

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ
СПРАВИ

«Допущено до захисту»
протокол засідання кафедри
№ 7 від « 30» січня 2026 року
Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор _____ Олесь ПРІСС

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СВО «Магістр»
за освітньо-професійною програмою «Індустрія здорового харчування»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(освітній ступень, ОПП, спеціальність)

на тему: **Удосконалення технології сироваткового напою з рослинним
наповнювачем**

23ХТД. 4660533.02.26

Виконав: <u>студент</u>	<u>22 Мб ХТ групи</u>	Олександр СЕМЕНКОВ
		(підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник:	<u>к.с.-г.н. доцент</u>	Микола АНДРУЩЕНКО
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис) (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	<u>к.т.н., доцент</u>	Михайло ЗОРЯ
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>к.-с.г.н., доцент</u>	Людмила КЮРЧЕВА
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис) (прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології

Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи
(назва кафедри)

Ступінь вищої освіти Магістр

Галузь знань 18 «Виробництво та технології»
(шифр і назва)

Спеціальність 181 «Харчові технології»
(шифр і назва)

Освітня програма «Індустрія здорового харчування»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ХТГРС
д.т.н., професор Олеся Прісс
(підпис)(ініціали та прізвище)

« 24 » жовтня 2025 р

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

СТУДЕНТУ Семенкову Олександр Руслановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології сироваткового напою з рослинним наповнювачем

керівник роботи к.с.-г.н, Андрущенко Микола Васильович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 24 » жовтня 2026 р. №573-С_

2. Строк подання студентом роботи « 20 » січня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи хімічний склад, молочної сироватки, класична технологія виробництва напоїв із сироватки

4. Перелік питань, які потрібно розробити вступ, аналітичний огляд літератури; об'єкти, методика та умови проведення досліджень; результати досліджень та їх узагальнення, технологічна частина, SWOT-аналіз впровадження розробленої технології, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки, список літературних джерел

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Вступ	вересень	виконано
Аналітичний огляд літератури	жовтень	виконано
Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	жовтень	виконано
Результати досліджень та їх узагальнення	листопад	виконано
Технологічна частина	листопад	виконано
SWOT-аналіз впровадження нової технології	грудень	виконано
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень	виконано
Висновки	січень	виконано
Список використаної літератури	січень	виконано

Студент

(підпис)

Семенков О. Р.

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Анрущенко М.В.

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Семенков О. Р. Удосконалення технології сироваткового напою з рослинним наповнювачем. – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 79 сторінках, містить 6 розділів, 20 таблиць, 7 рисунків, 60 літературних джерел.

Кваліфікаційну роботу присвячено удосконаленню технології виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем функціонального призначення. Розроблено систему контрольних і дослідних рецептур з фіксованою часткою рослинного наповнювача та варіацією співвідношення обліпихового й яблучного пюре і концентрації інуліну. Установлено закономірності впливу рецептурних факторів на фізико-хімічні, реологічні, органолептичні показники та біологічну цінність напоїв. Показано, що введення рослинного наповнювача формує оптимальний кислотно-цукровий профіль, а інулін забезпечує підвищення в'язкості, стабільності та однорідності напою без істотного зростання енергетичної цінності. За результатами комплексної оцінки визначено оптимальну рецептуру напою з 20 % обліпихово-яблучного наповнювача у співвідношенні 40:60 та 2 % інуліну, яка забезпечує найкраще поєднання фізико-хімічних, реологічних і органолептичних характеристик. Комплексний SWOT-аналіз підтвердив технологічну доцільність і ринкову перспективність запропонованої розробки. Окремо обґрунтовано систему охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях з урахуванням специфіки харчового виробництва та сучасних зовнішніх загроз, що підтверджує практичну придатність і можливість промислового впровадження розробленої технології.

Ключові слова: сироватка, функціональний напій, рослинний наповнювач, інулін, обліпиха, яблуко.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПОЇВ.....	11
1.1 Функціональні напої як перспективний напрям розвитку харчових технологій.....	11
1.2 Потенціал молочної сироватки для виробництва функціональних напоїв...	13
1.3 Рослинні наповнювачі у технологіях напоїв.....	15
1.4 Інулін як функціональний інгредієнт у технологіях напоїв.....	17
Висновки до розділу 1.....	19
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
2.1 Програма досліджень та схема дослідів.....	21
2.2 Об'єкти та матеріали досліджень	25
2.3 Методика проведення досліджень.....	30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ.....	38
3.1 Аналіз вмісту основних показників хімічного складу сироваткового напою з рослинним наповнювачем.....	32
3.2 Аналіз реологічних властивостей і стабільності сироваткового напою з рослинним наповнювачем.....	33
3.3 Аналіз вмісту біологічно активних речовин у сироватковому напої з рослинним наповнювачем.....	35
3.4 Органолептична оцінка сироваткового напою з рослинним наповнювачем	36
3.5 Визначення енергетичної цінності сироваткового напою з рослинним наповнювачем.....	40
Висновки до розділу 3.....	43
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	45

4.1 Класичний технологічний процес виробництва напоїв на основі молочної сироватки.....	45
4.2 Удосконалена технологія виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем.....	46
Висновок до розділу 4.....	50
РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СИРОВАТКОВОГО НАПОЮ З РОСЛИННИМ НАПОВНЮВАЧЕМ.....	
Сироваткового напою з рослинним наповнювачем.....	51
Висновок до розділу 5.....	56
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	
6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві сироваткового напою з рослинним наповнювачем.....	57
6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень	59
6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при виробництві сироваткового напою.....	61
6.4 Заходи, щодо оптимізації умов праці при виробництві сироваткових напоїв.....	63
6.5 Засоби індивідуального захисту.....	65
6.6 Пожежна безпека та заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях.....	66
Висновки до розділу 6.....	69
Висновки	71
Список використаної літератури.....	73

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості актуальним завданням є створення продуктів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, що поєднують високі споживчі властивості з функціональною спрямованістю. Особливу увагу приділяють напоям, оскільки вони є зручними для щоденного споживання та ефективними носіями біологічно активних речовин [1].

Молочна сироватка є цінним вторинним ресурсом молочної промисловості, що містить сироваткові білки з високою біологічною цінністю, лактозу, мінеральні речовини та вітаміни групи В. Водночас значні обсяги сироватки залишаються недостатньо залученими до виробництва харчових продуктів, що створює як економічні, так і екологічні проблеми. Одним із перспективних напрямів раціонального використання сироватки є виробництво напоїв, проте такі продукти часто характеризуються недостатньо вираженими органолептичними властивостями, нестабільністю структури та обмеженою функціональністю [2].

Ефективним шляхом удосконалення сироваткових напоїв є введення рослинних наповнювачів, які забезпечують збагачення продукту харчовими волокнами, органічними кислотами, поліфенольними сполуками та природними пігментами, а також сприяють формуванню привабливого смаку, аромату і кольору. Серед рослинної сировини особливий інтерес становлять плоди обліпихи, що вирізняються високим вмістом вітаміну С, каротиноїдів та фенольних сполук, а також яблука, які містять пектинові речовини та органічні кислоти і характеризуються м'яким смаковим профілем, здатним збалансовувати високу кислотність обліпихи.

Перспективним інгредієнтом для стабілізації та функціоналізації сироваткових напоїв є інулін – природний пребіотик рослинного походження, що здатний підвищувати в'язкість напою, покращувати його текстурні властивості та позитивно впливати на стан мікробіоти кишечника. Комплексне використання молочної сироватки, обліпихово-яблучного наповнювача та інуліну дозволяє

створити напій із підвищеною харчовою цінністю та стабільними фізико-хімічними показниками [3].

У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на удосконалення технології сироваткового напою з рослинним наповнювачем на основі обліпихи, яблука та інуліну, є актуальними з наукової, технологічної та практичної точок зору.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Представлені у роботі дослідження є складовою науково-дослідних робіт, що виконуються за програмою «Розроблення інноваційних технологій харчової та кулінарної продукції» (ДР № 0121U110200).

Мета і задачі досліджень. Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології виробництва сироваткового напою шляхом введення рослинного наповнювача на основі обліпихово-яблучного пюре та інуліну з метою покращення органолептичних, фізико-хімічних і функціональних властивостей продукту.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено вирішення таких задач:

- проаналізувати сучасні наукові джерела та обґрунтувати доцільність поєднання молочної сироватки, рослинних наповнювачів і пребіотичних інгредієнтів у технологіях функціональних напоїв;
- розробити систему рецептур сироваткового напою;
- дослідити вплив рослинного наповнювача та інуліну на основні показники хімічного складу напоїв;
- оцінити вплив інгредієнтів на реологічні властивості та агрегативну стабільність сироваткових напоїв;
- визначити вміст біологічно активних речовин у дослідних зразках;
- провести органолептичну оцінку сироваткових напоїв;
- розрахувати енергетичну цінність дослідних зразків;
- удосконалити технологічну схему виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем;
- провести swot-аналіз з метою оцінки доцільності, конкурентоспроможності та перспектив впровадження удосконаленої технології у виробничу практику;

- обґрунтувати систему охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при виробництві сироваткових напоїв.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва сироваткових напоїв функціонального призначення.

Предметом дослідження є вплив рослинного наповнювача на основі обліпихово-яблучного пюре та інуліну на формування фізико-хімічних, реологічних та органолептичних властивостей сироваткового напою.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в експериментальному обґрунтуванні рецептурно-технологічних підходів до створення сироваткового напою з рослинним наповнювачем функціонального призначення. Для системи «молочна сироватка → обліпихово-яблучне пюре → інулін» встановлено кількісні закономірності впливу співвідношення рослинних компонентів на кислотно-цукровий профіль, реологічні та органолептичні властивості напоїв, що дозволило визначити їх функціональну роль у стабілізації дисперсної системи.

Практична цінність роботи полягає у можливості впровадження розроблених рецептурних і технологічних рішень у виробничу практику підприємств молочної промисловості для розширення асортименту сироваткових напоїв функціонального призначення. Запропоновані рецептури та технологічні режими можуть бути реалізовані на малих і середніх переробних підприємствах без суттєвого технічного переоснащення, що забезпечує їх економічну доцільність. Встановлені оптимальні параметри складу напою можуть слугувати базовою моделлю для розроблення нових видів сироваткових напоїв.

Методи дослідження: при виконанні роботи застосовано комплекс теоретичних і емпіричних методів дослідження, що забезпечили наукову обґрунтованість і достовірність отриманих результатів. На теоретичному етапі використано методи системного та порівняльного аналізу, критичної інтерпретації наукових джерел, узагальнення, індукції та дедукції, що дозволило обґрунтувати вибір сировини та сформулювати наукову концепцію удосконаленої технології сироваткового напою. У практичній частині застосовувалися емпіричні методи спостереження, порівняння, вимірювання та лабораторного експерименту, які

передбачали варіювання співвідношення обліпихового й яблучного пюре та концентрації інуліну з метою визначення раціональних рецептурно-технологічних параметрів напою. Оцінювання якості та функціональних властивостей здійснювали з використанням органолептичних, фізико-хімічних і реологічних методів, енергетичну цінність визначали розрахунковим шляхом. Для обґрунтування доцільності впровадження технології застосовано SWOT-аналіз, а обробку експериментальних даних виконували методами математичної статистики.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПОЇВ

1.1 Функціональні напої як перспективний напрям розвитку харчових технологій

У сучасних харчових технологіях функціональними напоями розуміють безалкогольні рідкі харчові продукти, що містять біоактивні компоненти і сприяють поліпшенню певних фізіологічних функцій організму, виходячи за межі базових харчових потреб. Так, у визначенні деяких авторів зазначено, що функціональний напій – це будь-який напій, незалежно від природи походження, що містить біологічноактивні речовини, здатні позитивно впливати на стан здоров'я людини при регулярному споживанні [4-6].

Функціональні напої класифікують за кількома основними ознаками (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Класифікація функціональних напоїв

Ознака класифікації	Група функціональних напоїв	Характеристика та приклади
За видом сировинної основи	Молочні	Напої на основі молока та кисломолочні напої, збагачені біоактивними компонентами
	Сироваткові	Напої на основі молочної сироватки, у тому числі пастеризовані та ферментовані
	Фруктово-овочеві	Напої на основі соків, пюре або екстрактів рослинної сировини
	Зернові	Напої з використанням вівса, рису, ячменю та інших злакових культур

	Комбіновані	Молочно-рослинні або сироватково-рослинні напої
За функціональною спрямованістю	Оздоровчі	Напої для загальної підтримки фізіологічного стану організму
	Профілактичні	Напої, спрямовані на зниження ризику функціональних порушень
	Дієтичні	Напої з пониженою енергетичною цінністю або спеціальним складом
	Спортивні	Напої для підтримки водно-електролітного та енергетичного балансу
	Для підтримки травлення	Пребіотичні та пробіотичні напої
За типом функціональних інгредієнтів	Пробіотичні	Містять живі культури мікроорганізмів
	Пребіотичні	Містять інулін, олігофруктозу, β -глюкани тощо
	Синбіотичні	Поєднання пробіотиків і пребіотиків
	Антиоксидантні	Збагачені поліфенолами, каротиноїдами, вітаміном С
	Білкові	Збагачені молочними або рослинними білками
За технологічними особливостями	Неферментовані	Пастеризовані напої без заквашування
	Ферментовані	Напої, отримані з використанням мікробіологічних культур
	Газовані	Функціональні напої з вуглекислим газом
	Концентровані та відновлені	Напої з концентратів або сухих сумішей
За цільовими групами споживачів	Для широкого кола споживачів	Універсальні функціональні напої
	Для спортсменів	Напої з підвищеним вмістом електролітів і білків
	Для людей старшого віку	Напої з м'яким впливом на травну систему
	Для осіб зі спеціальними потребами	Дієтичні та лікувально-профілактичні напої

Аналіз літератури показує, що сектор функціональних напоїв стрімко розвивається на тлі зростання глобального попиту на продукти здорового харчування. Так, загальне зростання інтересу до функціональних напоїв

пов'язують із зміною споживчих уподобань, коли продукти з додатковими біоактивними ефектами стають альтернативою традиційним напоям, які забезпечують лише гідратацію чи енергію. У науковому контексті це зростання пов'язують не лише зі споживчими трендами, але й із розвитком технологій, що дозволяють інтегрувати біоактивні інгредієнти у напої без втрати їх біологічної активності та сенсорної прийнятності [7].

При цьому ряд досліджень відмічає, що функціональні напої можуть виконувати роль «носіїв» біоактивних компонентів, оскільки рідка форма продукту забезпечує зручність споживання та кращу сумісність із повсякденним раціоном. Водночас у наукових оглядах підкреслюється, що для реалізації функціональних властивостей напій має містити значну кількість активних компонентів у біодоступній формі та бути стабільним під час зберігання, що є однією з основних технологічних задач при розробці таких продуктів [8-10].

Перспективи розвитку функціональних напоїв також пов'язані зі збільшенням використання натуральних джерел біоактивних речовин, включно з пребіотиками та рослинними екстрактами [11, 12]. Зокрема, у світі спостерігається розширення асортименту продуктів, де комбінуються різні групи активних інгредієнтів для посилення їх спільного біологічного ефекту. Такі тенденції визначають подальші напрямки досліджень: оптимізацію рецептур, удосконалення технологій введення біоактивних компонентів та оцінювання їх впливу на фізико-хімічні й органолептичні властивості кінцевого продукту.

1.2 Потенціал молочної сироватки для виробництва функціональних напоїв

Молочна сироватка є побічним продуктом перероблення молока, що утворюється під час виробництва сиру та казеїну внаслідок коагуляції молочних білків, і за способом одержання та фізико-хімічними властивостями традиційно поділяється на солодку (ренетну) та кислу (кислотну). Солодка сироватка формується при сичужному зсіданні молока і, як правило, характеризується

значеннями активної кислотності в межах рН 6...7, тоді як кисла сироватка утворюється в результаті кислотного зсідання та має нижчі значення рН. Відмінності технологічного походження зумовлюють різницю у мінеральному складі, кислотності та функціонально-технологічній поведінці сироватки, що має принципове значення при її використанні як основи для напоїв різного типу, зокрема функціонального призначення [13].

За хімічним складом молочна сироватка є багатокомпонентною водною системою з високою масовою часткою води (приблизно 93...95 %), у якій сухі речовини представлені насамперед лактозою, сироватковими білками, мінеральними елементами та водорозчинними вітамінами. У сучасних оглядових дослідженнях наголошується, що саме поєднання легко засвоюваних білків із високою біологічною цінністю, вуглеводної фракції у вигляді лактози та комплексу мінеральних речовин і вітамінів групи В формує поживний і функціональний потенціал сироватки. Для солодкої сироватки наводяться орієнтовні діапазони вмісту білків на рівні 6...10 г/л, лактози – 46...52 г/л та мінеральних речовин – 2,5...4,0 г/л, що дозволяє розглядати її як перспективну основу для створення дієтичних і функціональних напоїв з помірною енергетичною цінністю та високою біодоступністю нутрієнтів [14-16].

Разом із тим значні обсяги молочної сироватки тривалий час розглядалися як проблемний потік, складний для утилізації, що пов'язано з високим органічним навантаженням цієї сировини. За умов неорганізованого скидання сироватка здатна спричиняти інтенсивне споживання розчиненого кисню у водоймах, процеси евтрофікації та інші негативні екологічні наслідки. У публікаціях, присвячених менеджменту та переробці молочної сироватки, підкреслюється, що високі значення біохімічного та хімічного споживання кисню є ключовими чинниками екологічного ризику, у зв'язку з чим технологічні рішення з глибокої переробки сироватки набувають не лише економічного, а й природоохоронного значення [17].

