекарських дріжджів, що містить клітинні оболонки, що являє собою порошок коричневого кольору, що утворює у воді каламутну завесь. Водорозчинну фракцію автолізату («Вітасил-В») отримували шляхом розчинення у воді вихідного автолізату, центрифугування та ліофілізації.

Висновки за розділом

Аналіз наявних джерел показав, що ламінарія, будучи джерелом численних мікронутрієнтів, які позитивно впливають на організм людини, може використовуватися як сировина для створення харчових продуктів дієтичного та лікувального призначення. Раніше розроблені продукти на основі ламінарії

здебільшого мали на меті збагачення раціону органічним йодом та виведення токсичних елементів і радіонуклідів з організму.

При створенні та виробництві дієтичних продуктів з ламінарії важливо приділяти увагу показникам безпеки, зокрема контролювати вміст миш'яку у сировині та готовій продукції. Збагачення таких продуктів есенціальними мікроелементами, наприклад хромом в органічно пов'язаній формі, дає змогу створити продукти з профілактичним та лікувальним ефектом при мікроелементній недостатності у людей із серцево-судинними захворюваннями та гіпертонією.

Метою даної роботи є наукове обґрунтування та розробка технології харчових продуктів дієтичного призначення – джемів на основі бурих водоростей, призначених для харчування осіб із аліментарно-залежними захворюваннями.

Основні завдання дослідження:

1. Розробити рекомендації щодо створення дієтичних харчових продуктів – джемів на основі бурих водоростей.
2. Дослідити показники якості та безпеки бурих водоростей, рекомендованих для виробництва дієтичних та лікувальних продуктів.
3. Обґрунтувати склад та змоделювати рецептурні композиції джемів з ламінарії із заданими харчовими та біологічними властивостями.
4. Науково обґрунтувати параметри технологічного процесу виготовлення джему на основі ламінарії.
5. Виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва фруктових джемів із використанням бурих водоростей для харчування людей із харчово-залежними захворюваннями.

Предмет дослідження – взаємозв'язок між технологічними характеристиками сировини, параметрами виробничого процесу та якісними показниками кінцевого продукту.

2 ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розроблення технології дієтичних харчових продуктів – джемів із бурих водоростей, збагачених різними мікронутрієнтами, вимагає всебічного та комплексного підходу до організації досліджень.

2.1 Об'єкти досліджень

У ході експериментальної частини роботи об'єктами дослідження були комерційні зразки сушеної та мороженої японської ламінарії, а також джеми на її основі, збагачені органічно зв'язаним хромом, виготовлені за розробленою технологією.

2.2 Методи досліджень

У дослідженні застосовували як стандартні, так і модифіковані в ході роботи хімічні, фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні та математичні методи. Статистичне опрацювання отриманих даних і побудову графічних залежностей здійснювали за допомогою стандартних програм Microsoft Office Excel 2013.

Модель проведення експериментальних досліджень представлена на рисунку 2.1.

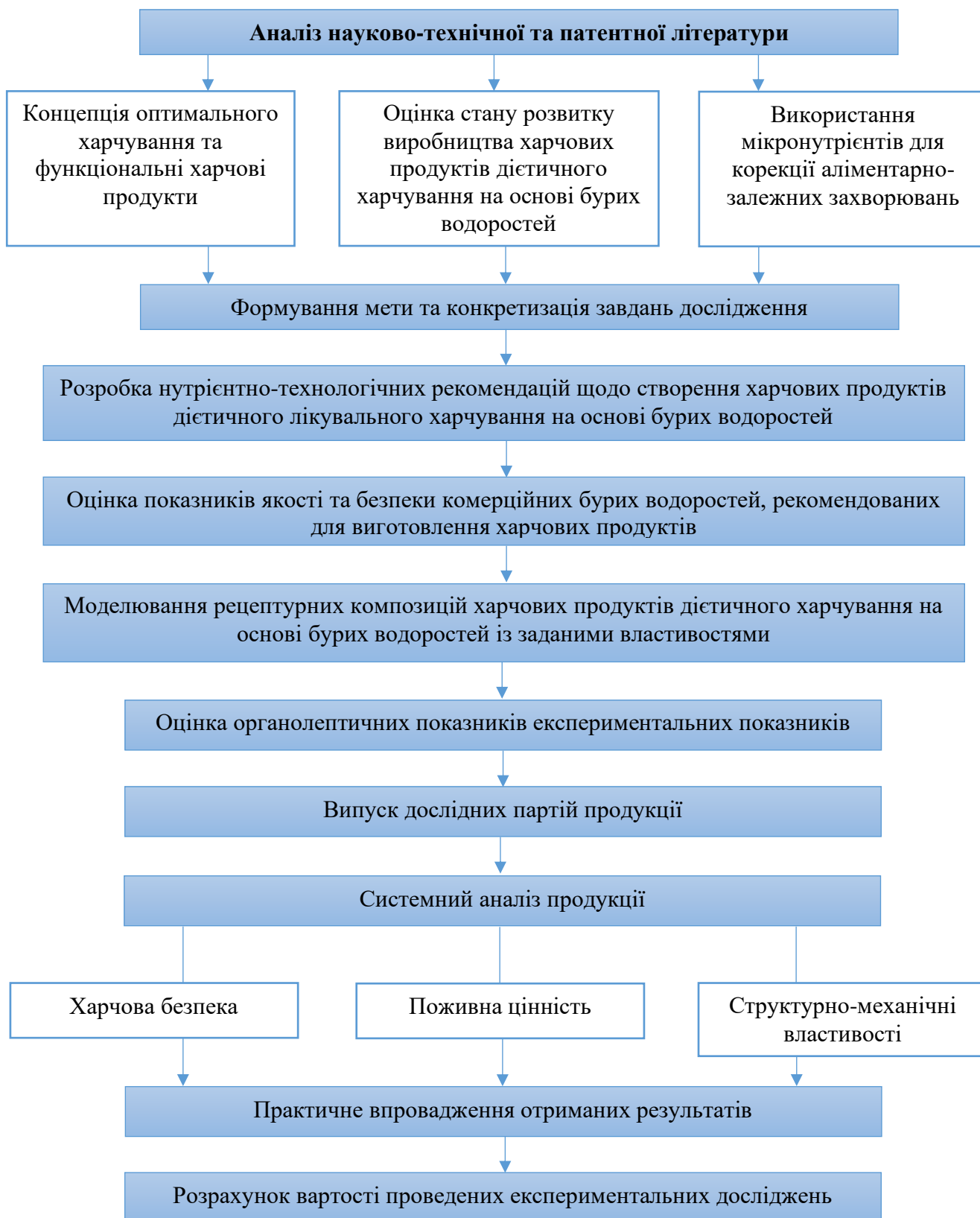


Рисунок 2.1 – Модель проведення експериментальних досліджень

2.2.1 Фізико-хімічні та органолептичні методи досліджень

Визначення вмісту білка здійснювали на автоматичному аналізаторі, за методом К'ельдаля. Масову частку вологи, золи, альгінової кислоти та кислотність визначали відповідно до вимог ДСТУ 5013:2008. Вміст йоду в зразках визначали методом спектрофотометрії на приладі UV-260 згідно з ДСТУ 4816:2007, ДСТУ 5013:2008.

Термін придатності встановлювали відповідно до документа «Санітарно-епідеміологічна оцінка обґрунтування термінів придатності та умов зберігання харчових продуктів», згідно з яким тривалість випробувань має перевищувати прогнозований строк придатності на певний проміжок часу, визначений коефіцієнтом резерву.

Органолептичну оцінку здійснювали профільним методом із використанням бальних шкал. Джеми аналізували за такими показниками: зовнішній вигляд, колір, смак, запах і консистенція, після чого виставляли кількісні бали. Індивідуальні оцінки окремих параметрів (у балах) заносили до дегустаційних листів і піддавали статистичному опрацюванню методом усереднення. Під час обчислення комплексного показника якості коефіцієнти вагомості не застосовували, вважаючи всі критерії рівнозначними.

2.2.2 Реологічний метод визначення консистенції продукції

Для визначення оптимальних технологічних параметрів у процесі приготування джему був використаний реологічний метод як найбільш чутливий до змін, що впливають на структурно-механічні властивості систем, що формуються. Було вивчено вплив часу подрібнення та термообробки на структурно-механічні властивості джему, зокрема, його здатність до опору руйнуванню.

Реологічні дослідження проводили на ротаційному віскозиметрі Реотест-2.1 з робочою системою циліндр-циліндр (між поверхнями яких містився досліджуваний зразок).

Висновки за розділом

Обґрунтовано вибір об'єктів та комплекс методів, необхідних для розроблення технології дістичних джемів на основі бурих водоростей. Дослідження проводили на зразках сушеної та мороженої ламінарії, а також на дослідних джемах, збагачених мікронутрієнтами, що забезпечує репрезентативність та повноту експериментальної бази. Використання широкого спектра фізико-хімічних, органолептичних, реологічних і мікробіологічних методів дозволило отримати об'єктивні дані щодо якісних і структурно-механічних характеристик продукту. Побудова моделі експериментальних досліджень та застосування статистичної обробки результатів забезпечили надійність і відтворюваність отриманих результатів. Загалом, розділ визначає науково обґрунтовану методичну основу для подальшого вдосконалення технології виробництва джемів на основі ламінарії.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Обґрунтування створення рецептур джемів на основі ламінарії

Аналіз наукових джерел показав, що як недостатнє, так і надмірне споживання окремих нутрієнтів або їжі загалом спричиняє порушення харчового статусу людини, що, у свою чергу, веде до збоїв у метаболізмі та підвищує ймовірність розвитку різних аліментарно-залежних захворювань. На ранніх етапах прояву таких патологій своєчасне виявлення та проведення профілактично-лікувальних заходів дозволяє знизити темпи їх прогресування. Упровадження концепції оптимального харчування передбачає створення науково обґрунтованих і масово доступних харчових продуктів дієтичного, лікувального та профілактичного спрямування, призначених для корекції біохімічних порушень організму.

Серед патологій, що належать до аліментарно-залежних, важливе місце посідає метаболічний синдром, який виникає внаслідок комплексу взаємопов'язаних дисфункцій у організмі людини. Сучасні дослідники відносять до його складових артеріальну гіпертензію, ішемічну хворобу серця, порушення толерантності до глюкози та абдомінальне ожиріння, що можуть проявлятися в різних комбінаціях, при цьому центральну роль у розвитку синдрому відіграє ожиріння.

Отже, профілактика та зниження ризику розвитку метаболічного синдрому є одним із найважливіших завдань сучасної медицини у всьому світі.

Створюючи продукти дієтичного лікувального харчування для корекції проявів метаболічного синдрому, необхідно насамперед обрати сировину, що містить комплекс корисних речовин, відповідних потребам людини з певною патологією. У якості основи були обрані бурі водорості родини ламінарієвих, корисні властивості яких зумовлені високим вмістом полісахаридів та органічно зв'язаного йоду. Завдяки цьому ламінарія сприяє нормалізації рівня глюкози

крові, покращенню ліпідного та ферментативного обмінів, підтримці гормональної рівноваги, а також компенсує дефіцит органічних форм вітамінів і мікроелементів. Компоненти ламінарії можуть знижувати артеріальний тиск, підвищувати захисні сили організму, покращувати травлення, зменшувати накопичення радіонуклідів, а також позитивно впливати на лікування захворювань серцево-судинної системи, анемії, хвороб травного тракту та порушень опорно-рухового апарату. Крім того, встановлено, що харчові волокна ламінарії змінюють активність ферментів підшлункової залози з утворенням коротколанцюгових жирних кислот, які пригнічують глюконеогенез у печінці, підвищуючи тим самим чутливість організму до інсуліну.

