

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» 02 2026 року
Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор _____ Олеся ПРИСС

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

на тему: **Розробка технології фруктово-овочевого смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини**

23ХТД. 2518959.02.26

Виконав: <u>студент</u>	<u>21 Мб ХТ групи</u>	(підпис)	Андрій ГОНЧАРЕНКО	(прізвище та ініціали)
Керівник:	<u>д.т.н. професор</u>	(підпис)	Тетяна КОЛІСНИЧЕНКО	(прізвище та ініціали)
	(науковий ступінь, вчене звання)			
Консультант з ОП:	<u>к.т.н., доцент</u>	(підпис)	Михайло ЗОРЯ	(прізвище та ініціали)
	(науковий ступінь, вчене звання)			
Нормоконтроль	<u>к.-с.г.н., доцент</u>	(підпис)	Людмила КЮРЧЕВА	(прізвище та ініціали)
	(науковий ступінь, вчене звання)			

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 Оляся Прісс
(підпис)(ініціали та прізвище)

« _____ » вересня 2025_р

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

СТУДЕНТУ Гончаренку Андрію Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технології фруктово-овочевого смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини

керівник роботи д.т.н., професор Прісс Оляся Петрівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « _____ » вересня 202_р. № _____

2. Строк подання студентом роботи « _____ » _____ 202_р.

3. Вихідні дані до роботи маслянка, псиліум, овочева, фруктова сировина, класична технологія виробництва смузі з рослинної сировини

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

_____ **Гончаренко А.М.**
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи

_____ **Колісниченко Т.О.**
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Гончаренко А.М. Розробка технології фруктово-овочевого смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини. – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 84 сторінках, містить 6 розділів, 19 таблиць, 6 рисунків, 72 літературних джерел.

Роботу присвячено розробці технології фруктово-овочевих смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини. Обґрунтовано доцільність використання ферментованої маслянки у поєднанні з фруктово-овочевими пюре різного складу та псиліумом як джерелом розчинних харчових волокон. Розроблено систему контрольних і дослідних рецептур з фіксованою масовою часткою пюре (20 %) та варіацією його компонентного складу і концентрації псиліуму в межах 0...0,8 %. Установлено закономірності впливу рецептурних факторів на хімічний склад, фізико-реологічні показники, вміст біологічно активних речовин, енергетичну цінність і органолептичні властивості смузі. Показано, що введення псиліуму в кількості 0,2...0,5 % забезпечує формування фізично стабільної дисперсної системи з високими споживчими характеристиками без істотного зниження біологічної цінності продукту. Проведений SWOT-аналіз підтвердив високий потенціал практичного впровадження розробленої технології та керований характер виявлених ризиків. У розділі охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях обґрунтовано комплекс заходів щодо забезпечення безпечних умов праці, пожежної безпеки та цивільного захисту з урахуванням сучасних реалій України.

Ключові слова: смузі, маслянка, ферментація, фруктова сировина, овочева сировина, псиліум.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ФРУКТОВО-ОВОЧЕВИХ СМУЗІ НА ОСНОВІ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ...	11
1.1 Смузі як сучасна категорія функціональних напоїв.....	11
1.2 Білково-вуглеводна молочна сировина у складі напоїв функціонального призначення.....	12
1.3 Маслянка як функціональна білково-вуглеводна основа для напоїв.....	14
1.4 Фруктово-овочеві компоненти смузі та їх взаємодія з молочною основою	15
Висновки до розділу 1.....	18
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
2.1 Програма досліджень та схема дослідів.....	20
2.2 Об’єкти та матеріали досліджень	24
2.3 Методика проведення досліджень.....	31
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ.....	34
3.1 Дослідження вмісту основних показників хімічного складу фруктово- овочевих смузі.....	34
3.2 Дослідження фізичних показників фруктово-овочевих смузі.....	37
3.3 Дослідження біологічної цінності фруктово-овочевих смузі.....	39
3.4 Визначення енергетичної цінності фруктово-овочевих смузі.....	41
3.5 Органолептична оцінка фруктово-овочевих смузі.....	44
Висновки до розділу 3.....	48
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	50
4.1 Класичний технологічний процес виробництва смузі на рослинній основі	50
4.2 Розробка технології фруктово-овочевого смузі на основі білково- вуглеводної молочної сировини	52
Висновок до розділу 4.....	56

РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ФРУКТОВО-ОВОЧЕВОГО СМУЗІ НА ОСНОВІ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ.....	57
Висновок до розділу 5.....	62
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	63
6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві фруктово-овочевого смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини.....	63
6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень	65
6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при виробництві фруктово-овочевих смузі.....	67
6.4 Заходи, щодо оптимізації умов праці при виробництві фруктово-овочевих смузі.....	68
6.5 Засоби індивідуального захисту.....	70
6.6 Пожежна безпека та заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях.....	72
Висновки до розділу 6.....	73
Висновки	75
Список використаної літератури.....	77

ВСТУП

Сучасні тенденції розвитку харчових технологій характеризуються зростанням попиту на продукти з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, спрямовані на підтримку фізичної працездатності, відновлення організму після навантажень та збереження здоров'я в умовах інтенсивного способу життя. Особливої актуальності набуває розробка функціональних напоїв, які поєднують високу поживну цінність, зручність споживання та фізіологічну доцільність для різних груп населення, зокрема осіб, які займаються фізичною активністю та спортом [1].

Смузі як категорія харчових продуктів посідає провідне місце серед напоїв нового покоління завдяки поєднанню натуральної сировини, високого вмісту біологічно активних речовин і мінімального ступеня технологічної обробки [2]. Разом з тим більшість наявних на ринку смузі ґрунтуються переважно на рослинній сировині та характеризуються недостатнім вмістом повноцінного білка, що обмежує їх функціональне застосування, зокрема у спортивному харчуванні та раціонах відновлювального призначення.

Перспективним напрямом удосконалення рецептури смузі є використання білково-вуглеводної молочної сировини, здатної забезпечити збалансований амінокислотний склад, енергетичну підтримку та сприятливі структурно-механічні властивості продукту [3]. Особливу наукову та практичну зацікавленість становить маслянка (сколотина) – побічний продукт виробництва вершкового масла, яка характеризується наявністю повноцінних молочних білків, лактози, мінеральних речовин і фосфоліпідів оболонки жирових кульок [4]. Ферментація маслянки дозволяє цілеспрямовано модифікувати її склад, знизити вміст лактози, підвищити біодоступність поживних речовин і сформувати стабільну білково-вуглеводну матрицю для напоїв [5].

Поєднання ферментованої маслянки з фруктово-овочевими пюре створює передумови для формування багатофазної дисперсної системи з підвищеною харчовою, функціональною та сенсорною цінністю. Такий підхід відповідає

принципам раціонального використання вторинних молочних ресурсів, концепції сталого розвитку та сучасним вимогам до функціональних харчових продуктів.

У зв'язку з цим розробка технології фруктово-овочевого смузі на основі ферментованої маслянки є актуальним науково-практичним завданням, що поєднує біотехнологічні, технологічні та нутриціологічні аспекти.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, результати яких наведено у цій роботі, виконувалися в межах реалізації науково-дослідної програми «Розроблення інноваційних технологій харчової та кулінарної продукції» (державний реєстраційний номер 0121U110200).

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є розробка технології фруктово-овочевого смузі на основі ферментованої маслянки як білково-вуглеводної молочної сировини з підвищеною харчовою та функціональною цінністю.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено вирішення таких задач:

- проаналізувати сучасні наукові підходи до створення функціональних напоїв та обґрунтувати доцільність використання ферментованої маслянки у поєднанні з фруктово-овочевою сировиною та псиліумом;
- розробити експериментальні рецептури фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки з фіксованою часткою пюре та варіацією його складу і псиліуму;
- дослідити вплив складу фруктово-овочевого пюре та дозування псиліуму на основні показники хімічного складу і кислотно-лужний стан смузі;
- оцінити вплив концентрації псиліуму на реологічні властивості, синерезис і фізичну стабільність ферментованих молочно-рослинних смузі;
- визначити вміст основних біологічно активних речовин у смузі;
- дослідити зміну енергетичної цінності смузі залежно від складу пюре та рівня введення псиліуму;
- провести органолептичну оцінку смузі та встановити оптимальні концентрації псиліуму для формування високих споживчих властивостей;

