

**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 кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології помадних цукерок з
використанням листя волоського горіха**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-24
освітньо-професійної програми Харчові технології
зі спеціальності 181 Харчові технології

_____ Борис ШАМАНОВ

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ 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 ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Шаманову Борису Вячеславовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології помадних цукерок з використанням листя волоського горіха».

Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3184.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 12 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва помадних цукерок 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Матеріально-методичне забезпечення досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Охорона праці в кондитерському виробництві. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Постановка проблеми дослідження. 2 Мета роботи і завдання досліджень.
3 Характеристика об'єктів дослідження. 4 Результати 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 – 3	Доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	12.12.2025
4	Доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	12.12.2025
5	Доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	12.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-26.10.25	виконано
2	Огляд літератури	27.10-12.11.25	виконано
3	Матеріально-методичне забезпечення досліджень	13.11-15.11.25	виконано
4	Дослідна частина	16.11-28.11.25	виконано
5	Охорона праці в кондитерському виробництві	29.11-01.12.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.12-05.12.25	виконано
7	Загальні висновки та бібліографія	06.12-09.12.25	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	10.12-11.12.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Борис ШАМАНОВ
(підпис)

Керівник роботи _____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології помадних цукерок з використанням листя волоського горіха»

Кваліфікаційна робота магістра: 66 с., 7 рис., 15 табл., 57 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва помадних цукерок.

Метою роботи є удосконалення рецептури помадних цукерок шляхом додавання листя волоського горіха.

Методи дослідження: Визначали фізико-хімічні та структурні властивості листя волоського горіха та готових напівфабрикатів помадних цукерок, виготовлених за базовою та розробленою рецептурою. Масову частку білка у порошок сухого листя визначали методом К'ельдаля відповідно до загальноприйнятих методик, а вміст загальних ліпідів – за методом Рушковського. Пероксидне число та інші показники окислення жиру визначали шляхом екстракції і подальшого титрування відповідно до стандартних лабораторних процедур. Вміст йоду у водно-спиртовому екстракті листя оцінювали методом капілярного електрофорезу та поетапного титрування йодату натрій сірчано-кислим розчином. Реологічні властивості помадної маси досліджували за допомогою конічного пластометра та побудовою реологічних кривих залежності ефективної в'язкості від напруги зсуву. Органолептичні характеристики готових цукерок оцінювали відповідно до чинних стандартів якості кондитерських виробів.

У роботі розроблено технологічну схему виробництва помадних цукерок із застосуванням порошку листя волоського горіха як функціональної добавки. В експериментальній частині визначали фізико-хімічні показники сировини та напівфабрикатів, зокрема вміст білка, ліпідів, клітковини, зольність та йоду. Досліджено органолептичні властивості готового продукту та реологічні параметри помадної маси для оцінки її пластичності і структури. Встановлено вплив введення порошку листя на якість, стабільність та споживчі характеристики цукерок.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Листя волоського горіху, помадні цукерки, порошок з листя, водно-спиртовий екстракт, помадна маса.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1 Стан та перспективи розвитку Концепції функціонального харчування	7
1.2 Фізіологічна роль йоду в організмі людини	9
1.3 Кондитерські вироби у житті людини	14
1.4 Методологія збагачення кондитерських виробів нутрієнтами	16
1.5 Використання йодовмісної сировини в різних сферах харчової промисловості	23
2 МАТЕРІАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1 Характеристика використаної сировини	28
2.2 Опис використаних методик	28
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	32
3.1 Обґрунтування вибору листя волоського горіха як сировини	32
3.2 Одержання екстракту з листя волоського горіха	36
3.3 Технологічні властивості порошку з листя волоського горіха	40
3.4 Вплив добавок із листя волоського горіха на структурно-механічні характеристики помади	43
4 ОХОРОНА ПРАЦІ В КОНДИТЕРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	49
4.1 Основні аспекти охорони праці при виробництві помадних цукерок	49
4.2 Розробка картки охорони праці	52
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	54
5.1 Розрахунок витрат для проведення дослідження	54
5.2 Визначення ціни дослідження	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
БІБЛІОГРАФІЯ	61

ВСТУП

Роль харчування у підтриманні нормальної життєдіяльності організму залишається ключовою за будь-яких умов розвитку суспільства, проте зі зміною способу життя та характеру праці людини трансформуються й особливості її раціону, обсяг і склад споживаної їжі.

Згідно з «Концепцією державної політики у сфері здорового харчування населення України», здоров'я громадян визначено одним із головних державних пріоритетів, а харчуванню відведено роль не лише у забезпеченні фізіологічних потреб організму, а й у виконанні профілактичних та лікувальних функцій.

Найефективнішим способом поповнення дефіциту необхідних мікронутрієнтів є систематичне включення до раціонів населення спеціальних продуктів, збагачених життєво важливими речовинами. У зв'язку з цим зростає потреба у створенні харчових продуктів, здатних забезпечити аліментарну корекцію різних патологічних станів та захворювань.

Паралельно розвиток біологічних наук відкриває нову інформацію щодо дії окремих мінеральних елементів на організм, зокрема підтверджено провідне значення йоду у профілактиці ряду серйозних хвороб.

Головна проблема використання неорганічних йодовмісних сполук для збагачення продуктів полягає в їхній значній леткості та руйнуванні під час переробки й зберігання, що ускладнює точне дозування. Аналогічні труднощі притаманні й морським водоростям, оскільки концентрація йоду в них нестабільна і залежить від багатьох чинників: виду, віку, умов та місця зростання, сезону, а також способу обробки та зберігання.

Оскільки проблема профілактики йододефіцитних станів і пов'язаних з ними захворювань залишається важливою й досі потребує ефективного вирішення, перспективною рослинною сировиною для цієї мети можна вважати листя волоського горіха.

Кондитерські вироби традиційно мають високий попит серед різних вікових груп, тому їхня частка у харчуванні є значною. Проте їхнім недоліком виступає незбалансований склад за мікронутрієнтами на фоні підвищеної калорійності.

З огляду на глобальні тенденції розвитку харчової промисловості, орієнтованої на створення функціональних продуктів, кондитерські вироби потребують суттєвого удосконалення хімічного складу у напрямку збагачення вітамінами та мінералами при одночасному зниженні енергетичної цінності.

Використання збагачувачів з нетрадиційної рослинної сировини дає можливість не лише підвищити харчову цінність кондитерської продукції та оптимізувати технологічний процес, а й надати виробам лікувально-профілактичних властивостей.

У цьому контексті одним із перспективних науково обґрунтованих напрямів розвитку кондитерського виробництва є створення конкурентоспроможної технології виготовлення помадних цукерок, доповнених фізіологічно цінними інгредієнтами.

Тому метою роботи було обрано виробництво кондитерського виробу функціонального призначення з використанням біологічно активних добавок з листя волоського горіха.

Для виконання мети роботи були сформульовані наступні завдання:

- 1) Провести обґрунтування вибору листя волоського горіха як сировини;
- 2) Дослідити процес одержання екстракту з листя волоського горіха;
- 3) Визначити технологічні властивості порошку з листя волоського горіха;
- 4) Встановити вплив добавок із листя волоського горіха на структурно-механічні характеристики помади.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Стан та перспективи розвитку Концепції функціонального харчування

Сьогодні практично кожна поінформована людина усвідомлює, наскільки спосіб харчування та умови проживання впливають на її здоров'я, і прагне мінімізувати негативний вплив зовнішніх чинників на власний організм. «Харчування є провідним фактором, що діє на людину протягом усього життя» [1-3]. «Поживні речовини, проходячи метаболічні перетворення та стаючи структурними елементами клітин, забезпечують фізичну й інтелектуальну працездатність, визначають рівень здоров'я та тривалість життя» [2]. Порушення у харчовому раціоні закономірно зумовлюють появу різних несприятливих наслідків. Тому «раціональне харчування, узгоджене з віком, характером роботи та станом здоров'я, розглядається як ключовий чинник профілактики численних захворювань, зокрема серцево-судинних, онкологічних, гастроентерологічних та метаболічних» [4-6].

До основних мікронутрієнтів відносять вітаміни, мінеральні елементи та інші біологічно активні компоненти. «Вітаміни вирізняються високою фізіологічною активністю й необхідні організму у мізерних кількостях – від кількох мікрограмів до кількох міліграмів на добу» [6]. На відміну від інших незамінних речовин, таких як амінокислоти чи поліненасичені жирні кислоти, вони не виконують пластичної чи енергетичної функції, а беруть участь передусім у метаболічних реакціях як складові біокаталітичних та регуляторних систем.

Мінеральні речовини, так само як і вітаміни, не мають енергетичної цінності, проте відіграють провідну роль у процесах обміну: «беруть участь у формуванні кісткової тканини, забезпечують регуляцію водно-сольового та кислотно-лужного балансу, входять до складу ферментних систем і виконують пластичну функцію» [7].

Встановлено, що «раціон людини має містити понад шістьсот різних компонентів, необхідних для підтримання життєдіяльності. Оскільки у природних

продуктах відсутня ідеальна комбінація всіх потрібних речовин, їх повноцінне надходження можливе лише за рахунок поєднання різних видів їжі» [8].

Сучасні технології переробки та велика частка рафінованих продуктів у раціоні призводять до істотного зменшення природного вмісту вітамінів, мінералів та інших біологічно активних нутрієнтів. «Потреба ж організму у мікронутрієнтах залишається високою та з віком лише зростає» [2, 5, 7].

Недостатнє надходження вітамінів і мікроелементів істотно погіршує стан здоров'я: «знижує фізичну та розумову працездатність, послаблює опірність організму інфекціям, посилює вплив негативних екологічних факторів, шкідливих умов праці, стресових ситуацій та нервово-емоційних перевантажень, підвищує чутливість до радіації та скорочує тривалість активного життя» [3].

Дані досліджень, проведених Науково-дослідним інститутом харчування та Науковим центром здоров'я дітей, свідчать, що «більшість дітей і підлітків України (понад 90 %) мають дефіцит одного або кількох вітамінів» [9].

Існує реальна загроза зростання серед дитячого та підліткового населення аліментарно-дефіцитних станів, зумовлених недостатнім надходженням біологічно важливих речовин. «Єдиним ефективним шляхом подолання такої ситуації є регулярне споживання вітамінів та харчових добавок, що забезпечують надходження незамінних мікронутрієнтів у достатній кількості» [10, 11].

Відповідно до державної політики у сфері здорового харчування України передбачено створення технологій виробництва харчових продуктів зі зниженим вмістом холестерину, ліпідів та солей натрію.

«Дефіцит білків, вітамінів і ключових мікроелементів – зокрема заліза, йоду, селену та фтору – що спостерігається у раціоні значної частини населення, особливо негативно впливає на стан здоров'я» [6]. Наприклад, «рівень захворюваності дітей на анемію у 2017 році був у чотири рази вищим, ніж серед підлітків і дорослих, а поширеність та первинна захворюваність дітей на анемію зросла на 20 %, серед підлітків – на 17 %» [1].

Основними шляхами подолання дефіциту мікронутрієнтів вважають:

- «використання препаратів мікронутрієнтів та їх преміксів у формі порошків, капсул, таблеток, що зазвичай застосовують у клінічних умовах;
- споживання натуральних продуктів;
- оптимізацію структури харчування;
- розробку й застосування біологічно активних добавок;
- збагачення продуктів масового та спеціального призначення мікронутрієнтами» [2, 4, 6].

«Найбільш дієвим способом усунення зазначеної проблеми є створення й використання біологічно активних добавок, а також збагачення харчових продуктів масового та спеціального призначення мікронутрієнтами» [9]. Такий підхід забезпечує контрольоване щоденне надходження необхідних речовин, охоплює широкі групи населення та дозволяє проводити профілактику аліментарно зумовлених захворювань уже на ранніх, доклінічних етапах.

1.2 Фізіологічна роль йоду в організмі людини

Класичне уявлення про походження йододефіцитних порушень було сформульоване Прело та Шатіє у ХІХ столітті. Згідно з цією теорією, «такі захворювання виникають унаслідок недостатнього надходження йоду до організму» [12-15].

«У тілі здорової людини міститься приблизно 15–20 мг йоду, причому 70–80 % зосереджено у щитовидній залозі» [12]. Основне призначення йоду полягає в тому, що він слугує необхідною основою для синтезу гормонів щитовидної залози. «Йод може надходити як у вигляді неорганічних сполук, так і у складі органічних форм» [13]. У травному тракті органічні комплекси розщеплюються, після чого йод, зв'язаний з амінокислотами (тирозином, гістидином тощо), потрапляє у кров. Далі він цілеспрямовано накопичується у тканинах щитовидної залози, де зазнає низки біохімічних перетворень і входить до складу тиреоїдних гормонів. «За умови достатнього споживання йоду залоза продукує 90–110 мкг тироксину та 5–10 мкг трийодтироніну» [14].

Транспортування неорганічного йоду в щитовидну залозу здійснюється завдяки роботі йодид–натрієвого симпортера за участю АТФ, а інтенсивність цього процесу визначається потребами організму. «Виведення йоду відбувається переважно через нирки (80–90 %), а також частково з калом (10–15 %)» [15].

За умов недостатнього надходження йоду нормальний рівень секреції тиреоїдних гормонів підтримується шляхом функціональної адаптації щитовидної залози. «На першій фазі посилюється захоплення йоду, що супроводжується зменшенням його виведення із сечею – це основний показник дефіциту йоду» [12]. Надалі перебудовується внутрішньотиреоїдний обмін, і організм переходить на більш ощадливе використання йоду, повторно застосовуючи його після розпаду тиреоїдних гормонів. «Вивільнений йод переважно спрямовується на синтез трийодтироніну, активність якого у 3–5 разів вища, ніж у тироксину» [16].

Для посилення здатності поглинати йод щитовидна залоза збільшується в об'ємі – за рахунок гіпертрофії та гіперплазії тиреоїдних клітин. «У результаті формується ендемічний зоб, який створює умови для розвитку різноманітних патологій щитовидної залози, включно з вузловими утвореннями та онкологічними процесами» [17].

Епідеміологічні дослідження останніх років засвідчили значну поширеність патологій щитоподібної залози в Україні. Приблизно третина населення країни має різні порушення її функціонування. «Основним чинником високої захворюваності є нестача йоду, що проявляється розвитком ендемічного зоба (дифузного чи вузлового), явними та прихованими формами гіпотиреозу, а також формуванням функціональної автономії щитоподібної залози» [12, 15, 18].