У межах сучасної парадигми ресурсоефективності та циркулярної економіки молочна сироватка розглядається як цінна сировинна база для створення широкого спектра харчових продуктів і інгредієнтів із доданою вартістю. Оглядові роботи

систематизують основні напрями її раціонального використання, серед яких провідне місце займають мембранні технології з одержання сироваткових білкових концентратів і ізолятів, виробництво лактози та її похідних, біотехнологічні процеси ферментації вуглеводної фракції, а також створення готових харчових продуктів, включно з напоями, ферментованими виробами, десертами та комбінованими молочно-рослинними системами [18-21].

Серед зазначених напрямів саме виробництво напоїв на основі молочної сироватки розглядається як один із найбільш практично привабливих і технологічно гнучких способів її переробки, оскільки дозволяє поєднати поживні властивості сироватки з можливістю збагачення біоактивними компонентами та формування функціональної спрямованості продукту. Водночас у наукових дослідженнях відзначається, що сироваткові напої часто характеризуються низькою структурною стабільністю, схильністю до розшарування та недостатньо вираженим сенсорним профілем, що обумовлює необхідність корекції рецептурного складу та технологічних режимів [22, 23].

Саме ці обмеження формують науково-практичний запит на удосконалення складу сироваткових напоїв шляхом поєднання молочної сироватки з рослинними наповнювачами та функціональними інгредієнтами, спрямованими на підвищення стабільності, харчової цінності та споживчої привабливості кінцевого продукту.

1.3 Рослинні наповнювачі у технологіях напоїв

У сучасних технологіях функціональних напоїв рослинні наповнювачі відіграють важливу роль не тільки як джерела смакових та ароматичних компонентів, але й як фактори, що впливають на колір, текстуру, фізико-хімічну стабільність і харчову цінність кінцевого продукту. За рахунок введення фруктових пюре, екстрактів або концентратів у дисперсні системи напоїв відбувається модифікація сенсорного профілю продукту, що зазвичай проявляється у підвищенні інтенсивності кольору, формуванні повнішого смаку, а також

додатковому внеску природних ароматичних і поліфенольних сполук, що підтримують антиоксидантну активність [24].

Додавання фруктово-ягідних компонентів у молочні і сироваткові напої суттєво впливає на структурно-технологічні властивості продукту. Рослинні наповнювачі зазвичай містять харчові волокна, що сприяють збільшенню в'язкості та поліпшенню стійкості дисперсної системи, зменшуючи тенденцію до розшарування і розшарування фаз у готовому напої. Використання таких наповнювачів як природних стабілізаторів одночасно збільшує вміст дієтичних компонентів, що зумовлює підвищення харчової цінності продукту. На рівні молекулярних взаємодій полімери рослинної клітинної стінки можуть формувати взаємодії з білковими і ліпідними фракціями сироватки, впливаючи на реологічні параметри і оптимізуючи текстуру напою без потреби використання значних обсягів синтетичних емульгаторів [25].

Наукові дослідження підтверджують також, що рослинні інгредієнти можуть підвищувати стабільність продуктів при зберіганні завдяки своїм функціональним властивостям. Так, фруктові концентрати або екстракти багаті на поліфеноли, вітаміни та мікроелементи, які не лише підтримують антиоксидантний потенціал напою, але й взаємодіють із білковими структурами, стабілізуючи їх проти денатурації під час термічних чи фізичних впливів у технологічному процесі. Це дозволяє створювати продукцію з покращеними фізико-хімічними показниками, довшою тривалістю зберігання і збереженими смаковими якостями, що особливо важливо для функціональних сироваткових напоїв [26].

Одним із перспективних напрямів останніх років є розробка напоїв, де рослинні компоненти відіграють не лише сенсорну, а й функціональну роль. У цьому контексті пюре з фруктів і ягід забезпечують додаткові джерела біологічно активних сполук, які у поєднанні з білками сироватки можуть сприяти потенціюванню антиоксидантного ефекту напою, впливаючи на обмінні процеси в організмі при регулярному споживанні. Такі функціональні комбінації мають потенційне значення для профілактики оксидативного стресу і підтримки загального метаболізму в умовах зростаючого попиту на здорові продукти [27].

Для українських умов особливу актуальність мають локальні фруктово-ягідні наповнювачі, зокрема обліпіха та яблуко, які характеризуються високою концентрацією вітамінів, органічних кислот і антиоксидантів.

Обліпіха містить значну кількість каротиноїдів, вітаміну С і фенольних сполук, що можуть покращувати не лише смакові якості напоїв, але й функціональний профіль – забезпечувати виражений антиоксидантний потенціал та потенційно підтримувати імунні та метаболічні функції [28].

Яблучне пюре, з іншого боку, додає продуктам природної солодкості і харчових волокон, сприяючи поліпшенню текстури та реологічних властивостей, а також підтримці мікробіального балансу кишківника за рахунок олігосахаридів і антиоксидантів [29].

Локальна доступність цих матеріалів робить їх привабливими для впровадження в промислових рецептурах сироваткових функціональних напоїв в Україні, оскільки вони відповідають концепції локального ресурсного забезпечення та циркулярної економіки у харчовому виробництві [30].

1.4 Інулін як функціональний інгредієнт у технологіях напоїв

Інулін належить до групи природних розчинних дієтичних волокон, що за хімічною природою є олігосахаридом, утвореним із фрагментів фруктози, які зазвичай закінчуються молекулою глюкози і зв'язані β (2 \rightarrow 1) глікозидними зв'язками. Така структура визначає його здатність залишатися резистентним до травних ферментів людини, що дозволяє йому досягати товстого кишечника практично неперетравленим, де він стає субстратом для ферментації корисної мікрофлори [31].

Саме ця характеристика лягла в основу трактування інуліну як пребіотичного інгредієнта, здатного стимулювати ріст і активність біфідо- та лактобактерій, підтримувати баланс кишкового мікробіому і опосередковано впливати на здоров'я травної системи. У сучасних дослідженнях підтверджено, що регулярне споживання інуліну в раціоні асоціюється зі збільшенням продукції

коротколанцюгових жирних кислот у кишковому середовищі, що має потенційний сприятливий ефект на метаболізм ліпідів, глікемічний контроль та імунну регуляцію [32].

З технологічної точки зору інулін виступає універсальним функціональним інгредієнтом, що реалізує ряд критично важливих функцій у складі рідких харчових систем, включно з напоями. Серед ключових технологічних властивостей інуліну – структуроутворення та здатність до формування гелеподібних мереж, що сприяє підвищенню в'язкості рідких напоїв, покращенню їх текстурної цілісності та стабільності під час зберігання. За умов змішування з білковими системами, такими як білки сироватки, інулін може модифікувати колоїдні взаємодії, сприяти утворенню більш дрібнодисперсної та стабільної структури, зменшуючи схильність до розшарування фаз. Це робить його особливо цінним при розробленні функціональних молочних або сироваткових напоїв, де стабільність дисперсної системи і приваблива текстура є ключовими параметрами якості [33, 34].

У контексті напоїв функціонального призначення інулін не лише модифікує технічні параметри, а й суттєво впливає на харчову цінність продукту. Через здатність інуліну бути субстратом для корисних бактерій, його введення у функціональні продукти може сприяти підвищенню вмісту метаболітів, що мають нутриціологічну значимість, включно з коротколанцюговими жирними кислотами, що є продуктами ферментації. Такі метаболіти асоціюються з регуляцією кишкового епітелію, зменшенням запальних процесів та потенційною підтримкою імунного захисту [35].

Важливо відзначити, що інулін широко використовується у технологіях виготовлення як молочних, так і рослинних напоїв як текстуроутворювач і стабілізатор. Результати досліджень демонструють, що введення інуліну в сироваткові та кисломолочні напої сприяє оптимізації їх реологічних властивостей і покращенню смакової прийнятності за рахунок формування більш гладкої, однорідної текстури без потреби значної кількості додаткових стабілізаторів чи загусників. У низці експериментальних робіт встановлено, що інулін у концентраціях, адаптованих під специфіку конкретної рецептури, може заміщувати

частину цукрів або традиційних текстуроутворювачів, сприяючи зниженню енергетичної цінності напою та одночасно підтримуючи потрібну в'язкість і сенсорну привабливість [36-39].

Крім того, у літературі описано досвід використання інуліну у різних моделях функціональних напоїв, включаючи як молочні системи – йогуртові або сироваткові основи – так і рослинні аналоги, де інулін виступає як ключовий інгредієнт для поліпшення текстури, стабільності емульсійної структури та загального сприйняття продукту споживачем. Особлива увага приділялася взаємодії інуліну з білками молочної сироватки, що дозволяє створювати дисперсії з меншим розміром частинок та кращою однорідністю, а отже – з нижчою схильністю до розшарування при зберіганні [40-43].

Враховуючи як технологічний, так і функціональний потенціал інуліну, його використання у складі функціональних напоїв розглядається як важливий напрям удосконалення рецептур із одночасним підвищенням харчової цінності та покращенням фізико-технологічних властивостей кінцевого продукту.

Висновки до розділу 1

1. Проведений аналіз сучасних наукових джерел дозволив узагальнити основні підходи та напрями досліджень у галузі створення функціональних напоїв і сформувані теоретичне підґрунтя для подальшого експериментального опрацювання теми. Встановлено, що функціональні напої посідають важливе місце в сучасній харчовій промисловості завдяки поєднанню зручності споживання з можливістю цілеспрямованого збагачення раціону біологічно активними речовинами, що зумовлює їх стійкий розвиток і науково-практичну актуальність.

2. Аналіз літературних даних засвідчив, що молочна сироватка є цінною вторинною сировиною з високою харчовою та біологічною цінністю, обумовленою вмістом сироваткових білків, лактози, мінеральних речовин і водорозчинних вітамінів. Водночас значні обсяги її утворення та високий рівень органічного навантаження зумовлюють необхідність впровадження ресурсоощадних

технологій переробки. У цьому контексті виробництво напоїв на основі молочної сироватки розглядається як один із найбільш перспективних і технологічно доцільних напрямів її раціонального використання.

3. Узагальнення сучасних досліджень показало, що застосування рослинних наповнювачів у технологіях напоїв має комплексний ефект, оскільки вони одночасно формують сенсорні властивості, впливають на текстурні та реологічні характеристики, підвищують стабільність дисперсних систем і збагачують продукт біологічно активними сполуками. Особливо перспективним є використання фруктово-ягідних компонентів у молочних і сироваткових напоях, що дозволяє підвищити їх харчову та антиоксидантну цінність. Для умов України обґрунтованим є застосування локальної сировини, зокрема обліпихи та яблук, які характеризуються високим вмістом вітамінів, поліфенолів і харчових волокон та є доступними з позицій сировинного забезпечення.

4. Аналіз літератури також підтвердив доцільність використання інуліну як функціонального інгредієнта у складі напоїв. Інулін поєднує пребіотичні властивості з важливими технологічними функціями, зокрема здатністю до структуроутворення, підвищення в'язкості та стабілізації рідких харчових систем. Його застосування у молочних і сироваткових напоях сприяє покращенню текстурних характеристик, зниженню схильності до розшарування та підвищенню функціональної спрямованості продукту без погіршення органолептичних показників.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень та схема дослідів

Наукова концепція даної роботи ґрунтується на системному підході до удосконалення технології сироваткового напою функціонального призначення шляхом раціонального поєднання молочної та рослинної сировини з пребіотичним інгредієнтом, що забезпечує одночасне підвищення харчової цінності, стабільності та споживчих властивостей продукту. В основі концепції лежить положення про те, що молочна сироватка, незважаючи на статус вторинної сировини, є повноцінною поживною основою, придатною для створення функціональних напоїв за умови цілеспрямованої корекції її сенсорних і структурно-механічних характеристик.

Ключовим елементом концепції є використання рослинного наповнювача на основі обліпихово-яблучного пюре як багатофункціонального компонента, здатного виконувати одночасно сенсорну, харчову та технологічну роль. Передбачається, що поєднання фруктово-ягідної сировини з молочною сироваткою дозволяє сформувати більш збалансований смаковий профіль напою, компенсувати специфічні органолептичні властивості сироваткової основи та збагатити продукт біологічно активними сполуками, зокрема вітамінами, поліфенолами та харчовими волокнами. При цьому використання локальної для України сировини відповідає принципам ресурсної ефективності, сталого розвитку та адаптації технологій до регіональних умов виробництва.

Важливе місце в науковій концепції відведено інуліну як функціональному інгредієнту подвійної дії. З одного боку, інулін розглядається як пребіотик, що здатний підвищувати функціональну спрямованість напою за рахунок позитивного впливу на мікробіоту кишечника при регулярному споживанні. З іншого боку, інулін виконує технологічну функцію структуроутворювача і стабілізатора, сприяючи формуванню однорідної дисперсної системи, підвищенню в'язкості та

зниженню схильності напою до розшарування під час зберігання. У межах концепції передбачається, що оптимальний вміст інуліну дозволяє досягти компромісу між стабільністю системи та збереженням привабливих органолептичних характеристик.

Наукова концепція також базується на уявленні про синергетичну взаємодію компонентів багатокомпонентної системи «молочна сироватка – рослинний наповнювач – інулін», у межах якої кожен інгредієнт не лише виконує власну функцію, але й впливає на поведінку інших складових. Передбачається, що взаємодія білків сироватки з полісахаридами рослинного походження та інуліном визначає реологічні та стабілізаційні властивості напою, а також впливає на доступність і стабільність біологічно активних сполук у готовому продукті.

Програма досліджень наведена на рисунку 2.1.

Для проведення досліджень була розроблена схема дослідів, яка представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Схема дослідів при проведенні експерименту

Код зразка	Тип зразка	Наповнювач (пюре), %	О:Я у пюре	Інулін, %	Сироватка, %
C0	Контроль (без наповнювача та інуліну)	0	–	0.0	100.0
C30	Контроль з наповнювачем (А=30:70), без інуліну	20	30:70	0.0	80.0
C40	Контроль з наповнювачем (А =40:60), без інуліну	20	40:60	0.0	80.0
C50	Контроль з наповнювачем (А=50:50), без інуліну	20	50:50	0.0	80.0
A1	Дослід	20	30:70	1.0	79.0
A2	Дослід	20	30:70	2.0	78.0
A3	Дослід	20	30:70	3.0	77.0
B1	Дослід	20	40:60	1.0	79.0
B2	Дослід	20	40:60	2.0	78.0
B3	Дослід	20	40:60	3.0	77.0
D1	Дослід	20	50:50	1.0	79.0
D2	Дослід	20	50:50	2.0	78.0
D3	Дослід	20	50:50	3.0	77.0

У межах експериментального дослідження як керовані фактори було обрано співвідношення обліпихового та яблучного пюре у складі рослинного

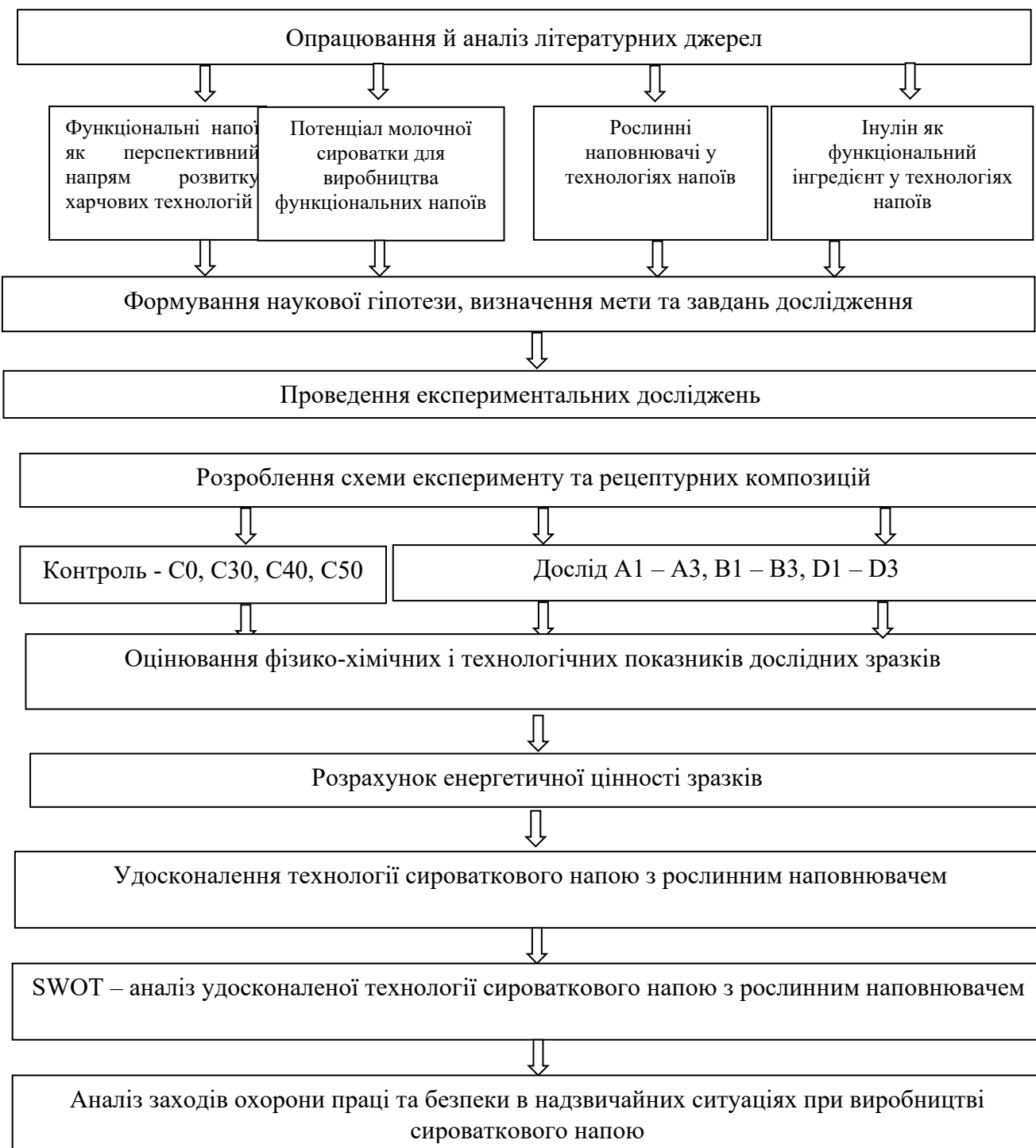


Рис. 2.1. Програма досліджень при удосконаленні технології сироваткового напою з рослинним наповнювачем.