Було з'ясовано смакові уподобання пацієнтів та визначення можливості використання обмеженої кількості цукру-піску або підсолоджувачів під час створення рецептур дієтичних продуктів лікувального призначення. Оскільки при порушенні толерантності до глюкози й цукровому діабеті 2 типу споживання цукру заборонене, солодкий смак продуктам можуть надавати підсолоджувачі, що не впливають або майже не впливають на рівень глюкози в крові. Через те, що смакова характеристика підсолоджувачів відрізняється від смаку цукру, можливе застосування суміші підсолоджувальних речовин або їх поєднання з мінімальною кількістю цукру (не більше 10 % у готовому продукті).

Аналіз літератури показав, що серед раніше створених солодких продуктів з використанням бурих водоростей можна виділити джеми «Фруктовий», «Морський», а також напої та десертні вироби зі смаком яблука й чорної смородини, виготовлені на основі добавки з ламінарії японської. Враховуючи ці дані, як форму дієтичного продукту було обрано джем. Для досягнення високих органолептичних показників вирішено додавати допоміжні компоненти у кількості до 50 % від маси готового виробу.

Під час вибору додаткових інгредієнтів було розглянуто кілька видів сухофруктів і ягід: курага, журавлина, чорнослив і яблука. Дані щодо їх хімічного складу наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад допоміжних компонентів

Найменування показника	Вміст у 100 г			
	Абрикос сушений (курага)	Чорнослив	Яблука сушені	Журавлина
Вода, г	20,0	25,0	20,0	88,9
Білок, г	5,2	2,3	2,2	0,5
Жир, г	0,3	0,7	ОД	0,2
НЖК, г	0	0	0	0
МДС, г	48,0	56,9	55,6	3,7
Крохмаль, г	3,0	0,6	3,4	0
Засвоювані вуглеводи, г	51,0	57,5	59,0	3,7
Харчові волокна, г	18,0	9,0	14,9	3,3
Органічні кислоти, г	1,5	3,5	2,3	ЗД
Зола, г	4,0	2,0	1,5	0,3
Натрій, мг	17	10	12	1
Калій, мг	1717	864	580	119
Кальцій, мг	160	80	111	14
Магній, мг	105	102	30	15
Фосфор, мг	146	83	77	11
Залізо, мг	3,2	3,0	6,0	0,6
(β -каротин, мкг	3500	60	20	0
Ретиноловий еквівалент, мкг	583	10	3	0
Токоферол еквівалент, мг	5,5	1,8	1,0	1,0
Вітамін В ₁ , мг	0,10	0,02	0,02	0,02
Вітамін В ₂ , мг	0,20	0,10	0,04	0,02
Вітамін РР, мг	3,0	1,5	0,9	0,2
Ніациновий еквівалент, мг	3,9	1,7	1,2	0,3
Вітамін С, мг	4	3	2	15

Аналіз хімічного складу показав, що низка корисних нутрієнтів у сухофруктах та ягодах міститься у значних кількостях. Наприклад, у куразі вміст β -каротину та ретинолового еквівалента становить відповідно 3,5 і 583 мкг, що означає: 100 г цього продукту забезпечують 70 % добової потреби у β -каротині та 65 % – у вітаміні А. Рівень токоферол еквівалента в куразі дорівнює 5,5 мг, що

відповідає 35 % добової норми вітаміну Е. Крім цього, абрикоси містять 1717 мг калію на 100 г сухофрукта, що покриває близько 70 % добової потреби людини в цьому мікроелементі (2500 мг на добу).

Ряд сучасних дослідників також зазначають, що курага є цінним джерелом β-каротину, антиоксидантів та флавоноїдів. Біологічні експерименти на щурах з ішемічною хворобою серця продемонстрували позитивний вплив кураги на клінічні показники. Клінічні дослідження харчових волокон, отриманих з абрикосів або кураги, підтвердили їх сприятливий вплив на моторику кишечника та можливість використання цих продуктів як засобу профілактики хвороби Альцгеймера.

Дані таблиці 3.1 свідчать, що чорнослив, подібно до кураги, містить значну кількість калію – 864 мг, що становить 35 % добової потреби за умови споживання 100 г продукту. Водночас сушені яблука містять 6 мг заліза на 100 г, що забезпечує приблизно 60 % добової потреби для чоловіків і 35 % – для жінок.

Для підвищення ефективності дієтичних продуктів, створених для осіб з аліментарно-залежними захворюваннями, включно з метаболічним синдромом, доцільним є їх збагачення різними мікронутрієнтами, насамперед есенціальними мікроелементами. Важливим чинником при цьому є форма, у якій мікроелемент надходить до складу продукту. Саме тому актуальною та перспективною є розробка технології нових дієтичних продуктів на основі ламінарії, додатково збагаченої такими необхідними мікроелементами, як селен і хром в органічно зв'язаній формі, призначених для харчування людей з серцево-судинними захворюваннями, гіпертонією та супутнім ожирінням.

3.2 Обґрунтування вибору перспективної сировини для проектування рецептурних композицій джемів

Аналіз хімічного складу сировини показав, що вміст альгінової кислоти значно варіювався: від 26,8 % у сухій подрібненій ламінарії зі ступенем набухання 7 (зразок № 2) до 49,4 % при ступені набухання 13 (зразок № 5).

Дослідження зольності показали, що найнижчі значення характерні для зразків ламінарії з високим ступенем набухання (13, 15 і 17), де вони становили відповідно 19,4 %, 17,1 % та 16,4 %.

Вміст йоду в досліджуваних зразках ламінарії також демонстрував значні коливання: від 0,001 % від маси сухої сировини у подрібненій ламінарії зі ступенем набухання 15 (зразок № 6) до 0,301 % при ступені набухання 6 (зразок № 4), що наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Хіміко-технологічні показники зразків ламінарії

№ зразку	Зразок	Ступінь набухання	Вміст, % від маси сухої сировини			
			Альгінової кислоти	Вільного азоту	Золи	Йоду
1	Ламінарія в слані	5	33,4	1,2	31,5	0,129
2	Ламінарія подрібнена	7	26,8	1,2	38,3	0,074
3	Ламінарія подрібнена	7	31,9	1,4	28,2	0,059
4	Ламінарія подрібнена	6	27,5	1,6	34,8	0,304
5	Ламінарія подрібнена	13	49,4	2,2	19,4	0,049
6	Ламінарія подрібнена	15	44,8	1,8	16,4	0,001
7	Ламінарія подрібнена	17	49,2	2,2	17,1	0,028
8	Ламінарія морожена	-	33,8	0,8	41,6	0,17
9	Ламінарія варено-морожена	-	33,3	1,8	40,2	0,089

Так як ламінарія цінується як природне джерело йоду для людського організму, для подальших досліджень було обрано ті її зразки, у яких вміст цього елемента є найбільшим: зразок №1 (0,129 % від маси сухої сировини) та зразок №4 (0,304 % від маси сухої сировини).

Було виконано аналіз макро- та мікроелементного складу зазначених зразків ламінарії, результати якого наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Макро- та мікроелементний склад ламінарії

Елемент	Вміст у зразках, мкг/г		
	Зразок № 1	Зразок № 4	Зразок № 8
Ca	6659	10201	11701
Co	0,09	0,22	0,08
Cu	0,43	1,31	1,07
Fe	106	622	92,03
K	6189	5433	1830
Mg	4272	5791	13288
Mn	4,19	23,57	2,93
Na	21422	18823	8702
Se	0,031	0,049	0,013
Zn	13,08	10,8	9,65

За літературними джерелами відомо, що ламінарія містить як розчинні, так і нерозчинні харчові волокна, функціональні властивості яких полягають передусім у поліпшенні роботи травної системи та сприянні виведенню радіонуклідів. Крім того, згідно з дослідженнями різних авторів, харчові волокна ламінарії можуть знижувати артеріальний тиск, підвищувати стійкість організму до інфекцій та позитивно впливати на лікування серцево-судинних хвороб, анемії й остеопорозу при вживанні продуктів на її основі.

Відомості щодо вмісту харчових волокон у досліджуваних зразках ламінарії подано в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Кількість харчових волокон у зразках ламінарії

Номер зразка	Вміст у ламінарії, %		
	розчинних	нерозчинних	загальний вміст
№1	11,81	13,82	25,51
№4	14,19	14,31	28,41

Отже, на основі аналізу хімічного складу сушених і заморожених комерційних зразків ламінарії для подальших досліджень було рекомендовано використовувати: ламінарію в слані зі ступенем набухання 5, подрібнену

ламінарію зі ступенем набухання 6 та варено-морожену ламінарію. Ці зразки обрані через їхній найвищий вміст йоду серед інших доступних варіантів. Перевірка безпечності відібраної сировини підтвердила її придатність для застосування у виробництві дієтичних лікувальних харчових продуктів.

3.3 Обґрунтування рецептурних композицій джемів на основі ламінарії, збагачених хромом

У регуляції вуглеводного та ліпідного обміну одне з провідних місць займає мікроелемент хром, який підтримує нормальну толерантність до глюкози та утворює комплексну сполуку з інсуліном, більш активну, ніж вільний інсулін. Тому включення до раціону харчування осіб з порушеннями толерантності до глюкози, у тому числі цукровим діабетом типу 2, продуктів, що містять у своєму складі хром в органічно пов'язаній формі, може посилювати їх лікувально-профілактичну дію. У зв'язку з цим, нами були розроблені рецептури джему на основі ламінарії, збагачені хромом для харчування даної категорії осіб.

Як джерело хрому використовували комплекс хрому з ферментолізатом молочного білка. У даному комплексі хром знаходиться в органічно пов'язаній формі, це забезпечує його засвоєння організмом людини і не становить небезпеки передозування порівняно з неорганічною формою.

Беручи до уваги рекомендації фахівців, для надання джему солодкого смаку проведено дослідження з підбору різних підсолоджувальних речовин. У сучасній харчовій промисловості, з урахуванням розвитку науки про харчування та зростання попиту на низькокалорійні продукти й продукти для людей із захворюваннями (цукровий діабет, аліментарно обмінні форми ожиріння тощо), застосовують як натуральні (нативні або модифіковані), так і штучні замінники цукру.

Інтенсивні підсолоджувачі – це нецукрові речовини, що надають продукту солодкий смак і при цьому у сотні або десятки разів солодші за звичайний цукор. Вони не містять калорій, не потребують використання інсуліну та не спричиняють карієс, що робить їх придатними для виготовлення низькокалорійних та

діабетичних продуктів. Проте смаковий профіль таких підсолоджувачів відрізняється від цукру: солодкість може проявлятися швидше або повільніше, тривати довше або зникати майже миттєво, а також мати гіркуваті, солоні або інші відтінки смаку. Тому для максимально наближеного смакового ефекту у готових продуктах зазвичай застосовують суміші підсолоджувачів.