- обґрунтувати раціональний інтервал введення псиліуму та визначити критерії вибору фруктово-овочевого профілю відповідно до цільового функціонального призначення продукту;
- розробити технологію виготовлення фруктово-овочевого смузі на основі ферментованої маслянки з регламентованими режимними параметрами;
- оцінити потенціал практичного впровадження розробленої технології шляхом проведення SWOT-аналізу та визначення стратегій її розвитку;
- обґрунтувати комплекс заходів з охорони праці, пожежної безпеки та цивільного захисту для забезпечення безпечного і стійкого виробництва смузі в сучасних умовах України.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва фруктово-овочевих смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини.

Предметом дослідження є вплив ферментованої маслянки на фізико-хімічні, структурно-механічні, функціональні та сенсорні властивості фруктово-овочевих смузі.

Наукова новизна роботи полягає у обґрунтованому формуванні технології фруктово-овочевого смузі на основі ферментованої маслянки як функціональної білково-вуглеводної молочної основи, що забезпечує кероване структурування та стабілізацію багатофазної дисперсної системи. У роботі встановлено закономірності впливу ферментованої маслянки на реологічні властивості, синерезис і резистентність до розшарування смузі, а також доведено ключову роль введення псиліуму як джерела розчинних харчових волокон у низьких концентраціях 0,2...0,5 % у формуванні стабільної кремоподібної структури без негативного впливу на кислотно-лужний баланс і вміст біологічно активних речовин.

Практична цінність роботи полягає у розробленні технології виробництва фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки, яка може бути безпосередньо інтегрована у виробничі схеми молокопереробних підприємств. Використання ферментованої маслянки як білково-вуглеводної молочної основи забезпечує ресурсоощадну валоризацію вторинних молочних потоків, що сприяє

підвищенню економічної ефективності виробництва та зниженню екологічного навантаження на підприємства галузі. Установлений оптимальний інтервал введення псиліуму 0,2...0,5 % може бути використаний як практична рекомендація при створенні лінійки ферментованих молочно-рослинних напоїв без застосування синтетичних стабілізаторів.

Методи дослідження: методологічне забезпечення дослідження базувалося на послідовному використанні аналітичних і експериментальних методів, спрямованих на обґрунтування технологічних рішень і перевірку їх ефективності в лабораторних умовах. На етапі теоретичного аналізу здійснювали критичне опрацювання сучасних наукових джерел із застосуванням методів систематизації, порівняльного аналізу та узагальнення, а також логічних прийомів індукції та дедукції. Експериментальні дослідження проводили шляхом лабораторного моделювання технологічного процесу виготовлення смузі з контрольованою зміною рецептурних параметрів. Фізико-хімічний стан зразків оцінювали шляхом визначення масової частки сухих речовин, загальних і редукуючих цукрів, активної та титрованої кислотності з використанням стандартних аналітичних методик. Енергетичну цінність визначали розрахунковим способом на основі даних хімічного складу. Органолептичні властивості смузі встановлювали дегустаційним методом із використанням бальної шкали. Доцільність практичного впровадження розробленої технології оцінювали за допомогою SWOT-аналізу, а обробку експериментальних даних здійснювали методами математичної статистики з визначенням середніх значень і стандартних відхилень.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ФРУКТОВО-ОВОЧЕВИХ СМУЗІ НА ОСНОВІ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

1.1 Смузі як сучасна категорія функціональних напоїв

У сучасних дослідженнях смузі все частіше аналізуються не лише з позицій харчової цінності, а як складні багатокомпонентні дисперсні системи, властивості яких визначаються сукупною дією хімічного складу сировини, кислотності середовища та структурної організації продукту. Такий підхід дозволяє розглядати смузі як окремий об'єкт харчових технологій, для якого характерні специфічні проблеми стабільності, реологічної поведінки та відтворюваності якості під час зберігання, особливо у випадку використання нефільтрованої рослинної сировини [6].