У людей старшого віку саме функціональна автономія часто визначає клінічну картину захворювання. «Характерні для тиреотоксикозу прояви – зоб, витрішкуватість, тахікардія, втрата маси тіла, підвищена пітливість, тремор, підвищена нервова збудливість – можуть бути слабко виражені або взагалі відсутні» [19]. Натомість переважають серцево-судинні та психоемоційні порушення: апатія, депресія, зниження апетиту, загальна слабкість, відчуття перебоїв у роботі серця, аритмії, ознаки серцевої недостатності.

«Додаткове надходження йоду у фізіологічних дозах у людей з уже сформованою функціональною автономією може сприяти його накопиченню в автономно активних вузлах і провокувати виникнення або посилення симптомів тиреотоксикозу» [14, 16, 18]. Саме тому рання йодна профілактика є ключовим заходом, що дає змогу запобігти розвитку функціональної автономії та тиреотоксичних форм зоба в майбутньому. З огляду на це, «функціональну автономію щитоподібної залози нині вважають одним із типових наслідків йодного дефіциту» [20].

Йод надходить в організм з водою, повітрям, проте основну його кількість людина отримує саме з їжею. Наприклад, «з питною водою надходить лише приблизно 4% добової потреби в цьому мікроелементі» [12]. Тож, «щоб компенсувати необхідний обсяг лише за рахунок води, середньостатистичній людині довелося б випивати 50–100 л на добу» [17].

Серед харчових продуктів ключовим природним джерелом йоду для ссавців, включно з людиною, є молоко. Під час лактації природа зосереджує йод у молочній залозі, де фермент лактопероксидаза сприяє йодуванню молочних білків за залишками тирозину. У результаті формується органічна форма йоду, оптимальна для засвоєння. «Проте до щитоподібної залози йод може потрапити переважно у вигляді іонів (йодидів). Тому білкові сполуки, зокрема йодказеїн, повинні бути попередньо розщеплені до вільних амінокислот, серед яких і йодтирозин, після чого вивільнений йод у формі іона засвоюється організмом» [13].

Найактивніше йод поглинається саме щитоподібною залозою, хоча до йодного обміну залучені також слизова оболонка шлунка, слинні залози, печінка, м'язи та інші тканини. «Людський організм з часом сформував механізми економного використання цього дефіцитного мікроелемента. Проте синтезувати йод самостійно або накопичувати його про запас він не здатний» [18-20].

Йод має надходити регулярно й у кількостях, необхідних для підтримання нормальної життєдіяльності. «Він належить до мікроелементів, і добова потреба в ньому становить лише 100–200 мкг. Загалом за все життя людині потрібно близько 5 г йоду – приблизно одна чайна ложка» [14]. У періоди активного росту потреба

збільшується, що «особливо актуально для дітей 6–9 років і підлітків 13–15 років. Для людей похилого віку добова норма становить близько 100 мкг» [16].

Жінки частіше схильні до розвитку зоба, а ризик для чоловіків у 7–10 разів нижчий. «Тому саме жінкам варто приділяти підвищену увагу надходженню йоду з раціоном харчування» [12].

В Україні немає регіонів, де б населення не піддавалося ризику розвитку йододефіцитних порушень. У всіх досліджених областях, від центральних регіонів до південних і прибережних територій, спостерігається нестача йоду у раціоні. «Найбільш виражений дефіцит фіксується серед сільського населення та малозабезпечених верств. У останні роки ситуація погіршилася через зміни харчових звичок: зокрема, споживання морської риби та морепродуктів, багатих на йод, зменшилося у 3–4 рази» [21]. «Вкрай негативним фактором стало й те, що протягом останніх двох десятиліть йодна профілактика практично не проводилася» [22].

Нині усунення йодного дефіциту визнається актуальним і соціально значущим завданням для України, про що свідчать відповідні накази та постанови уряду та органів охорони здоров'я.

Йодний дефіцит неможливо ліквідувати одноразово, оскільки він зумовлений природною недостатністю цього мікроелемента в продуктах харчування. Геохіміки ще у 40–50-х роках показали, що майже вся територія колишнього СРСР є «біогеохімічною провінцією» з низьким вмістом йоду у ґрунті та воді. «Дослідження вмісту йоду в харчових продуктах, що не спричиняють розвиток зоба, дозволили ВООЗ (2007 р.) встановити рекомендовані норми споживання йоду:

- 90 мкг для дітей від 0 до 6 років;
- 120 мкг для дітей шкільного віку (6–12 років);
- 150 мкг для дорослих (від 12 років);
- 200 мкг для вагітних та жінок, що годують» [23].

Якщо дефіцит йоду не усувати, «з часом знижується функціональна активність щитоподібної залози, падає рівень тиреоїдних гормонів у крові, сповільнюється обмін речовин, що призводить до розвитку гіпотиреозу» [16].

У плода та новонародженого нестача тиреоїдних гормонів спричиняє серйозні порушення розвитку центральної нервової системи та формування розумової відсталості, яка може варіювати від легкої (субклінічної) до вираженого кретинізму. «Дефіцит йоду негативно впливає не лише на мозок дитини, а й на слух, зорову пам'ять та мовлення» [19]. Діти з недостатнім надходженням йоду відстають у фізичному та розумовому розвитку, гірше вчаться та здатні виконувати менш кваліфіковану працю, а їхня продуктивність знижується. «Дослідження в Китаї показали, що середні показники розумового розвитку у йододефіцитних регіонах на 10–15% нижчі, ніж у регіонах з достатнім надходженням йоду» [23].

«Недостатність йоду також негативно впливає на репродуктивну функцію та життєздатність потомства. У йододефіцитних районах у жінок частішають викидні та мертвонародження, підвищується перинатальна і дитяча смертність» [15].

Добова потреба в йоді змінюється залежно від віку, фізіологічних навантажень (вагітність, грудне вигодовування) та умов довкілля. «До груп підвищеного ризику щодо розвитку йододефіцитних захворювань відносять дітей, підлітків, вагітних і жінок, що годують, а також осіб дітородного віку. У цих групах через фізіологічні особливості потреба в йоді значно зростає, тому їм необхідне регулярне споживання цього мікроелемента» [13]. Рекомендується проводити як групову, так і індивідуальну йодну профілактику з використанням лікарських препаратів, що містять фіксовану фізіологічну дозу йоду.

«Слід підкреслити, що профілактична доза йоду не відрізняється від лікувальної. Підліток повинен отримувати 100 мкг йоду» [16] «незалежно від наявності зоба; вагітні та матері-годувальниці – 200 мкг йоду, незалежно від розмірів щитоподібної залози» [19].

Між профілактикою та лікуванням ендемічного зоба, що виникає на фоні йодного дефіциту, принципових відмінностей немає. «У регіонах, де споживання йоду залишається нижчим за рекомендовану норму, лікування має бути спрямоване

насамперед на усунення йодної недостатності як основної причини захворювання» [22].

Проблема йодної недостатності становить серйозну загрозу для здоров'я приблизно 100 млн осіб в Україні, особливо дітей та підлітків. «Усунення йодного дефіциту могло б стати досягненням, що за значущістю перевищує навіть викорінення віспи, переконані експерти ВООЗ та Міжнародного комітету з контролю ЙДЗ» [13]. Йододефіцитні стани завдають значних економічних збитків державі, якщо враховувати витрати на лікування хворих, утримання медичних установ та втрати працездатності. При цьому витрати на профілактику йоду в рази менші. Як зазначав вчений йодної профілактики D. Marine у 1923 році: «один міліграм профілактики коштує понад тисячу міліграм лікування» [18].

1.3 Кондитерські вироби у житті людини

Економічні умови в країні призвели до того, що споживання населенням основних продуктів харчування значно нижче від рекомендованих норм, а хімічний склад більшості продуктів не забезпечує збалансованого раціону. Це повною мірою стосується й кондитерських виробів.

«Кондитерські вироби відіграють важливу роль у задоволенні щоденних потреб населення в продуктах харчування завдяки їх високій калорійності та легкості засвоєння» [24-27]. Ця група продуктів характеризується великим асортиментом, значними відмінностями у рецептурі, технології виробництва та споживчих властивостях. «Незважаючи на те, що вони не належать до продуктів першої необхідності і не входять до «продуктового кошика», завдяки привабливості, особливо для дітей, користуються високим попитом і значною мірою впливають на поповнення енергетичного балансу людини» [25]. «Нині спостерігається зростання споживання кондитерських виробів, хоча частина їх залишається недоступною за ціною для певних груп населення» [28].

Кондитерські вироби здебільшого є джерелом засвоюваних вуглеводів – цукрів і крохмалю, а також жирів. Наприклад, «у карамелі частка засвоюваних

вуглеводів сягає 95,7%, у шоколаді без додавань – 51%» [26]. Частка незасвоєваних речовин, таких як клітковина, дуже мала – від 0,2% у пастилі до 3,9% у шоколаді без додавань.» Найбільше жирів містять торти та тістечка – близько 37%, найменше – льодяникова карамель (0,1%), пастила та мармелад не містять жирів взагалі. У середньому вміст жиру в кондитерських виробках становить 10–20%» [27-30].

Водночас кількість важливих мікронутрієнтів (вітамінів, макро- та мікроелементів) у більшості виробів невелика, що значно знижує їх харчову цінність. Наприклад, «шоколад без додавань містить різноманітні мінеральні речовини – калій, кальцій, магній, фосфор, залізо, але в незначних кількостях. Практично у всіх кондитерських виробках відсутні вітаміни С, А, Р та інші» [31].

Отже, питання розробки спеціальних кондитерських виробів для функціонального харчування є надзвичайно актуальним [16,107,189,190]. Створення кондитерських виробів лікувально-профілактичного призначення – це перспективний напрямок, який потребує активного розвитку. «Однак процес їхнього виробництва має міжгалузевий характер, оскільки передбачає інтеграцію наукових вимог до харчування, оптимізацію якості сировини, технологічних параметрів, функціональних властивостей добавок та споживчих характеристик готових виробів» [28].

Складна економічна ситуація в Україні (низька платоспроможність населення, стихійний ринок, високі податки, присутність великої кількості імпортних кондитерських виробів, висока ціна на сировину та енергоресурси) призвела до значного скорочення виробництва на вітчизняних підприємствах. Так, «у 1995 р. обсяг виробництва кондитерських виробів зменшився порівняно з 1990 р. на 1507 тис. т, цукристих виробів – на 705 тис. т, тобто вдвічі. Проте в останні роки спостерігається поступове відновлення виробництва: у 2020 р. випущено 1628 тис. т продукції проти 1403 тис. т у 2018 р.» [25].

Виходячи з цього, необхідно розширювати асортимент цукристих кондитерських виробів. Крім того, вони відповідають основним принципам Комісії Codex Alimentarius «General Principles for the Addition of Essential Nutrients Food»:

- «широко споживаються всіма групами населення;
- мають стабільну модель споживання з мінімальним ризиком при надмірному вживанні (через високий попит);
- пов'язані з надходженням енергії в організм (енергетична цінність 100 г кондитерських виробів коливається від 350 до 600 ккал)» [27].

1.4 Методологія збагачення кондитерських виробів нутрієнтами

На основі численних досліджень і вивчення світового досвіду «сформульовано науково обґрунтовані принципи збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами, які охоплюють основні медико-біологічні та технологічні аспекти цієї проблеми» [32-35].

Ці принципи ґрунтуються на сучасних знаннях про роль харчування та окремих харчових речовин у підтримці здоров'я та життєдіяльності людини, «потребу організму в харчових речовинах та енергії, фактичну структуру харчування населення та забезпеченість його вітамінами, макро- та мікроелементами, а також на багаторічному досвіді виробництва збагачених продуктів харчування» [34].

Збагачення цукристих кондитерських виробів базується на тих самих загальних принципах:

1. «Медико-біологічний підхід: для збагачення слід обирати мікронутрієнти, дефіцит яких є поширеним і небезпечним для здоров'я» [33, 36]. Можливе одночасне введення додаткових цінних компонентів – харчових волокон, фосфоліпідів, біологічно активних добавок (БАД) природного походження, які надають захисну, стимулюючу або лікувальну дію на фізіологічні системи організму. «Поєднання компонентів виправдане, оскільки ефективність БАД залежить від забезпеченості організму вітамінами та мінералами» [32]. «Використовують спеціальні фізико-хімічні форми інгредієнтів (мікрокапсульовані) та технології, що гарантують їхню безпеку» [33]. Додатково

застосовують ароматизатори та смакові добавки для приховування неприємного смаку деяких мікронутрієнтів (солей заліза, міді тощо).

2. «Доступність продуктів: збагачувати слід насамперед продукти масового споживання, доступні для всіх вікових груп і регулярно вживані у повсякденному раціоні» [35].

3. Хімічна стабільність: при збагаченні необхідно враховувати можливі взаємодії мікронутрієнтів між собою та з компонентами продукту, обираючи форми, способи та стадії внесення, що забезпечать максимальну безпеку протягом виробництва та зберігання.

«На сьогодні для кожного виду харчових продуктів розроблено оптимальні технології збагачення, обрано стабільні форми вітамінів та визначено способи їх внесення в харчові маси і стадії технологічного процесу, на яких ці добавки вводяться. Основою технології збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами зазвичай є процес змішування» [36]. Оскільки мікронутрієнти становлять мінорні компоненти рецептури, головною проблемою є забезпечення рівномірного розподілу їх мікрокількостей по всій масі продукту.

В залежності від виду технологічного процесу виробництва застосовуються різні методи внесення мікродобавок:

- «сухе змішування мікронутрієнтів;
- розчинення мікронутрієнтів у воді або іншому носії;
- розчинення мікронутрієнтів у жирах та оліях;
- напилення (наприскування) мікронутрієнтів на поверхню продукту;
- адгезія (налипання) мікронутрієнтів на поверхню виробу;
- нанесення спеціальних покриттів на поверхню продукту» [37].

Для підвищення збереження мікронутрієнтів у процесі виробництва використовують низку загальних рекомендацій:

- «технологія змішування повинна забезпечувати рівномірний розподіл мікронутрієнтів у продукті;
- метод внесення мікронутрієнтів має бути простим та технологічним;

- стадію внесення добавок обирають так, щоб мінімізувати дії, що руйнують мікронутрієнти» [38].

Вибір збагачувальних добавок проводиться з урахуванням їх біологічної доступності та стабільності під час виробництва та подальшого зберігання збагаченого продукту.