Дозування підсолоджувачів визначають за орієнтовним коефіцієнтом солодкості та уточнюють шляхом дегустаційних оцінок. Орієнтовний коефіцієнт солодкості є відносною величиною і залежить від багатьох факторів, зокрема концентрації підсолоджувача, кислотності продукту та наявності інших смакових компонентів, особливо солодких [13]. Вимоги можна розділити на органолептичні, гігієнічні та технологічні. Органолептичні вимоги стосуються кінцевого смаку. Він має бути приємним, чисто солодким, без присмаків, виявлятися без затримки і не відчуватись надто довго. Крім того, підсолоджувач не повинен впливати на колір та запах харчового продукту. Гігієнічні вимоги стосуються безпеки, причому це не лише відсутність токсичного ефекту, а й відсутність у речовини здатності викликати віддалені несприятливі впливи – канцерогенні, тератогенні та інші. Підсолоджувач повинен або повністю виводитися з організму людини в незміненому вигляді, або включатись в обмін речовин до розкладання на вуглекислий газ, воду та сечовину. Технологічні вимоги включають хорошу розчинність у воді, стійкість при кулінарній обробці та зберіганні [13].

Замінники цукру забезпечують продуктам солодкий смак, виконують функції цукру в технологічному процесі та можуть застосовуватися при виробництві продуктів для людей із цукровим діабетом.

Замінники цукру дозволяють отримувати продукт, аналогічний продукту з цукром не лише за солодкістю, а й за консистенцією. Суміші цукрозамінників один з одним, а також з інтенсивними підсолоджувачами часто виявляють ефект синергізму. У сумішах солодких речовин, як правило, досягається профіль солодкості, досить близький до профілю солодкості цукру, що не забезпечують індивідуальні підсолоджувачі [13].

У зв'язку з тим, що інтенсивні підсолоджувачі в порівнянні з замінниками

цукру не несуть енергетичного навантаження, а також не вимагають для засвоєння інсуліну, при розробці джемів, призначених для харчування осіб з порушеннями толерантності до глюкози, досліджені деякі найчастіше зустрічаються інтенсивні підсолоджувачі, представлені. підсолоджувальні речовини, які не тільки не впливають на вуглеводний обмін, але й мають приємний солодкий смак, добре розчиняються у воді та стійкі до кулінарної обробки.

Виходячи з поданих вище вимог, для розробки рецептур джему обрані природний підсолоджувач стевіазид E960 та штучний підсолоджувач сукралоза E955, таблиця 3.5.

Композиційний склад рецептур джемів на основі ламінарії, збагачених хромом, з різними підсолоджувачами представлений у таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 – Характеристика інтенсивних підсолоджувачів

Найменування підсолоджувача	Е код	Коефіцієнт солодкості	Норма споживання, мг/кг маси тіла	Термостійкість
Аспартам	Е 951	200	40	-
Ацесульфам	Е 950	130 – 200	15	+
Стевіазид	Е 960	150 – 300	5	+
Сукралоза	Е 955	600	15	+
Сахарин	Е 954	300 – 500	5	+
Цикламат	Е 952	30	11	+

Таблиця 3.6 – Рецептури джему на основі ламінарії, збагаченої хромом

Найменування компонента	Витрата сировини та допоміжних матеріалів у рецептурах, %												
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	4.4
Ламінарія після попередньої обробки	97,03	96,81	96,59	96,15	95,60	95,05	94,75	81,15	76,15	71,25	60,25	60,75	55,25
Вода питна	2,70	2,90	3,10	3,50	4,00	4,50	5,00	3,50	3,50	12,50	22,50	17,50	22,50
Журавлина	-	-	-	-	-	-	-	15	-	15	15	-	-
Курага	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	20	20
Сукралоза	0,02	0,04	0,06	-	-	-	-	0,10	0,10	-	-	-	-
Стевіазид	-	-	-	0,10	0,15	0,20	0,25	-	-	1,00	2,00	1,50	2,00
Комплекс хрому	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

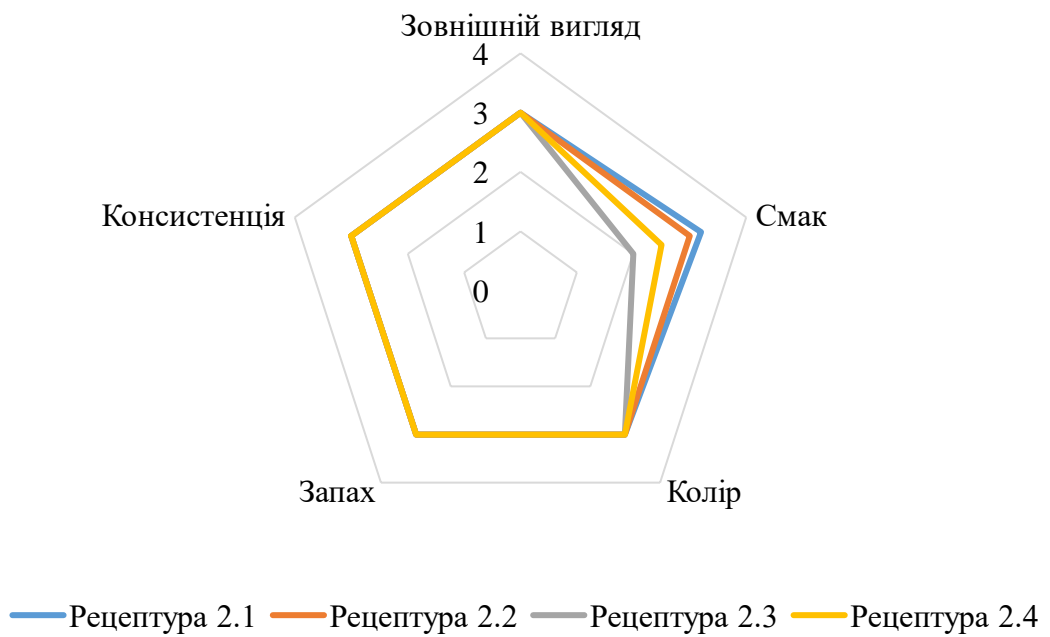
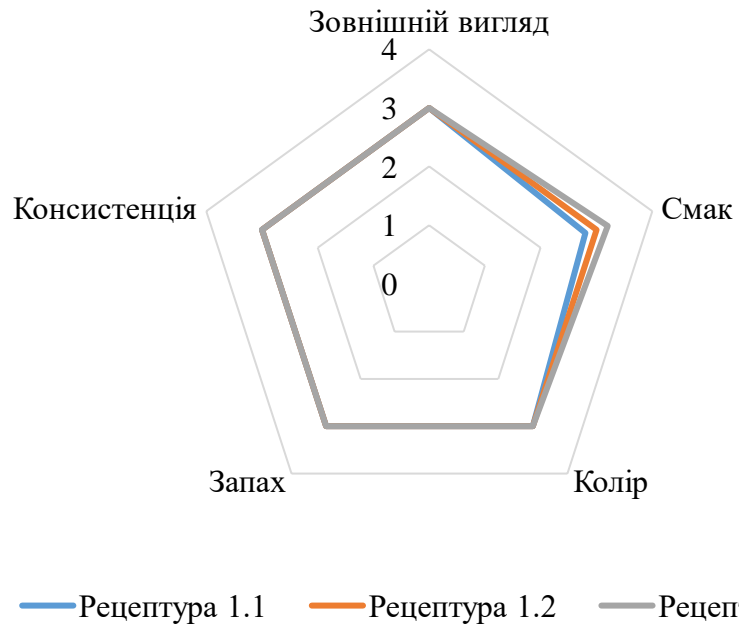
Для розробки рецептур проведено експериментальні дослідження з використанням як основної сировини мороженої ламінарії (Японія) (зразок № 8). Для досягнення прийнятних органолептичних властивостей у рецептури додавали: курагу, чорнослив, сушені яблука, морожену журавлину, цукор-пісок, питну воду, харчову лимонну кислоту та ароматизатори.

Склад рецептур джемів наведено в таблиці 3.6. Рецептури апробували в лабораторних умовах за схемою, близькою до промислової:

- промивання при температурі води не нижче 60 °С із одночасним розморожуванням та видаленням слизу, піску та інших забруднень;
- подрібнення ламінарії, фруктів і ягід;
- розчинення лимонної кислоти, ароматизаторів та добавки хрому у воді;
- точне дозування всіх компонентів рецептури;
- подрібнення та нагрівання маси джему до отримання необхідної консистенції;
- фасування та закупорювання банок.

Органолептичну оцінку джемів, виготовлених відповідно до розроблених рецептур, проводили за наступними показниками: зовнішній вигляд, смак, колір, запах та консистенція.

Органолептичну оцінку джемів, виготовлених відповідно до розроблених рецептур, проводили за такими показниками: зовнішнім виглядом, смаком, кольором, запахом і консистенцією (рисунок 3.1).



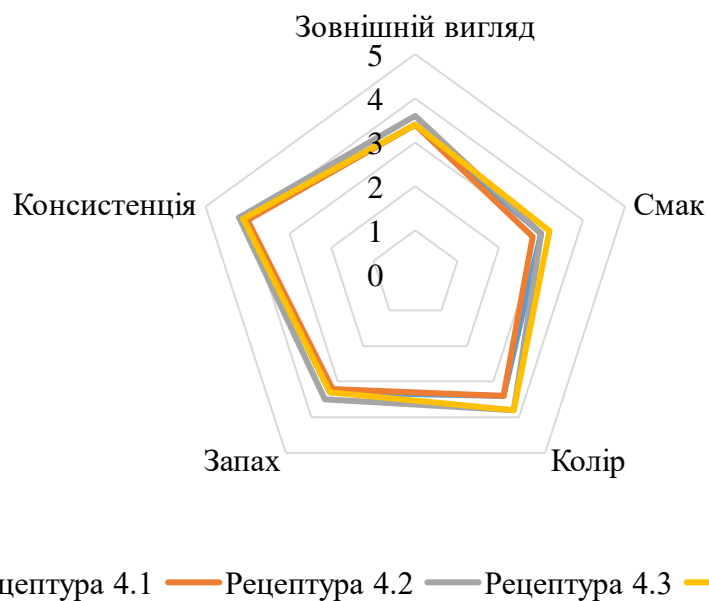
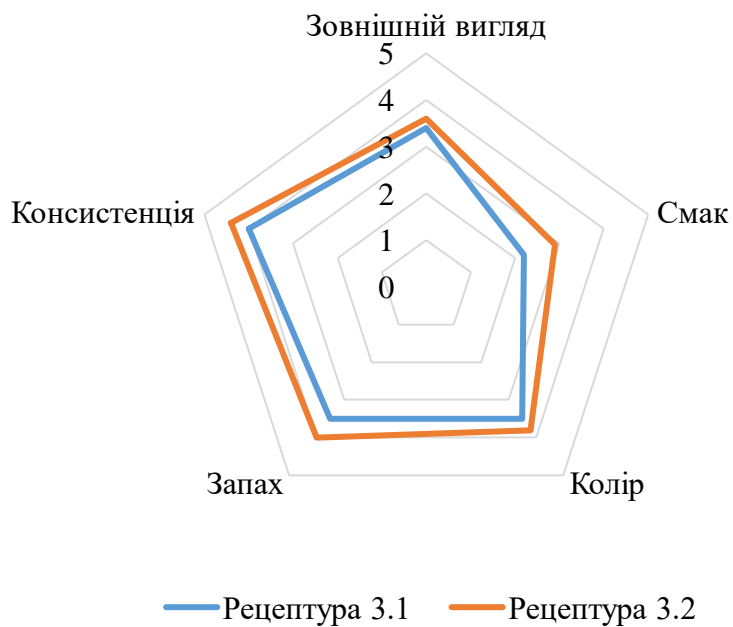


Рисунок 3.1 – Органолептична оцінка рецептур джему, збагаченого хромом, з різними підсолоджувачами