наповнювача, яке розглядалося як фактор А і варіювалося у визначених інтервалах, а також масову частку інуліну в напої, що визначалася як фактор Б. Обидва фактори розглядалися як такі, що потенційно впливають на фізико-хімічні, реологічні та органолептичні властивості сироваткового напою. З метою забезпечення коректності порівняльного аналізу загальну масову частку рослинного наповнювача у складі напою підтримували сталою на рівні 20 %, що дозволяло ізолювати вплив саме співвідношення фруктово-ягідних компонентів без зміни їх сумарного вмісту. Основою всіх дослідних і контрольних зразків слугувала молочна сироватка, масова частка якої визначалася як різниця між 100 % та сумарним вмістом рослинного наповнювача й інуліну.

Розроблені дослідні рецептури наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Рецептури дослідних зразків сироваткового напою

Код зразка	Сироватка, г	Наповнювач (пюре), г	Обліпихове пюре, г	Яблучне пюре, г	Інулін, г
C0	1000	0	0	0	0
C30	800	200	60	140	0
C40	800	200	80	120	0
C50	800	200	100	100	0
A1	790	200	60	140	10
A2	780	200	60	140	20
A3	770	200	60	140	30
B1	790	200	80	120	10
B2	780	200	80	120	20
B3	770	200	80	120	30
D1	790	200	100	100	10
D2	780	200	100	100	20
D3	770	200	100	100	30

Дослідні та контрольні зразки, виготовлені відповідно до поданої рецептури, визначено об'єктами дослідження для подальшого аналізу впливу співвідношення рослинного наповнювача та концентрації інуліну на властивості сироваткового напою.

2.2 Об'єкти та матеріали досліджень

У якості молочної основи для виготовлення дослідних зразків у роботі доцільно використовувати солодку (ренетну) молочну сироватку, отриману в процесі виробництва сиру шляхом сичужного зсідання молока. Вибір саме солодкої сироватки є науково та технологічно обґрунтованим, оскільки вона характеризується відносно нейтральною кислотністю, стабільнішим мінеральним складом і більш сприятливою функціонально-технологічною поведінкою у складі напоїв порівняно з кислотною сироваткою. Це особливо важливо при комбінуванні з фруктовими наповнювачами, які самі по собі є джерелами органічних кислот і можуть істотно знижувати рН системи.

З позицій технології напоїв солодка сироватка забезпечує більш прогнозований перебіг фізико-хімічних процесів, зменшує ризик надмірного підвищення кислотності та створює сприятливі умови для формування збалансованого смакового профілю готового продукту.

Хімічний склад молочної сироватки визначає її високу харчову та біологічну цінність (табл. 2.3). Основною складовою є вода, масова частка якої зазвичай становить близько 93...95 %, тоді як сухі речовини представлені насамперед лактозою, сироватковими білками, мінеральними речовинами та водорозчинними вітамінами. Лактоза є домінуючим компонентом сухого залишку і в середньому становить близько 4,5...5,0 %, виконуючи роль природного вуглеводного компонента напою та сприяючи формуванню м'якого солодкуватого смаку. Сироваткові білки, представлені переважно β -лактоглобуліном і α -лактальбуміном, містяться у концентрації близько 0,6...1,0 % і характеризуються високою біологічною цінністю та доброю засвоюваністю.

Мінеральний склад сироватки формується за рахунок солей калію, кальцію, фосфору, магнію та натрію, загальний вміст яких зазвичай коливається в межах 0,5...0,8 %. Важливою особливістю є також наявність вітамінів групи В (зокрема В₂, В₆, В₁₂), що підсилює функціональну спрямованість продуктів на її основі.

Таблиця 2.3

Хімічний склад солодкої молочної сироватки

Показник	Одиниці вимірювання	Типові значення для солодкої сироватки
Масова частка води	%	93,0–95,0
Масова частка сухих речовин	%	5,0–7,0
у т.ч. лактоза	%	4,5–5,2
Сироваткові білки	%	0,6–1,0
Жир	%	≤0,1
Мінеральні речовини (зола)	%	0,5–0,8
Кальцій (Ca)	мг/100 г	40–60
Калій (K)	мг/100 г	130–160
Фосфор (P)	мг/100 г	30–45
Магній (Mg)	мг/100 г	5–10
Вітаміни групи В (В ₂ , В ₆ , В ₁₂)*	мг/100 г	слідові–0,2
Активна кислотність (рН)	од. рН	6,0–6,6

* Вміст вітамінів залежить від виду молока та технології виробництва сиру.

Вимоги до якості молочної сироватки, що використовувалася як сировина у дослідженні, встановлюються відповідно до ДСТУ 7515:2014 Сироватка молочна. Технічні умови [44]. Згідно з цим стандартом, молочна сироватка повинна відповідати визначеним органолептичним, фізико-хімічним та санітарно-гігієнічним показникам, які забезпечують її безпечність і технологічну придатність для використання у харчових продуктах.

За органолептичними показниками сироватка повинна являти собою прозору або злегка опалесціючу рідину світло-жовтого або зеленувато-жовтого кольору, без сторонніх запахів і присмаків, зі смаком, характерним для відповідного виду сироватки. Наявність сторонніх включень, осаду або ознак мікробіологічного псування не допускається.

Фізико-хімічні показники солодкої молочної сироватки регламентуються стандартом у таких межах: масова частка сухих речовин має становити не менше 5,5–6,0 %, масова частка білка – не менше 0,6 %, масова частка жиру – не більше 0,1 %. Активна кислотність солодкої сироватки повинна перебувати в межах рН 6,0...6,6, а титрована кислотність – 15...25 °Т, що відповідає умовам її технологічної стабільності при подальшій переробці. Масова частка мінеральних

речовин (золи) зазвичай становить 0,5...0,8 %, що узгоджується з її природним іонним складом.

Стандарт також встановлює вимоги до санітарно-гігієнічних показників: молочна сироватка повинна відповідати чинним нормативам щодо вмісту мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, відсутності патогенних мікроорганізмів, у тому числі бактерій роду *Salmonella*, а також допустимих рівнів токсичних елементів і залишків ветеринарних препаратів. Дотримання цих вимог є обов'язковою умовою використання сироватки у виробництві напоїв функціонального призначення.

Для виготовлення рослинного наповнювача у дослідженні доцільно використовувати стиглі плоди обліпихи (*Hippophae rhamnoides L.*) та плоди яблуні (*Malus domestica*), які характеризуються високою харчовою та біологічною цінністю і широко застосовуються у технологіях функціональних напоїв. Вибір цих культур обґрунтований їх доступністю в Україні, значним вмістом біологічно активних речовин та технологічною придатністю до перероблення у пюре. Хімічний склад даних плодів представлений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Характеристика хімічного складу плодів обліпихи та яблук

Показник	Одиниці вимірювання	Обліпиха (<i>Hippophae rhamnoides L.</i>)	Яблука (<i>Malus domestica</i>)
Вода	%	82...88	84...87
Сухі речовини	%	12...18	13...16
Цукри (загальні)	%	3,5...6,0	9,0...12,0
у т.ч. глюкоза + фруктоза	%	2,5...4,5	7,0...10,0
Органічні кислоти (у перерахунку на яблучну)	%	2,0...4,5	0,3...0,9
pH	-	2,5...3,2	3,3...4,0
Харчові волокна (загальні)	%	2,5...5,0	1,5...2,5
у т.ч. пектинові речовини	%	0,8...1,5	0,5...1,5

Вітамін С (аскорбінова кислота)	мг/100 г	200...600	5...15
Каротиноїди (сумарні)	мг/100 г	5...20	0,2...1,0
Поліфенольні сполуки	мг /100 г	300...800	100...300
Флавоноїди	мг/100 г	50...120	20...60
Зольні елементи (мінеральні речовини)	%	0,4...0,8	0,3...0,5
Калій (К)	мг/100 г	180...250	100...150
Кальцій (Са)	мг/100 г	20...40	5...10
Магній (Mg)	мг/100 г	15...30	4...6
Енергетична цінність	ккал/100 г	70...90	45...55

Порівняльний аналіз хімічного складу свідчить, що плоди обліпихи та яблука істотно відрізняються за кислотністю, вмістом біологічно активних речовин і вуглеводним профілем. Обліпиха характеризується високим вмістом органічних кислот, вітаміну С, каротиноїдів і поліфенольних сполук, що визначає її виражену функціональну спрямованість, тоді як яблука містять більшу кількість цукрів і пектинових речовин, формуючи м'який смаковий профіль та сприятливі структуроутворювальні властивості. Поєднання цих видів сировини у складі пюре дозволяє збалансувати смак, кислотність і консистенцію напою, а також забезпечити комплексний внесок біологічно активних компонентів.

Яблука, що використовували для приготування наповнювача, повинні відповідати ДСТУ 8133:2015 Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови [45].

Відповідно до ДСТУ, свіжі яблука, призначені для перероблення, повинні бути стиглими, чистими, без ознак гниття, плісняви, сторонніх запахів і присмаків. Плоди мають відповідати вимогам щодо мінімального розміру, типової для сорту форми та забарвлення. Допускається обмежена кількість плодів із незначними поверхневими пошкодженнями, якщо це не впливає на якість пюре. Яблука повинні відповідати нормативам безпечності щодо вмісту важких металів, пестицидів і мікробіологічних показників [45].

Плоди обліпихи повинні бути стиглими, цілими, здоровими, без механічних пошкоджень, ознак гниття та плісняви, без сторонніх запахів і присмаків. Не допускається наявність домішок, сторонніх включень і плодів, уражених

шкідниками. Масова частка недостиглих або перезрілих плодів, а також механічно пошкоджених плодів не повинна перевищувати норм, установлених стандартом. Сировина має відповідати чинним санітарно-гігієнічним вимогам щодо вмісту токсичних елементів, пестицидів і мікробіологічних показників [46].

Інулін є природним розчинним полісахаридом фруктанового типу, що належить до групи дієтичних харчових волокон і широко застосовується у технологіях функціональних продуктів та напоїв.

За хімічною будовою інулін являє собою лінійний полімер, утворений залишками фруктози, з'єднаними β - (2 \rightarrow 1)-глікозидними зв'язками, часто з термінальним залишком глюкози. Така структура зумовлює його резистентність до дії травних ферментів у верхніх відділах шлунково-кишкового тракту людини та забезпечує прояв пребіотичних властивостей у товстому кишечнику.

Інулін не має власної солодкості або характеризується слабо вираженим солодким смаком, добре розчиняється у воді та здатний формувати колоїдні системи, що надає йому важливих технологічних функцій.

У харчових напоях інулін використовується як структуроутворювач і стабілізатор, сприяючи підвищенню в'язкості, формуванню однорідної текстури та зниженню схильності дисперсної системи до розшарування. Крім того, інулін здатний взаємодіяти з білками молочної сироватки та полісахаридами рослинного походження, що посилює стабільність багатокomпонентних напоїв і покращує їх сенсорні характеристики [47].

З нутриціологічної точки зору інулін розглядається як ефективний пребіотик, який стимулює ріст і метаболічну активність корисних мікроорганізмів кишечника, насамперед біфідобактерій і лактобацил.

У процесі мікробної ферментації інуліну утворюються коротколанцюгові жирні кислоти, що мають позитивний вплив на функціональний стан кишкового епітелію, регуляцію обміну речовин і загальний метаболічний баланс організму.

Хімічний склад і фізико-хімічні властивості інуліну наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Хімічний склад і фізико-хімічні властивості інуліну

Показник	Одиниці вимірювання	Типові значення
Масова частка сухих речовин	%	$\geq 95,0$
Вуглеводи (загальні)	%	95...99
у т.ч. інулін та олігофруктоза	%	90...95
Моносахариди (глюкоза, фруктоза)	%	≤ 5
Білки	%	$\leq 0,5$
Жири	%	$\leq 0,1$
Зольні речовини	%	$\leq 0,5$
Харчові волокна	%	≥ 90
Ступінь полімеризації (DP)	–	2...60
Розчинність у воді (20 °С)	г/100 г	10...15
Вологість	%	$\leq 5,0$
Активна кислотність (1% розчин)	pH	5,0...7,0

Інулін відповідно до вимог Codex Alimentarius [48] класифікується як дієтичне харчове волокно та дозволений до застосування у харчових продуктах функціонального призначення. Вода повинна відповідати вимогам [49].

2.3 Методика проведення досліджень

Усі зразки готували партіями масою 1,0 кг відповідно до розроблених рецептур, використовуючи однакові технологічні параметри з метою забезпечення коректності порівняльного аналізу. Молочну основу готували із солодкої молочної сироватки, яку попередньо фільтрували через марлю для видалення механічних домішок, після чого піддавали термічній обробці з метою зниження мікробного навантаження. Пастеризацію здійснювали при температурі $72 \pm 2^\circ\text{C}$ з витримкою 15...20 с, після чого сироватку охолоджували до температури $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Температурний режим контролювали за допомогою лабораторного термометра.

Плоди обліпихи та яблук перед переробленням у пюре сортували, видаляючи пошкоджені та нестандартні плоди, після чого промивали проточною питною водою. За потреби яблука очищали від насінневих камер і подрібнювали на частки.

Підготовлену рослинну сировину подрібнювали за допомогою лабораторного подрібнювача до отримання однорідного пюреподібного стану. З метою зниження ферментативного потемніння та стабілізації кольору пюре допускалося короткочасне бланшування при температурі 85...90°C протягом 1...2 хв із подальшим швидким охолодженням. Обліпихове та яблучне пюре змішували у встановлених співвідношеннях відповідно до схеми досліду. Інулін перед внесенням у напій попередньо диспергували у невеликій кількості пастеризованої сироватки температурою 40...45°C при постійному перемішуванні до повного розчинення та утворення однорідного розчину без грудкування. Отриманий розчин охолоджували до температури, близької до температури основної маси продукту.

Приготування напою здійснювали шляхом поетапного змішування компонентів. До відміряної кількості пастеризованої сироватки вносили відповідну кількість рослинного наповнювача та перемішували за допомогою лабораторної мішалки протягом 3...5 хв до отримання однорідної дисперсної системи. Після цього до суміші додавали розчин інуліну (для дослідних зразків) і продовжували перемішування ще 5 хв. Для контрольних зразків інулін не вводили, а об'єм напою компенсували відповідною кількістю сироватки. З метою підвищення однорідності та стабільності структури напою суміш піддавали гомогенізації на лабораторному гомогенізаторі або високошвидкісному міксері при частоті обертання 8 000...10 000 об/хв протягом 1...2 хв. Після гомогенізації напої за необхідності піддавали повторній короткочасній пастеризації при 65...70 °C протягом 10...15 хв, що дозволяло стабілізувати продукт без істотного впливу на його сенсорні властивості.

Готові зразки охолоджували до температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$, розливали у стерильні лабораторні ємності, маркували відповідно до коду зразка та зберігали в холодильнику до моменту проведення аналізів. Дослідження фізико-хімічних, реологічних і органолептичних показників проводили на свіжоприготовлених зразках, а також у динаміці зберігання відповідно до програми експерименту за стандартними методиками [49].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

3.1 Аналіз вмісту основних показників хімічного складу сироваткового напою з рослинним наповнювачем

Формування якості та функціональної спрямованості сироваткових напоїв значною мірою визначається їх хімічним складом, зокрема кислотно-цукровими показниками та масовою часткою сухих речовин. Зміна рецептури за рахунок введення рослинного наповнювача та функціонального інгредієнта інуліну зумовлює перерозподіл основних компонентів системи, що безпосередньо впливає на кислотність, вміст розчинних речовин і смаковий профіль напою.

Результати визначення активної та титрованої кислотності, масової частки сухих речовин і вмісту цукрів у контрольних і дослідних зразках сироваткового напою наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вміст основних показників хімічного складу сироваткового напою з рослинним наповнювачем

Код зразка	pH	Титрована кислотність, %	Масова частка сухих речовин, %	Цукри, %
C0	6,40 ± 0,03	0,16 ± 0,01	6,10 ± 0,08	4,70 ± 0,05
C30	3,60 ± 0,04	0,52 ± 0,01	11,20 ± 0,12	6,40 ± 0,07
C40	3,80 ± 0,05	0,47 ± 0,01	11,50 ± 0,10	6,80 ± 0,08
C50	4,00 ± 0,04	0,41 ± 0,01	11,80 ± 0,11	7,20 ± 0,09
A1	3,60 ± 0,04	0,54 ± 0,01	12,10 ± 0,13	6,40 ± 0,06
A2	3,70 ± 0,05	0,56 ± 0,01	13,00 ± 0,14	6,50 ± 0,07
A3	3,70 ± 0,04	0,58 ± 0,01	14,00 ± 0,15	6,60 ± 0,08
B1	3,80 ± 0,05	0,49 ± 0,01	12,40 ± 0,12	6,80 ± 0,07
B2	3,90 ± 0,04	0,50 ± 0,01	13,30 ± 0,14	6,90 ± 0,08
B3	3,90 ± 0,05	0,52 ± 0,01	14,30 ± 0,16	7,00 ± 0,09
D1	4,00 ± 0,04	0,43 ± 0,01	12,70 ± 0,13	7,20 ± 0,08
D2	4,10 ± 0,05	0,45 ± 0,01	13,60 ± 0,14	7,30 ± 0,09
D3	4,10 ± 0,04	0,47 ± 0,01	14,60 ± 0,16	7,40 ± 0,10

Подані в таблиці дані свідчать, що введення рослинного наповнювача суттєво змінює кислотно-цукровий профіль сироваткового напою порівняно з контрольним зразком без добавок. Контроль С0 характеризувався більш нейтральною реакцією середовища (рН 6,40) та найнижчими значеннями титрованої кислотності й масової частки сухих речовин, що є типовим для солодкої молочної сироватки.