4. Регламентований вміст вітамінів і мінеральних речовин у збагаченому продукті повинен забезпечувати від 10 до 50% добової потреби у цих мікронутрієнтах при звичайному споживанні продукту. «Цей принцип ґрунтується на тому, що реальний дефіцит мікронутрієнтів у сучасному раціоні людини зазвичай становить 10–50% від рекомендованого рівня споживання» [38]. Таким чином, продукт, збагачений за цим принципом, ефективно компенсує наявний дефіцит і при цьому запобігає надлишку мікронутрієнтів навіть при одночасному вживанні кількох збагачених продуктів.

5. Ефективність збагачення повинна бути підтверджена апробацією на репрезентативних групах населення, що демонструє не лише безпеку і прийнятні смакові властивості, але й хорошу засвоюваність мікронутрієнтів, здатність суттєво підвищувати забезпеченість організму вітамінами та мінеральними речовинами, введеними до складу збагачених продуктів.

Відповідно до принципів збагачення, «харчові продукти слід збагачувати саме тими вітамінами та мінеральними речовинами, дефіцит яких є найбільш поширеним і небезпечним, у кількості, що відповідає 10–50% середньої добової потреби. Водночас не виключається використання повнішого набору збагачувальних добавок, що включає практично весь комплекс необхідних людині вітамінів та макро- і мікроелементів. Їхнє введення в кількості 10–50% добової потреби гарантує підтримку оптимальної забезпеченості організму при будь-яких дефіцитах харчування, не створюючи ризику надлишку» [39].

«В останні роки з'являється все більше кондитерських виробів, що містять повний або майже повний комплекс вітамінів та мінеральних речовин» [33]. Це трансформує ринок кондитерських виробів, суттєво змінюючи традиційні підходи до їх виробництва та споживання.

Технологія виробництва кондитерської продукції має специфічні особливості і включає безліч операцій, таких як емульгування, перемішування, збивання, випікання, темперування, сушіння та інші. «Тому при створенні збагачених виробів доцільно застосовувати щадні технології, що забезпечують мінімальні втрати внесених компонентів» [35]. «Збереженню вітамінів сприяють також високий вміст цукру, низька вологість, щільна консистенція, наявність захисних оболонок та сучасні пакувальні матеріали» [33].

У кондитерській промисловості використовують різні способи збагачення виробів мікронутрієнтами, включаючи фітодобавки, вітамінні премікси та інші. «Вибір конкретного способу залежить не лише від рецептурного складу та технології виробництва, але й від функціонального призначення продукту» [36].

Аналіз технологій виробництва різних груп кондитерських виробів дозволяє виділити фізико-хімічні фактори, що впливають на біологічно активні компоненти збагачувальних добавок, а також оцінити вплив технологічних процесів та тривалості зберігання на якість готової продукції та збереження внесених мікронутрієнтів.

Зважаючи на особливості виробництва борошняних кондитерських виробів, зокрема крекеру, збагаченого мікронутрієнтами, «доцільно застосовувати безопарний спосіб приготування тіста або інші сучасні методи тістознавства, що дозволяють скоротити тривалість контакту вітамінів з хімічними компонентами та інтенсифікувати технологічний процес» [40].

Особливість виробництва цукрового та здобного печива полягає у використанні малої кількості води для замісу тіста. «Уся вода, передбачена рецептурою, використовується для приготування емульсії, тому етап приготування емульсії є ключовим для введення жиророзчинних мікронутрієнтів. При цьому слід враховувати, що під час емульгування можливе часткове руйнування добавок через взаємодію з киснем повітря» [41].

«Оптимальна стадія введення порошкоподібних вітамінно-мінеральних преміксів у виробництво печива, що забезпечує рівномірний розподіл

мікродобавок у готовому виробі, – на етапі приготування суміші борошна та крохмалю» [36].

Перспективним інгредієнтом для підвищення біологічної цінності кондитерської продукції є порошкоподібний плавлений сир (ППС), отриманий методом розпилювальної сушки. «Він містить повноцінні білки тваринного походження, мінерали (зокрема кальцій і фосфор) та вітаміни. Використання ППС у рецептурах дозволяє збагатити вироби мінеральними речовинами та вітамінами, а також покращити їх смакові властивості» [32].

У виробництві борошняних кондитерських виробів із начинками, що не піддаються термічній обробці (вафлі, печиво типу «сендвіч»), мікронутрієнти доцільно вводити безпосередньо в начинку. «Це дозволяє уникнути негативного впливу високих температур на вітаміни та максимально зберегти корисні властивості інгредієнтів» [36].

«Додавання шроту обліпихи у вафельні начинки забезпечує збагачення виробів незамінними амінокислотами та вітамінами, а також подовжує термін їх зберігання завдяки природним антиоксидантам, які уповільнюють окислення жирів у начинках» [42].

Внесення мікронутрієнтів безпосередньо у вафельне тісто є недоцільним через наявність лужних розпушувачів у рецептурі та високотемпературну випічку, що значно знижує вітамінну цінність продукту.

Для пастило-мармеладної групи збагачення преміксами ефективно завдяки особливостям їх рецептур: «ці продукти містять пектини, білки, солі кальцію, біофлавоноїди. Використання антиоксидантних добавок, таких як вітамін С та р-каротин, підсилює їх профілактичні властивості» [36].

Харчова цінність тиражованого ірису визначається наявністю білків, вуглеводів, харчових волокон та кальцію, що додаються з основними компонентами сировини, тоді як ендogenous вітаміни майже повністю руйнуються під час тривалого варіння ірисної маси. «Введення збагачувальних добавок на фінальному етапі приготування ірису за умов ретельного перемішування і відносно низької температури дозволяє мінімізувати негативний вплив технологічних

операцій на складові маси, зберігаючи насамперед вітаміни та інші корисні компоненти» [36].

«У виробництві шоколадно-молочних паст і шоколадних виробів додавання вітамінно-мінеральних преміксів значно підвищує їхню вітамінну цінність» [37]. Технологічна схема виготовлення шоколадної продукції дозволяє вносити премікси на заключному етапі перед коншуванням, що дозволяє уникнути тривалого механічного впливу та зберегти внесені мікронутрієнти. Високий вміст жирового компонента у рецептурі сприяє адсорбції вітамінів на поверхні жиру, перешкоджаючи їх взаємодії з киснем повітря та руйнуванню.

«Під час зберігання на зміст лабільних мікронутрієнтів, насамперед вітамінів, впливають рецептурні компоненти, такі як жир і пектин, а також вологість продукту, його рН і структурно-механічні властивості» [35].

При збагаченні кондитерської продукції вітамінами та мінеральними речовинами необхідно враховувати можливу хімічну взаємодію добавок між собою та з іншими компонентами продукту, обирати оптимальні форми, способи і стадії внесення, що забезпечують їхню безпеку, біодоступність і засвоєння.

«Для вирішення цих завдань розроблені спеціальні форми вітамінів і мінеральних речовин, які є безпечними, стабільними і не вступають у небажані реакції під час виробництва та зберігання продуктів» [38]. На їх основі створюють готові гомогенні премікси — суміші вітамінів (С, А, Р, Е, К, В1, В2, В6, В12, РР, фолієвої та пантотенової кислот, біотину) і мінеральних речовин (кальцій, залізо та інші мікроелементи) у оптимальних співвідношеннях, що дозволяють ефективно збагачувати кондитерські вироби та інші продукти харчування з урахуванням потреб різних груп населення.

«Носіями (розріджувачами) у преміксах зазвичай виступають відносно інертні харчові речовини. Вибір конкретного носія визначається природою основного компонента продукту, що збагачується, а також вимогами безпеки, зручності внесення та змішування» [41].

Для адаптації до технологій кондитерського виробництва в преміксах використовують пшеничне борошно, цукрову пудру та крохмаль — компоненти,

які зазвичай входять до рецептури продукції. «Вітаміни застосовують у вигляді спеціальних водорозчинних форм, стабільність яких при нагріванні, інтенсивному перемішуванні та впливі кисню максимальна. Це забезпечує їх високу стабільність під час виробництва та зберігання виробів» [39].

Співвідношення вітамінів та мінеральних речовин у преміксах відповідає потребам людини, з урахуванням структури харчування та дефіциту вітамінів С, групи В і каротиноїдів серед дитячого та дорослого населення України.

«Перевагами вітамінно-мінеральних збагачувачів є: спрощені технологічні розрахунки, відсутність необхідності зважувати окремі компоненти, рівномірний розподіл мікронутрієнтів у продукті, точне дозування та можливість аналітичного контролю за вмістом мікронутрієнтів у готовій продукції по одному з компонентів преміксу» [40].

«Введення полівітамінних і вітамінно-мінеральних преміксів підвищує харчову цінність виробів, при цьому не змінюються споживчі властивості, зовнішній вигляд, колір, смак та показники мікробіологічного і окислювального псування як свіжих, так і зберіганих кондитерських виробів» [32].

«Вітамінно-мінеральна добавка «Фортамін» застосовується для збагачення борошна мікронутрієнтами, зокрема вітамінами В₂, РР, фолієвою кислотою та залізом. Її внесення забезпечує покриття приблизно 15% добової потреби людини в цих речовинах при споживанні 100 г продукту» [37].

У кондитерському виробництві ефективним джерелом мікронутрієнтів є морська капуста (ламінарія). «Розроблено широкий асортимент виробів із її використанням. Зокрема, запропонована технологія йодованого зефіру з додаванням порошку сухої ламінарії» [39]. Порошок ламінарії сприяє структуроутворенню та покращує консистенцію виробів.

Технологія виготовлення йодованого зефіру суттєво не відрізняється від традиційної, застосовуваної на кондитерських підприємствах. «Введення порошку сухої ламінарії дозволяє частково замінити студнеутворювальні речовини та цукор, що створює додатковий економічний ефект» [43].

Зефір із порошком сухої ламінарії, поряд з іншими йодованими продуктами та препаратами, може бути рекомендований як профілактичний засіб при ендемічному зобі. «Крім того, завдяки вмісту альгінових речовин він має терапевтичний ефект при шлунково-кишкових та гастроентерологічних захворюваннях, а також при опроміненні радіоактивними речовинами» [44].

Аналіз науково-технічних даних і практичного досвіду кондитерського виробництва свідчить, що традиційні технології останнім часом зазнають значних змін із метою створення продуктів з високими споживчими властивостями, а також з дієтичними та профілактичними функціями.

1.5 Використання йодовмісної сировини в різних сферах харчової промисловості

На сьогодні у світі широко застосовується йодована сіль як засіб профілактики дефіциту йоду. «Проте практика показала, що тривале її використання може спричиняти індукований йодом гіпертиреоз (ІВГ), що зумовило перегляд стратегії йодування харчових продуктів» [45]. Медики вважають, що однією з причин виникнення ІВГ є використання йодату калію (КЮ₃) для йодування солі. «Сильні окисні властивості КЮ₃ можуть пошкоджувати ферментні системи та утворювати супероксидні радикали, які у високих концентраціях активізують окисні процеси в організмі, порушуючи синтез життєво необхідних речовин» [46-48].

Більш природним і безпечним для організму є поєднання «йод – вода», що відповідає хімічному складу світового океану. «Вода бере участь у всіх життєво важливих процесах, тому споживання йоду має бути пов'язане з водним середовищем. Надлишок йоду виводиться переважно із сечею, тому профілактичне «підстроювання» організму до його споживання є важливим» [49].

Оптимальними продуктами для збагачення йодом вважаються безалкогольні напої. «У низці країн із застосуванням «Йодіс-концентрату» випускають

хлібобулочні вироби, питні та мінеральні води, пастеризоване молоко, йогурт, кефір та інші продукти під торговою маркою «Йодіс» [50].

«Аналіз сучасного ринку харчових добавок показав, що найчастіше використовуються йодовані дріжджі, йодована кухонна сіль (КГ та КЮ₃), йодказеїн, тиреойод та йоддар» [51]. «Клінічні випробування підтверджують хорошу засвоюваність йоду з йодказеїну, тиреойоду та йодованих дріжджів, причому ефективність цих добавок залежить від ступеня йодної недостатності організму» [52].

Оригінальна йодовмісна сировина «Йоддар» від ТОВ «Біойод» призначена для збагачення хліба та хлібопродуктів і є фізіологічним, ефективним джерелом органічного йоду, що не має гормональної активності, забезпечуючи оптимальне усунення йодної недостатності у людини. «Йодовані білки «Йоддар» є аналогами звичайних йодованих білків харчового раціону і за своєю структурою аналогічні природним сполукам йоду, що містяться у морепродуктах, молоці, м'ясі та яйцях» [53].

«Збагачення хлібобулочних виробів йодовмісною сировиною здійснюється за правилом: у добовій порції хлібобулочних виробів (300 г) має міститися не більше 100 мкг пов'язаного йоду, що відповідає приблизно половині добової норми» [54].

Харчова добавка «Йодказеїн» являє собою з'єднання йоду з молочним білком казеїном. «Експериментальні дослідження підтвердили можливість її ефективного використання у хлібі та хлібобулочних виробках» [45].

Найефективнішим способом забезпечення організму йодом є споживання природних продуктів, багатих на йод і інші поживні речовини. «Для виробництва харчових добавок використовують морську капусту, лікарські рослини, а для продуктів основною сировиною є молоко» [49].

«Морська капуста є незамінною у лікуванні та профілактиці захворювань щитовидної залози, корисна при рахіті, порушеному обміні речовин, атеросклерозі та інших патологіях» [48]. У порівнянні зі звичайною капустою вона містить удвічі

більше фосфору, «у 11 разів – магнію, у 16 разів – заліза та у 40 разів – натрію» [45].

Ламінарія також має потенціал у профілактиці онкологічних захворювань: експерименти показали, що у деяких випадках вона здатна пригнічувати ріст пухлин. Медики пояснюють низький рівень захворюваності на рак грудей у японок традиційним високим споживанням морської капусти.

«Вміст йоду у морській капусті високий, при цьому більшість йоду перебуває у зв'язку з тирозином – речовиною, структурно близькою до гормонів щитовидної залози, яка входить до складу йодбілкової структури і концентрується у внутрішньоклітинному просторі» [47].

Морські гідробіоти містять значні кількості йоду, причому бурі водорості здатні вибірково концентрувати розсіяні елементи, насамперед йод, і накопичувати їх у великих кількостях. «Використання морських водоростей як харчової добавки може стати ефективним заходом профілактики йоддефіцитних захворювань» [47].