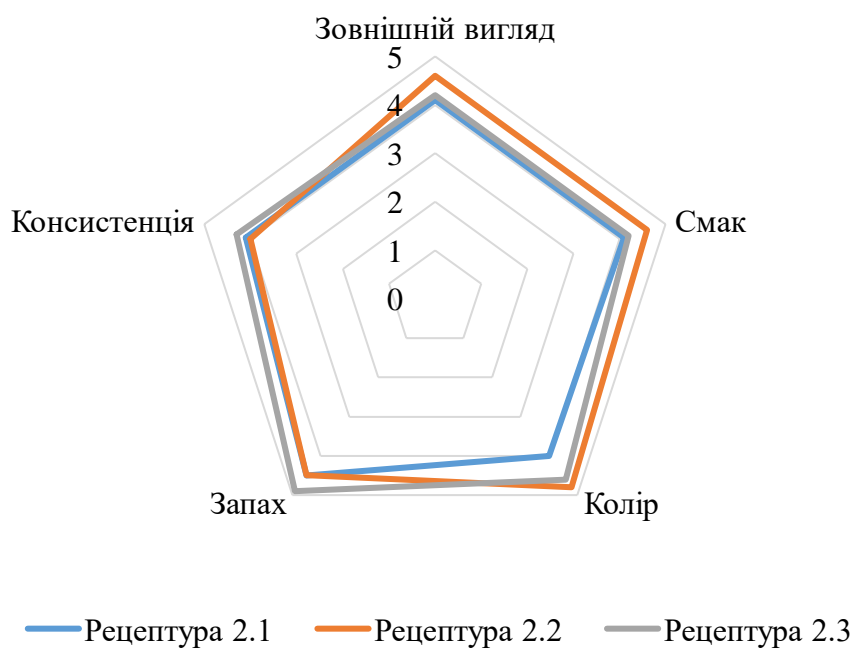
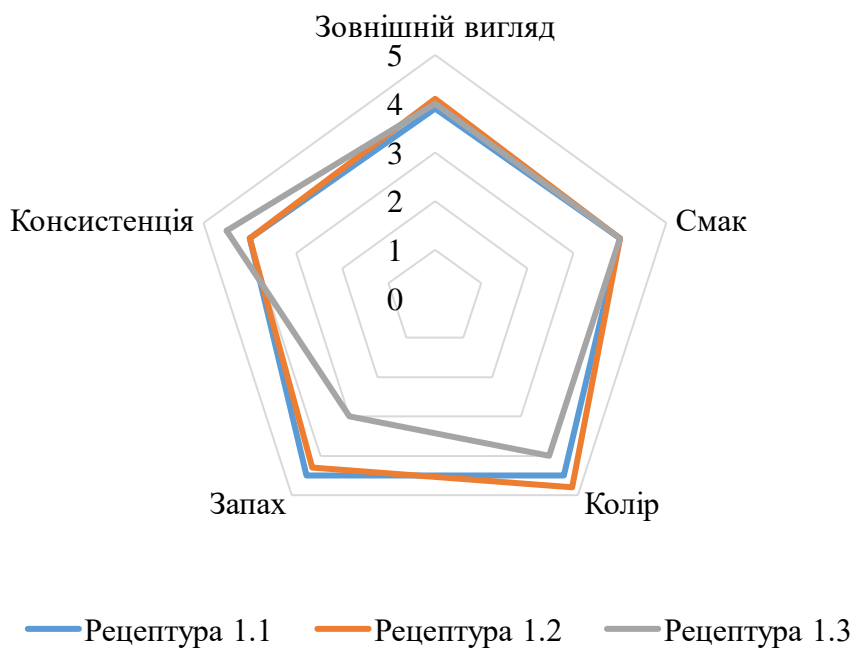
Органолептична оцінка показала низькі результати для зразків, у яких як підсолоджувальну речовину використовували стевіазид. При низькій концентрації

стевіазиду зразки джему не мали достатньої насолоди, при підвищенні його кількості спостерігався гіркий післясмак. У зв'язку з цим вирішено надалі відмовитись від використання стевіазиду.

У зв'язку з тим, що профіль солодкості сукралози не збігається з профілем солодкості цукру під час проведення дегустації зразків із сукралозою відзначено сильний солодкий смак, вирішено розробити рецептури джему з мінімальною кількістю цукру. Вміст цукру в джемі на основі ламінарії, призначеному для осіб, які страждають на цукровий діабет, не повинен перевищувати 10 %.

Таким чином, у подальшій розробці рецептур джему на основі ламінарії, збагаченої хромом, як підсолоджуюча речовина обраний легкозасвоюваний інтенсивний підсолоджувач сукралоза, а також поєднання його з цукром, використання якого не повинно перевищувати 10 % від маси готового продукту. Рецептурні композиції джему на основі ламінарії, збагаченого хромом представлені в таблиці 3.7.

Проведена органолептична оцінка, результати якої представлені на рисунку 3.2, показала, що рецептурні композиції № 4.1, № 4.2 і № 4.3 отримали найвищі балові оцінки за органолептичними показниками: відзначені приємний запах, смак, колір, консистенція і зовнішній вид джемів.



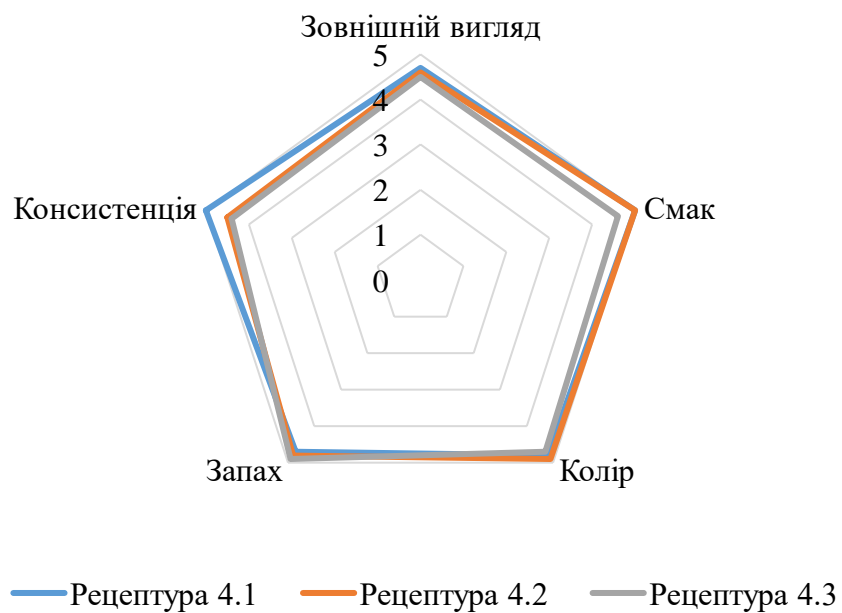
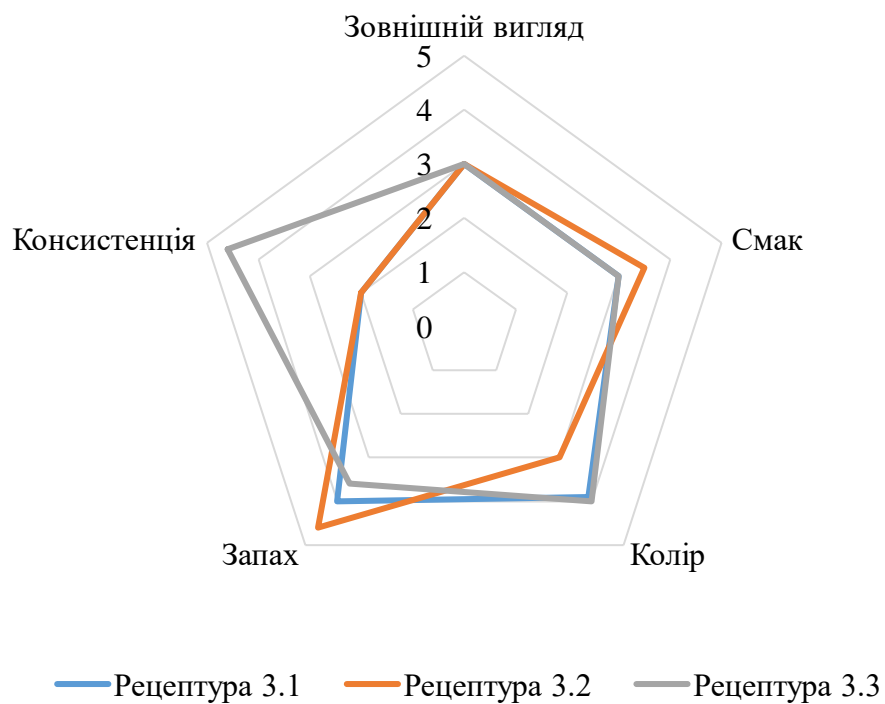


Рисунок 3.2 – Органолептична оцінка рецептур джему на основі ламінарії, збагаченої хромом

Дані рецептурні композиції рекомендовані для випуску дослідних партій джему на основі ламінарії, збагаченої хромом, у виробничих умовах.

3.5 Обґрунтування та розробка технології джемів на основі ламінарії

Відповідно до розроблених вимог до органолептичних показників, готові джеми повинні являти собою однорідну густу масу з рівномірно розподіленими частинами сировини, що входять до його складу, і допоміжних речовин. Органолептичні показники не повинні змінюватися при зберіганні, транспортуванні та в процесі реалізації.

Технологічні прийоми та параметри технологічного процесу повинні забезпечувати виконання розроблених вимог. Крім того, за показниками безпеки готові продукти повинні відповідати «Єдиним санітарно-епідеміологічним та гігієнічним вимогам до товарів, що підлягають санітарно-епідеміологічному нагляду (контролю)». При цьому важливим є збереження в готових продуктах якомога більшої кількості корисних речовин, які спочатку були присутні у вихідній сировині та допоміжних матеріалах.

Крім того, технологічний процес має бути простим, економічно рентабельним, не вимагати великої кількості часу та обслуговуватись невеликою кількістю людей.

3.5.1 Обґрунтування параметрів попередньої обробки ламінарії

Як відомо, ламінарія є повноцінним джерелом йоду, частина якого представлена органічною формою (дійодаминокислоти), частина мінеральної (йодиди та йодати), частина йоду знаходиться у зв'язаному стані з білками та клітковиною водорості.

Йод є одним із незамінних мікроелементів, необхідних для нормального росту та розвитку людини. Він бере участь у багатьох життєво важливих фізіологічних процесах, які можливі лише за наявності органічних сполук йоду або під їхнім впливом. Тому ламінарія може надавати позитивний ефект при

профілактиці та корекції неінфекційних захворювань, зокрема йододефіцитних, які є одними з найпоширеніших у світі.

Таким чином, при створенні харчових продуктів дієтичного лікувального харчування на основі ламінарії повинні пред'являтися суворі вимоги до їх якісного складу, особливо до вмісту йоду в кінцевому продукті, що визначатиметься його вмістом у вихідній сировині, з урахуванням втрат у процесі технологічної обробки.

Комерційна сировина не завжди відрізняється високим вмістом йоду. Тому для отримання готової продукції високої якості необхідно не тільки контролювати хімічний склад вихідної сировини, а й отримувати водоростевий напівфабрикат із показниками якості та безпеки, що задаються, за рахунок скорочення втрат йоду шляхом регулювання процесу промивання ламінарії.