Додавання обліпихово-яблучного пюре призводило до зниження рН до 3,60...4,00 та зростання титрованої кислотності до 0,41...0,52 %, причому найвищі значення кислотності спостерігалися у зразках із більшою часткою обліпихи. Зі збільшенням частки яблучного пюре (від 30:70 до 50:50) простежувалася тенденція до помірного підвищення рН та зниження титрованої кислотності, що свідчить про балансувальну роль яблука у формуванні кислотного профілю напою.

Введення інуліну у концентрації 1...3 % не спричиняло різких змін активної кислотності, однак супроводжувалося поступовим зростанням титрованої кислотності та, особливо, масової частки сухих речовин. Збільшення сухих речовин було пропорційним концентрації інуліну та підтверджує його ефективність як інгредієнта, що підвищує концентрацію розчинних компонентів напою.

Вміст цукрів у дослідних зразках зростає зі збільшенням частки яблучного пюре, тоді як введення інуліну істотно не впливає на даний показник, оскільки він не визначається стандартними методами кількісного аналізу цукрів.

3.2 Аналіз реологічних властивостей і стабільності сироваткового напою з рослинним наповнювачем

Реологічні властивості та агрегативна стабільність є ключовими показниками якості сироваткових напоїв, оскільки вони визначають споживчу привабливість, однорідність структури та стійкість продукту під час зберігання. Введення рослинного наповнювача зумовлює формування дисперсної системи, стабільність якої значною мірою залежить від вмісту гідроколоїдних компонентів і харчових волокон. У цьому контексті інулін відіграє важливу роль як структуроутворювач і стабілізатор, здатний впливати на в'язкість і запобігати фазовому розшаруванню

напою. Результати визначення в'язкості та показників стабільності контрольних і дослідних зразків сироваткового напою наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Реологічні властивості та стабільність сироваткових напоїв

Код зразка	В'язкість, мПа·с (20 °С)	Індекс стабільності, %	Візуальна оцінка структури
C0	1,6 ± 0,1	72,1 ± 3,2	Рідка, нестабільна
C30	2,8 ± 0,2	78,3 ± 3,6	Слабко структурована
C40	3,0 ± 0,2	80,2 ± 2,2	Помірно стабільна
C50	3,2 ± 0,2	82,4 ± 2,6	Помірно стабільна
A1	4,5 ± 0,3	88,1 ± 2,1	Однорідна
A2	6,2 ± 0,4	92,5 ± 2,2	Стабільна
A3	8,0 ± 0,5	95,3 ± 1,6	Високо стабільна
B1	4,8 ± 0,3	89,1 ± 2,2	Однорідна
B2	6,6 ± 0,4	93,3 ± 2,2	Стабільна
B3	8,4 ± 0,5	96,5 ± 1,2	Високо стабільна
D1	5,2 ± 0,3	90,3 ± 2,4	Однорідна
D2	7,0 ± 0,4	94,3 ± 2,7	Стабільна
D3	8,8 ± 0,5	97,2 ± 1,5	Високо стабільна

Отримані результати свідчать, що контрольний зразок без рослинного наповнювача та інуліну (C0) характеризується найнижчою в'язкістю та недостатньою стабільністю, що є типовим для рідких сироваткових систем. Введення обліпихово-яблучного пюре без інуліну (зразки C30-C50) забезпечувало лише помірне підвищення в'язкості та не гарантувало повної стабільності структури, що пояснюється обмеженим вмістом природних пектинових речовин у суміші пюре.

Додавання інуліну у концентрації 1...3 % зумовлювало істотне зростання в'язкості напоїв у всіх серіях зразків. При концентрації інуліну 1 % в'язкість зростала в середньому у 1,5 рази порівняно з відповідними контрольними зразками, тоді як при 3 % – у 2,5...3,0 рази. Така тенденція свідчить про ефективну участь інуліну у формуванні просторової сітки дисперсної системи та підвищенні її структурної міцності.

Показники стабільності також істотно покращувалися зі збільшенням концентрації інуліну. Для зразків з 2...3 % інуліну індекс стабільності досягав 92...97 %, що супроводжувалося відсутністю помітного розшарування та формуванням однорідної консистенції. Додатково встановлено, що зразки з вищою часткою яблучного пюре демонстрували дещо вищу стабільність, що може бути пов'язано з вмістом пектинових речовин у яблуках та їх синергетичною взаємодією з інуліном.

3.3 Аналіз вмісту біологічно активних речовин у сироватковому напої з рослинним наповнювачем

Біологічно активні речовини є визначальними показниками функціональної спрямованості напоїв, оскільки саме вони формують антиоксидантний потенціал продукту та його можливий позитивний вплив на організм людини. Для сироваткових напоїв з рослинним наповнювачем особливе значення мають фенольні сполуки, вітамін С та каротиноїди, джерелом яких є плоди обліпихи та яблук. Результати визначення вмісту фенольних сполук і вітамінів у контрольних та дослідних зразках сироваткового напою наведено в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Вміст біологічно активних речовин у зразках сироваткових напоїв

Код зразка	Фенольні сполуки, мг/100 г	Вітамін С, мг/100 г	Каротиноїди, мг/100 г
C0	12,0 ± 2,0	2,1 ± 0,2	0,1 ± 0,0
C30	145,0 ± 6,0	42,0 ± 2,0	1,8 ± 0,1
C40	132,0 ± 5,0	38,0 ± 2,0	1,6 ± 0,1
C50	118,0 ± 5,0	34,0 ± 2,0	1,4 ± 0,1
A1	150,0 ± 6,0	43,0 ± 2,0	1,9 ± 0,1
A2	152,0 ± 7,0	44,0 ± 2,0	2,0 ± 0,1
A3	155,0 ± 7,0	45,0 ± 2,0	2,1 ± 0,1
B1	138,0 ± 5,0	39,0 ± 2,0	1,7 ± 0,1
B2	140,0 ± 6,0	40,0 ± 2,0	1,8 ± 0,1
B3	142,0 ± 6,0	41,0 ± 2,0	1,9 ± 0,1
D1	122,0 ± 5,0	35,0 ± 2,0	1,5 ± 0,1
D2	124,0 ± 5,0	36,0 ± 2,0	1,6 ± 0,1
D3	126,0 ± 6,0	37,0 ± 2,0	1,7 ± 0,1

Отримані результати констатують, що контрольний зразок без рослинного наповнювача (C0) характеризується мінімальним вмістом фенольних сполук, вітаміну С та каротиноїдів, що підтверджує обмежену функціональну цінність молочної сироватки як джерела антиоксидантів. Введення обліпихово-яблучного пюре зумовлює різке зростання концентрації біологічно активних речовин у напоях, при цьому найбільші значення спостерігаються у зразках з вищою часткою обліпихи.

Зі збільшенням частки яблучного пюре (від 30:70 до 50:50) простежується тенденція до зниження вмісту фенольних сполук, вітаміну С та каротиноїдів, що пояснюється істотно нижчим рівнем цих компонентів у яблуках порівняно з обліпихою.

Вміст фенольних сполук у дослідних зразках коливався в межах 118...155 мг/100 г, а концентрація вітаміну С – 34...45 мг/100 г, що дозволяє віднести напої до продуктів з підвищеною біологічною цінністю.

Введення інуліну не спричинило істотного зниження вмісту біологічно активних речовин; навпаки, у зразках з 2...3 % інуліну відзначалася тенденція до незначного зростання визначуваних концентрацій. Це може бути пов'язано з покращенням стабільності дисперсної системи та зниженням втрат біологічно активних сполук у процесі підготовки та зберігання напоїв.

Таким чином, використання обліпихово-яблучного наповнювача забезпечує суттєве збагачення сироваткового напою антиоксидантними компонентами, а інулін сприяє збереженню їх концентрації у готовому продукті.

3.4 Органолептична оцінка сироваткового напою з рослинним наповнювачем

Органолептичні показники є визначальними для споживчої привабливості сироваткових напоїв, оскільки саме вони формують загальне сенсорне сприйняття продукту та готовність споживача до його регулярного вживання. Для напоїв з молочної сироватки особливо важливим є досягнення балансу між кислотністю,

солодкістю, ароматом рослинних компонентів і консистенцією, а також відсутність сторонніх присмаків і ознак розшарування.

Результати органолептичної оцінки контрольних і дослідних зразків сироваткового напою наведено в таблиці 3.4 та рисунках 3.1 – 3.4.

Таблиця 3.4

Органолептична оцінка зразків сироваткових напоїв

Код зразка	Зовнішній вигляд	Колір	Аромат	Смак	Консистенція	Загальна оцінка
C0	$3,2 \pm 0,4$	$3,0 \pm 0,5$	$3,1 \pm 0,4$	$3,0 \pm 0,5$	$2,9 \pm 0,5$	3,04
C30	$3,8 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,3$	$3,9 \pm 0,4$	$3,6 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,4$	3,74
C40	$4,0 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3$	$4,0 \pm 0,3$	$3,9 \pm 0,4$	$3,7 \pm 0,4$	3,96
C50	$4,2 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	$3,9 \pm 0,3$	4,12
A1	$4,4 \pm 0,3$	$4,5 \pm 0,2$	$4,3 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3$	4,34
A2	$4,6 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,3$	$4,4 \pm 0,2$	4,52
A3	$4,5 \pm 0,3$	$4,6 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3$	$4,5 \pm 0,2$	4,44
B1	$4,5 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,2$	4,44
B2	$4,7 \pm 0,2$	$4,7 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$	4,62
B3	$4,6 \pm 0,2$	$4,7 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,3$	$4,6 \pm 0,2$	4,56
D1	$4,6 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,3$	$4,5 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,2$	4,48
D2	$4,8 \pm 0,2$	$4,7 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$4,7 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	4,68
D3	$4,7 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$4,7 \pm 0,2$	4,68

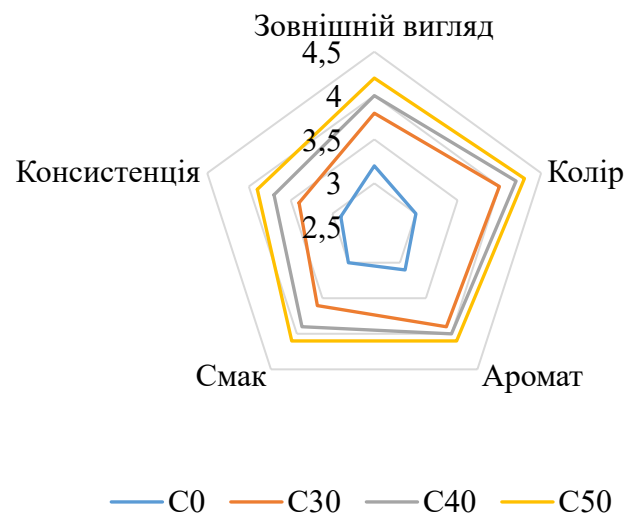


Рис. 3.1. Профілограма органолептичних показників зразків сироваткових напоїв: для зразків C0 – C50.

Отримані результати органолептичної оцінки свідчать, що контрольний зразок без рослинного наповнювача та інуліну (C0) характеризується найнижчими

сенсорними показниками, що зумовлено водянистою консистенцією, слабо вираженим ароматом і невиразним смаком.

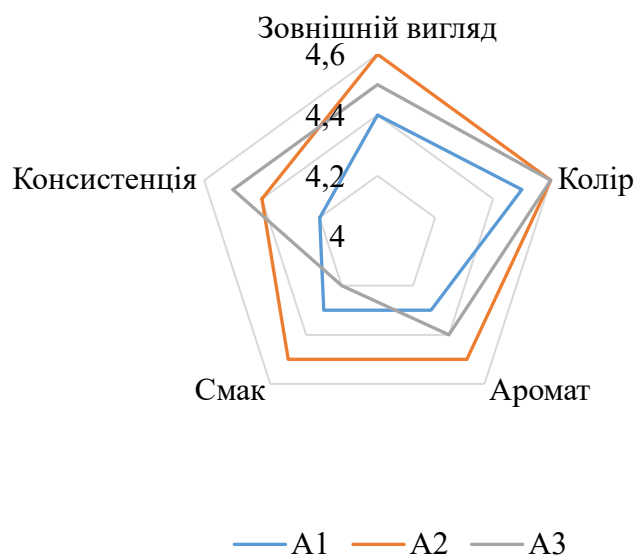


Рис. 3.2. Профілограма органолептичних показників зразків сироваткових напоїв: для зразків А1 – А3.

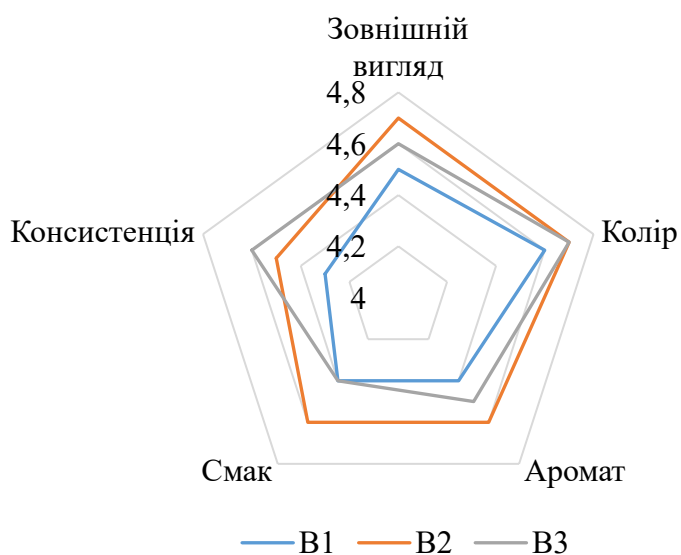


Рис. 3.3. Профілограма органолептичних показників зразків сироваткових напоїв: для зразків В1 – В3.

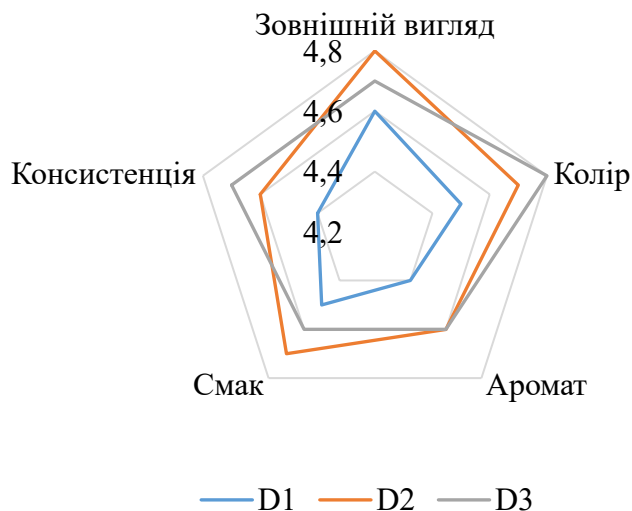


Рис. 3.4. Профілограма органолептичних показників зразків сироваткових напоїв:
для зразків D1 – D3.

Введення обліпихово-яблучного пюре без інуліну (зразки С30...С50) покращувало колір і аромат напоїв, однак їх консистенція залишалася недостатньо стабільною, що негативно впливало на загальну оцінку.

Додавання інуліну суттєво підвищувало органолептичну оцінку напоїв у всіх серіях дослідів. Найбільш виражений позитивний ефект спостерігався при концентрації інуліну 2 %, що забезпечувало формування однорідної, приємно в'язкої консистенції та гармонійного смаку без надмірної густоти. Зразки з 3 % інуліну характеризувалися високими оцінками консистенції, однак у частини дегустаторів відмічалось відчуття надмірної густини.

Аналіз впливу співвідношення обліпихового та яблучного пюре показав, що зразки з більшою часткою яблука відзначалися м'якшим, більш збалансованим смаком, тоді як підвищений вміст обліпихи посилював кислотність і характерний ягідний аромат. Найвищі загальні органолептичні оцінки отримали зразки В2 та D2, які поєднували оптимальне співвідношення рослинного наповнювача з концентрацією інуліну 2 %.

3.5 Визначення енергетичної цінності сироваткового напою з рослинним наповнювачем

Енергетична цінність є важливим показником харчової цінності напоїв, оскільки вона характеризує їх внесок у добовий енергетичний баланс раціону. Для сироваткових напоїв функціонального призначення особливого значення набуває не лише загальний рівень калорійності, а й структура енергетичного внеску основних макронутрієнтів. У зв'язку з цим розрахунок енергетичної цінності розроблених напоїв здійснювали з урахуванням вмісту білків, жирів і вуглеводів у вихідній сировині, а також енергетичної специфіки інуліну.

Вміст основних макронутрієнтів у сировині, призначеній для виробництва напоїв наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Вміст макронутрієнтів у сировині, використаній для виготовлення сироваткових напоїв

Інгредієнт	Білки, г/100 г	Жири, г/100 г	Вуглеводи, г/100 г	Примітка
Молочна сироватка (солодка)	0,78±0,03	0,07±0,01	4,9±0,1	Вуглеводи представлені переважно лактозою
Обліпихове пюре	0,92±0,02	5,81±0,31	5,2±0,2	Жири зумовлені ліпідами м'якоті та насіння
Яблучне пюре	0,38±0,04	0,18±0,11	11,4±1,2	Вуглеводи – моно- та дисахариди
Інулін	-	-	95,0±1,8	Вуглеводи у формі харчових волокон

Енергетичну цінність (ЕЦ) дослідних зразків напоїв розраховували за формулою:

$$E_{цн} = 4 \cdot \sum \text{білків} + 9 \cdot \sum \text{жирів} + 4 \cdot \sum \text{вуглеводів} + 1,5 \cdot \sum \text{хар. волокон}$$

Слід зазначити, що інулін належить до харчових волокон, тому при розрахунку енергетичної цінності було використано коефіцієнт 1,5 ккал/г, а не 4 ккал/г, як для засвоюваних вуглеводів.