Однак неприємний смак і запах цієї сировини у свіжому, сухому та навіть переробленому вигляді обмежує її використання у щоденному раціоні. Крім того, «незважаючи на високий вміст органічного йоду, його біодоступність обмежена, оскільки клітинні стінки водоростей практично не віддають йод» [46].

Інноваційним продуктом для масової профілактики йоддефіциту став йодований цукровий пісок. Для його збагачення використовують органічну форму йоду, отриману з ламінарії цукристої, відомої як «морська капуста».

Крейда, крім основного кальцію, містить йод у вигляді комплексних сполук СаД. «Цю сировину застосовували для створення антиоксидантних харчових добавок, спрямованих на компенсацію дефіциту йодкальцієвих сполук та інших біологічно активних речовин. Для цього готували суміші природної сировини та здійснювали їх модифікацію в процесі переробки» [48].

«З лікарських рослин особливу увагу приділяли кореневищу пирію повзучого, яке містить кальцій, йод, кремнієву кислоту та сапоніни-глікозиди» [51]. «Багатокомпозиційні добавки, що включають кореневище пирію та інші лікарські

рослини, отримували методом наполягання з дробовим терморегулюванням середовища» [52].

Серед перспективних йодовмісних рослин виділяють листя волоського горіха, яке містить йод та цінні фізіологічно активні компоненти. Використання цього листя у виробництві кондитерських виробів є перспективним, оскільки дозволяє не лише розширити асортимент продукції, але й створювати вироби функціонального призначення.

Висновки по розділу.

Аналіз сучасної наукової літератури підтверджує актуальність розробки кондитерських виробів функціонального призначення, зокрема збагачених вітамінами, мінеральними речовинами та біологічно активними компонентами. Створення таких виробів потребує гармонізації якості сировини, технологічних параметрів та функціональних властивостей добавок, що забезпечує високі споживчі та профілактичні властивості продуктів.

Науково обґрунтовані принципи збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами включають вибір компонентів, дефіцит яких найбільш поширений, визначення оптимальної стадії введення добавок та забезпечення їх біологічної доступності і стабільності в процесі виробництва та зберігання. Застосування преміксів дозволяє рівномірно розподілити вітаміни та мінерали в продукті, спростити технологічні операції та гарантувати безпечне та ефективне збагачення.

Особливості технології виробництва кондитерських виробів, включаючи температуру, вологість, вміст жиру та використання щадних операцій, істотно впливають на збереження мікронутрієнтів. Для різних груп виробів доцільно обирати оптимальні стадії введення добавок: порошкоподібні премікси – на етапі змішування борошна та крохмалю, жиророзчинні компоненти – при приготуванні емульсії, а мікронутрієнти у начинку – у випадках, коли вона не піддається термічній обробці.

Йодовмісні продукти та рослинна сировина, зокрема морська капуста, білгородська крейда, кореневища лікарських рослин та листя волоського горіха, є перспективними для функціонального збагачення кондитерських виробів. Використання цих компонентів дозволяє створювати продукти, що ефективно компенсують дефіцит йоду та інших мікронутрієнтів, володіють профілактичними та терапевтичними властивостями, а також відповідають сучасним вимогам споживачів щодо безпечного і здорового харчування.

2 МАТЕРІАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика використаної сировини

Об'єктом дослідження було листя волоського горіха, зібране у травні–червні періоду активної вегетації на селянському фермерському господарстві «ІВА» в Україні. Листки великі, непарноперисті, з 5–9 цілими або слабо зазубреними частками. Сушіння проводили у темному добре вентильованому приміщенні за температури 22–25 °С та відносної вологості 50–60 %, після чого сировину зберігали в полотняних мішках. Перед використанням листя подрібнювали на лабораторному млині до проходження через сито №35.

У роботі також застосовували цукор-пісок, патоку, молоко незбиране згущене з цукром (МЗЗЦ), етиловий спирт 96 %, а також лимонну кислоту згідно з чинними стандартами.

Оскільки попередньо висушене листя волоського горіха не використовувалось у кондитерській промисловості, нормативних документів для цього виду сировини не існувало, тому в подальшому варто провести роботу над розробкою проєкту технічної документації з визначенням основних вимог до листя. Експериментальні дослідження виконували в науково-дослідній лабораторії кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету та апробували у виробничих умовах ТОВ «МАЛБІ ФУДС».

2.2 Опис використаних методик

Під час аналітичних досліджень для оцінювання органолептичних і фізико-хімічних характеристик листя волоського горіха застосовували загальноприйняті та спеціалізовані методики. Масову частку білка в порошок сухого листя визначали за методом К'ельдаля, а вміст загальних ліпідів – за методом Рушковського.

Для екстракції жиру наважки по 1 г розміщували у висушені та пронумеровані фільтрувальні пакетики, після чого об'єднані у марлеві мішечки зразки настоювали в діетиловому ефірі протягом двох діб. Подальше

доекстрагування залишкових ліпідів здійснювали в апараті Сокслета протягом 2–4 годин.

Після екстракції пакетики звільняли від розчинника під тягою, висушували у бюксах при 100–105 °С протягом 2–3 годин, охолоджували в ексікаторі та зважували для визначення залишкової маси.

Вміст сирової клітковини визначали за відповідною стандартизованою методикою, а зольність – методом спалювання з використанням концентрованої азотної кислоти як прискорювача.

Для аналізу іонів йоду у водно-спиртовому екстракті застосовували капілярний електрофорез, готуючи буферний розчин у співвідношенні 1:1 відповідно до добової потреби.

Метод визначення масової частки йоду ґрунтується на поетапному вилученні органічних компонентів, екстрагуванні йодиду, його подальшому окисненні до йодату та виділенні вільного йоду, який титрують натрій сірчано-кислим. За обсягом витраченого титранту визначають кількість йоду у навішуванні продукту. На початковому етапі здійснювали мінералізацію проб, проводячи для кожної з них два паралельні визначення. У порцелянову чашку вносили навішування продукту, додавали близько 20% вуглекислого калію, змочували водою, перемішували, підсушували при 105–110 °С і поступово озолювали. Після припинення димлення чашку переносили в електропіч, де підвищували температуру від 250 до 500 °С із інтервалом 50 °С кожні 30 хв, тримаючи пробу до отримання сирової золи.

Для пришвидшення мінералізації чашку періодично виймали, охолоджували, подрібнювали вміст, змочували мінімальною кількістю води, випаровували та знову висушували при 150 °С, повторюючи цикл кілька разів, доки зола не ставала білою. Далі в охолоджену чашку додавали гарячу воду, ретельно перемішували, фільтрували та промивали залишок кількома порціями бідистильованої води. Отриманий фільтрат випаровували насухо, після чого залишок повторно висушували при 105–150 °С. Паралельно проводили мінералізацію реактивів, що використовувалися у роботі, щоб контролювати їх чистоту.

На другому етапі проводили екстракцію йодиду із золи. Суху масу, що містить весь йод, змочували невеликою кількістю теплої води і ретельно розтирали у фарфоровій чашці маточкою до утворення однорідної в'язкої маси. Потім додавали 10 см³ 96% етилового спирту та розтирали протягом 5 хвилин. Прозорий спиртовий екстракт обережно переливали в іншу чашку, після чого екстракцію повторювали шість разів. Загальний обсяг спиртових екстрактів складав 60 см³. Чашку з екстрактами ставили на слабо киплячу водяну баню на закритій електричній плитці для випарювання спирту.

На третьому етапі здійснювали перетворення йодиду калію в йодат і виділення вільного йоду. Тонкий наліт солей у чашці змивали 10 см³ води скляною паличкою в конічну колбу об'ємом 50 см³. Розчин підкисляли трьома краплями концентрованої сірчаної кислоти, додавали 0,3 см³ свіжоприготовленої насиченої бромної води та скляні кульки. Колбу розміщували на нагрітій електроплитці або піщаній лазні, після чого знімали і обмивали стінки розчином, охолоджували у проточній воді. Для видалення слідів бромну додавали 10 крапель 3% розчину фенолу, після чого вносили кілька кристалів йодистого калію. У кислому середовищі йодат і йодид калію взаємодіють із виділенням вільного йоду, який титрували 0,001 моль/дм³ розчином сірчано-кислого натрію в присутності 3 крапель 0,5%-ного розчину крохмалю. При вимірюванні масової частки йоду титрування проводили поетапно: спочатку без крохмалю до світло-жовтого забарвлення, потім з крохмалем до повного знебарвлення розчину.

Для оцінки структурно-механічних властивостей напівфабрикатів застосовували спеціалізовані методи та прилади. Зокрема, для визначення граничної напруги зсуву готували зразки помадної маси, розливали їх у тверді осередки по 6 штук, витримували в лабораторних умовах і вимірювали пластичну міцність на конічному пластометрі через інтервали 2 хвилини. Ефективну в'язкість при різних напругах зсуву визначали побудовою реологічних кривих.

Для оцінки структурної в'язкості та механічних властивостей дисперсних систем як у зруйнованих, так і у незруйнованих структурах застосовували методику повної реологічної кривої залежності ефективної в'язкості від напруги зсуву. На

основі таких кривих визначали: найбільшу в'язкість практично незруйнованої структури; найменшу в'язкість повністю зруйнованої структури; мінімальну межу плинності, що відповідає початку течії; межу плинності за Бігманом; а також максимальну межу плинності, що відповідає течії повністю зруйнованої структури.

Висновки по розділу.

В розділі надано характеристику листя волоського горіха. Встановлено, що воно є придатною сировиною для кондитерських напівфабрикатів, завдяки високій якості збору, правильному сушінню та подрібненню до однорідного порошку. Застосування стандартизованих компонентів, таких як цукор-пісок, патока, МЗЗЦ, етиловий спирт та лимонна кислота, забезпечило контрольовані умови під час приготування зразків.

Використані аналітичні та реологічні методики дозволили всебічно оцінити фізико-хімічні та структурно-механічні властивості сировини та напівфабрикатів. Визначення масової частки білка, ліпідів, клітковини, зольності та йодовмісності показало стабільні показники сировини, а реологічні дослідження дозволили оцінити ефективну в'язкість, межі плинності та граничну напругу зсуву помадної маси у різних станах структур. Отримані результати підтверджують доцільність застосування зазначених методик для контролю якості та прогнозування поведінки напівфабрикатів у технологічних процесах.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування вибору листя волоського горіха як сировини

Відомо, що рівень накопичення мінеральних речовин у рослинній сировині суттєво залежить від строків збирання. Тому на початковому етапі роботи було проведено дослідження динаміки вмісту йоду в листі волоського горіха, що зростає в умовно чистій зоні м. Дніпро, протягом періоду вегетації. Для аналізу використано матеріали одного сезону – травень-червень 2025 року. Узагальнені результати накопичення йоду в цей період наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Динаміка накопичення йоду в листі волоського горіха

Дата відбору проб	Вміст йоду, мг/100 г
15.05	3,08
22.05	8,2
29.05	11,4
5.06	11,5
12.06	10,2
19.06	8,9
26.06	7,9

Встановлено, що на початку вегетації листя волоського горіха містить підвищену кількість йоду, тоді як у середині та наприкінці сезону спостерігається її зниження. Такі коливання зумовлені особливостями йодного обміну в рослин, який включає не лише поглинання йоду, а й його часткове повернення у довкілля через кореневу систему та листову поверхню.

Зменшення вмісту йоду може пояснюватися тим, що значна його частина перебуває у формі вільних іонів, які слабо утримуються клітинним соком та протоплазмою, що полегшує його виведення. Крім того, у рослинах йод може бути

пов'язаний з органічними сполуками або знаходиться в адсорбованій формі, що також впливає на сезонну динаміку його накопичення.

Аналіз динаміки (табл. 3.1) накопичення йоду в листі волоського горіха, проведений для умов м. Дніпра у 2025 році, показав, що найвищі значення цього елемента фіксуються в період із 29 травня до 12 червня. У цей час вміст йоду перебуває у стабільному діапазоні 10,2-11,5%, що свідчить про його рівноважний стан у рослинній сировині.

Отримані результати демонструють сталість сезонних трендів накопичення мікронутрієнтів упродовж вегетації, оскільки коливання показників залишаються мінімальними.

Таким чином, найбільш доцільним періодом збору листя волоського горіха для подальшого використання є інтервал з 29 травня до 12 червня, коли концентрація йоду досягає свого оптимального рівня.

Для оцінювання придатності листя волоського горіха до використання у виробництві цукристих кондитерських виробів було проведено дослідження їхнього хімічного складу та показників безпечності.

Проаналізовано склад листя волоського горіха, зібраного у період максимального накопичення йоду у врожаї 2025 р. Узагальнені результати цих досліджень наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад листя волоського горіха

Найменування показників	Рік збирання врожаю	
	2024	2025
Вологість, %	11,0	10,9
Білки, %	7,7	7,7
Ліпіди, %	1,0	1,1
Вуглеводи, %	36,5	36,2
Мінеральні речовини, %	8,5	8,3
Дубильні речовини, %	3,4	3,3

Із отриманих даних видно, що хімічний склад листя волоського горіха залишається відносно стабільним протягом досліджуваного періоду – коливання масової частки основних функціональних компонентів становлять від 1,6 до 2,7 %.

Отже, листя волоського горіха, вирощене в м. Дніпро, є стабільною сировиною з постійним хімічним складом, незважаючи на змінні кліматичні умови.

Оскільки планується використання добавок з листя волоського горіха у виробництві цукристих кондитерських виробів як джерела йоду, для порівняння обрана морська капуста (ламінарія), ефективність якої як йодовмісної добавки була доведена раніше.

У таблиці 3.3 наведено порівняльні дані щодо хімічного складу листя волоського горіха та ламінарії.

Таблиця 3.3 – Хімічний склад порошку з листя волоського горіха

Найменування показників	Вміст речовин, %	
	Листя волоського горіха	Ламінарія
Масова частка, %:		
Вологість	11,1	16,51
Білки	7,8	7,65
Ліпіди	1,1	0,48
Вуглеводи, у тому числі	36,5	12,29
– Клітковина	28,63	5,7
Мінеральні речовини	8,5	20,0
Дубильні речовини	3,0	–
Безазотисті екстрактивні речовини	32,0	43,07

З наведених даних видно, що листя волоського горіха порівняно з ламінарією містить значно більше вуглеводів, білків та ліпідів, що робить його цінним джерелом енергетичних та структурних компонентів для кондитерських виробів. Ламінарія, у свою чергу, багата мінеральними речовинами та безазотистими

екстрактивними речовинами, що обумовлює її ефективність як йодовмісної добавки та природного джерела мікронутрієнтів. Таким чином, листя волоського горіха та ламінарія мають комплементарні властивості, що дозволяє комбінувати їх у рецептурі кондитерських виробів для підвищення їх харчової цінності та функціональної спрямованості.