При використанні сушеної сировини першою та обов'язковою стадією технологічного процесу є промивання та набухання ламінарії. Як правило, попереднє замочування триває 5 – 6 годин при температурі води 20 °С. Такий спосіб попередньої обробки застосовується для виділення найбільшої кількості йоду з водорості, який використовують у подальшому при виробництві йодовмісних препаратів і БАД. При використанні даного способу відбувається витяг до 75 % йоду, що міститься в ламінарії. При екстрагуванні йоду іншими розчинниками (спирт, слабокислі водні розчини) кількість йоду, що перейшов у розчин, більша. Йод, пов'язаний з білками та клітковиною водорості, залишається у залишку після екстрагування спирто-, водо- та кислоторозчинних фракцій.

В якості сировини при виробництві джемів обрано японську ламінарію, яка вимагає попередньої обробки. Нами запропоновано метод, який відрізняється від традиційного. Схема запропонованого методу представлена на рисунку 3.3.

Першим етапом попередньої обробки сушеної водорості є промивання її в гарячій воді при співвідношенні водорість:вода 1:10 при постійному перемішуванні протягом п'яти хвилин. Потім воду зливають, разом з нею видаляється більша частина піску, бруду та інших сторонніх домішок. Другий етап попередньої обробки повністю повторює перший, при цьому видаляються

залишки сторонніх речовин. На третьому етапі проводять промивання водорості озонованою холодною водою протягом п'яти хвилин при постійному перемішуванні. Корисні властивості озону пов'язані насамперед із його антибактеріальною здатністю. Крім того, озонування дозволяє знищити неприємні запахи і присмаки, не змінюючи при цьому кислотності сировини і не видаляючи з нього корисних речовин. Ламінарію після трьох промивок відправляють на подальшу переробку.

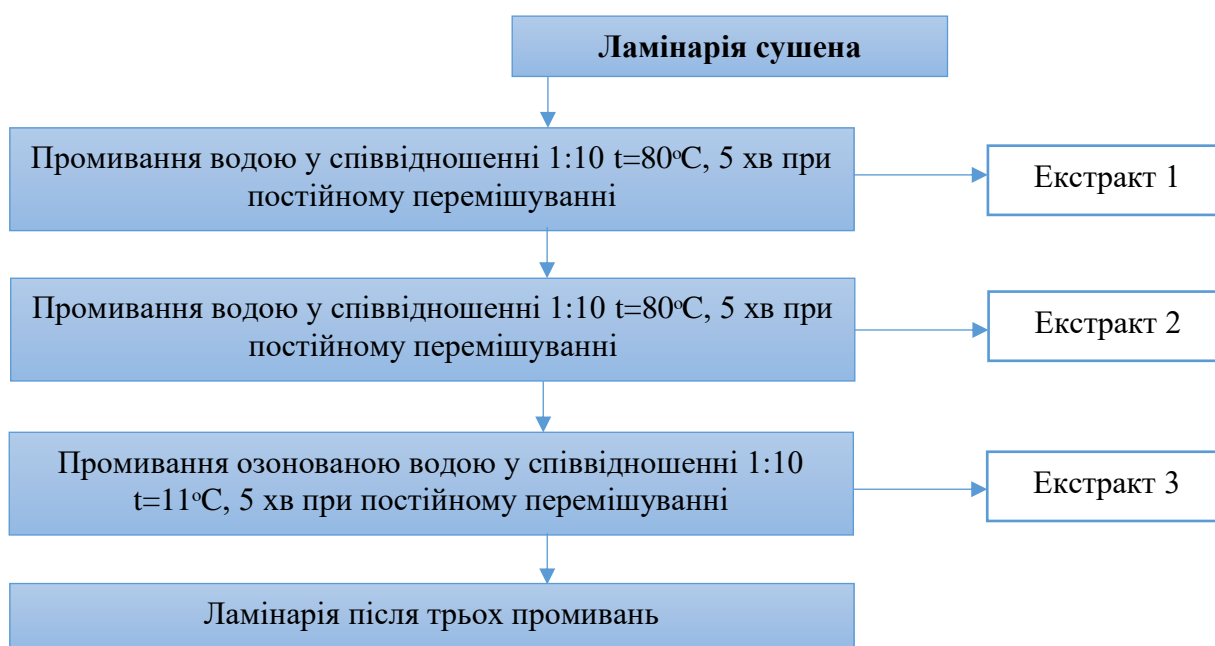


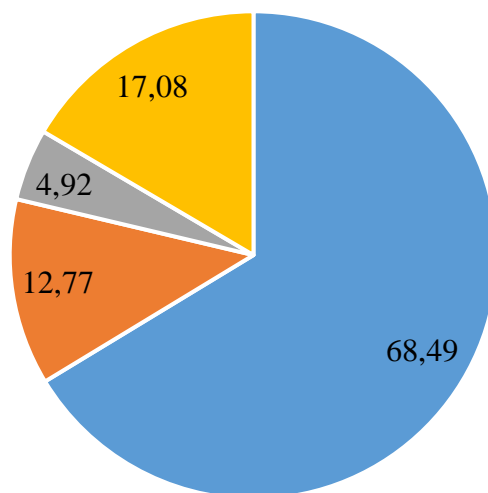
Рисунок 3.3 – Схема початкової обробки сушеної ламінарії при виробництві джемів

Як об'єкти для досліджень кількості йоду, що втрачається в процесі попередньої обробки водоростей, обрані зразок ламінарії № 1 та зразок ламінарії № 4.

Кількість йоду, що залишилася в ламінарії після попередньої обробки, становить 16,52 % від вихідного вмісту. Аналіз літературних даних показав, що йод, що залишився у водорості після водної екстракції, знаходиться в органічно пов'язаному стані з білками та клітковиною водорості.

Аналогічні дослідження кількості йоду, що втрачається в процесі

попередньої обробки водорості, проведені на ламінарії шаткованої зі ступенем набухання 6 (зразок ламінарії № 4). Результати представлені у таблиці 3.10, 3.11 та на рисунку 3.4.



■ Екстракт 1 ■ Екстракт 2 ■ Екстракт 3 ■ Ламінарія після попередньої обробки

Рисунок 3.4 – Вміст йоду в ламінарії та виділених з неї водних екстрактів

Початковий вміст йоду у досліджуваній водорості також прийнято за 100 %. Кількість йоду, що перейшов у водні екстракти, і залишився у водорості, для ламінарії шаткованої зі ступенем набухання 6 аналогічно кількості йоду для ламінарії в слані і становить: 82,92% йоду, що перейшов в екстракт і 17,08 %, що залишився у водорості.

Таблиця 3.10 – Вміст йоду у зразках ламінарії №1 і водних екстрактах, виділених із неї

Етапи проведення попередньої обробки	Найменування зразка	Маса зразка, г	Кількість сухих речовин, %	Кількість сухих речовин, г	Вміст йоду, %	Кількість йоду у зразку, мг	Вміст йоду в зразку, % від вихідного вмісту
-	Ламінарія	30,0	94,96	28,49	0,133	37,89	100
1	Екстракт 1	253,0	3,11	7,87	0,322	25,34	66,87
	Ламінарія 1	76,5	13,84	10,59	0,122	12,92	34,10
2	Екстракт 2	273,5	0,58	1,59	0,413	6,57	17,34
	Ламінарія 2	102,6	13,55	13,90	0,046	6,39	16,86
3	Екстракт 3	276,7	0,12	0,33	0,177	0,58	1,53
	Ламінарія 3	125,1	8,20	10,26	0,061	6,26	16,52

Таблиця 3.11 – Вміст йоду у зразках ламінарії №4 і водних екстрактах, виділених із неї

Етапи проведення попередньої обробки	Найменування зразка	Маса зразка, г	Кількість сухих речовин, %	Кількість сухих речовин, г	Вміст йоду, %.	Кількість йоду у зразку, мг	Вміст йоду в зразку, % від вихідного вмісту
-	Ламінарія	30,0	94,54	28,36	0,301	85,36	100
1	Екстракт 1	202,8	8,76	17,77	0,329	58,46	68,49
	Ламінарія 1	127,6	14,79	18,87	0,180	33,97	39,80
2	Екстракт 2	266,5	2,54	6,77	0,161	10,90	12,77
	Ламінарія 2	163,8	8,23	13,48	0,141	19,01	22,27
3	Екстракт 3	270,6	0,68	1,84	0,228	4,20	4,92
	Ламінарія 3	200,8	7,05	14,16	0,103	14,58	17,08

Дослідники, які раніше проводили аналіз розподілу кількості йоду, що перейшов в екстракт при використанні різних розчинників, також ґрунтувалися на співвідношенні кількості йоду в сировині до та після промивання водорості. Порівняння результатів вмісту йоду у зразках ламінарії при використанні способу промивання водорості водою, обраного дослідниками, та способу, запропонованого нами, представлено в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Зміна вмісту йоду в ламінарії після попередньої обробки водою

Найменування зразка	Вміст йоду, % від сухої речовини	
	вихідна сировина	після промивання
Зразок ламінарії №1	0,133	0,061
Зразок ламінарії №4	0,301	0,103
Ламінарія сушена	0,227	0,060

Аналіз представлених даних показав, що при використанні способу попередньої обробки, що включає замочування ламінарії у воді протягом 5 – 6 годин при температурі води 20 °С, вміст йоду у водорості змінюється з 0,227 до 0,060 % від сухої речовини, тобто зменшується в 3,78 рази. Вміст йоду в ламінарії в слані зменшується в 2,18 рази: з 0,133 % від маси сухої водорості до 0,061 % від маси сухої водорості. Кількість йоду в ламінарії подрібненої змінюється з 0,301 до 0,103 % сухої речовини, тобто зменшується в 2,92 рази. Таким чином, запропонований нами спосіб попередньої обробки ламінарії дозволяє зберегти більшу кількість йоду в сировині, а також скоротити час обробки.

У разі використання мороженої водорості ламінарію поміщають у воду з температурою не нижче 60 °С, поєднуючи розморожування з промиванням від слизу, піску та інших забруднень, а потім промивають і направляють на стікання.

3.5.2 Опис технології приготування джему на основі ламінарії, збагаченого хромом

Технологічна схема виготовлення джему наведена на рисунку 3.5. Нижче подано стислий опис основних етапів виробничого процесу.

Підготовка водоростевої сировини. Морожені ламінарії звільняють від пакувальної плівки та розморожують до внутрішньої температури $-1 - 2$ °С. Потім сировину промивають водою для видалення піску та слизу. Сушену ламінарію відновлюють, промиваючи двічі гарячою, а потім холодною водою протягом 15 хв, після чого дають стекти надлишковій воді. Після 5-хвилинного стікання сировину подрібнюють на м'ясорубці з решіткою діаметром 2 мм.

Підготовка допоміжних компонентів. Курагу замочують у гарячій воді на 30 хв, після чого промивають і проводять відбір непридатних фруктів. Журавлину розморожують і промивають водою одночасно, після чого видаляють пошкоджені ягоди.

Підготовка додаткових речовин. Комплекс хрому та сукралозу розчиняють у гарячій воді у співвідношенні 1:10 для забезпечення рівномірного розподілу в усій масі продукту.