Результати визначень ЕЦ представлені в на рисунку 3.5.

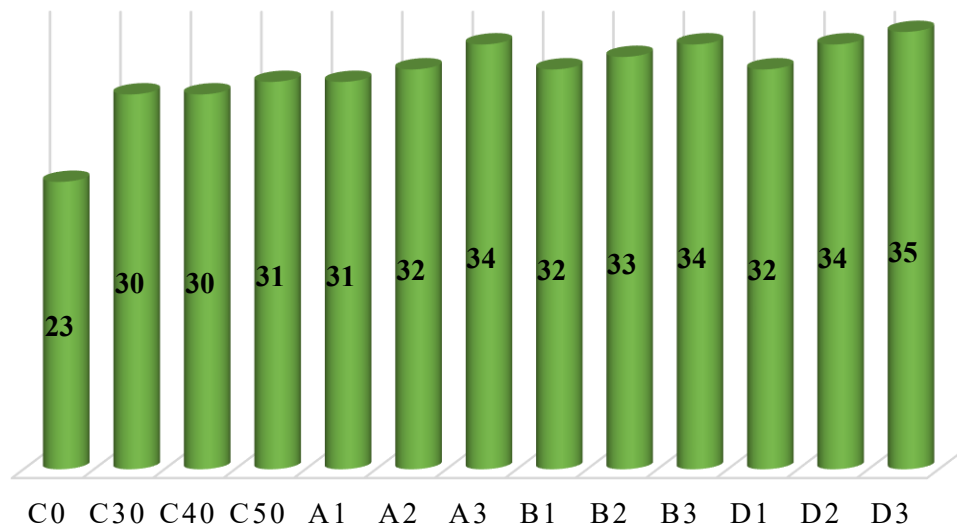


Рис. 3.5. Енергетична цінність зразків сироваткових напоїв, ккал/100 г.

Отримані результати розрахунку енергетичної цінності сироваткових напоїв свідчать про закономірне зростання калорійності при введенні рослинного наповнювача та інуліну порівняно з контрольним зразком без добавок. Контрольний зразок C0 характеризується найнижчою енергетичною цінністю (23 ккал/100 г), що зумовлено низьким вмістом сухих речовин і мінімальною кількістю засвоюваних вуглеводів.

Додавання обліпихово-яблучного пюре без інуліну (зразки C30-C50) забезпечує підвищення енергетичної цінності до 30...31 ккал/100 г, що пов'язано насамперед із внеском природних цукрів фруктової сировини. При цьому зі збільшенням частки яблучного пюре спостерігається незначна тенденція до зростання калорійності, що узгоджується з вищим вмістом вуглеводів у яблуках порівняно з обліпихою.

Введення інуліну у концентрації 1-3 % призводить до подальшого, але помірного підвищення енергетичної цінності напоїв – до 32...35 ккал/100 г. Зростання калорійності є поступовим і пропорційним концентрації інуліну, що пояснюється його частковою ферментованістю та зниженою енергетичною відповіддю порівняно з засвоюваними вуглеводами. При цьому навіть максимальні

значення енергетичної цінності залишаються характерними для низькокалорійних напоїв.

Комплексний аналіз результатів досліджень хімічного складу, реологічних властивостей, вмісту біологічно активних речовин, органолептичних показників та енергетичної цінності сироваткових напоїв дозволив встановити взаємозв'язок між рецептурними факторами та якісними характеристиками готового продукту. Введення обліпихово-яблучного рослинного наповнювача забезпечує формування вираженого смако-ароматичного профілю, підвищення вмісту фенольних сполук, вітаміну С та каротиноїдів, а також істотно змінює кислотно-цукрові показники напою. Варіювання співвідношення обліпихового та яблучного пюре дозволяє цілеспрямовано регулювати кислотність і сенсорні властивості продукту, при цьому підвищення частки яблучного пюре сприяє пом'якшенню смаку та підвищенню споживчої прийнятності.

Введення інуліну у концентрації 1-3 % істотно впливає на структурно-реологічні характеристики напоїв, забезпечуючи зростання в'язкості та агрегативної стабільності, а також сприяє збереженню біологічно активних речовин у готовому продукті. Разом з тим підвищення концентрації інуліну понад 2 % у ряді зразків супроводжується формуванням надмірно густої консистенції, що відображається на органолептичній оцінці та може обмежувати споживчу привабливість напою.

Зіставлення всіх досліджених показників свідчить, що найбільш збалансованими властивостями характеризується зразок В2, який містить 20 % обліпихово-яблучного пюре у співвідношенні 40:60 та 2 % інуліну. Даний варіант поєднує оптимальний рівень кислотності ($\text{pH} \approx 3,9$), підвищений вміст біологічно активних речовин, високу агрегативну стабільність і в'язкість без надмірного загущення, а також найвищу органолептичну оцінку (понад 4,6 бали). Енергетична цінність зразка В2 становить близько 33 ккал/100 г, що дозволяє віднести його до низькокалорійних функціональних напоїв.

Таким чином, варіант В2 може бути рекомендований як оптимальний з погляду поєднання технологічних, функціональних і споживчих характеристик та

розглянутий як базова рецептура для подальшого впровадження у виробничих умовах.

Висновки до розділу 3

1. Аналіз хімічного складу сироваткового напою показав, що введення обліпихово-яблучного пюре та інуліну суттєво впливає на кислотно-цукровий профіль і масову частку сухих речовин. Рослинний наповнювач зумовлює зниження рН і підвищення титрованої кислотності, причому співвідношення обліпихи та яблука дозволяє регулювати інтенсивність кислотності напою. Інουλін практично не впливає на активну кислотність, але забезпечує прогнозоване зростання сухих речовин, тоді як вміст цукрів визначається переважно часткою яблучного пюре.

2. У результаті досліджень встановлено, що введення рослинного наповнювача без структуроутворювальних добавок забезпечує лише обмежене підвищення в'язкості та не гарантує повної стабільності сироваткового напою. Додавання інуліну у концентрації 1-3 % зумовлює істотне зростання в'язкості та покращення агрегативної стабільності напоїв, причому найбільш виражений ефект спостерігається при концентраціях 2-3 %.

3. Установлено, що введення обліпихово-яблучного пюре забезпечує зростання вмісту фенольних сполук у 10...13 разів та вітаміну С у 15...20 разів порівняно з чистою сироваткою. Найвищі показники біологічно активних речовин характерні для зразків з більшою часткою обліпихи, тоді як інουλін не знижує їх концентрацію і сприяє стабілізації функціонального складу напою.

4. Установлено, що введення інуліну у концентрації 2 % забезпечує найкращі органолептичні характеристики сироваткового напою, формуючи однорідну консистенцію, гармонійний смак і виражений аромат рослинних компонентів. Співвідношення обліпихового та яблучного пюре дозволяє коригувати сенсорний профіль напою, причому найбільш збалансованими є зразки з підвищеною часткою яблучного пюре.

5. Установлено, що енергетична цінність сироваткових напоїв зростає з 23 до 35 ккал/100 г залежно від складу рецептури. Введення рослинного наповнювача забезпечує підвищення калорійності до 30...31 ккал/100 г, тоді як додавання інуліну у концентрації 1...3 % зумовлює її подальше зростання до 32...35 ккал/100 г без переходу продукту до категорії висококалорійних напоїв.

6. Установлено, що енергетична цінність сироваткових напоїв зростає з 23 до 35 ккал/100 г залежно від складу рецептури. Введення рослинного наповнювача забезпечує підвищення калорійності до 30...31 ккал/100 г, тоді як додавання інуліну у концентрації 1-3 % зумовлює її подальше зростання до 32...35 ккал/100 г без переходу продукту до категорії висококалорійних напоїв.

7. Узагальнення результатів експериментальних досліджень показало, що оптимальний баланс хімічного складу, реологічних властивостей, вмісту біологічно активних речовин, органолептичних показників та енергетичної цінності досягається при використанні 20 % рослинного наповнювача у співвідношенні обліпіха : яблуко 40:60 та введенні інуліну в кількості 2 %, що забезпечує формування стабільного, сенсорно привабливого та функціонально спрямованого напою.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Класичний технологічний процес виробництва напоїв на основі молочної сироватки

У промислових умовах виробництво напоїв на основі молочної сироватки здійснюється з метою раціонального використання вторинної молочної сировини та отримання продуктів з помірною енергетичною цінністю і приємними сенсорними властивостями. Технологічний процес базується на використанні рідкої молочної сироватки, що утворюється при виробництві сиру або казеїну, та включає комплекс послідовних операцій очищення, нормалізації, теплової обробки й фасування.

На першому етапі здійснюють приймання та тимчасове зберігання молочної сироватки. Сироватку приймають у виробничі резервуари з нержавіючої сталі (приймальні ємності, танки-накопичувачі), обладнані системами охолодження та мішалками. На цьому етапі проводять вхідний контроль якості за органолептичними показниками, активною кислотністю, масовою часткою сухих речовин і відсутністю сторонніх домішок [50].

Далі сироватку піддають механічному очищенню, яке здійснюють на фільтрах грубого та тонкого очищення або сепараторах-очисниках. Метою цієї операції є видалення залишків білкових згустків, механічних домішок і часток коагульованого казеїну, що можуть негативно впливати на стабільність напою та роботу теплообмінного обладнання.

Наступною операцією є нормалізація складу сироватки, яка може включати корекцію масової частки сухих речовин або кислотності. У класичній технології без рослинних добавок нормалізацію зазвичай проводять шляхом розведення сироватки питною водою або, навпаки, частковим концентруванням. Для цього

застосовують змішувальні ємності з мішалками, а у разі концентрування – випарні установки, якщо передбачено підвищення вмісту білків [51].

Після нормалізації здійснюють теплову обробку, основною метою якої є забезпечення мікробіологічної безпеки та стабілізації продукту. У промисловій практиці застосовують пластинчасті або трубчасті пастеризаційні установки. Типові режими пастеризації для сироваткових напоїв становлять 72...75 °С з витримкою 15...20 с або 85...90 °С без витримки. Вибір режиму залежить від початкової мікробіологічної контамінації та запланованого терміну зберігання.

У ряді технологічних схем після пастеризації може застосовуватися гомогенізація, особливо якщо напій містить залишкову жирову фракцію або додаткові інгредієнти (наприклад, цукор чи ароматизатори). Гомогенізацію проводять на двоступеневих гомогенізаторах високого тиску при тиску 10...20 МПа, що сприяє підвищенню однорідності продукту та поліпшенню його сенсорних властивостей.

Після теплової обробки напій піддають охолодженню до температури 4...6 °С у тій самій пастеризаційно-охолоджувальній установці або в окремих пластинчастих теплообмінниках. Охолоджений продукт надходить у проміжні ізотермічні резервуари, з яких здійснюється подача на фасування.

Завершальним етапом є фасування та пакування, яке проводять на автоматичних лініях розливу у полімерну або скляну тару. Фасування здійснюють у санітарно контрольованих умовах з мінімальним доступом повітря для зниження ризику вторинного мікробіологічного забруднення. Після фасування продукт маркують та направляють на склад готової продукції з холодильним режимом зберігання [52].

4.2 Удосконалена технологія виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем

Удосконалена технологія виробництва сироваткового напою з обліпихово-яблучним наповнювачем та інуліном ґрунтується на класичній схемі перероблення

молочної сироватки, однак доповнюється операціями підготовки рослинної сировини, введення пребіотичного інгредієнта та оптимізованими режимами гомогенізації й теплової обробки, що забезпечують стабільність багатокомпонентної молочно-рослинної дисперсної системи та формування заданих фізико-хімічних і сенсорних властивостей продукту. Вона представлена на рисунку 4.1.

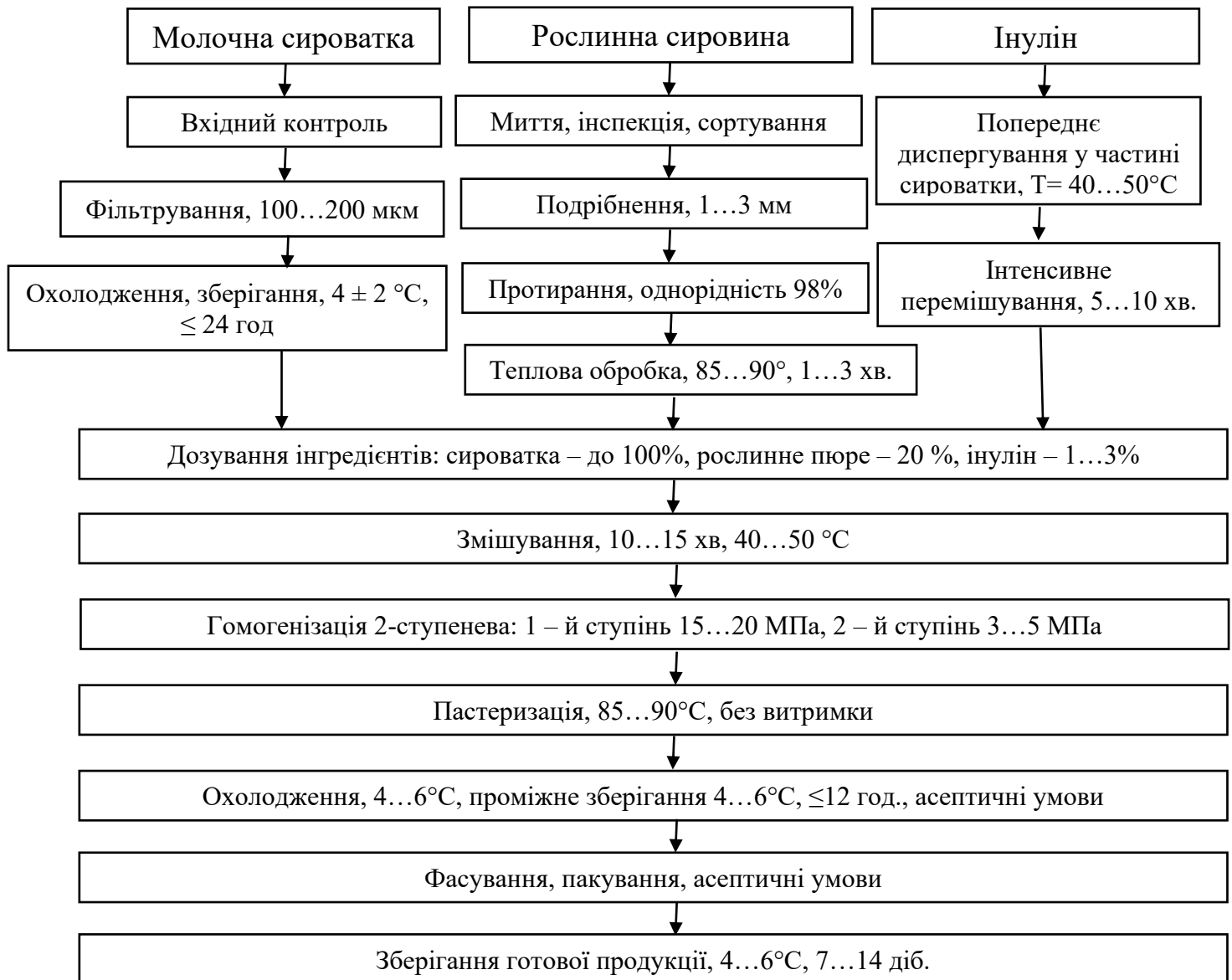


Рис. 4.1. Удосконалена технологічна схема виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем.

Технологічний процес починається з приймання молочної сироватки, яку подають у приймальні резервуари з нержавіючої сталі, оснащені мішалками та

охолоджувальними сорочками. Температура сироватки при прийманні не повинна перевищувати 10 °С, а під час тимчасового зберігання підтримується на рівні 4 ± 2 °С. На цьому етапі здійснюють вхідний контроль якості, що включає визначення активної кислотності (рН 6,2...6,6 для солодкої сироватки), титрованої кислотності, органолептичних показників та відсутності механічних домішок. За потреби проводять механічне очищення сироватки на фільтрах або сепараторах-очисниках.

Паралельно здійснюють підготовку рослинної сировини. Плоди обліпихи та яблука подають на миття у мийні машини флотаційного типу, де їх обробляють проточною питною водою при температурі 15...20 °С з метою видалення механічних забруднень. Після миття сировину інспектують на інспекційних транспортерах з ручним відбором нестандартних плодів. Яблука за необхідності очищують від насінневих камер і подрібнюють на шматки розміром 10...15 мм, тоді як обліпиху подають на перероблення цілими ягодами.

Подрібнення плодів здійснюють у подрібнювачах або протиральних машинах з діаметром отворів сит 0,5...1,0 мм до отримання однорідної пюреподібної маси. Для інактивації окиснювальних ферментів і зниження мікробного навантаження пюре піддають короткочасній тепловій обробці. Бланшування проводять у трубчастих або пластинчастих теплообмінниках при температурі 85...90 °С з витримкою 60...120 с, після чого пюре швидко охолоджують до 30...35 °С. Такий режим дозволяє зменшити ферментативне потемніння, стабілізувати колір і зберегти значну частину біологічно активних речовин, зокрема вітаміну С та поліфенолів. Підготовлене пюре дозують у кількості 20 % від маси напою відповідно до заданого співвідношення обліпихового та яблучного компонентів. Дозування і змішування здійснюють у змішувальних ємностях з мішалками при температурі 35...40 °С. На цьому ж етапі вводять інулін у концентрації 1...3 %. Для запобігання грудкуванню інулін попередньо диспергують у частині підігрітої сироватки (40...45 °С) з інтенсивним перемішуванням до повного гідратаційного набухання, після чого вводять у загальну суміш. Тривалість змішування становить 10...15 хв до досягнення повної

однорідності системи. Сформовану рецептурну суміш піддають гомогенізації, яка є ключовим етапом удосконаленої технології.