У таблиці 3.4 наведено вітамінний склад досліджуваного порошку листя волоського горіха.

Таблиця 3.4 – Вітамінний склад порошку з листя волоського горіха

Найменування показників	Масова частка вітамінів, мг/100 г	
	Листя волоського горіха	Ламінарія
Вітамін С	1300	500
Вітамін А (β-каротин)	330	622
Вітамін Р	2,3	1,6
Вітамін В1	500	530
Вітамін В2	180	140
Вітамін Е (токоферол)	230	150

З даних таблиці видно, що листя волоського горіха містить значно більше вітаміну С, вітамінів В1, В2 та токоферолу (вітаміну Е) порівняно з ламінарією. Водночас ламінарія переважає за вмістом β-каротину (провітаміну А) та містить трохи більше вітаміну В1, ніж листя волоського горіха. Вітамін Р у листі волоського горіха на 0,7 мг/100 г перевищує його вміст у ламінарії. Отже, обидві сировини мають високий біологічний потенціал і можуть доповнювати одна одну при створенні функціональних кондитерських виробів збагачених вітамінами.

Листя волоського горіха є цінною йодовмісною сировиною, яка за вмістом йоду та ряду важливих мікронутрієнтів може слугувати ефективною альтернативою ламінарії. Воно дозволяє збагачувати кондитерські вироби йодом, зберігаючи при цьому їх харчову цінність і функціональні властивості, що робить

його перспективним компонентом для створення продуктів профілактичного та функціонального призначення. Крім того, листя волоського горіха характеризується стабільним хімічним складом упродовж вегетаційного періоду, що забезпечує передбачуваність якості сировини. Використання його у виробництві кондитерських виробів може сприяти розширенню асортименту функціональних продуктів із підвищеною біологічною цінністю.

3.2 Одержання екстракту з листя волоського горіха

Основним кроком у підготовці водно-спиртового екстракту з листя волоського горіха є безпосереднє отримання екстракту, що потребує встановлення оптимальних параметрів процесу. Для цього визначали умови, за яких у розчин переходить найбільша кількість екстрактивних компонентів. Екстрагування листя проводили при різних режимах:

- варіювали частку спирту у водно-спиртовій суміші від 0 до 96%;
- змінювали температуру в межах 20–80 °С;
- підтримували загальну тривалість процесу 4 години, фіксуючи кількість екстрактивних речовин після кожної години.

Усі отримані дані структуровано та наведено у таблиці 3.5.

Аналіз даних показує, що вихід екстрактивних речовин із листя волоського горіха підвищується зі збільшенням концентрації етанолу у водно-спиртовій суміші незалежно від температури та тривалості екстракції. Зокрема, при підвищенні вмісту спирту від 0 до 30 % кількість сухих речовин зростає на 88,89 % за температури 20 °С після першої години екстракції та на 84,48–85,45 % у наступні години. При збільшенні концентрації спирту від 30 до 50 % спостерігається приріст сухих речовин на 32–34 % за тієї ж температури протягом кожної години. Подібна тенденція зберігається і при концентраціях 50–80 % та 80–96 %. На температурах 50–80 °С вихід екстрактивних речовин також збільшується з підвищенням частки спирту. Найбільший вміст сухих речовин досягається при використанні чистого спирту (96 %), найменший – при застосуванні лише води (0 % етанолу).

Таблиця 3.5 – Вміст екстрактивних речовин в екстракті з листя волоського горіха за різних умов екстрагування

Вміст етанолу у суміші, %	Екстрактивні речовини, % при 20 °С			
	1 година	2 години	3 години	4 години
0	1,2	1,6	1,8	1,8
30	10,8	11,0	11,6	11,8
50	16,4	16,8	17,2	17,4
80	19,2	19,5	19,6	19,9
96	20,2	20,3	20,3	20,4
Вміст етанолу у суміші, %	Екстрактивні речовини, % при 50 °С			
	1 година	2 години	3 години	4 години
0	1,6	2,0	2,4	2,6
30	17,4	17,6	17,8	18,2
50	18,0	18,6	19,0	19,2
80	19,8	20,2	20,6	21,0
96	20,4	20,6	20,6	21,0
Вміст етанолу у суміші, %	Екстрактивні речовини, % при 80 °С			
	1 година	2 години	3 години	4 години
0	0,8	1,8	2,0	2,9
30	10,0	10,2	10,5	10,8
50	16,5	16,8	17,0	17,3
80	17,8	19,0	19,8	20,8
96	20,0	20,4	20,6	21,0

Зі збільшенням тривалості екстракції кількість екстрактивних речовин підвищується незалежно від температури та концентрації етанолу, проте найбільш інтенсивне збільшення спостерігається в перші дві години, тоді як у наступні дві години швидкість зростання сповільнюється. Аналіз впливу температури показав, що підвищення від 20 до 50 °С збільшує вміст сухих речовин у середньому на 25–

30 %, що характерно для всіх концентрацій етанолу. При температурі 50–80 °С спостерігається незначне зниження виходу, ймовірно, через часткове руйнування біологічно активних сполук.

Таким чином, оптимальні умови екстракції листя волоського горіха визначено як: концентрація етанолу – 50 %, температура – 50 °С та тривалість – 3 години. Ці параметри забезпечують максимальний вихід екстрактивних речовин без втрат біологічно активних компонентів.

Для визначення оптимальної концентрації водно-спиртової суміші було проведено вимірювання вмісту іонів йоду в екстракті. Результати досліджень наведено на рис. 3.1.

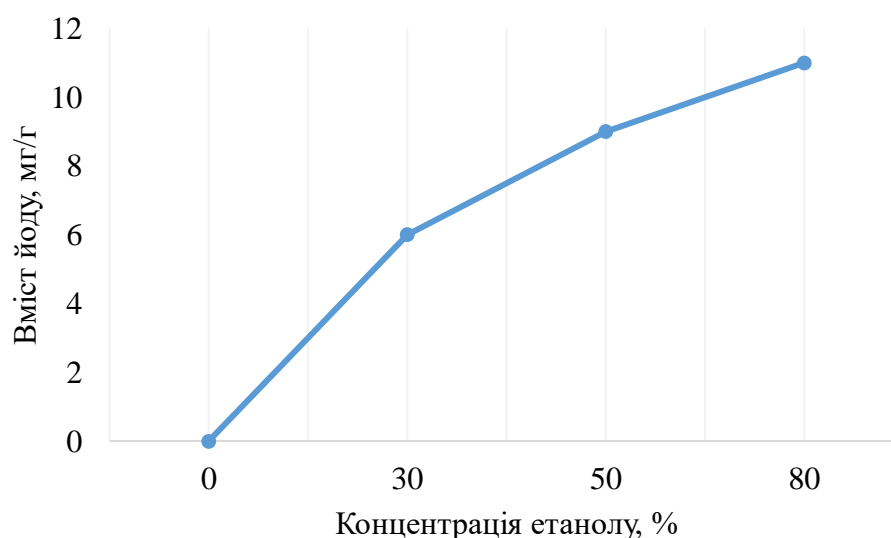


Рисунок 3.1 – Залежність вмісту йоду в екстракті листя волоського горіха від концентрації етанолу

Аналіз графіка показує, що при зростанні концентрації спирту в суміші від 0 до 50 % вміст йоду в екстракті збільшується на 67,31 %. Подальше підвищення концентрації спирту практично не впливає на збільшення йоду в екстракті.

Для оцінки доцільності та ефективності застосування водно-спиртового екстракту листя волоського горіха у виробництві кондитерських виробів проводили дослідження його органолептичних властивостей та хімічного складу. У таблиці 3.6 наведено органолептичні та фізико-хімічні характеристики

екстракту, а у таблиці 3.7 – детальний хімічний склад, визначений за розробленими режимами екстракції.

Таблиця 3.6 – Органолептичні показники якості водно-спиртового екстракту листя волоського горіха

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Непрозора рідина
Колір	Світло-зелений
Запах	Приємний, трав'янистий
Смак	Трав'янистий, приємний, без гіркоти
pH	4,5

Аналіз даних показує, що водно-спиртовий екстракт володіє характерним приємним смаком та ароматом листя волоського горіха, а його світло-зелений колір дозволяє уникнути використання барвників при виробництві кондитерських виробів, таких як помада.

Таблиця 3.7 – Хімічний склад водно-спиртового екстракту листя волоського горіха

Найменування показника	Зміст, % на суху речовину (СР)
Білки	8,7
Ліпіди	2,0
Вуглеводи	8,9
Мінеральні речовини	3,2
Дубильні речовини	2,2
Безазотисті екстрактивні речовини	75,0

Як видно з таблиці, водно-спиртовий екстракт містить значну кількість цінних фізіологічно функціональних компонентів, серед яких білки, ліпіди та

мінеральні речовини, що забезпечує його ефективність як натуральної харчової добавки у кондитерських виробках.

Водно-спиртовий екстракт листя волоського горіха є високоефективною йодовмісною сировиною, яка може використовуватись у кондитерських виробках як натуральна харчова добавка. Він забезпечує не тільки характерний аромат і приємний смак, але й підвищує функціональну цінність продукту завдяки вмісту цінних біологічно активних речовин. Це робить екстракт перспективним компонентом для створення функціональних та дієтичних кондитерських виробів.

3.3 Технологічні властивості порошку з листя волоського горіха

З метою визначення придатності листя волоського горіха для використання у виробництві цукристих кондитерських виробів, а також для розроблення способів цілеспрямованого формування їхніх споживчих характеристик, було необхідно провести комплекс досліджень щодо їх технологічних властивостей.

Оскільки листя волоського горіха планується застосовувати під час виготовлення помадних мас функціонального призначення, виникла потреба отримати їх у формі тонкодисперсного порошку з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками при максимальному збереженні корисних фізіологічно активних речовин. У таблиці 3.8 подано результати визначення гранулометричного складу отриманого продукту.

З наведених результатів випливає, що у гранулометричному складі порошку з листя волоського горіха домінують частинки розміром 5–20 мкм. Така дисперсність забезпечує добрі споживчі властивості продукту, зокрема однорідність структури та оптимальну текстуру в готових кондитерських виробках.

З огляду на те, що хімічний склад висушеного листя волоського горіха включає білки та харчові волокна, які у певних комбінаціях здатні проявляти значні волого- та жирутримувальні властивості, було проведено їх визначення для порошку з листя волоського горіха.

Таблиця 3.8 – Гранулометричний склад порошку з листя волоського горіха

Розмір фракцій, мкм	Вміст фракцій, %
Понад 50	–
50–41	0,10
40–31	0,42
30–26	0,48
25–21	3,60
20–16	12,50
15–10	37,40
9–5	39,22
Менш ніж 5	6,28

Для порівняння використали ламінарію та мікрокристалічну целюлозу. У таблиці 3.9 подано результати отриманих вимірювань.

Таблиця 3.9 – Волого- та жирутримуюча здатність порошку з листя волоського горіха

Найменування	Вологоутримуюча здатність, %	Набухання, мл/г	Жирутримуюча здатність, %
Порошок із листя волоського горіха	230,0	4,0	125,0
Ламінарія	425,0	5,5	112,0
Мікрокристалічна целюлоза	70,0	0,8	80,0

З наведених у таблиці 3.9 результатів видно, що найвищу вологоутримувальну здатність демонструє ламінарія, дещо нижчі показники має порошок із листя волоського горіха, тоді як мікрокристалічна целюлоза

характеризується мінімальною здатністю до утримання вологи, що пояснюється значною питомою площею її частинок.

Водночас щодо жирозв'язувальної здатності спостерігається протилежна тенденція: максимальні показники встановлено саме для порошку з листя волоського горіха, що, ймовірно, зумовлено підвищеним вмістом білкових сполук у його складі.

Оскільки як порошок, так і водно-спиртовий екстракт листя волоського горіха планується використовувати у виробництві цукристих кондитерських виробів, де основним технологічним етапом є розчинення цукру у водному середовищі за присутності рецептурних інгредієнтів, було проведено дослідження їхнього впливу на процес розчинення сахарози в різних розчинниках.

Для контролю готували стандартний цукровий сироп у співвідношенні цукру до води 70:30. Під час планування експерименту порошок вводили в розчин у кількості від 1 до 10% від загальної маси розчину з інтервалом 1%. Частку водно-спиртового екстракту змінювали в межах 15–25% також із кроком 1%.

Усі добавки вводили в розчини за температури 40 °С. Отримані результати наведено на рисунку 3.2 та 3.3.