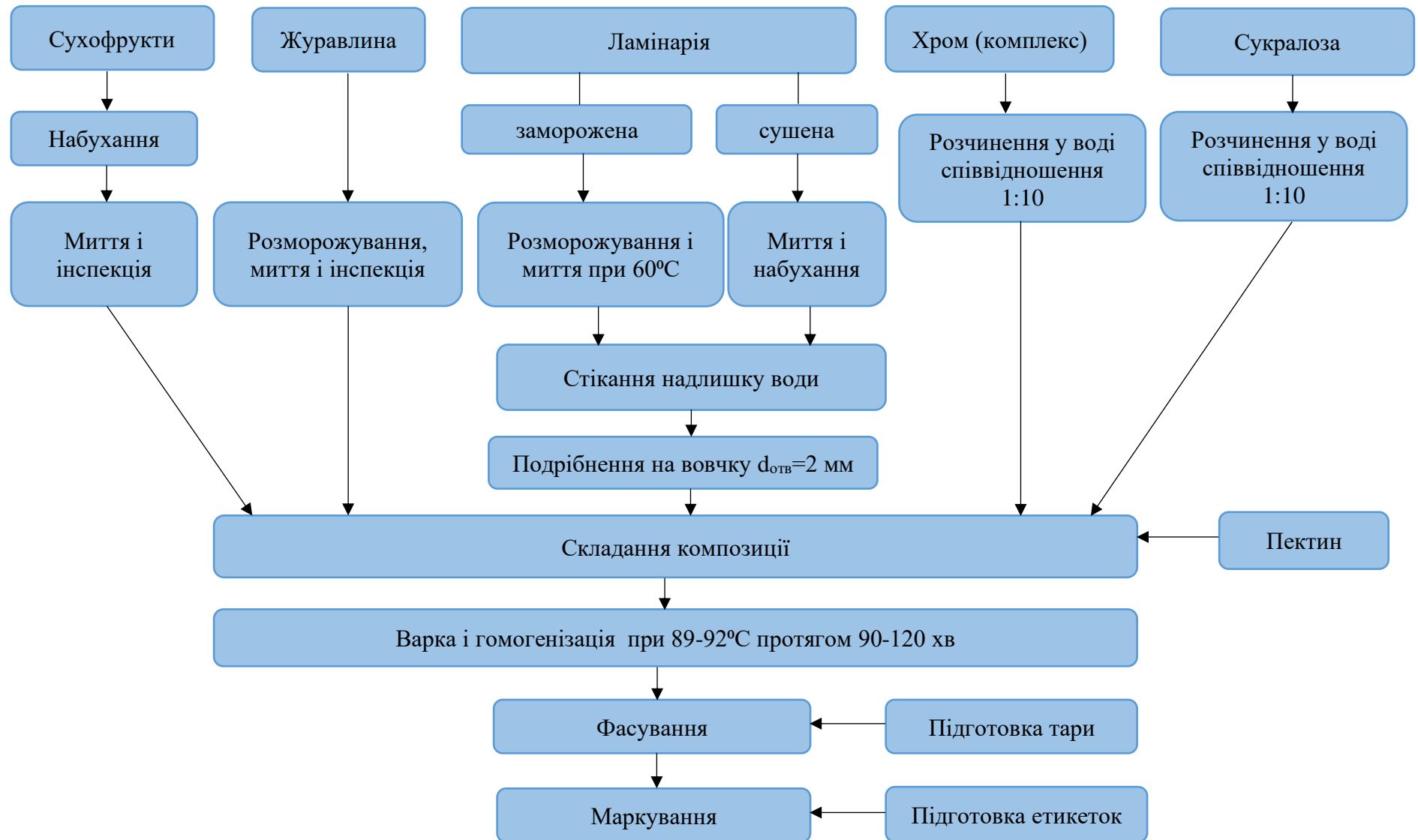


Рисунок 3.5 – Технологічна схема виробництва джему на основі ламінарії, збагаченого хромом

Формування рецептури. Дозування підготовлених інгредієнтів проводять при постійному перемішуванні чаші установки для тонкого подрібнення. Спершу завантажують подрібнену ламінарію, після чого у розчиненому вигляді додають сукралозу, хромовмісну добавку, пектин, а також курагу і/або журавлину.

Гомогенізація та нагрівання. Після внесення всіх компонентів масу починають перемішувати та гомогенізувати, поступово підвищуючи температуру. Джем обробляють при 89 – 92 °С протягом 90 – 120 хв до утворення однорідної в'язкої маси, придатної для намазування.

Фасування та закупорювання. Гарячий джем фасують у скляні банки вагою до 3 кг, у полімерні банки – також до 3 кг, у невеликі формочки з полімеру – до 0,1 кг, а в пакети з полімерних матеріалів – не більше 1 кг. Скляні банки герметично закривають металевими кришками twist-off, внутрішня поверхня яких покрита лаком, емаллю або їх сумішшю; у центрі кришки передбачена сигнальна зона, що набуває опуклості при порушенні герметичності чи псуванні продукту. Полімерні банки закриваються полімерними кришками. Упаковану продукцію розміщують у гофровані картонні ящики або багаторазові полімерні контейнери.

Висновки за розділом

Обґрунтовано доцільність створення дієтичних джемів на основі ламінарії як перспективного функціонального інгредієнта, що містить комплекс біологічно активних речовин, здатних позитивно впливати на стан людей з аліментарно-залежними захворюваннями, зокрема метаболічним синдромом. Проаналізовано наукові передумови щодо корекції харчового статусу та визначено, що ламінарія є цінним джерелом органічно зв'язаного йоду, харчових волокон, мікро- та макроелементів, що зумовлює її виражені лікувально-профілактичні властивості.

На основі оцінки хімічного складу допоміжної сировини (сухофруктів та ягід) встановлено їх високу поживну цінність та доцільність використання у рецептурах джемів, зокрема завдяки значним кількостям β -каротину, калію, заліза та антиоксидантів. Це дозволило сформулювати науково обґрунтовані підходи до

вибору компонентів, що підвищують функціональність готового продукту.

Дослідження хіміко-технологічних характеристик різних зразків ламінарії показали суттєві відмінності за вмістом альгінової кислоти, йоду, золи та харчових волокон. Для подальшого використання відібрано зразки з максимальним вмістом йоду та задовільними технологічними параметрами, що забезпечує оптимальні властивості при переробці та стабільність функціональних показників. Перевірка безпечності підтвердила можливість застосування обраних зразків у харчових технологіях.

Обґрунтовано доцільність збагачення джемів хромом в органічно зв'язаній формі, враховуючи його важливу роль у регуляції глюкозного та ліпідного обміну. Використання комплексу хрому з ферментолізатом молочного білка забезпечує високу біодоступність і безпечність мікроелемента. Проведено підбір підсолоджувачів відповідно до вимог органолептики, технологічності та гігієнічної безпеки, що дозволило сформуванню збалансований профіль солодкості без негативного впливу на рівень глюкози крові.

Таким чином, результати експериментів підтверджують наукову і практичну обґрунтованість створення рецептур дієтичних джемів на основі ламінарії, збагачених хромом та допоміжними рослинними компонентами. Розроблені композиції мають потенціал для застосування у харчуванні осіб із порушеннями обміну речовин, забезпечуючи одночасно високу харчову цінність, функціональність і безпечність продукту.

4 ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

При розробці нутрієнтно-технологічних рекомендацій, рецептур, обґрунтуванні технологічних параметрів, і, в подальшому, виробленні дослідної партії харчових продуктів дієтичного лікувального харчування – джемів на основі ламінарії, збагачених хромом, враховували те, що вони повинні відповідати товарам, що підлягають санітарно-епідеміологічному огляду (контролю) за показниками безпеки. Виходячи з фізіологічних і метаболічних особливостей осіб з аліментарно-залежними захворюваннями, джеми повинні мати високі органолептичні характеристики, задану харчову та біологічну цінність, мати низьку енергетичну цінність і не чинити негативної дії на організм людини. Харчові продукти дієтичного лікувального харчування, призначені для харчування осіб з порушеннями толерантності до глюкози, у тому числі цукровим діабетом, можуть містити підсолоджувальні речовини, які не мають вплив або незначно впливають на рівень глюкози в крові.

У зв'язку з цим, нами проаналізовано показники безпеки готових продуктів, оцінено поживну, біологічну та енергетичну цінність та проведено органолептичну оцінку джемів.

4.1 Дослідження термінів придатності джемів

Було проведено дослідження з обґрунтування та визначення термінів придатності джемів на основі ламінарії, збагачених різними мікронутрієнтами.

Протягом зберігання зразки джемів регулярно перевіряли за органолептичними показниками. Джеми зберігали у вакуумній упаковці при температурі 20 °С. На основі комплексного аналізу отриманих даних встановлено гарантійні терміни придатності: для джему на основі ламінарії з додаванням хрому під вакуумом цей термін становить 6 місяців при температурі зберігання 20 °С (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Результати експериментальних досліджень стосовно визначення терміну придатності джемів

Найменування джему	Тривалість зберігання, міс	Середні бальні оцінки					Середній бал
		зовнішній вигляд	смак	колір	запах	консистенція	
Джем з ламінарії, збагачений хромом	0	4,8	5,0	4,8	4,8	5,0	4,90
	1	4,8	5,0	4,8	4,8	5,0	4,88
	2	4,8	4,8	4,8	4,6	5,0	4,80
	3	4,8	4,8	4,6	4,6	5,0	4,76
	4	4,8	4,8	4,6	4,6	4,8	4,72
	5	4,8	4,8	4,6	4,4	4,8	4,68
	6	4,8	4,8	4,6	4,4	4,8	4,68

4.2 Аналіз показників безпеки та хімічного складу джему на основі ламінарії, збагаченого хромом

Виходячи з отриманих даних, вміст досліджуваних показників не перевищував допустимого рівня, викладеного в вимоги до товарів, що підлягають санітарно-епідеміологічному нагляду (контролю)» [3].

Результати досліджень харчової, біологічної та енергетичної цінності джему на основі ламінарії, збагаченого хромом, наведено в таблиці 4.2. Отримані результати свідчать, що джем відповідає встановленим нормам за вмістом основних хімічних показників. Розрахунок енергетичної цінності показав, що 100 г продукту містить 81 ккал, що робить його низькокалорійним і придатним для харчування людей із різними формами метаболічного синдрому.

Щоденне споживання 20 г джему забезпечує добову потребу організму в йоді та хромі, при цьому не перевищуючи допустимі норми.

Отже, джем на основі ламінарії з додаванням хрому може бути рекомендований як дієтичний лікувальний продукт для харчування осіб із порушеною толерантністю до глюкози та іншими проявами метаболічного синдрому.

Результати органолептичної оцінки виготовленого джему, наведені на рисунку 4.1, що продукт відповідає розробленим нутрієнтно-технологічним рекомендаціям: джем має гомогенну консистенцію, має добре виражений, приємний запах кураги, жовто-зелений колір і кисло-солодкий смак.