Процес проводять на двоступеневих гомогенізаторах високого тиску при загальному тиску 15...20 МПа (перший ступінь – 12...15 МПа, другий – 3...5 МПа). Гомогенізація забезпечує диспергування частинок рослинного пюре, рівномірний розподіл інуліну в об'ємі продукту та формування стабільної структури напою з підвищеною в'язкістю.

Після гомогенізації суміш піддають пастеризації у пластинчастих пастеризаційних установках. Рекомендований режим становить 85...90 °С без витримки або з короткою витримкою до 10 с, що забезпечує мікробіологічну безпеку продукту при мінімальних втратах термолабільних біологічно активних речовин. Одразу після пастеризації напій охолоджують у тій самій установці або в окремому пластинчастому теплообміннику до температури 4...6 °С.

Охолоджений напій направляють у проміжні ізотермічні резервуари, де він зберігається не більше 4...6 годин перед фасуванням.

Фасування здійснюють на автоматичних лініях розливу в асептичних або напівасептичних умовах у полімерну або комбіновану тару.

Після пакування продукт маркують та направляють на зберігання у холодильні камери при температурі 4 ± 2 °С.

У таблиці 4.1 наведена порівняльна характеристика класичної та удосконаленої технології виробництва сироваткових напоїв.

Таблиця 4.1

**Порівняльна характеристика класичної та удосконаленої технології
виробництва сироваткових напоїв**

Ознака	Класична технологія сироваткового напою	Удосконалена технологія
Сировинна основа	Молочна сироватка	Сироватка + обліпихово-яблучне пюре + інулін
Кількість компонентів	Обмежена	Багатокомпонентна
Підготовка рослинної сировини	Відсутня	Миття, подрібнення, теплова обробка
Гомогенізація	Не завжди застосовується	Обов'язковий етап
Стабільність продукту	Обмежена	Висока (92...97 %)
В'язкість	Низька	Керована, підвищена

Біологічна цінність	Низька	Підвищена (антиоксиданти, вітамін С)
Функціональна спрямованість	Відсутня	Пребіотична, антиоксидантна
Енергетична цінність	Низька	Низька, але контрольована
Ринкове позиціонування	Напій загального призначення	Функціональний напій

Таким чином, удосконалена технологічна схема забезпечує отримання стабільного сироваткового напою з контрольованими фізико-хімічними, реологічними та сенсорними властивостями, високою біологічною цінністю та низькою енергетичною цінністю, що створює передумови для його ефективного промислового впровадження.

Висновок до розділу 4

1. У результаті аналізу та удосконалення технологічного процесу виробництва сироваткового напою встановлено, що інтеграція операцій підготовки рослинної сировини, введення інуліну та оптимізованих режимів гомогенізації й пастеризації забезпечує формування стабільної молочно-рослинної дисперсної системи з керованими фізико-хімічними та реологічними властивостями.

2. Запропонована технологічна схема дозволяє отримати напій з підвищеною біологічною цінністю, однорідною консистенцією та високими органолептичними показниками за рахунок чітко регламентованих параметрів кожного етапу процесу.

РОЗДІЛ 5

SWOT-АНАЛІЗ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СИРОВАТКОВОГО НАПОЮ З РОСЛИННИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

SWOT-аналіз є ефективним інструментом стратегічної оцінки технологічних рішень, який дозволяє комплексно проаналізувати внутрішні та зовнішні чинники, що визначають перспективи впровадження харчових технологій у виробничих умовах.

Застосування SWOT-аналізу у даній роботі спрямоване на систематизацію результатів експериментальних досліджень та виявлення сильних і слабких сторін розробленої технології сироваткового напою з обліпихово-яблучним рослинним наповнювачем та інуліном, а також на формування науково обґрунтованих передумов для її подальшого вдосконалення та комерціалізації.

Результати першого етапу SWOT-аналізу, що характеризує внутрішні сильні та слабкі сторони розробленої технології, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Аналіз сильних та слабких сторін удосконаленої технології виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
S1. Керований кислотно-цукровий профіль напою. Активна кислотність у дослідних зразках знаходиться в межах рН 3,6...4,1, титрована кислотність – 0,41...0,58 %, що забезпечує приємний освіжаючий смак і мікробіологічну стабільність продукту.	W1. Чутливість кислотності до співвідношення рослинного наповнювача. Зміна частки обліпихового пюре суттєво впливає на рН і кислотність напою, що потребує точного контролю рецептури.
S2. Підвищена біологічна цінність продукту. Вміст фенольних сполук досягає 155,0 мг/100 г, вітаміну С – 45,0 мг/100 г, каротиноїдів – 2,1 мг/100 г, що дозволяє позиціювати напій як функціональний.	W2. Втрати термолабільних сполук. Частина вітаміну С та поліфенолів може деградувати під час теплової обробки та зберігання.

<p>S3. Висока агрегативна стабільність при використанні інуліну. При концентрації інуліну 2...3 % індекс стабільності напоїв досягає 92...97 %, без візуального розшарування.</p>	<p>W3. Ризик надмірного загущення. Введення інуліну у кількості 3 % може призводити до надмірної в'язкості та зниження сенсорної прийнятності.</p>
<p>S4. Високі органолептичні показники. Загальна дегустаційна оцінка становить 4,4...4,7 бали, з максимальними значеннями для зразків із концентрацією інуліну 2 %.</p>	<p>W4. Суб'єктивність сенсорної оцінки. Органолептичні показники базуються на дегустації та можуть потребувати розширення панелі експертів.</p>
<p>S5. Низька енергетична цінність. Калорійність напоїв знаходиться в межах 23...35 ккал/100 г, що дозволяє віднести їх до низькокалорійних продуктів.</p>	<p>W5. Обмежений діапазон варіації калорійності. Різниця між мінімальними та максимальними значеннями енергетичної цінності не перевищує 12 ккал/100 г.</p>
<p>S6. Гнучкість рецептурного дизайну. Варіювання співвідношення обліпихового та яблучного пюре й концентрації інуліну дозволяє адаптувати напій до різних споживчих сегментів.</p>	<p>W6. Ускладнення рецептури. Використання комбінованої молочно-рослинної системи потребує точного дотримання технологічних режимів.</p>
<p>S7. Використання локальної рослинної сировини. Обліпиха та яблука є доступними для України, що знижує сировинні ризики та підвищує стійкість виробництва.</p>	<p>W7. Варіабельність властивостей рослинної сировини. Хімічний склад плодів залежить від сорту, року врожаю та умов зберігання.</p>

Аналіз сильних сторін розробленої технології свідчить про її високу технологічну керованість і функціональну спрямованість. Ключовою перевагою є можливість регулювання кислотно-цукрового профілю напою в межах, що забезпечують приємні сенсорні властивості та стабільність продукту. Значний вміст біологічно активних речовин, зокрема фенольних сполук, вітаміну С та каротиноїдів, дозволяє позиціювати напій як функціональний продукт з антиоксидантною дією.

Важливою сильною стороною є використання інуліну, який виконує подвійну функцію – забезпечує агрегативну стабільність і підвищує харчову цінність напою без істотного збільшення його енергетичної цінності. Високі

органолептичні показники дослідних зразків підтверджують споживчу привабливість продукту та доцільність обраних рецептурних рішень. Окремо слід відзначити використання локальної рослинної сировини, що підвищує економічну та логістичну стійкість технології.

Водночас виявлені слабкі сторони пов'язані переважно з чутливістю технологічного процесу до рецептурних коливань і властивостей сировини. Варіабельність хімічного складу обліпихи та яблук може впливати на відтворюваність показників кислотності та біологічної цінності, що потребує додаткових заходів контролю якості. Крім того, підвищення концентрації інуліну понад оптимальні значення може призводити до надмірного загущення напою, що обмежує діапазон допустимих рецептурних рішень. До слабких сторін також належить потенційна втрата термолабільних біологічно активних сполук у процесі теплової обробки, що актуалізує питання оптимізації технологічних режимів.

Другий етап SWOT-аналізу спрямований на оцінювання зовнішніх чинників, які визначають можливості та потенційні ризики впровадження розробленої технології сироваткового напою у виробничу практику; результати цього етапу узагальнено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

**Аналіз сприятливих можливостей та загроз впровадження технології
виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем**

Сприятливі можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
O1. Зростання попиту на функціональні та низькокалорійні напої. Енергетична цінність 23...35 ккал/100 г відповідає сучасним трендам здорового харчування та «light»-продуктів.	T1. Посилення регуляторних вимог до функціональних заяв. Декларування пребіотичних або антиоксидантних властивостей може потребувати додаткових наукових підтверджень.
O2. Орієнтація на споживачів, що контролюють вуглеводне навантаження. Низький вміст цукрів і використання інуліну розширюють потенційну аудиторію продукту.	T2. Висока конкуренція на ринку функціональних напоїв, зокрема з боку імпортованих продуктів та напоїв на рослинній основі.

<p>O3. Використання локальної рослинної сировини. Обліпиха та яблука є доступними в Україні, що знижує логістичні витрати та підтримує принципи сталого розвитку.</p>	<p>T3. Сезонна та сортова варіабельність плодової сировини, яка може впливати на стабільність кольору, кислотності та біологічної цінності напою.</p>
<p>O4. Можливість формування продуктової лінійки. Варіювання співвідношення пюре та концентрації інуліну дозволяє створювати напої з різним смаковим і функціональним профілем.</p>	<p>T4. Ризик зниження сенсорної прийнятності при надмірному загущенні, особливо за концентрації інуліну понад оптимальні значення.</p>
<p>O5. Потенціал розширення асортименту. Технологія може бути адаптована для інших фруктово-ягідних наповнювачів або комбінованих пребіотичних систем.</p>	<p>T5. Коливання вартості інуліну та фруктової сировини, що може впливати на собівартість готового продукту.</p>
<p>O6. Актуальність для сегментів HoReCa та крафтового виробництва, де високо цінуються натуральність, функціональність і локальна сировина.</p>	<p>T6. Технологічні ризики масштабування, пов'язані з необхідністю адаптації режимів пастеризації, гомогенізації та стабілізації.</p>

Аналіз сприятливих можливостей свідчить, що розроблена технологія добре узгоджується з актуальними тенденціями розвитку ринку напоїв, зокрема зростанням попиту на функціональні, низькокалорійні та натуральні продукти. Низька енергетична цінність у поєднанні з використанням інуліну та рослинних компонентів створює передумови для позиціонування напою у сегменті продуктів здорового харчування. Важливою конкурентною перевагою є використання локальної сировини, що відповідає концепції сталого розвитку та може бути використано як елемент маркетингової стратегії.

Водночас ідентифіковані загрози вказують на необхідність ретельного технологічного та регуляторного супроводу при впровадженні продукту. Посилення вимог до маркування функціональних напоїв та необхідність наукового підтвердження заявлених властивостей можуть ускладнювати комерціалізацію продукту. Додатковими ризиками є сезонна нестабільність рослинної сировини та

можливі труднощі масштабування технології, що потребує адаптації лабораторно відпрацьованих режимів до промислових умов.

На основі ідентифікованих сильних і слабких сторін технології, а також сприятливих можливостей і потенційних загроз зовнішнього середовища, сформовано матрицю SWOT-стратегій, яка дозволяє окреслити напрями ефективного впровадження та розвитку розробленого сироваткового напою (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Матриця SWOT-стратегій впровадження технології виробництва сироваткового напою з обліпихово-яблучним наповнювачем та інуліном

	Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
Можливості (O)	<p>SO – стратегії розвитку</p> <ul style="list-style-type: none"> Використати поєднання низької енергетичної цінності (23...35 ккал/100 г) та високої біологічної цінності (до 155 мг ГАЕ/100 г фенольних сполук, 45 мг/100 г вітаміну С) (S2, S5) для позиціонування напою у сегменті функціональних і wellness-продуктів (O1, O2). Застосувати керований кислотно-цукровий профіль (рН 3,6...4,1; ТК 0,41...0,58 %) і стабільну структуру за рахунок інуліну (S1, S3) для формування лінійки напоїв з різним смаковим і функціональним акцентом (O4, O5). Використати локальну рослинну сировину та clean-label підхід (S6, S7) для виходу на сегмент HoReCa й крафтового виробництва (O3, O6). 	<p>WO – стратегії розвитку з компенсацією слабких сторін</p> <ul style="list-style-type: none"> Компенсувати ризик надмірного загущення при підвищених концентраціях інуліну (W3) шляхом оптимізації його вмісту на рівні 2 % та корекції режимів гомогенізації (O4). Нівелювати варіабельність властивостей рослинної сировини (W7) через сезонну стандартизацію рецептур і купажування пюре (O3). Зменшити втрати термолабільних сполук (W2) шляхом оптимізації температурно-часових режимів пастеризації (O5).
Загрози (T)	<p>ST – стратегії захисту з опорою на сильні сторони</p>	<p>WT – стратегії мінімізації ризиків</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Протидіяти конкуренції з імпортними функціональними напоями (T2) за рахунок доведених переваг за біологічною та енергетичною цінністю (S2, S5). • Використати високі органолептичні оцінки (4,6...4,7 бала) та натуральний склад (S4, S7) у комунікаційних і дегустаційних стратегіях для підвищення споживчої лояльності (T4). • Акцентувати на локальній сировині та мінімальній кількості інгредієнтів для зниження регуляторних ризиків (S6; T1). 	<ul style="list-style-type: none"> • Обмежити технологічні ризики масштабування (W6; T6) шляхом розроблення детальних технологічних карт і системи контрольних точок процесу. • Зменшити вплив коливань вартості інуліну та фруктової сировини (W6; T5) через диверсифікацію постачальників і гнучке планування закупівель. • Мінімізувати ризик нестабільності якості при зміні сировини (W7; T3) шляхом вхідного контролю показників пюре.
--	---	---

Аналіз матриці SWOT-стратегій свідчить, що розроблена технологія сироваткового напою має значний потенціал для ринкового впровадження, насамперед за рахунок поєднання функціональної спрямованості, низької енергетичної цінності та використання натуральної локальної сировини. Стратегії типу SO є домінуючими та спрямовані на активне використання внутрішніх переваг технології для реалізації ринкових можливостей, зокрема формування лінійки функціональних напоїв і вихід на спеціалізовані сегменти споживачів.

Стратегії типу WO орієнтовані на технологічне вдосконалення процесу виробництва та стандартизацію рецептур з метою зменшення впливу варіабельності сировини й оптимізації структурно-реологічних властивостей напоїв. Захисні стратегії ST і WT мають допоміжний характер і спрямовані на мінімізацію конкурентних, регуляторних і виробничих ризиків при масштабуванні технології.

Висновки до розділу 5

1. Результати SWOT-аналізу показали, що розроблена технологія сироваткового напою з обліпихово-яблучним наповнювачем та інуліном характеризується переважанням сильних сторін і сприятливих можливостей над ідентифікованими ризиками.

2. Найбільш перспективними є стратегії розвитку, орієнтовані на функціональне позиціонування продукту, використання локальної сировини та формування асортиментної лінійки напоїв з керованими властивостями.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві сироваткового напою з рослинним наповнювачем

Охорона праці та забезпечення безпечних умов виробничої діяльності на підприємствах харчової промисловості ґрунтуються на системі нормативно-правових актів України, які визначають основоположні права працівників, обов'язки роботодавців, а також вимоги до організації безпечного технологічного процесу. Виробництво сироваткового напою з рослинним наповнювачем належить до категорії харчових виробництв із підвищеними санітарно-гігієнічними, пожежними та техногенними ризиками, що зумовлює необхідність суворого дотримання чинного законодавства у сфері охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Конституція України [55] закріплює фундаментальні засади правового регулювання охорони праці, зокрема право кожного громадянина на належні, безпечні і здорові умови праці, а також на соціальний захист у разі втрати працездатності внаслідок нещасного випадку або професійного захворювання. Ці положення мають безпосередню дію та є базовими для формування всієї системи галузевих і спеціальних нормативних актів, що регламентують виробничу діяльність на підприємствах молочної промисловості.

Ключовим спеціальним нормативно-правовим актом є Закон України «Про охорону праці» [56], який визначає правові, соціально-економічні та організаційні основи забезпечення безпеки працівників у процесі трудової діяльності. Відповідно до положень цього Закону, роботодавець зобов'язаний створити безпечні та нешкідливі умови праці, забезпечити функціонування системи управління охороною праці, провести навчання та інструктажі персоналу, а також здійснювати контроль за дотриманням вимог безпеки під час експлуатації технологічного

обладнання. У контексті виробництва сироваткових напоїв це стосується безпечної експлуатації пастеризаційних установок, гомогенізаторів, теплообмінного та фасувального обладнання, а також роботи з гарячими поверхнями, рухомими механізмами й електроустановками.

Соціальні гарантії працівників у разі настання нещасних випадків на виробництві або професійних захворювань регламентуються Законом України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» [57]. Даний нормативний акт визначає механізми відшкодування шкоди, медичної та соціальної реабілітації потерпілих, що є важливим елементом системи охорони праці на харчових підприємствах. Для виробництва напоїв це особливо актуально з огляду на ризики термічних опіків, ураження електричним струмом або травмування під час обслуговування обладнання.

Вагоме місце в нормативному забезпеченні безпеки виробничого процесу займають Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України [58]. Вони встановлюють обов'язкові вимоги щодо запобігання пожежам, організації евакуації персоналу, оснащення виробничих приміщень первинними засобами пожежогасіння та утримання електрообладнання в пожежобезпечному стані. На підприємствах з виробництва сироваткових напоїв особлива увага приділяється пожежній безпеці пастеризаційних ліній, електричних двигунів, насосів і щитів управління, а також складських приміщень для зберігання пакувальних матеріалів.