Однією з найважливіших особливостей смузі на основі фруктово-овочевої сировини є значна варіабельність їхнього складу, зумовлена сезонними коливаннями хімічного профілю сировини, різницею у співвідношенні клітинних і міжклітинних компонентів, а також неоднорідністю розподілу твердих часток у рідкій фазі. Це ускладнює стандартизацію рецептури та створює передумови для фізичної нестабільності продукту, зокрема осадження часток, фазового розшарування або зміни в'язкості під час зберігання [7, 8]. Саме тому в сучасних роботах смузі дедалі частіше розглядають як системи, що потребують активного структуроутворення та стабілізації, а не як просту суміш подрібнених інгредієнтів.

З функціональної точки зору рослинні смузі характеризуються високим вмістом вуглеводів, харчових волокон і мікронутрієнтів, однак їхній білковий компонент залишається кількісно та якісно обмеженим. У літературі підкреслюється, що білки рослинного походження, присутні у фруктово-овочевій сировині, не забезпечують повноцінного амінокислотного складу та мають нижчу біологічну цінність порівняно з білками тваринного походження [9-11]. Це

обмежує можливість використання суто рослинних смузі у раціонах, орієнтованих на підтримку білкового обміну, зокрема в умовах підвищеного фізичного навантаження або відновлення.

Спроби компенсувати білковий дефіцит шляхом додавання ізольованих рослинних білків, за даними досліджень, часто призводять до ускладнення структурної організації смузі та погіршення сенсорних характеристик, зокрема появи піщанистої текстури або сторонніх присмаків [12, 13]. Крім того, такі підходи не вирішують проблему взаємодії білкових компонентів з органічними кислотами фруктово-овочевої сировини, що може призводити до нестабільності системи в кислому середовищі [14-16].

У цьому контексті актуальним науковим завданням є пошук альтернативних підходів до формування білково-вуглеводної основи смузі, здатної забезпечити одночасно нутріціологічну повноцінність і технологічну стабільність продукту. Аналіз літературних джерел свідчить, що поєднання фруктово-овочевої сировини з молочними рідкими компонентами дозволяє принципово змінити характер міжмолекулярних взаємодій у системі, зменшити ризик фазового розшарування та підвищити біологічну цінність напоїв [17, 18]. Саме ця логіка лежить в основі сучасних підходів до створення смузі функціонального призначення з використанням білково-вуглеводної молочної сировини.

1.2 Білково-вуглеводна молочна сировина у складі напоїв функціонального призначення

У сучасних дослідженнях функціональних напоїв білково-вуглеводна молочна сировина розглядається як перспективна основа для створення продуктів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Інтерес до молочних рідких систем зумовлений поєднанням у їх складі повноцінних білків, фізіологічно значущих вуглеводів, мінеральних речовин і водорозчинних вітамінів, а також високою технологічною сумісністю з іншими інгредієнтами напоїв. У наукових публікаціях підкреслюється, що саме молочні рідкі фракції дозволяють формувати

продукти з контрольованими фізико-хімічними та сенсорними властивостями, придатні для використання у раціонах функціонального, відновлювального та спортивного харчування [19].

Молочні білки становлять одну з найбільш цінних фракцій білково-вуглеводної молочної сировини. Сироваткові білки та казеїни характеризуються наявністю всіх незамінних амінокислот у співвідношеннях, близьких до фізіологічних потреб людини, а також високою засвоюваністю. Сучасні оглядові та експериментальні дослідження підтверджують, що молочні білки є ефективним джерелом амінокислот для підтримки білкового синтезу, відновлення м'язової тканини та регуляції метаболічних процесів, що зумовлює їх широке використання у напоях функціонального та спортивного призначення [20-22]. Окрім нутріціологічного значення, молочні білки відіграють важливу роль у формуванні структури напоїв, впливаючи на в'язкість, стабільність дисперсних систем і сприйняття текстури.