Таблиця 4.2 – Поживна, біологічна та енергетична цінність джемів на основі ламінарії, збагачених хромом

Найменування показника	Вміст у 20 г джему, збагаченого мікроелементом хромом	Встановлений рівень потреби, на добу
Сухі речовини, г	8,70	-
Білок, м	0,20	-
Фруктоза, г	1,05	-
Глюкоза, г	1,50	-
Сахароза, г	1,24	-
Харчові волокна, г	0,95	20
у тому числі розчинні	0,57	-
нерозчинні	0,38	-
Альгінова кислота, г	1,70	-
Мінеральні речовини, мг	302,00	-
у тому числі йод, мг	0,28	0,13 – 0,20
хром, мг	0,07	0,03 – 0,10
Енергетична цінність, ккал	80	-

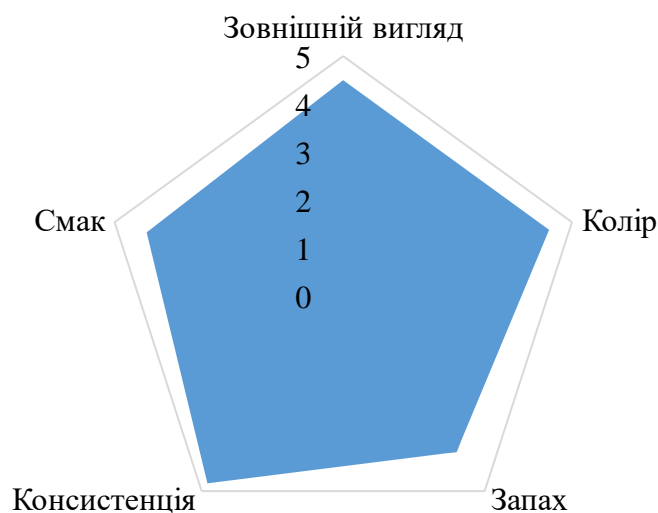


Рисунок 4.1 – Профілограма дегустаційної оцінки джему на основі ламінарії, збагаченого хромом

Висновки за розділом

Підтверджено практичну цінність розробленої технології джемів на основі ламінарії, збагачених хромом, та доведено можливість їх використання як продуктів дієтичного лікувального харчування. Проведений аналіз показників безпеки, органолептичних властивостей, харчової та біологічної цінності засвідчив, що розроблений продукт відповідає вимогам санітарно-епідеміологічного контролю та може застосовуватися у харчуванні осіб із порушеннями вуглеводного обміну. Дослідження термінів придатності встановили, що за умов вакуумного пакування та температури 20 °С джем зберігає стабільні органолептичні й фізико-хімічні характеристики протягом шести місяців. Визначені рівні мікронутрієнтів показали, що щоденне споживання рекомендованої порції забезпечує добову потребу в йоді та хромі без ризику перевищення допустимих норм. Таким чином, результати досліджень підтверджують ефективність та доцільність впровадження джему на основі ламінарії з хромом у раціони харчування людей із проявами метаболічного синдрому та іншими аліментарно-залежними станами.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва варених ковбас

Розроблення та дотримання вимог картки безпеки праці для операторів лінії з виробництва джемів на основі бурих водоростей є необхідним, адже технологічний процес пов'язаний із використанням гострого інвентарю, високих температур та механізованого обладнання, що підвищує ризик травм. Чіткі вимоги дозволяють зменшити небезпечні ситуації, забезпечити безпечні умови праці та належний санітарний рівень, що впливає на якість продукції. Виконання положень картки також допомагає підприємству відповідати вимогам законодавства та уникати інцидентів і втрат. Приклад картки наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва варених ковбас

Розділ	Вимога та її опис
1	2
1. Загальні положення	Картка встановлює вимоги безпеки праці під час виробництва джемів. До роботи допускаються працівники старше 18 років, після інструктажів і медогляду.
2. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Хімічні: алергічні реакції, пари кислот, мийних засобів. Фізичні: висока температура, гаряча пара, гарячі поверхні. Мікробіологічні: ризик забруднення сировини до термообробки. Механічні: рухомі частини обладнання. Слизька підлога через високу вологість.
3. Вимоги перед початком роботи	Одягнути спецодяг: фартух, халат, терморукавиці, нековзне взуття. Перевірити справність обладнання та огорожень. Переконатися в чистоті робочого місця. Оглянути сировину на відсутність псування.

1	2
4. Вимоги під час роботи	<p>Підготовка водоростей: працювати з подрібнювачами тільки при закритих кришках.</p> <p>Термічна обробка: відкривати котли збоку; уникати контакту з паром; не нахилитися над киплячою масою.</p> <p>Змішування: вносити добавки лише при вимкнених мішалках.</p> <p>Розлив та фасування: використовувати автоматичні машини, при ручному розливі – терморукавиці та фартух.</p>
5. Вимоги після закінчення роботи	<p>Вимкнути та зупинити обладнання.</p> <p>Очистити робоче місце й інвентар.</p> <p>Утилізувати відходи у визначені контейнери.</p> <p>Провести миття та дезінфекцію рук.</p> <p>Повідомити керівника про несправності.</p>
6. Пожежна безпека	<p>Заборонено відкритий вогонь.</p> <p>Системи вентиляції повинні працювати постійно.</p> <p>Знати місце розташування вогнегасників.</p> <p>У разі пожежі – відключити обладнання, повідомити керівництво, викликати пожежну службу.</p>
7. Перша домедична допомога	<p>Опіки: охолодження водою 10 – 15 хв, стерильна пов'язка. Порізи: промивання, антисептик, пов'язка.</p> <p>Алергія: антигістамінний засіб, при ускладненнях – швидка.</p> <p>Отруєння парами: вивести на свіже повітря.</p>
8. Особливості роботи з бурими водоростями	<p>Сировина повинна мати сертифікати безпечності.</p> <p>При намочуванні можливі специфічні запахи – вентиляція на посиленому режимі.</p> <p>Заборонено змішувати з іншими добавками без дозволу технолога.</p>

Документ має бути офіційно погоджений із відповідними контролюючими органами, зокрема службою охорони праці підприємства та санітарно-наглядовими структурами. Після затвердження він повинен бути доступний кожному працівнику для обов'язкового ознайомлення, щоб персонал чітко розумів вимоги безпеки та дотримувався встановлених правил. Це забезпечує

прозорість роботи, підвищує виробничу дисципліну та допомагає запобігати нещасним випадкам.

5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва джемів

Утилізація відходів виробництва джемів на основі бурих водоростей є доцільною з кількох причин. По-перше, це дозволяє ефективно використовувати біологічно активні залишки, багаті на мікроелементи, йоду та органічні сполуки, що робить їх цінною сировиною для кормових сумішей, біодобрив або пектинових добавок. По-друге, правильна утилізація зменшує обсяги органічних відходів, що потрапляють на сміттєзвалища, та запобігає забрудненню навколишнього середовища.

Крім того, використання відходів для компостування або біоконверсії сприяє замкненню циклу виробництва та підвищенню економічної ефективності підприємства, знижуючи витрати на утилізацію та одночасно отримуючи додаткові продукти або ресурси. Це також підвищує екологічну відповідальність виробництва, відповідає сучасним вимогам сталого розвитку та законодавчим нормам у сфері охорони навколишнього середовища.

Таким чином, системна утилізація відходів виробництва джемів на основі бурих водоростей є не лише екологічно доцільною, а й економічно вигідною та технологічно обґрунтованою практикою. Приклад шляхів утилізації відходів виробництва джемів на основі бурих водоростей представлено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Шляхи утилізації відходів виробництва джемів на основі бурих водоростей

Тип відходів	Шляхи утилізації
1	2
Органічні харчові відходи (вичавки, шкірки, насіння, відходи водоростей)	Використання як кормових добавок після обробки. Компостування та виробництво біогумусу. Передача на біогазові станції. Вторинна переробка для отримання пектину чи харчових волокон.

1	2
Рідкі відходи (вода після миття сировини та обладнання)	Механічна фільтрація від твердих часток. Біологічне очищення на локальних або міських очисних спорудах. Часткове повторне використання очищеної води для технічних потреб.
Пакувальні матеріали (скло, картон, полімери, металева тара)	Сортування та передача на переробку (скло, метал, картон, пластик). Використання багаторазової тари для зменшення обсягів відходів.
Жирові та змішані харчові залишки	Збір у герметичні контейнери та передача спеціалізованим утилізаторам. Можлива переробка у технічні продукти (біодизель, технічні жири).
Відходи з бурих водоростей	Сушіння та використання у виробництві добрив або кормових сумішей. Ферментація для отримання біодобрив. Компостування разом із рослинними залишками.
Небезпечні відходи (мийні та дезінфікуючі засоби, хімічні реагенти)	Збір у марковану спеціальну тару. Передача ліцензованим підприємствам для утилізації або нейтралізації. Ведення журналу обліку небезпечних відходів.
Загальні екологічні вимоги	Роздільне збирання всіх груп відходів. Заборона змішування харчових і хімічних залишків. Герметичне зберігання органічних відходів. Регулярна дезінфекція зон зберігання.

Висновки за розділом

Розробка та впровадження карти безпеки праці для операторів лінії з виробництва джемів на основі бурих водоростей є необхідною умовою безпечної роботи, оскільки технологічний процес включає роботу з гострим інвентарем, високими температурами та механізованим обладнанням, що підвищує ризик травматизму.

Чітко визначені вимоги картки дозволяють мінімізувати небезпечні ситуації, забезпечити безпечні умови праці, підтримувати належний санітарний рівень та підвищувати якість продукції.

Системна утилізація відходів виробництва джемів на основі бурих водоростей є доцільною як з екологічної, так і з економічної точки зору. Вона дозволяє ефективно використовувати біологічно активні залишки для кормових сумішей, добрив або харчових добавок, зменшує навантаження на довкілля та підвищує економічну ефективність підприємства.

Впровадження зазначених заходів у комплексі забезпечує безпечну та раціональну організацію виробничого процесу, знижує ризики виникнення надзвичайних ситуацій і сприяє підвищенню загального рівня безпеки праці на підприємстві.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Вартість основних і побічних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де m_i – кількість використаного i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їхня вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Ламінарія, кг	1,0	530,00	530,00
Цукор, кг	1,0	32,00	32,00
Вода, л	5,0	2,00	10,00
Хром, кг	0,20	455,00	91,00
Курага, кг	1,0	350,00	350,00
Чорнослив, кг	1,0	250,00	250,00
Журавлина морожена, кг	1,0	200,00	200,00
Яблука сушені, кг	1,0	265,00	265,00
Всього			1728,00

Розрахунок витрат на оплату праці наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8700	53,40	20	1230,00
Всього				1230,00

Нарахування на заробітну плату виконують за ставкою 22 % від суми брутто-зарплати:

$$H = \frac{1230,00 \cdot 22}{100} = 270,60 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

де M – потужність обладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – тривалість роботи, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Витрати на електроенергію для подрібнення рецептурних компонентів:

$$E_{\text{подрібнення}} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 7,32 = 63,24 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію для уварювання джему:

$$E_{\text{увар.джему}} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 7,32 = 379,46 \text{ грн.}$$

Вартість витрат електроенергії на ПК:

$$E_{\text{п.к.}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 160 \cdot 7,32 = 948,67 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на електроенергію:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{подрібнення}} + E_{\text{увар.джему}} + E_{\text{п.к.}} = 63,24 + 379,46 + 948,67 = 1391,37 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання, що використовується в процесі дослідження, розраховується за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.,

Розрахунки амортизації наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунки витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Вовчок для подрібнення рецептурних компонентів	19860,30	10,00	1	5,44
Устаткування для уварювання джему	8980,00	10,00	6	14,76
Ноутбук	23800,00	24,00	20	312,98
Всього				333,18

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1230,00 \cdot 80)}{100} = 984,00 \text{ грн.}$$

Зведені витрати подано в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис зведених витрат на проведення дослідження

Найменування витрат	Сума, грн.
Матеріали основні	1728,00
Оплата праці учасникам досліджень	1230,00
Нарахування на заробітну плату	270,60
Електроенергія	1391,33
Амортизація	333,18
Накладні витрати	984,00
Всього	5937,11

Аналіз показує, що найбільшу частку витрат становлять основні матеріали та електроенергія – відповідно 1728,00 грн і 1391,33 грн.