Вимоги до безпечності технологічних процесів у харчовій промисловості тісно пов'язані з нормами Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [59]. Цей Закон регламентує відповідальність оператора ринку харчових продуктів за безпечність продукції, а також встановлює необхідність впровадження процедур, заснованих на принципах НАССР. З позиції охорони праці це означає мінімізацію біологічних, хімічних і фізичних ризиків для персоналу шляхом раціональної організації робочих місць, дотримання санітарних норм, використання засобів індивідуального захисту та належного поводження з сировиною й напівфабрикатами.

Таким чином, нормативно-правова база охорони праці при виробництві сироваткового напою з рослинним наповнювачем є багаторівневою та комплексною. Вона поєднує конституційні гарантії, загальнодержавні закони, галузеві та відомчі нормативні акти, які в сукупності забезпечують правові, організаційні та технічні умови для безпечної роботи персоналу, запобігання виробничому травматизму та мінімізації ризиків виникнення надзвичайних ситуацій.

6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень

Раціональне планування території підприємства та належне облаштування виробничих, допоміжних і складських приміщень є однією з базових умов забезпечення безпечних і здорових умов праці на підприємствах харчової промисловості.

Для виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем ці вимоги набувають особливої актуальності з огляду на поєднання молочної та рослинної сировини, використання теплового й електромеханічного обладнання, а також необхідність дотримання високих санітарно-гігієнічних стандартів.

Нормативні вимоги до території підприємства, планування будівель і внутрішнього зонування приміщень регламентуються чинними в Україні законами та підзаконними актами у сфері охорони праці, пожежної безпеки, санітарного законодавства та безпечності харчових продуктів.

Їх виконання спрямоване на запобігання виробничому травматизму, мінімізацію пожежних і техногенних ризиків, а також створення умов для ефективної та безпечної експлуатації технологічного обладнання.

Основні положення даних вимог сформульовані та представлені у вигляді таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

**Основні вимоги до території підприємства та виробничих приміщень
при виробництві сироваткових напоїв**

Об'єкт	Основні вимоги	Значення для охорони праці
Територія підприємства	Чітке зонування (виробнича, складська, адміністративна зони); твердий, неслизький покриття проїздів і проходів; освітлення у темний час доби; організовані шляхи руху транспорту і персоналу	Зменшення ризику травмування, наїздів, падінь, покращення умов евакуації
Виробничі будівлі	Відповідність будівельних конструкцій вимогам міцності та пожежної стійкості; наявність аварійних виходів; достатня висота приміщень	Забезпечення безпечної експлуатації обладнання та евакуації персоналу
Виробничі приміщення	Розміщення обладнання з урахуванням проходів не менше нормативних; антиковзкі підлоги; стіни з матеріалів, що легко миються	Запобігання травматизму та підтримання санітарно-гігієнічних умов
Складські приміщення	Окреме зберігання сировини, допоміжних матеріалів і тари; контроль температури та вологості; протипожежні заходи	Зменшення пожежних і санітарних ризиків
Побутові приміщення	Наявність роздягалень, душових, санітарних вузлів; розділення «чистих» і «брудних» потоків персоналу	Профілактика професійних захворювань і виробничих інфекцій
Інженерні мережі	Безпечне прокладання електромереж; захисне заземлення; вентиляція та місцеві відсмоктувачі	Запобігання ураженню електричним струмом та впливу шкідливих факторів
Освітлення та мікроклімат	Достатній рівень природного і штучного освітлення; підтримання нормативних температур і вологості	Зниження втоми персоналу та ризику помилок під час роботи

Аналіз вимог до території підприємства та облаштування виробничих приміщень показує, що їх практична реалізація безпосередньо визначає умови

безпечної роботи на окремих технологічних дільницях виробництва сироваткового напою. Зокрема, для дільниці пастеризації критичне значення мають достатні міжагрегатні проходи, теплоізоляція трубопроводів і апаратів, а також ефективна вентиляція, що знижує ризик термічних опіків і перегріву робочої зони.

На дільниці фасування ключовими є вимоги до освітлення, організації робочих місць і стану підлогових покриттів, оскільки саме тут поєднуються ручні операції з роботою автоматизованих ліній, що підвищує ймовірність травмування у разі порушення просторового планування або санітарного стану приміщень.

Для складських приміщень визначальними залишаються вимоги до зонування, температурного режиму та пожежної безпеки, оскільки зберігання сировини, пакувальних матеріалів і готової продукції супроводжується ризиками загоряння, падіння вантажів та порушення санітарних умов.

Таким чином, відповідність території та приміщень установленим вимогам не має декларативного характеру, а формує конкретні умови зниження ризиків на кожній дільниці технологічного процесу, забезпечуючи передбачувану та контрольовану безпеку виробництва.

6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при виробництві сироваткового напою

Виробництво сироваткових напоїв належить до харчових технологічних процесів, у яких поєднуються механічні, теплові, електричні та санітарно-гігієнічні чинники впливу на персонал. Наявність теплової обробки, високонапірного обладнання, рухомих механізмів, а також контакт з рідкими середовищами та мийно-дезінфекційними розчинами зумовлює формування комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які потребують системного аналізу та контролю.

Ідентифікація таких факторів є необхідною складовою системи управління охороною праці та передумовою розроблення ефективних профілактичних заходів. Для виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем характерним є

розподіл ризиків за технологічними дільницями, що дозволяє диференційовано оцінювати їхній вплив на умови праці персоналу (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виробництві сироваткових напоїв

Дільниця виробництва	Характер факторів	Конкретні прояви	Потенційний вплив на персонал
Приймання та зберігання сироватки	Фізичні, мікрокліматичні	Вологі підлоги, низькі температури, переміщення ємностей	Ковзання, переохолодження, фізичне перевантаження
Підготовка рослинної сировини	Механічні, біологічні	Робота з подрібнювачами, контакт із сирою сировиною	Травмування рук, мікробіологічні ризики
Змішування та дозування	Механічні, хімічні	Рухомі мішалки, пил інуліну, контакт з мийними засобами	Захоплення одягу, подразнення слизових оболонок
Гомогенізація	Фізичні, техногенні	Високий тиск (15...20 МПа), шум, вібрація	Травми при розгерметизації, підвищене нервове навантаження
Пастеризація	Термічні	Гарячі поверхні, пар, теплоносії	Термічні опіки, перегрів робочої зони
Фасування та пакування	Механічні, ергономічні	Автоматизовані лінії, повторювані рухи	Порізи, травми, перевтома
Складські приміщення	Пожежні, фізичні	Горючі пакувальні матеріали, штабелювання	Ризик пожежі, падіння вантажів
Санітарна обробка (CIP)	Хімічні	Луги, кислоти, дезінфектанти	Хімічні опіки, подразнення шкіри та очей

Систематизація небезпечних і шкідливих виробничих чинників, характерних для окремих дільниць виробництва сироваткових напоїв, засвідчує, що потенційні ризики формуються насамперед у зонах теплової обробки, високонапірної обробки та санітарного обслуговування обладнання. Зокрема, на дільницях пастеризації та гомогенізації домінують термічні й техногенні чинники, тоді як у процесах

підготовки сировини та СІР-обробки визначальними стають механічні та хімічні впливи.

Поєднання зазначених факторів у межах єдиного технологічного ланцюга обумовлює необхідність диференційованого підходу до організації робочих місць і вибору засобів захисту, оскільки характер і рівень небезпеки змінюються залежно від етапу процесу. У цьому контексті особливого значення набуває узгодженість планувальних рішень, технічного стану обладнання та професійної підготовки персоналу, що дозволяє зменшити ймовірність реалізації небезпечних сценаріїв у виробничих умовах.

Виділені групи виробничих факторів слугують підґрунтям для подальшого формування комплексу цільових інженерно-технічних, організаційних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на кероване зниження професійних ризиків і підвищення рівня безпеки праці на підприємствах з виробництва сироваткових напоїв.

6.4 Заходи, щодо оптимізації умов праці при виробництві сироваткових напоїв

Оптимізація умов праці на підприємствах з виробництва сироваткових напоїв передбачає цілеспрямоване зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів шляхом поєднання інженерно-технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних рішень. З огляду на багатостадійність технологічного процесу та використання обладнання з різними режимами тиску і температури, першочергового значення набуває адаптація умов праці до конкретних ділянок виробництва, а не застосування універсальних, формальних заходів.

Раціонально підібрані заходи (табл. 6.3) оптимізації дозволяють не лише зменшити рівень професійних ризиків, але й стабілізувати роботу обладнання, знизити виробничу втому персоналу та підвищити загальну керованість технологічного процесу.

Таблиця 6.3

Заходи щодо оптимізації умов праці при виробництві сироваткових напоїв

Дільниця / фактор	Характер проблеми	Оптимізаційний захід	Очікуваний ефект
Пастеризація	Підвищена температура, гарячі поверхні	Теплоізоляція трубопроводів і апаратів; локальна припливно-витяжна вентиляція	Зменшення ризику термічних опіків і перегріву робочої зони
Гомогенізація	Високий тиск, шум, вібрація	Захисні кожухи, дистанційний пуск, шумопоглинальні екрани	Підвищення безпеки та зниження психофізіологічного навантаження
Змішування та дозування	Рухомі елементи, пил інуліну	Закриті мішалки, місцева аспірація, автоматизоване дозування	Зменшення ризику травм і впливу аерозолів
Підготовка рослинної сировини	Контакт з ріжучими механізмами, волога підлога	Захисні решітки, неслизькі покриття, ергономічна висота робочих поверхонь	Зниження травматизму та фізичного перевантаження
Фасування	Повторювані рухи, робота з пакувальними матеріалами	Регламентовані перерви, оптимізація робочих поз, автоматизація операцій	Зменшення втоми та ризику мікротравм
СІР-обробка	Контакт з кислотами та лугами	Герметизовані системи, чітке маркування трубопроводів, автоматичні програми	Зниження ризику хімічних опіків
Складські приміщення	Штабелювання, пожежна небезпека	Обмеження висоти штабелів, розмітка проходів, контроль пожежного навантаження	Підвищення безпеки зберігання та переміщення вантажів
Загальні умови	Недостатнє освітлення, мікроклімат	Комбіноване освітлення, контроль температури та вологості	Покращення зорових і комфортних умов праці

Запропоновані заходи оптимізації умов праці мають адресний характер і орієнтовані на специфіку окремих технологічних дільниць виробництва сироваткових напоїв. Їх впровадження дозволяє перейти від компенсування наслідків дії шкідливих факторів до їх попередження на етапі організації виробничого процесу. Особливої уваги потребують дільниці пастеризації, гомогенізації та санітарної обробки обладнання, де поєднуються фактори різної природи й інтенсивності.

6.5 Засоби індивідуального захисту

Застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) є невід’ємним елементом системи охорони праці на підприємствах харчової промисловості та спрямоване на зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які не можуть бути повністю усунені технічними або організаційними заходами. У виробництві сироваткових напоїв необхідність використання ЗІЗ зумовлена поєднанням термічних, механічних, хімічних і біологічних чинників, що проявляються на різних стадіях технологічного процесу.

Раціональний вибір засобів індивідуального захисту повинен відповідати характеру виконуваних робіт, умовам експлуатації обладнання та тривалості впливу небезпечних факторів, а також забезпечувати збереження санітарно-гігієнічних вимог, встановлених для харчових виробництв.

Основні ЗІЗ та їх функціональне призначення при виробництві сироваткових напоїв представлені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Засоби індивідуального захисту персоналу за технологічними дільницями виробництва сироваткових напоїв

Технологічна дільниця	Основні засоби індивідуального захисту	Функціональне призначення
Приймання та зберігання сировини	Спецвзуття з неслизькою підошвою, спецодяг	Забезпечення стійкості та захист від переохолодження

Підготовка рослинної сировини	Захисні рукавиці, фартухи	Захист рук і тіла під час виконання ручних операцій
Змішування та дозування	Рукавиці, захисні окуляри	Запобігання контакту зі зваженими частинками та бризками
Гомогенізація	Захисний спецодяг, засоби захисту слуху	Зменшення шумового навантаження
Пастеризація	Термостійкі рукавиці, захисні окуляри	Захист від дії підвищених температур
Фасування та пакування	Легкий санітарний спецодяг, рукавиці	Профілактика мікротравм і вторинного забруднення
Санітарна обробка обладнання	Хімічно стійкі рукавиці, окуляри, фартухи	Захист під час роботи з мийними та дезінфекційними розчинами
Складські роботи	Захисне взуття, за потреби каски	Зниження ризику травмування при переміщенні вантажів

Отже, засоби індивідуального захисту при виробництві сироваткових напоїв виконують компенсаторну функцію, доповнюючи інженерно-технічні та організаційні заходи з охорони праці. Їх ефективність визначається не лише правильним вибором, але й систематичним контролем використання, відповідністю розмірів і матеріалів умовам роботи, а також регулярним навчанням персоналу правилам експлуатації ЗІЗ.

Використання диференційованого підходу до забезпечення персоналу ЗІЗ із урахуванням специфіки окремих технологічних ділянок дозволяє знизити рівень професійних ризиків без порушення санітарно-гігієнічних вимог і забезпечити стабільні та безпечні умови праці на підприємствах з виробництва сироваткових напоїв.

6.6. Пожежна безпека та заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях

Пожежна безпека та система цивільного захисту на підприємствах харчової промисловості є складовими комплексної системи управління ризиками, спрямованої на збереження життя і здоров'я персоналу, запобігання матеріальним

втратам та забезпечення керованості виробничих процесів у штатних і позаштатних умовах (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

**Пожежна безпека та заходи цивільного захисту при виробництві
сироваткових напоїв**

Вид надзвичайної ситуації	Потенційні джерела загрози	Основні заходи безпеки	Очікуваний ефект
Пожежа у виробничих приміщеннях	Електрообладнання, перегрів апаратів, пакувальні матеріали	Первинні засоби пожежогасіння, автоматичне відключення електроживлення, евакуаційні шляхи	Локалізація пожежі та безпечна евакуація персоналу
Аварійне відключення електропостачання	Пошкодження мереж, обстріли, аварії	Резервне освітлення, аварійні вимикачі, регламент зупинки обладнання	Запобігання травмам та аваріям обладнання
Відсутність водопостачання	Порушення роботи комунальних мереж	Аварійні запаси технічної та питної води, коригування санітарних режимів	Підтримання мінімально безпечних умов роботи
Хімічна небезпека	Порушення герметичності мийних систем	Ізоляція зон, нейтралізація, ЗІЗ, інструктаж персоналу	Зменшення ураження персоналу
Повітряна тривога, обстріли	Воєнні дії	Наявність укриттів, план евакуації, зупинка обладнання	Захист життя і здоров'я працівників
Комбіновані надзвичайні ситуації	Поєднання пожежі, знеструмлення, паніки	Чіткі алгоритми дій, навчання персоналу	Керованість дій у кризових умовах

Для виробництва сироваткових напоїв характерне поєднання пожежонебезпечних чинників, пов'язаних з експлуатацією електрообладнання, теплових апаратів і насосних систем, із загрозами техногенного та зовнішнього характеру, які можуть виникати незалежно від внутрішнього стану виробництва.

Особливістю сучасного етапу функціонування промислових підприємств в Україні є зростання ролі факторів зовнішньої небезпеки, зумовлених воєнними діями та нестабільною роботою об'єктів критичної інфраструктури. Регулярні повітряні тривоги, імовірність обстрілів, аварійні відключення електропостачання, води та зв'язку формують нові сценарії надзвичайних ситуацій, які не передбачалися класичними моделями пожежної безпеки. У зв'язку з цим заходи цивільного захисту на підприємствах мають бути інтегровані в загальну систему охорони праці та враховувати можливість комбінованого впливу кількох небезпечних чинників одночасно.

З позицій пожежної безпеки виробництво сироваткових напоїв потребує системного контролю технічного стану електричних мереж, пастеризаційних установок, теплообмінного обладнання та допоміжних систем. Наявність значної кількості пакувальних матеріалів і полімерної тари зумовлює підвищене пожежне навантаження в складських і фасувальних приміщеннях, що вимагає суворого дотримання норм щодо зберігання горючих матеріалів, підтримання вільних евакуаційних шляхів і справності первинних засобів пожежогасіння. Важливу роль відіграє також автоматичне або ручне аварійне відключення електроживлення, яке дозволяє запобігти вторинним займанням у разі пошкодження мереж.

Заходи цивільного захисту на підприємстві мають бути орієнтовані не лише на локальні аварійні ситуації технологічного характеру, але й на дії персоналу в разі загальнонаціональних надзвичайних обставин. Умови раптового знеструмлення створюють ризики неконтрольованої зупинки обладнання, втрати освітлення в робочих зонах та підвищення травмонебезпеки, що зумовлює необхідність наявності аварійного освітлення, чітких інструкцій щодо безпечної зупинки технологічних ліній і регламенту доступу до рухомих механізмів. Аналогічно, перебої з водопостачанням можуть впливати на санітарний стан обладнання та приміщень, що потребує завчасного планування альтернативних режимів роботи або тимчасового припинення виробництва з міркувань безпеки.

Окрему увагу слід приділяти організації дій персоналу під час повітряної тривоги або загрози обстрілу. У таких випадках пріоритетним є не збереження

виробничого процесу, а негайне забезпечення безпеки працівників шляхом організованого припинення робіт, відключення обладнання за спрощеним алгоритмом та переміщення людей до захисних споруд або укриттів. Відпрацьованість цих дій, їхня чітка регламентація та регулярне навчання персоналу мають вирішальне значення для запобігання паніці й вторинному травматизму.