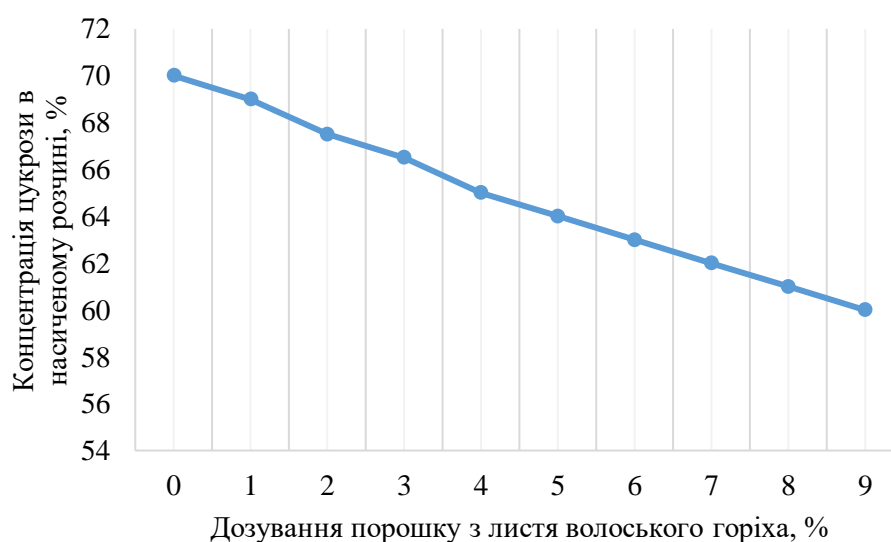


Рисунок 3.2 – Вплив порошку на концентрацію сахарози в насиченому розчині при температурі 40 °С

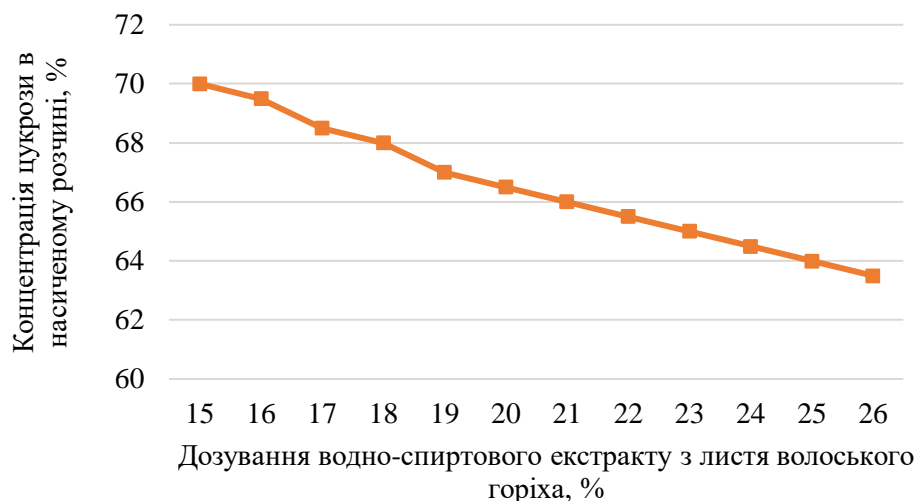


Рисунок 3.3 – Вплив водно-спиртового екстракту на концентрацію сахарози в насиченому розчині при температурі 40 °C

Проведений аналіз дозволив визначити закономірності зміни розчинності сахарози в бінарних системах та остаточно обґрунтувати вибір корекційного рівняння для подальших розрахунків.

3.4 Вплив добавок із листя волоського горіха на структурно-механічні характеристики помади

Зміна вмісту сахарози та її розчинність у рідкій фазі можуть коригуватися під час внесення до помадних мас різноманітних рецептурних компонентів.

Структурно–механічні властивості, що характеризують поведінку дисперсних систем під дією навантажень, визначають їх технологічні параметри. Дослідження реології помадних мас є необхідним для встановлення оптимальних технологічних режимів і забезпечення належного контролю процесу виробництва.

Для оцінювання впливу порошку та водно–спиртового екстракту з листя волоського горіха на реологічні характеристики цукеркової маси було розроблено модель помади, формуляція якої наведена в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Модельна рецептура помади

Найменування сировини	Вміст, %
Цукор	100
Патока	20

Під час експериментів модельну помадну масу уварювали до вологості 12–15%, після чого до неї додавали порошок із листя волоського горіха у кількості 1–5% від маси цукру, а водно-спиртовий екстракт – у межах 15–25% від маси цукру. Консистенція та якість помади визначаються співвідношенням твердих і рідких фаз, а також особливостями рідкої фази, які можуть змінюватися залежно від рецептури, температурних умов та в'язкості вихідного сиропу.

З огляду на це наступним етапом досліджень було встановлення впливу порошку та водно-спиртового екстракту з листя волоського горіха на ефективну в'язкість модельної помадної маси, результати чого наведені на рисунку 3.4.

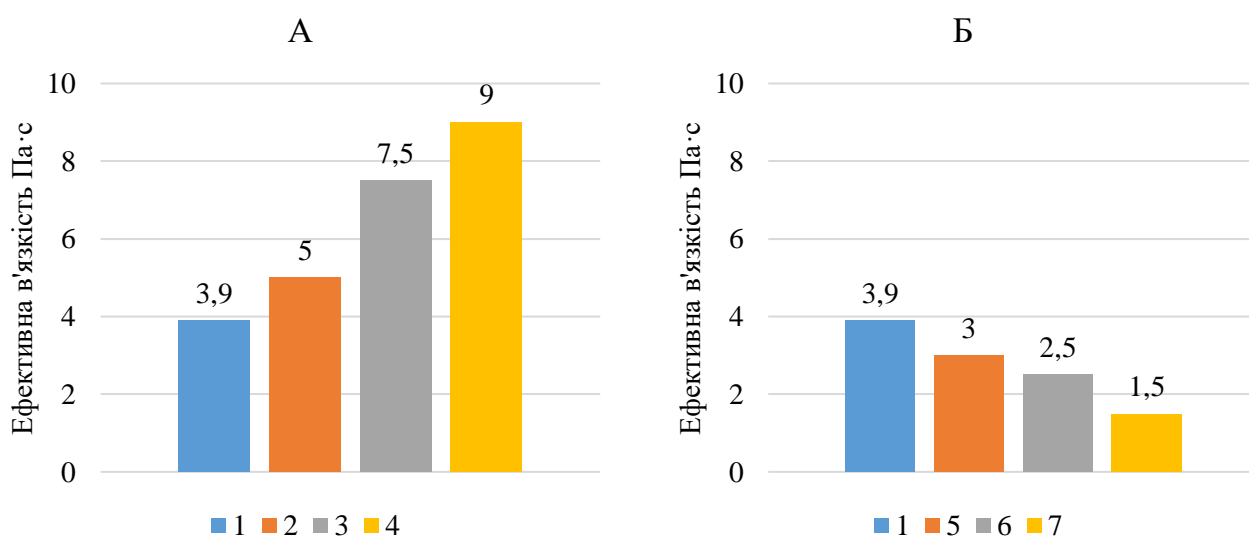


Рисунок 3.4 – Вплив порошку (А) та водно-спиртового екстракту (Б) з листя волоського горіха на ефективну в'язкість помадної маси за дозування добавки, %:

1–0; 2–1; 3–3; 4–5; 5–10; 6–15; 7–20

Отримані дані свідчать, що додавання порошку з листя волоського горіха спричиняє зростання ефективної в'язкості, тоді як введення водно-спиртового

екстракту, навпаки, знижує цей показник. У процесі формування помадна маса перебуває у стані руху та зазнає деформації, а для забезпечення її руху крізь канали формуючих машин із визначеною швидкістю необхідно прикласти певні зусилля, величина яких залежить від її в'язкості. Помадні маси характеризуються аномальною в'язкістю, тобто їх в'язкість змінюється при зміні швидкості зсуву.

Результати дослідження впливу порошку та водно-спиртового екстракту з листя волоського горіха на ефективну в'язкість цукрової та молочної помадної маси представлені на рисунках 3.5 та 3.6 і наведені при температурі 70°C.

На рисунку 3.5 наведено дані щодо впливу порошку з листя волоського горіха на зміну ефективної в'язкості модельної помадної маси залежно від швидкості зсуву.

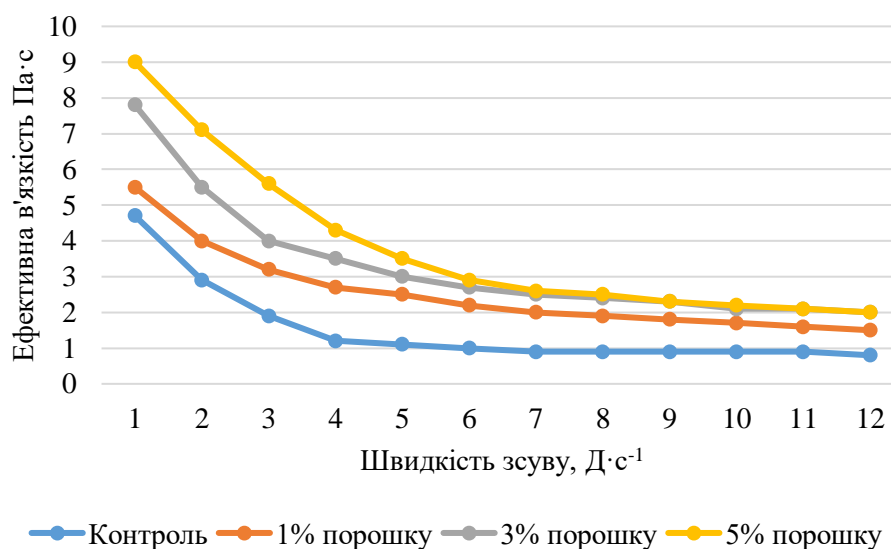


Рисунок 3.5 – Залежність ефективної в'язкості модельної помадної маси з додаванням порошку з листя волоського горіха швидкості зсуву

Із результатів видно, що зі зростанням градієнта швидкості за сталої температури ефективна в'язкість поступово зменшується. Особливо інтенсивне її зниження спостерігається в межах малих градієнтів швидкості (0–4 с⁻¹). У цей момент відбувається процес лавинного руйнування структури помадної маси, що проявляється у розриві міжмолекулярних зв'язків та переорієнтації частинок твердої фази. Подальше збільшення градієнта швидкості викликає незначне

зниження ефективної в'язкості до мінімального значення, яке відповідає в'язкості зруйнованої структури.

Для мас без добавок більш різке зменшення ефективної в'язкості при зростанні градієнта швидкості пов'язане з меншою кількістю тиксотропних коагуляційних контактів у системі.

На рисунку 3.6 наведено дані, що відображають зміну в'язкості модельної помадної маси при внесенні водно-спиртового екстракту з листя волоського горіха.

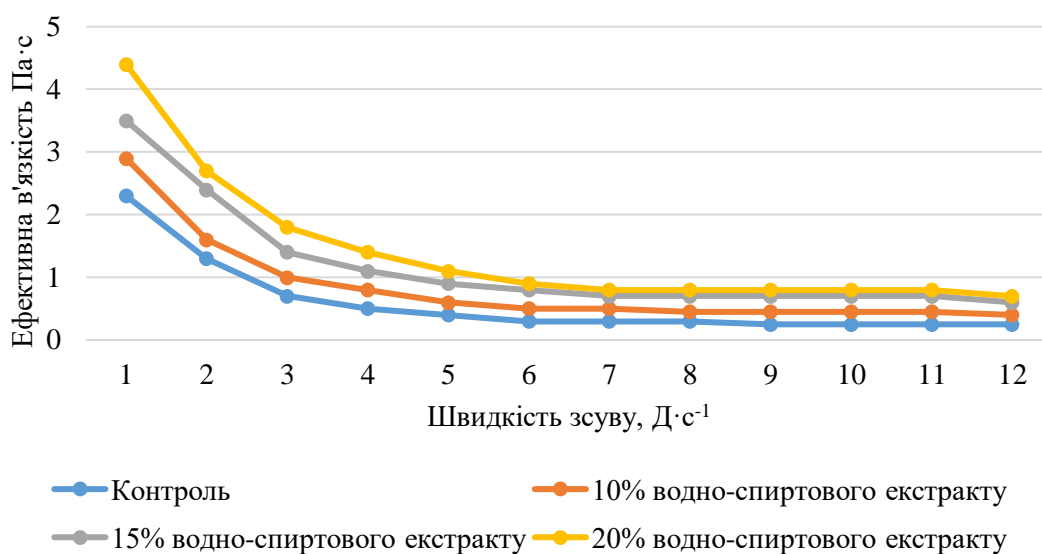


Рисунок 3.6 – Залежність ефективної в'язкості модельної помадної маси з додаванням водно-спиртового екстракту з листя волоського горіха від швидкості зсуву

Аналіз показав, що динаміка зміни ефективної в'язкості у помадній масі з екстрактом листя волоського горіха є аналогічною, проте завдяки наявності спирту швидкість зниження в'язкості збільшується.

Дослідження показали, що введення порошку з листя волоського горіха у модельну помадну масу підвищує її ефективну в'язкість, тоді як водно-спиртовий екстракт призводить до зниження в'язкості через наявність спирту. Збільшення градієнта швидкості зсуву викликає лавинне руйнування структури помадної маси, прояв якого полягає у розриві зв'язків та переорієнтації частинок твердої фази, а

подальше зростання швидкості незначно зменшує ефективну в'язкість до мінімального значення.

Для мас без добавок ефект зниження в'язкості відбувається більш різко через меншу кількість тиксотропних коагуляційних контактів у системі. Загалом результати свідчать, що використання порошку і водно-спиртового екстракту з листя волоського горіха дозволяє регулювати реологічні властивості помадних мас, що є важливим для контролю технологічного процесу та досягнення бажаних споживчих характеристик цукристих кондитерських виробів.

Висновки по розділу.

Проведені дослідження показали, що листя волоського горіха є перспективною сировиною для виробництва цукристих кондитерських виробів завдяки високому вмісту йоду (до 11,4 мг на початку вегетації), білків (7,7%), ліпідів (1,1%), вуглеводів (36,2%) та мінеральних речовин (8,3%). Стабільність хімічного складу листя забезпечує його ефективне використання як функціональної добавки.

Максимальна кількість йоду у листі спостерігалася в період з 29 травня до 12 червня, що дозволяє рекомендувати цей час для збору сировини з метою отримання високоякісного екстракту. Динаміка накопичення йоду свідчить про рівноважний стан його вмісту у листі протягом середини вегетаційного періоду.

Оптимальні умови отримання водно-спиртового екстракту листя волоського горіха визначені як концентрація етанолу 50%, температура 50 °С та тривалість 3 години. При таких параметрах вихід екстрактивних речовин досягає 19–19,2%, а вміст йоду забезпечує функціональну цінність продукту.

Дослідження показали, що зі збільшенням концентрації етанолу від 0 до 50% вміст сухих речовин та йоду в екстракті суттєво зростає (до 67,3%), а подальше підвищення спирту до 96% збільшує вихід лише незначно, що дозволяє оптимізувати технологічний режим екстракції.

Порошок із листя волоського горіха характеризується гранулометричним складом з основною часткою частинок 5–20 мкм (76,62%), що забезпечує високу

органолептичну якість та технологічні властивості. Вологоутримуюча здатність порошку становить 230%, набухання – 4,0 мл/г, а жирозв'язуюча здатність – 125%, що робить його ефективним інгредієнтом у помадних масах.

Порошок і водно-спиртовий екстракт листя волоського горіха впливають на реологічні властивості помади: порошок підвищує ефективну в'язкість, тоді як екстракт знижує її. Це обумовлено різною дією на структуру твердих і рідких фаз, що дозволяє регулювати консистенцію маси при виробництві кондитерських виробів.