6.2 Розрахунок вартості дослідження

Ціну проведених досліджень розраховують за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

де $Ц$ – загальна вартість дослідження, грн;

C – фактичні витрати, грн;

P – норматив рентабельності ($P = 30$), %.

$$Ц = 5937,11 + \frac{30 \cdot 5937,11}{100} = 7718,24 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням рентабельності 30 %, кінцева вартість дослідження становить 7718,24 грн.

Висновки за розділом

Визначено вартість основних матеріалів, енергоресурсів, оплати праці, амортизаційних відрахувань та накладних витрат. Загальна сума матеріальних витрат склала 1728,00 грн, що є однією з найбільших статей кошторису.

Проведений аналіз показав, що суттєву частку у структурі витрат становлять також витрати на електроенергію – 1391,33 грн, оскільки процес подрібнення та уварювання рецептурних компонентів потребує значних енергетичних ресурсів. До кошторису включено витрати на оплату праці керівника, нарахування на заробітну плату, а також амортизацію обладнання, що забезпечує достовірність та комплексність економічної оцінки.

Загальна сума зведених витрат на проведення дослідження становить 5937,11 грн. З урахуванням нормативу рентабельності 30 % встановлено кінцеву вартість виконання дослідження у розмірі 7718,24 грн. Розрахунки підтверджують економічну обґрунтованість проведення роботи та дозволяють оцінити необхідні ресурси для її виконання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано доцільність створення дієтичних джемів на основі ламінарії як перспективного функціонального інгредієнта, що містить комплекс біологічно активних речовин, здатних позитивно впливати на стан людей з аліментарно-залежними захворюваннями, зокрема метаболічним синдромом. Проаналізовано наукові передумови щодо корекції харчового статусу та визначено, що ламінарія є цінним джерелом органічно зв'язаного йоду, харчових волокон, мікро- та макроелементів, що зумовлює її виражені лікувально-профілактичні властивості.

На основі оцінки хімічного складу допоміжної сировини (сухофруктів та ягід) встановлено їх високу поживну цінність та доцільність використання у рецептурах джемів, зокрема завдяки значним кількостям β -каротину, калію, заліза та антиоксидантів. Це дозволило сформуванню науково обґрунтованих підходів до вибору компонентів, що підвищують функціональність готового продукту.

Обґрунтовано доцільність збагачення джемів хромом в органічно зв'язаній формі, враховуючи його важливу роль у регуляції глюкозного та ліпідного обміну. Використання комплексу хрому з ферментолізатом молочного білка забезпечує високу біодоступність і безпечність мікроелемента. Проведено підбір підсолоджувачів відповідно до вимог органолептики, технологічності та гігієнічної безпеки, що дозволило сформуванню збалансованого профілю солодкості без негативного впливу на рівень глюкози крові.

Таким чином, результати експериментів підтверджують наукову і практичну обґрунтованість створення рецептур дієтичних джемів на основі ламінарії, збагачених хромом та допоміжними рослинними компонентами. Розроблені композиції мають потенціал для застосування у харчуванні осіб із порушеннями обміну речовин, забезпечуючи одночасно високу харчову цінність, функціональність і безпечність продукту.

Підтверджено практичну цінність розробленої технології джемів на основі ламінарії, збагачених хромом, та доведено можливість їх використання як продуктів дієтичного лікувального харчування. Проведений аналіз показників

безпеки, органолептичних властивостей, харчової та біологічної цінності засвідчив, що розроблений продукт відповідає вимогам санітарно-епідеміологічного контролю та може застосовуватися у харчуванні осіб із порушеннями вуглеводного обміну. Дослідження термінів придатності встановили, що за умов вакуумного пакування та температури 20 °С джем зберігає стабільні органолептичні й фізико-хімічні характеристики протягом шести місяців.

Розробка та впровадження карти безпеки праці для операторів лінії з виробництва джемів на основі бурих водоростей є необхідною умовою безпечної роботи, оскільки технологічний процес включає роботу з гострим інвентарем, високими температурами та механізованим обладнанням, що підвищує ризик травматизму.

Системна утилізація відходів виробництва джемів на основі бурих водоростей є доцільною як з екологічної, так і з економічної точки зору. Вона дозволяє ефективно використовувати біологічно активні залишки для кормових сумішей, добрив або харчових добавок, зменшує навантаження на довкілля та підвищує економічну ефективність підприємства.

Загальна сума зведених витрат на проведення дослідження становить 5937,11 грн. З урахуванням нормативу рентабельності 30 % встановлено кінцеву вартість виконання дослідження у розмірі 7718,24 грн. Розрахунки підтверджують економічну обґрунтованість проведення роботи та дозволяють оцінити необхідні ресурси для її виконання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Актуальний стан технічного регулювання у галузі обладнання для харчової промисловості / І. О. Романчук та ін. Продовольчі ресурси. 2024. Вип.12(22). С. 150 – 163.
2. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв : монографія. Вінниця : Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.
3. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів і продовольчої сировини».
4. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги.
5. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини: підручник / Т.М.Димань, Т.Г.Мазур. К.: ВЦ «Академія». 2011. 520 с.
6. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2695-ХІІ. Законодавство України: база даних / Верхов. Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
7. Калина В.С., Гезь Я.В. Удосконалення рецептури пастильних кондитерських виробів із використанням цикорію і топінамбуру. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2021. №3(9), С. 26–32.
8. Назарова А.І., Фан-Юнг А.Ф. Технологія плодоовочевих консервів, 2-ге вид., Перероб. і доповн. - К.: 2001. – 240 с.
9. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф., Вендичанський В.Н., Литвиненко А.М., Іваненко. О. В. «Основи охорони праці» - 132с.
10. Скалецька Л.Ф., Подпряттов Г.І. Біохімічні зміни продукції рослинництва при її зберіганні та переробці: навч. посібник. Київ: Видавничий центр НАУ. 2007. 288 с.
11. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посібник. Г.І. Подпряттов та ін. Київ: Мета, 2002. 495 с.

12. Найченко В.М., Осадчий О.С. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: підруч. для студ. вищ. навч. закл.. Київ : Школяр, 2007. 502 с.
13. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: [для студ. вищ. навч. закл.] / В.М. Найченко, І.Л. Заморська. Умань, 2010. 211 с.
14. Осокіна Н.М., Гайдай Г.С. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підруч. Умань, 2005. 614 с.
15. Литовченко О.М., Токар А.Ю. Виноробство із плодів та ягід: підручник. Умань: УВПП, 2007. 430 с.
16. Скрипников Ю.Г. Технологія переробки плодів та ягід : підручник. Київ: Урожай, 1991. 268 с.
17. Осокіна Н.М. Василюшина О.В. Наукове обґрунтування нових технологій тривалого зберігання і переробки плодів вишні: монографія. Умань: Візаві, 2014. 192 с
18. Технології консервування плодів та овочів: підручник. О.І. Аністратенко та ін.; за ред. А.Ю. Токар. Умань: Сочінський, 2015. 568 с.
19. Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів: підручник. Калайда К.В. та ін. Мелітополь: Люкс. 2017. 291 с.
20. Калина В.С., Гезь Я.В. Удосконалення рецептури пастильних кондитерських виробів із використанням цикорію і топінамбуру. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2021. №3(9), С. 26–32.
21. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини / С.Ю. Миколенко, О.В. Гончарова, А.М. Пугач, А.В. Купченко, В.С. Кошулько, Я.В. Гезь: Монографія. Дніпро: Журфонд, 2017. 224 с.
22. The Complete Technology Book on Processing, Dehydration, Canning, Preservation of Fruits & Vegetables (Processed Food Industries) 4th Revised Edition. NIIR Board Of Consultants & Engineers. 2019. 608 p.

23. Маковецька Ю. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки. Посібник курсу ZWA deep level, 2021. 140 с. Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>.

24. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. двома мовами 1956 – 2020 рр. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с. Режим доступу:

http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste_and_waste-free_production_in_the_food_industry.pdf

25. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2695-ХІІ. Законодавство України: база даних / Верхов. Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

26. ДНАОП 15.8-1.14-97 Правила безпеки для кондитерського виробництва.

27. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 26.06.1991 р. № 1268-ХІІ. Законодавство України: база даних / Верхов. Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>

28. Калина В.С., Гезь Я.В. Удосконалення рецептури пастильних кондитерських виробів із використанням цикорію і топінамбуру. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2021. №3(9), С. 26–32.

29. Balasubramaniam V. M., Barbosa-Cánovas G.V., Lelieveld H. L. M. High-Pressure Processing Equipment for the Food Industry. High Pressure Processing of Food. New York, NY, 2016. P. 39–65.

30. Mertens B. A. High pressure equipment for the food industry. High Pressure Research. 1994. Vol. 12 no. 4-6. P. 227–237.

31. Назарова А.І., Фан-Юнг А.Ф. Технологія плодоовочевих консервів, 2-ге вид., Перероб. і доповн. - К.: 2001. - 240 с.

32. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф., Вендичанський В.Н., Литвиненко А.М., Іваненко О.В. «Основи охорони праці» - 132с.
33. ДСТУ 4900-2007 «Джем, конфітур, повидло. Загальні технічні умови». 18. Скалецька Л.Ф., Подпрятів Г.І. Біохімічні зміни продукції рослинництва при її зберіганні та переробці: навч. посібник. Київ: Видавничий центр НАУ. 2007. 288 с.
34. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посібник. Г.І. Подпрятів та ін. Київ: Мета, 2002. 495 с.
35. Найченко В.М., Осадчий О.С. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: підруч. для студ. вищ. навч. закл.. Київ: Школяр, 2007. 502 с.
36. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: [для студ. вищ. навч. закл.] / В.М. Найченко, І.Л. Заморська. Умань, 2010. 211 с.
37. Осокіна Н.М., Гайдай Г.С. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: підруч. Умань, 2005. 614 с.
38. Литовченко О.М., Токар А.Ю. Виноробство із плодів та ягід: підручник. Умань: УВПП, 2007. 430 с.
39. Скрипников Ю.Г. Технологія переробки плодів та ягід: підручник. Київ: Урожай, 1991. 268 с.
40. Осокіна Н.М. Василюшина О.В. Наукове обґрунтування нових технологій тривалого зберігання і переробки плодів вишні: монографія. Умань: Візаві, 2014. 192 с.
41. Технології консервування плодів та овочів: підручник. О.І. Аністратенко та ін.; за ред. А.Ю. Токар. Умань: Сочінський, 2015. 568 с.
42. Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів: підручник. Калайда К.В. та ін. Мелітополь: Люкс. 2017. 291 с.
43. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини / С.Ю. Миколенко, О.В. Гончарова, А.М. Пугач, А.В. Купченко, В.С. Кошулько, Я.В. Гезь: Монографія. Дніпро: Журфонд, 2017. 224 с.

44. The Complete Technology Book on Processing, Dehydration, Canning, Preservation of Fruits & Vegetables (Processed Food Industries) 4th Revised Edition. NIIR Board Of Consultants & Engineers. 2019. 608 p.
45. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing, 2nd Edition. Muhammad Siddiq (Editor), Mark A. Uebersax (Editor). 2018. 1104 p.
46. Zagorulko, A., Kasabova, K., Shevchenko, A., Koshulko, V., Gromov, A. Determining the heat and mass exchange efficiency of a scraper heat exchanger for heating food semi-finished products. Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2025. Vol. 4 (11). P. 25–32.