Висновки до розділу 6

1. У межах розділу здійснено комплексний аналіз умов праці та безпеки виробничої діяльності при виробництві сироваткових напоїв з урахуванням технологічної специфіки процесу та сучасних зовнішніх ризиків. Розглянуто чинну нормативно-правову базу України, яка регламентує вимоги до охорони праці, пожежної безпеки та цивільного захисту, що дозволило сформувавши правове підґрунтя для оцінки виробничих ризиків і обґрунтування відповідних заходів безпеки.

2. У процесі аналізу встановлено, що найбільш значущі ризики формуються на дільницях теплової обробки, високонапірної обробки, санітарної мийки обладнання та фасування продукції, де поєднуються фізичні, механічні й хімічні чинники. З урахуванням цього обґрунтовано систему заходів щодо оптимізації умов праці, спрямованих на зниження впливу шкідливих факторів шляхом удосконалення організації робочих місць, технічного стану обладнання та режимів його експлуатації.

3. Окрему увагу приділено застосуванню засобів індивідуального захисту як елементу компенсації залишкових ризиків, що не можуть бути повністю усунені технічними засобами. Показано, що ефективність використання ЗІЗ визначається їх відповідністю конкретним технологічним операціям, систематичністю контролю та рівнем підготовки персоналу.

4. У сучасних умовах України обґрунтовано необхідність інтеграції класичних заходів пожежної безпеки з елементами цивільного захисту,

орієнтованими на дії в разі зовнішніх надзвичайних ситуацій, зокрема повітряних тривог, аварійних відключень електро- та водопостачання. Запропонований підхід дозволяє забезпечити керованість дій персоналу, мінімізувати ризики вторинного травматизму та підвищити загальну стійкість виробничої системи до комбінованих загроз.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу сучасних наукових джерел обґрунтовано доцільність поєднання молочної сироватки з обліпихово-яблучним рослинним наповнювачем та інуліном як перспективного напрямку створення функціональних напоїв.

2. Розроблено систему контрольних і дослідних рецептур сироваткового напою з фіксованою часткою рослинного наповнювача та варіацією співвідношення обліпихового і яблучного пюре та концентрації інуліну, що дозволяє регулювати фізико-хімічні, реологічні й споживчі властивості продукту.

3. Встановлено, що введення 20 % обліпихово-яблучного пюре знижує рН напою з 6,40 до 3,60...4,10 та підвищує титровану кислотність з 0,16 до 0,41...0,58 %, при цьому збільшення частки яблучного пюре пом'якшує кислотний профіль (зростання рН на 0,3...0,5). Додавання інуліну в кількості 1-3 % підвищує масову частку сухих речовин до 14,0...14,6 % без істотного впливу на рН, тоді як вміст цукрів зростає переважно за рахунок яблучного пюре (6,4...7,4 %).

4. Установлено, що збільшення концентрації інуліну з 1 до 3 % забезпечує зростання в'язкості у 2,5...3,0 рази та підвищення індексу стабільності до 92...97 %, що дозволяє отримати напій з однорідною консистенцією та високою стійкістю під час зберігання.

5. Доведено, що використання обліпихово-яблучного рослинного наповнювача дозволяє сформувати сироватковий напій з підвищеним вмістом біологічно активних речовин, зокрема до 155 мг/100 г фенольних сполук та 45 мг/100 г вітаміну С, що забезпечує його функціональну спрямованість.

6. Виявлено, що поєднання обліпихово-яблучного наповнювача з інуліном дозволяє суттєво підвищити органолептичну якість сироваткових напоїв. Найвищі дегустаційні оцінки характерні для зразків із концентрацією інуліну 2 %.

7. Показано, що розроблений сироватковий напій характеризується низькою енергетичною цінністю, а регулювання рецептури за рахунок співвідношення рослинних компонентів та вмісту інуліну забезпечує керований енергетичний профіль без суттєвого зростання калорійності.

8. За результатами комплексної оцінки встановлено, що найбільш доцільною є рецептура сироваткового напою з 20 % обліпихово-яблучного наповнювача 40:60 та 2 % інуліну, яка забезпечує оптимальні фізико-хімічні, реологічні й органолептичні характеристики за збереження низької енергетичної цінності. Обґрунтований оптимальний варіант може бути рекомендований як базова модель для подальшого промислового впровадження та розроблення функціональних сироваткових напоїв з підвищеною споживчою цінністю.

9. Доведено, що удосконалена технологія виробництва сироваткового напою з обліпихово-яблучним наповнювачем та інуліном є технологічно обґрунтованою та придатною до впровадження у виробничих умовах.

10. Комплексний SWOT-аналіз підтвердив доцільність і перспективність впровадження удосконаленої технології виробництва сироваткового напою з рослинним наповнювачем та інуліном у виробничу практику. Поєднання науково обґрунтованих рецептурних рішень, високої біологічної цінності, стабільних технологічних параметрів і відповідності сучасним тенденціям здорового харчування створює передумови для успішної комерціалізації продукту та його подальшого розвитку.

11. Розроблено та обґрунтовано систему охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях для виробництва сироваткових напоїв, яка враховує як технологічні ризики харчового виробництва, так і сучасні зовнішні загрози. Запропоновані заходи забезпечують зниження професійних ризиків, підвищення рівня захищеності персоналу та безпечне функціонування підприємства в умовах нестабільного виробничого середовища.

Список використаної літератури

1. Gupta, A., Sanwal, N., Bareen, M. A., Barua, S., Sharma, N., Olatunji, O. J., ... & Sahu, J. K. (2023). Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective. *Food Research International*, 170, 113046.
2. Mirzakułova, A., Sarsembaeva, T., Suleimenova, Z., Kowalski, Ł., Gajdzik, B., Wolniak, R., & Bembenek, M. (2025). Whey: Composition, Processing, Application, and Prospects in Functional and Nutritional Beverages—A Review. *Foods*, 14(18), 3245.
3. Canazza, E., Grauso, M., Mihaylova, D., & Lante, A. (2025). Techno-Functional Properties and Applications of Inulin in Food Systems. *Gels*, 11(10), 829.
4. Panou, A., & Karabagias, I. K. (2025). Composition, Properties, and Beneficial Effects of Functional Beverages on Human Health. *Beverages*, 11(2), 40.
5. Giri, N. A., Sakhale, B. K., & Nirmal, N. P. (2023). Functional beverages: an emerging trend in beverage world. *Recent Frontiers of Phytochemicals*, 123-142.
6. Ahmed, U., Mumtaz, R., Anwar, H., Mumtaz, S., & Qamar, A. M. (2020). Water quality monitoring: from conventional to emerging technologies. *Water Supply*, 20(1), 28-45.
7. Sugajski, M., Buszewska-Forajta, M., & Buszewski, B. (2023). Functional beverages in the 21st century. *Beverages*, 9(1), 27.
8. Khalid, W., Arshad, M. S., Jabeen, A., Muhammad Anjum, F., Qaisrani, T. B., & Suleria, H. A. R. (2022). Fiber-enriched botanicals: A therapeutic tool against certain metabolic ailments. *Food Science & Nutrition*, 10(10), 3203-3218.
9. Styburski, D., Dec, K., Baranowska-Bosiacka, I., Goschorska, M., Hołowko, J., Żwierełło, W., ... & Gutowska, I. (2020). Can functional beverages serve as a substantial source of macroelements and microelements in human nutrition?—analysis of selected minerals in energy and isotonic drinks. *Biological trace element research*, 197(1), 341-348.

10. Бондарчук, З., Куриленко, Ю., & Андронович, Г. (2022). Використання рослинної сировини як комплекс біологічно активних речовин для напоїв функціонального призначення. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*, (2 (6)), 38-43.
11. Kosiv, R. (2023). Selection of functional ingredients for fortification of soft beverages. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(100), 105-111.
12. Dudarev, I., & Kukhar, R. (2023). Research of properties of juice drinks containing oat milk. *Commodity Bulletin*, 1(16), 28-46.
13. Naik, B., Kohli, D., Walter, N., Gupta, A. K., Mishra, S., Khan, J. M., ... & Kumar, V. (2023). Whey-carrot based functional beverage: Development and storage study. *Journal of King Saud University-Science*, 35(6), 102775.
14. De La Fuente-Carmelino, L., Anticono, M., Ramos-Escudero, F., Casimiro-Gonzales, S., & Muñoz, A. M. (2025). Commercial Plant-Based Functional Beverages: A Comparative Study of Nutritional Composition and Bioactive Compounds. *Beverages*, 11(1), 26.
15. Новгородська, Н., & Берник, І. (2024). Напій на основі молочної сироватки з овочевими наповнювачами. *Здоров'я людини і нації*, (4), 18-27.
16. Kheto, A., Adhikary, U., Dhua, S., Sarkar, A., Kumar, Y., Vashishth, R., ... & Saxena, D. C. (2025). A review on advancements in emerging processing of whey protein: Enhancing functional and nutritional properties for functional food applications. *Food Safety and Health*, 3(1), 23-45.
17. Chernyushok, O., & Shevchenko, I. (2020). Розробка м'ясних напівфабрикатів з використанням молочних продуктів та шпинату. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (2 (4)), 133-137.
18. Величко, А. Є., Кухарук, Р. М., Маслоva, І. В., & Пухлякова, М. В. (2021). Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України. *Агросвіт*, (16), 62-68.

- 19.Гніщевич, В. А., & Гончар, Ю. М. (2022). Технологія та властивості напівфабрикату низьколактозного на основі молочної сироватки підсирної. *Innovative technologies and equipment: development prospects of the food and restaurant industries*, 118.
- 20.Кошелева, В. А., & Бабіч, П. В. Удосконалення технології сирників із використанням вторинної молочної сировини. Світові досягнення і сучасні тенденції розвитку туризму та готельно-ресторанного господарства: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Запоріжжя, 14-15 листопада 2024 р. : колектив авторів ; за заг. ред. проф. В.М. Зайцевої ; [Електронний ресурс]. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. 715 с.
- 21.El-Aidie, S. A., & Khalifa, G. S. (2024). Innovative applications of whey protein for sustainable dairy industry: Environmental and technological perspectives—A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(2), e13319.
- 22.Zandona, E., Blažić, M., & Režek Jambrak, A. (2021). Whey utilization: Sustainable uses and environmental approach. *Food Technology and Biotechnology*, 59(2), 147-161.
- 23.Minj, S., & Anand, S. (2020). Whey proteins and its derivatives: Bioactivity, functionality, and current applications. *Dairy*, 1(3), 233-258.
- 24.Ballini, A., Charitos, I. A., Cantore, S., Topi, S., Bottalico, L., & Santacroce, L. (2023). About functional foods: The probiotics and prebiotics state of art. *Antibiotics*, 12(4), 635.
- 25.Bindels, L. B., Delzenne, N. M., Cani, P. D., & Walter, J. (2015). Towards a more comprehensive concept for prebiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 12(5), 303-310.
- 26.Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M., ... & Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 18(9), 649-667.

27. Purkiewicz, A., & Pietrzak-Fiećko, R. (2021). Antioxidant properties of fruit and vegetable whey beverages and fruit and vegetable mousses. *Molecules*, 26(11), 3126.
28. Сердюк, М., Бандура, В., Колісниченко, Т., & Сефіханова, К. (2025). Розробка джемів із локальної сировини зі зниженим глікемічним індексом. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*, 353(3.2), 160-166.
29. Serdyuk, M., Nryhorenko, O., Sukharenko, O., & Kolyadenko, V. (2020). Зміни функціональних властивостей фруктової та ягідної сировини протягом криогенного зберігання. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (2 (4)), 126-132.
30. Паска, М., & Млинко, О. (2023). Технологічні аспекти використання функціональних напоїв у ресторанному бізнесі. *Економіка та суспільство*, (52). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-88>
31. Teferra, Tadesse F. "Possible actions of inulin as prebiotic polysaccharide: A review." *Food Frontiers* 2.4 (2021): 407-416.
32. Anderson-Dekkers, I., Nouwens-Roest, M., Peters, B., & Vaughan, E. (2021). Inulin. In *Handbook of hydrocolloids* (pp. 537-562). Woodhead Publishing.
33. Chang, Y., Lin, T., Zhu, M., & Yu, S. (2025). Complexation of inulin with proteins, polysaccharides and polyphenols: Their interactions, applications and health benefits. *Food Reviews International*, 1-15.
34. Qin, Y. Q., Wang, L. Y., Yang, X. Y., Xu, Y. J., Fan, G., Fan, Y. G., ... & Li, X. (2023). Inulin: Properties and health benefits. *Food & function*, 14(7), 2948-2968.
35. Alonso-Allende, J., Milagro, F. I., & Aranaz, P. (2024). Health effects and mechanisms of inulin action in human metabolism. *Nutrients*, 16(17), 2935.
36. Lunawat, A. K., Vishwakarma, N., & Raikwar, S. (2025). Future prospects in inulin research. In *Inulin for Pharmaceutical Applications: A Versatile Biopolymer* (pp. 325-341). Singapore: Springer Nature Singapore.
37. Karimi, I., Ghowsi, M., Mohammed, L. J., Haidari, Z., Nazari, K., & Schiöth, H. B. (2025). Inulin as a Biopolymer; Chemical Structure, Anticancer Effects,

- Nutraceutical Potential and Industrial Applications: A Comprehensive Review. *Polymers*, 17(3), 412.
38. Stamenić, T., Petričević, M., Đorđević, B., Keškić, T., Stanišić, N., Stanojković, A., & Delić, N. (2024). Exploring the role of inulin as a nutraceutical for enhancing nutritional and health benefits—a review. In *Proceedings of the 59th Croatian & 19th International Symposium on Agriculture* (pp. 463-469). University of Zagreb Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia.
39. Desu, B. S. R., Biradar, R. M., Vijaykanth, M. S., Sethi, P., Krishnan, K., Prema, S., ... & Senthamarai Kannan, A. (2025). Inulin as Stabilizer. In *Inulin for Pharmaceutical Applications: A Versatile Biopolymer* (pp. 73-90). Singapore: Springer Nature Singapore.
40. Vishwakarma, M., Sahu, K. K., Gautam, L., Parihar, S., Akram, W., & Haider, T. (2025). Extraction and Purification of Inulin. In *Inulin for Pharmaceutical Applications: A Versatile Biopolymer* (pp. 21-51). Singapore: Springer Nature Singapore.
41. Oto, H., Akal, H. C., & Eminoğlu, G. (2025). Enhancing synbiotic dairy beverages with chemically cross-linked inulin for improved texture and stability. *Journal of Food Science and Technology*, 1-13.
42. Arruda, H. S., Silva, E. K., Pereira, G. A., Meireles, M. A. A., & Pastore, G. M. (2020). Inulin thermal stability in prebiotic carbohydrate-enriched araticum whey beverage. *Lwt*, 128, 109418.
43. Balthazar, CF, Guimarães, JF, Coutinho, NM, Pimentel, TC, Ranadheera, CS, Santillo, A., ... & Sant'Ana, AS (2022). Майбутнє функціональних продуктів харчування: застосування нових технологій для пребіотиків, пробіотиків та постбіотиків. *Комплексні огляди в галузі харчової науки та безпеки харчових продуктів*, 21 (3), 2560-2586.
44. ДСТУ 7515:2014 Сироватка молочна. Технічні умови. МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ, [Чинний від 2015 –01–02]. Київ, 2015. 42 с. (інформація та документація)

45. ДСТУ 8133:2015 Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ», [Чинний від 2017 –01–01]. Київ, 2016. 52 с. (інформація та документація).
46. Наукове обґрунтування результатів аналітичної селекції обліпихи крушиноподібної та розробки елементів технології переробки і виготовлення з її плодів напоїв функціонального призначення для здорового харчування: науково-практичні рекомендації / Гриник І.В. та ін. Новосілки: Видавництво «Центр учбової літератури», 2020. 84 с.
47. Qin, YQ, Wang, LY, Yang, XY, Xu, YJ, Fan, G., Fan, YG, ... & Li, X. (2023). Інулін: властивості та користь для здоров'я. Їжа та функції, 14 (7), 2948-2968.
48. Codex Alimentarius Commission. (2021). Guidelines on nutrition labelling (CXG 2-1985, Rev. 2021). FAO/WHO. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/en/>
49. Наказ від 12.05.2010 № 400 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". (ДСанПН 2.2.4- 171- 1). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z0452-10?utm_source=chatgpt.com#Text. дата звернення 05.05.2025.
50. ДСТУ 8639:2016 «Пюре-напівфабрикати фруктові. Загальні технічні умови». ДП «УкрНДНЦ», [Чинний від 2016 –01–01]. Київ, 2014. 26 с. (інформація та документація).
51. Сердюк М. Є., Прісс О.П., Гапріндашвілі Н.А., Здоровцева Л.М., Сухаренко О.І., Іванова І.Є. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 370 с.
52. Савченко, О. А. Сучасні технології молочних продуктів : підручник / О. А. Савченко, О. В. Грек, О. О. Красуля. – К.; ЦП «Компринт», 2018.– 218 с.
53. Головка, М. П., Власенко, І. Г., Головка, Т. М., & Семко, Т. В. (2021). Технологія молока та молочних продуктів з елементами НАССР: навчальний посібник. Харків: Світ Книг, 290, 27.

54. Tetra Pak. (2025). Dairy processing handbook. URL:
<https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com>
55. Конституція України. К.: Видавництво "Право", 1996. 55.
56. Закон України "Про охорону праці". К.: Норматив. 1994. 65 с.
57. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування». Документ, 1105 – XIV, чинний, поточна редакція від 08.05.2025. URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text>
58. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» №1417 від 31.12.2014. Документ z0252-15, чинний, поточна редакція від 14.08.2024. URL.:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>
59. Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів. Чинний від 18.01.2025.
60. Войналович О.В., Марчиниша Є.І., Мотрич М.М. Охорона праці в галузі: навчальний посібник для студентів спеціальності 181 – Харчові технології. К.: Центр навчальної літератури. 2020. 380 с.