В експериментах при внесенні порошку з листя волоського горіха ефективна в'язкість помадної маси зменшувалася зі збільшенням градієнта швидкості зсуву до мінімального значення, що відповідає зруйнованій структурі, тоді як маси без добавок показували більш різке зниження в'язкості.

Встановлено, що використання порошку і водно-спиртового екстракту з листя волоського горіха у виробництві цукристих кондитерських виробів дозволяє коригувати структурно-механічні властивості помадних мас, забезпечуючи оптимальні органолептичні та технологічні характеристики кінцевого продукту.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ В КОНДИТЕРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

4.1 Основні аспекти охорони праці при виробництві помадних цукерок

Умови та безпека праці є ключовим елементом соціальної політики будь-якої сучасної промислово розвиненої держави, а «їх забезпечення належить до основних завдань охорони праці як складової безпеки життєдіяльності» [55]. Рівень безпечності виробничих процесів прямо залежить від якості правового регулювання – «чіткості, повноти й актуальності вимог, прописаних у законах та нормативно-правових актах» [56].

Для подолання наявних проблем у сфері охорони праці необхідна узгоджена співпраця органів державної влади та громадськості, а також реалізація комплексних програм на державному й місцевому рівнях. «Їх впровадження дасть змогу сформуванню науково обґрунтовану систему нагляду, навчально-методичного супроводу та контролю, адаптувати нормативну базу до стандартів ЄС і забезпечити ефективне інформаційне та наукове підґрунтя» [55]. Це дозволить створити дійсно безпечні та здорові умови праці на підприємствах усіх форм власності, гарантуючи пріоритет життя та здоров'я працівників. «Відповідальність за створення таких умов покладається на власника або уповноважений ним орган» [55, 56].

Умови праці, безпека технологічних операцій, справність машин і механізмів, рівень захисту працівників та санітарно-побутові вимоги мають відповідати чинним нормам у сфері охорони праці. «Роботодавець або його представник зобов'язаний упроваджувати сучасні технічні засоби безпеки, що мінімізують ризики травматизму, а також забезпечувати належні санітарно-гігієнічні параметри для запобігання професійним захворюванням» [55].

Крім того, роботодавець повинен систематично покращувати виробничі умови, застосовуючи прогресивні технології, автоматизацію, механізацію та принципи ергономіки. «До його обов'язків також належать заходи зі зменшення запиленості та загазованості повітря, зниження рівнів шуму, вібрацій і шкідливих випромінювань, що відповідає вимогам статті 158 КЗпП України» [55].

Мікроклімат виробничого середовища суттєво впливає на фізичний стан працівника та рівень його працездатності впродовж зміни. «Сукупність таких показників, як температура, відносна вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання від нагрітих поверхонь, визначає характеристики внутрішнього клімату робочого приміщення» [56]. Під час виконання трудових операцій організм людини постійно здійснює тепловий обмін із навколишнім середовищем, а «система терморегуляції підтримує стабільну температуру тіла на рівні близько 36,6 °С» [56].

«Для створення допустимих параметрів мікроклімату на підприємствах застосовують механізацію фізично важких процесів, обов'язкову припливно-витяжну вентиляцію з примусовим приводом, а за потреби – системи кондиціонування» [55]. Нормативи оптимального мікроклімату (табл. 4.1) встановлюються з урахуванням категорії робіт за їх важкістю та пори року, визначаючи рекомендовані межі температури, вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні.

Таблиця 4.1 – Нормативи оптимального мікроклімату

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	Легка–1а	22–24	40–60	0,1
Холодна	Легка–1б	21–23	40–60	0,1
Тепла	Легка–1а	23–25	40–60	0,1
Тепла	Легка–1б	22–24	40–60	0,1

Щоб забезпечити комфортні умови для зорової роботи та запобігти швидкій втомі очей, розвитку професійних захворювань чи нещасних випадків, система виробничого освітлення має створювати достатній рівень світла відповідно до складності виконуваних завдань. «Освітлення повинно бути рівномірним і стабільним, без різких перепадів, тіней та необхідності постійної адаптації зору. Джерела світла не мають засліплювати працівника, як і поверхні чи предмети в

його полі зору, а контрастність між деталями повинна бути достатньою для чіткого сприйняття робочого простору» [56].

Крім того, освітлювальне обладнання має бути безпечним, не створювати додаткових шкідливих факторів, таких як шум, надмірне теплове випромінювання чи ризик ураження електричним струмом. «Важливо, щоб світильники були пожежо- та вибухобезпечними, зручними в експлуатації, економічними та візуально охайними, що сприятиме як безпечній роботі, так і загальному підвищенню продуктивності» [55].

На підприємствах, де експлуатуються верстати та інше технологічне обладнання, шум є типовим супутником виробничого процесу. «Постійне функціонування техніки створює інтенсивні звукові коливання, які можуть змінюватися за силою та частотою» [55, 56]. Тривалий вплив такого навантаження негативно позначається на самопочутті працівників і може призвести до погіршення їхнього здоров'я.

Щоб зменшити шкідливий вплив шуму на організм, застосовують комплекс технічних та організаційних заходів. «До них належать глушники шуму, індивідуальні засоби захисту на кшталт навушників, берушів чи спеціальних шоломів, а також звукоізоляція шумових зон за допомогою захисних кожухів, кабінок і облицювання приміщень звукопоглинаючими матеріалами» [55]. Сукупність таких рішень дає змогу істотно покращити умови праці та створити комфортніше виробниче середовище.

У разі тривалого впливу вібрації страждає не лише нервова система, а й опорно-руховий апарат та органи чуття. «Працівники, які постійно виконують роботу в таких умовах, нерідко відзначають появу головного болю, запаморочення та відчуття дезорієнтації» [56].

Для зменшення шкідливої дії вібрації доцільно впроваджувати сучасніше й менш шумне обладнання, застосовувати м'які амортизувальні накладки на віброуючих елементах машин, а «також встановлювати агрегати на надійні фундаменти, здатні знижувати передавання коливань на робочу зону» [56].

4.2 Розробка картки охорони праці

Впровадження картки охорони праці під час виробництва помадних цукерок є особливо актуальним, оскільки цей процес пов'язаний із роботою з термічним обладнанням, нагрітими сиропами та механізмами підвищеної небезпеки. «Без чітко визначених інструкцій працівники можуть наражатися на ризики опіків, травм чи впливу шкідливих виробничих факторів» [55]. Картка охорони праці (рис. 4.1) дозволяє систематизувати усі вимоги безпеки, забезпечуючи зрозумілу й доступну інформацію щодо виконання робіт.

КАРТКА ОХОРОНИ ПРАЦІ		
1	Характеристика робочого місця	Робоче місце оператора у цеху виробництва помадних цукерок. Робота передбачає контакт із гарячою масою (до 120 °С), механізмами збивання, охолодження та формування помади, а також пересування тари й інвентарю.
2	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Висока температура помадної маси, гарячі поверхні обладнання; рухомі механізми; підвищений рівень шуму; мікроклімат з високою вологістю; можливість опіків, порізів та зачепів одягом.
3	Вимоги безпечної роботи	Використовувати спецодяг і ЗІЗ (рукавиці термостійкі, фартух, головний убір); не торкатися працюючих механізмів; контролювати стан обладнання перед запуском; виконувати технологічні операції згідно з інструкцією; не допускати переливу гарячої маси.
4	Дії у разі аварійної ситуації	Негайно вимкнути обладнання; повідомити керівника зміни; локалізувати розлив гарячої маси; при опіках – надати першу допомогу згідно з інструкцією; викликати медпрацівника; не відновлювати роботу без дозволу відповідальної особи.
5	Вимоги після закінчення роботи	Очистити робоче місце; вимкнути обладнання від мережі; здати інструмент; прибрати залишки помадної маси; повідомити про несправності; зняти спецодяг і здати до відповідного приміщення; дотримуватись правил гігієни.

Рисунок 4.1 – Розроблена картка охорони праці

«Не менш важливо, що така картка сприяє підвищенню дисципліни та контролю за дотриманням санітарно-гігієнічних норм, адже виробництво кондитерських виробів передбачає обов'язкове підтримання чистоти, правильного

мікроклімату та відсутності сторонніх забруднень» [55]. Завдяки чітким інструкціям працівники швидше освоюють необхідні правила, а керівництво може ефективніше організувати робочий процес.

Окрему цінність картка має для підвищення загальної культури безпеки на підприємстві. «Вона допомагає систематично впроваджувати сучасні засоби захисту, формує відповідальне ставлення до професійних ризиків і зменшує кількість нещасних випадків» [55]. У результаті зростає якість продукції, стабільність виробництва та зберігається здоров'я працівників, що є ключовим пріоритетом будь-якого сучасного підприємства харчової галузі.

Висновки по розділу.

Впровадження системи охорони праці у цехах з виробництва помадних цукерок є необхідною умовою забезпечення безпечного та здорового робочого середовища. Аналіз умов праці, санітарно-гігієнічних показників, впливу технологічного обладнання та факторів виробничого середовища показав, що без системного контролю та попередження ризиків можливе виникнення професійних захворювань та травматизму. Використання сучасних засобів техніки безпеки, нормування мікроклімату, освітлення та контроль шумових і вібраційних навантажень підвищує ефективність праці та сприяє збереженню здоров'я працівників.

Розробка та впровадження картки охорони праці для працівників цеху дозволяє систематизувати знання про потенційні небезпеки, конкретизувати заходи безпеки і контрольні дії при виконанні технологічних операцій. Така картка слугує інструментом підвищення відповідальності працівників, стандартизації дій у разі аварійних ситуацій та забезпечення відповідності виробничих процесів чинним нормативним вимогам у сфері охорони праці, що сприяє зменшенню травматизму і створенню безпечного робочого середовища.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок витрат для проведення дослідження

Розрахунок витрат на проведення дослідження є важливим інструментом для комплексної оцінки економічної доцільності впровадження нової технології помадних цукерок та визначення перспектив її промислового використання. «Дані, отримані в ході розрахунків, можуть слугувати основою для техніко-економічного обґрунтування дослідження, сприяючи створенню продукту, що відповідає сучасним стандартам якості, безпеки та раціонального харчування» [57].

До витрат на проведення дослідження відносяться витрати на придбання основних матеріалів, використання електроенергії, оплату праці залучених співробітників, амортизаційні відрахування на обладнання та накладні витрати. Вартість матеріалів (формула 5.1) визначається з урахуванням їх кількості та ціни за одиницю, а оплата праці розраховується через середньогодинний заробіток і фактично відпрацьований час (табл. 5.2).

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Таблиця 5.1 – Витрачені матеріали та їх вартість

Матеріали, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Спирт етиловий, 96%, л	1	101,00	101,00
Цукор-пісок, кг	4	32,00	128,00
Патока, кг	1	125,00	125,00
Молоко незбиране згущене з цукром	1	105,00	105,00
Лимонна кислота, уп	1	25,00	25,00
Всього			484,00

Результати розрахунків витрат на заробітну плату наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Витрати на заробітну плату працівників

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	10000,00	70,00	10	1050,00
Всього				1050,00

Соціальні нарахування включають відповідні відсотки єдиного соціального внеску від заробітної плати:

$$H = \frac{1050 \cdot 22}{100} = 231,00 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію обчислюються виходячи з потужності використовуваного обладнання, часу його роботи та діючого тарифу, що дозволяє реально оцінити фінансові витрати на енергоресурси під час проведення дослідження (формула 5.2).

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a , \quad (5.2)$$

де M – потужність електрообладнання, що використовувалося, кВт;

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

T – час роботи обладнання, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{\text{ел.плат.}} = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,32 = 223,95 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{холод}} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,32 = 186,62 \text{ грн;}$$

$$E_{ваг} = 0,8 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 4,32 = 69,12 \text{ грн};$$

$$E_{заг} = E_{холод} + E_{ел.плит} + E_{ваг} = 223,95 + 186,62 + 69,12 = 479,70 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на обладнання є ключовим показником, який відображає знос технічних засобів та забезпечує ефективне планування коштів на ремонт або оновлення устаткування, що гарантує стабільність і безперервність виробничого процесу (формула 5.3).

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість обладнання, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{холод.} = \frac{22000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 12,05 \text{ грн};$$

$$A_{ел.плит.} = \frac{4200 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 2,30 \text{ грн};$$

$$A_{ваг} = \frac{6500 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 2,22 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Електроплита	4200,00	20	1	2,30
Холодильник	22000,00	20	5	12,05
Ваги лабораторні	6500,00	12,5	1	2,22
Всього				16,57

«Накладні витрати охоплюють організаційне, адміністративне та технічне забезпечення експериментальних робіт, включно з оплатою комунальних послуг, допоміжних матеріалів і ресурсів» [57]. Вони становлять:

$$NB = \frac{1050 \cdot 80}{100} = 840,00 \text{ грн.}$$

Зведення всіх цих витрат дозволяє визначити загальну суму витрат на проведення дослідження та, з урахуванням нормативної рентабельності, розрахувати економічно обґрунтовану ціну науково-дослідної роботи (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	484,00
Заробітна плата	1050,00
Нарахування на заробітну плату	231,00
Електроенергія	479,70
Амортизація	16,57
Накладні витрати	840,00
Всього	3101,27

На підставі проведених розрахунків встановлено, що найбільшу частку витрат займає заробітна плата (33,8 %), тоді як амортизаційні відрахування становлять мінімальну частку від загальної суми (0,5 %).

5.2 Визначення ціни дослідження

«Загальна оцінка фінансових витрат і врахування рентабельності дозволяє визначити повну вартість проведеного дослідження, що є важливою інформацією

для планування ресурсів та економічного обґрунтування впровадження технології у виробництво» [57]. Ціна дослідження визначається згідно формули (5.4):

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність ($P = 30\%$).

Таким чином:

$$Ц = 3101,27 + \frac{30 \cdot 3101,27}{100} = 4031,65 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 4031,65 грн.

Висновки по розділу.

В результаті проведених розрахунків встановлено, що найбільшу частку витрат на виконання дослідження займає заробітна плата, тоді як амортизаційні відрахування на обладнання становлять мінімальну частку. Урахування витрат на оплату праці, соціальні нарахування, електроенергію та накладні витрати дозволяє комплексно оцінити фінансову сторону проведеної роботи. Загальна сума витрат із врахуванням нормативної рентабельності визначає економічно обґрунтовану вартість дослідження і становить 4031,65 грн, що є важливою основою для планування ресурсів і подальшого впровадження розробленої технології у промислове виробництво.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розробка функціональних кондитерських виробів залишається актуальною завдяки можливості збагачення продуктів вітамінами, мінералами та біологічно активними компонентами. Для цього необхідно поєднувати якість сировини, технологічні параметри та властивості добавок, що забезпечує високу споживчу цінність та профілактичний ефект готових виробів.

Оптимальний ефект досягається шляхом вибору дефіцитних компонентів, визначення стадії введення добавок та забезпечення їхньої біодоступності і стабільності під час виробництва та зберігання. Йодовмісні продукти та рослинна сировина, зокрема листя волоського горіха, морська капуста та кореневища лікарських рослин, дозволяють створювати кондитерські вироби, що ефективно компенсують дефіцит йоду та інших мікронутрієнтів, зберігаючи безпечні та профілактичні властивості.

В роботі надано характеристику листя волоського горіха. Встановлено, що воно є придатною сировиною для кондитерських напівфабрикатів, завдяки високій якості збору, правильному сушінню та подрібненню до однорідного порошку.

Дослідження показали, що листя волоського горіха є перспективною сировиною для виробництва цукристих кондитерських виробів завдяки високому вмісту йоду (до 11,4 мг), білків (7,7%), ліпідів (1,1%), вуглеводів (36,2%) та мінеральних речовин (8,3%). Стабільність хімічного складу дозволяє використовувати листя як функціональну добавку, а оптимальний період збору – з 29 травня до 12 червня – забезпечує максимальну концентрацію йоду.

Оптимальні умови отримання водно-спиртового екстракту визначені як 50% етанолу, 50 °С та тривалість 3 години. При таких параметрах вихід екстрактивних речовин досягає 19–19,2%, а вміст йоду підвищується на 67,3% при збільшенні концентрації спирту від 0 до 50%, що забезпечує функціональну цінність продукту.

Порошок із листя волоського горіха має гранулометричний склад з основною часткою 5–20 мкм (76,62%), вологоутримуючу здатність 230%, набухання 4,0 мл/г

та жирозв'язуючу здатність 125%, що робить його ефективним інгредієнтом для регулювання консистенції та технологічних властивостей помадних мас.

Внесення порошку підвищує ефективну в'язкість помадної маси, тоді як водно-спиртовий екстракт її знижує, впливаючи на структурно-механічні властивості продукту. Ці результати дозволяють коригувати реологічні характеристики та забезпечують оптимальні органолептичні і технологічні властивості цукристих кондитерських виробів.

Впровадження системи охорони праці у цехах з виробництва помадних цукерок є необхідним для створення безпечного та здорового робочого середовища, запобігання професійним захворюванням і травматизму. Використання сучасних засобів безпеки, контроль мікроклімату, освітлення, шумових і вібраційних навантажень підвищує ефективність праці та зберігає здоров'я працівників. Розробка та застосування картки охорони праці дозволяє систематизувати знання про потенційні небезпеки, визначити заходи безпеки та контрольні дії, стандартизувати поведінку у разі аварій і забезпечити відповідність виробничих процесів нормативним вимогам, що сприяє зниженню ризиків та створенню безпечного робочого середовища.

На підставі проведених розрахунків встановлено, що найбільшу частку витрат займає заробітна плата (33,8 %), тоді як амортизаційні відрахування становлять мінімальну частку від загальної суми (0,5 %). Загальна сума витрат із врахуванням нормативної рентабельності визначає економічно обґрунтовану вартість дослідження і становить 4031,65 грн, що є важливою основою для планування ресурсів і подальшого впровадження розробленої технології у промислове виробництво.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Shemeta O., & Dozhuk, K. (2015). Функціональне харчування – новий підхід до здорового способу життя. *Ліки України*, (1(186)), 26–29. [https://doi.org/10.37987/1997-9894.2015.1\(186\).222351](https://doi.org/10.37987/1997-9894.2015.1(186).222351)
2. Сімахіна Г. О. Українець А. І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування : навчальний посібник для студентів за напрямом 7.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форми навчання. Київ : НУХТ, 2010. 190 с.
3. Vanadyha N. V. Нова концепція функціонального харчування дітей раннього віку //Modern Pediatrics. Ukraine. 2020. №. 6 (110). С. 70-78.
4. Технологія харчових продуктів функціонального призначення / Л. М. Мостова та ін. Харків: УПА, 2013. 450 с.
5. Зубкова К. В., Ліганенко М. Г., Кузнецова К. Д. Функціональні напої в концепції здорового харчування //Харчова наука і технологія. 2012. №. 3. С. 25-27.
6. Земцова І. І. Сучасні концепції харчування спортсменів //Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2012. №. 2. С. 77-84.
7. Капрельянц Л. В., Іоргачова К. Г. Функціональні продукти. Одеса, 2013. 312 с
8. Carrie AM Wegh, Sharon Y Geerlings, Knol J et al. (2019).Postbiotics and Their Potential Applications in Early Life Nutritionand Beyond. Int J Mol Sci. 20 (19): 4673. [URL:https://doi.org/10.3390/ijms20194673](https://doi.org/10.3390/ijms20194673).
9. Peresichnyj M. I., Peresichnaya S. M. Науки про харчування: сучасні тенденції формування і розвитку //Науковий погляд у майбутнє. 2017. №. 05-01. С. 45-50.
10. Сиваш І. Концепції харчування гімнасток / І. Сиваш // Здоров'я, фізичне виховання і спорт: перспективи та кращі практики: матеріали IV Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції (16-17 травня, 2023 р., Київ) / за заг. ред. О. В. Ярмолюк. – К.: Київ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2023. – С. 92- 97.

11. Технологія харчових продуктів функціонального призначення : монографія / А. А. Мазаракі та ін.; за ред. д-ра техн, наук проф. М.І. Пересічного. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2012. 116 с.

12. Іванюк Н. Т. Фізіологічна роль селену та йоду в організмі риб //Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Ґжицького. 2014. №. 16, № 2 (3). С. 287-291.

13. Паска М. З., Лескович О. В. Сучасні тенденції формування функціональних продуктів //Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Ґжицького. 2014. №. 16, № 3 (4). С. 137-147.

14. Крижова, Ю. П. Один із шляхів подолання йододефіциту в організмі людини / Ю. П. Крижова, В. Н. Корзун, К. М. Проява, Н. Надобенко // Продукты & ингредиенты. 2008. № 2 (44). С. 103-105.

15. Skeaff, S. A. (2011). Iodine deficiency in pregnancy: the effect on neurodevelopment in the child. *Nutrients*, 3(2), 265–277.

16. Москаленко В.Ф. Фактичний стан харчування населення України та заходи щодо його поліпшення // Журнал АМН України. 2002. Т. 8, №4. С. 28-35

17. Федорченко Л. О. Сімахіна Г. О. Технологія природних харчових сорбентів: навчальний посібник. Київ : НУХТ, 2006. 100 с.

18. Delange, F. (2000). The role of iodine in brain development. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59(2), 317–320.

19. Крижова Ю.П., Топчій О.А., Корзун В.Н. Продукти для профілактики йододефіциту. Міжнародна науково-технічна конференція. Тези доповідей. Київ, НУХТ. 2007. С. 150-151.

20. Тронько, М. Д. Наукові аспекти вирішення проблеми йододефіциту у населення України / М. Д. Тронько, М. О. Полумбрик, В. І. Кравченко, Я. Г. Бальон // Ендокринологія. 2011. № 2, Т. 16. С. 189-199.

21. Zimmermann, M. B. (2011). The effects of iodine deficiency in pregnancy and infancy. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 378(9800), 1709–1717.

22. Venturi, S. (2011). Iodine, PUFAs and iodine-poor diets involvement in brain evolution and the neurological development of the fetus. *Nutrients*, 3(1), 183–193.

23. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring of their elimination: a guide for programme managers. (2007). Geneva: World Health Organization, United Nations Children's Fund, and International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders. 102 p.

24. Мормуль А. А., Могутова В. Ф. Нові напрямки в технології кондитерських виробів //Члени оргкомітету. 2020. С. 179.

25. Korkach, H. Development of innovative technologies of fondant candies with synbiotics [Текст] / H. Korkach, G. Krusir // *Technology audit and production reserves*. – № 1/3 (33). – 2017. – P. 50-55. Doi: 10.15587/2312-8377.2017.93806

26. Мирошник, Ю. А. Досвід використання порошків з нетрадиційної рослинної сировини в технології борошняних кондитерських виробів / Ю. А. Мирошник, В. Ф. Доценко // *Modern engineering and innovative technologies*. 2019. Issue 8, Part .2 С. 65-71.

27. Jeffrey L. Gluten-free baked products/ L.C. Jeffrey, W.A. Atwell // *AACC International, Inc.* , 2014. 88 p.

28. Schober J.T. Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids / J.T.Schober, M.Messerschmidt, S.R.Bean, S.H.Park, E.K.Arendt // *Cereal Chemistry*, 2004. Vol. 82. Pp. 394–404 .

29. Пахомська О. В. Тренди сучасного кондитерського мистецтва //Соціально-політичні, економічні та гуманітарні виміри європейської інтеграції України: зб. наук. пр. XII Міжнар. наук.-практ. конф. С. 186.

30. Юхимович П. Ю. Безпечність деяких добавок в кондитерських виробках. II Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасні тренди розвитку сервісної економіки: європейський досвід та стратегічні перспективи в Україні». 2019. С. 83.

31. Куракін, О. Б., Чала М. В. Сучасні види сировини та напівфабрикатів для виробництва БКВ у ЗРГ. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми

розвитку та регулювання» : 19–20 березня 2020 року, м. Черкаси [Електронний ресурс]: у 2-х томах / М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Т. 2. – Черкаси : ЧДТУ, 2020. 457 С.

32. Доценко В. Ф. Збагачення корисними нутрієнтами виробів з листкового тіста //Молодий вчений. 2017. №. 11. С. 30-34.

33. Жукова В., Тарасенко В. Поліпшення якості кондитерських виробів за рахунок використання нетрадиційної сировини //Інновації та технології в сфері послуг і харчування. 2021. №. 1-2 (3-4). С. 44-50.

34. Овсієнко С. М., Новгородська Н. В. Нетрадиційна рослинна сировина у технології виробництва борошняних кондитерських виробів //Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія" Харчові технології". 2024. Т. 26.№ 102. С. 72-79. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10211>

35. Башта А. О. Використання нетрадиційної рослинної сировини для збагачення борошняних кондитерських виробів. Сучасна наука та освіта Волині: зб. матеріалів наук.-практ. онлайн-конф. (20 листопада 2020 р.). 2020. С. 140.

36. Корзун В. Н., Тихоненко Ю. С. Функціональні продукти і їх роль у харчуванні людини //Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2010. №. 38 (2). С. 173-178.

37. Овсієнко С. М. Збагачення хлібобулочних виробів нетрадиційною сировиною //Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія" Харчові технології". 2024. Т. 26.№ 101. С. 164-170. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10124>.

38. Григоренко О. М. Моделювання функціональних харчових продуктів //Харчова наука і технологія. 2013. №. 3. С. 14-18.

39. Корзун В. Н., Тихоненко Ю. С. Функціональні продукти і їх роль у харчуванні людини //Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2010. №. 38 (2). С. 173-178.

40. Дорохович, А. М. Збагачення кондитерських виробів вітамінами і мінеральними речовинами / А. М. Дорохович, О. Л. Соловйова, Ю. Бондарук // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2010. № 07-08 (68-69). С. 57-60.

41. Ощипок І. М., Онишко Л. Й. Збагачення харчової сировини інгредієнтами для створення продуктів здорового харчування //Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. 2019. №. 22. С. 44-51.

42. Концепція державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012-2016 роки». К., 2011.11 с.

43. Янчик, М. В. Теоретичні аспекти збагачення помадних мас нетрадиційною рослинною сировиною / М. В. Янчик, О. В. Неміріч / Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця, 2015. Випуск 1 (89), Том 2. С. 168-173.

44. Юдіна Т. І., Назаренко І. А. Технологія борошняних кондитерських виробів з використанням вторинної молочної сировини //Праці. 2018. Т. 1. №. 18. С. 187-194.

45. Ключко І. О. Удосконалення технології холодних закусок із використанням йодовмісної сировини: кваліфікаційна робота ; спец. 181 «Харчові технології», ОП «Ресторанні технології та бізнес» / І. О. Ключко ; наук. кер. Т. М. Брикова. Чернівці: ЧТЕІ ДТЕУ, 2024. 56 с.

46. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія. Частина 1 / О. І. Черевко / 4-те вид., переробл. Та допов. – Х.: Харківський. Держ. Унів. Харчув. І торгівлі, 2017. 940 с

47. Федорова Д.В. Автореферат – Ресурсозберігаючі технології риборослинних напівфабрикатів для харчової продукції. Видавець і виготовлювач – К.: КНТЕУ, 2018.

48. Iodine and Iodine Deficiency: A Comprehensive Review of a ReEmerging Issue URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9459956/>

49. Healthy Foods That Are Rich in Iodine URL: <https://www.healthline.com/nutrition/iodine-rich-foods>

50. Соколовська О. О. Обґрунтування доцільності використання йодовмісної добавки в рецептурі пастильних виробів //ScienceRise. 2017. Т. 5. №. 1 (34). С. 66-70.

51. Калугіна І. М. Йодовмісна сировина у технологіях соусів //Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2013. №. 44 (2). С. 129-133.

52. Palamarek K. Використання розроблених овочевих паст із йодовмісною сировиною в технології рулетів з овочевими начинками //Technical sciences and technologies. 2023. №. 1 (15). С. 235-245.

53. Формування якості пастильних виробів із використанням нетрадиційної сировини [Електронний ресурс] : монографія / О. О. Соколовська, Г. І. Дюкарева, А. Е. Радченко, Я. О. Білецька. – Електрон. дані. – Х. :ХДУХТ, 2018.

54. Колісниченко Т. О. та ін. Наукове обґрунтування та розробка новітніх солодких страв із йодовмісними добавками //Обладнання та технології харчових виробництв. 2019. №. 1. С. 5-11.

55. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” дипломного проекту для студентів технологічних спеціальностей ден. та заоч. форм навчання/ Уклад. В.С. Гуць, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець, О.І. Сидорченко, Є.С. Богданов. К.: НУХТ, 2003. 32 с.

56. Волков В., Качинська Н. Ф. Охорона праці та безпека виробництва в кондитерському цеху компанії «АВК» //Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки. 2018. С. 70-72.

57. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.