Вуглеводна фракція молочної сировини представлена переважно лактозою, яка розглядається як фізіологічно значущий дисахарид із помірною швидкістю засвоєння. Лактоза забезпечує енергетичну підтримку організму, не спричиняючи різких глікемічних коливань, що є важливим для напоїв, орієнтованих на відновлення після фізичних навантажень. Лактоза відіграє технологічну роль, впливаючи на осмолярність напою, смаковий профіль і перебіг ферментаційних процесів у разі використання молочнокислих культур [23-25].

Серед білково-вуглеводної молочної сировини, що використовується для виробництва напоїв, найбільш поширеними є молоко, молочна сироватка та маслянка, які істотно відрізняються за хімічним складом і технологічними властивостями. Молоко характеризується збалансованим вмістом білків, жирів і вуглеводів, однак відносно високий вміст жиру може обмежувати його використання у напоях із пониженою енергетичною цінністю. Молочна сироватка містить меншу кількість білка і практично позбавлена жиру, що робить її придатною для прозорих або низькокалорійних напоїв, однак знижує її структуроутворювальний потенціал [26].

Маслянка, на відміну від молока та сироватки, характеризується наявністю молочних білків плазми, лактози та специфічних ліпідних компонентів, асоційованих з оболонками жирових кульок, що надає їй виражених технологічних переваг у складі напоїв. У сучасних дослідженнях маслянка розглядається як перспективна рідка основа для функціональних напоїв завдяки поєднанню помірного білково-вуглеводного складу, здатності до формування стабільних дисперсних систем і добрих сенсорних характеристик [27]. Порівняльний аналіз літературних даних свідчить, що саме маслянка має найбільший потенціал для використання у складі смузі, орієнтованих на поєднання фруктово-овочевої сировини з молочними компонентами.

1.3 Маслянка як функціональна білково-вуглеводна основа для напоїв

Маслянка є побічним продуктом виробництва вершкового масла, який формується внаслідок механічного руйнування жирових кульок вершків і відокремлення жиру. У сучасних наукових публікаціях маслянка розглядається не як вторинна сировина з низькою харчовою цінністю, а як функціонально значуща рідка фаза, придатна для створення харчових продуктів з підвищеною біологічною та технологічною цінністю, зокрема напоїв складної дисперсної структури [28].

Білкова фракція маслянки представлена переважно сироватковими білками, які характеризуються високою біологічною цінністю та повноцінним амінокислотним складом. Наявність лактози забезпечує енергетичну функцію та водночас створює передумови для реалізації ферментаційних процесів у складі напоїв. Водночас відносно низький вміст жиру порівняно з молоком, у поєднанні зі специфічним ліпідним профілем, надає склотині сприятливих сенсорних властивостей і підвищує її придатність для використання у складі напоїв функціонального та відновлювального призначення [29].

Важливою особливістю маслянки є її підвищена технологічна сумісність з фруктово-овочевою сировиною. За даними літератури, компоненти маслянки здатні сприяти стабілізації дисперсних систем за рахунок взаємодії молочних

білків і ліпідних компонентів з полісахаридами рослинного походження, що є дуже важливим для напоїв типу смузі, у яких відсутня стадія фільтрації твердих часток [30].

Ферментація маслянки розглядається як ефективний біотехнологічний підхід до цілеспрямованої модифікації її хімічного складу та функціональних властивостей. У процесі молочнокислого бродіння відбувається часткове перетворення лактози у молочну кислоту, що призводить до зниження її концентрації та покращення фізіологічної переносимості продукту. Одночасно протеолітична активність заквашувальних культур сприяє утворенню низькомолекулярних пептидів і вільних амінокислот, що підвищує біодоступність білкової фракції та може позитивно впливати на засвоєння поживних речовин [31-35]. Окрім нутриціологічних ефектів, ферментація істотно впливає на технологічні властивості маслянки, зокрема на кислотність, в'язкість і стабільність системи. Формування кислого середовища сприяє підвищенню агрегативної стійкості білкових компонентів у присутності фруктово-овочевих інгредієнтів, що є важливим для попередження розшарування та синерезису у готовому продукті. У дослідженнях, присвячених ферментованим молочно-плодовим напоям, показано, що поєднання ферментованої молочної основи з фруктовими компонентами дозволяє отримувати продукти з покращеними сенсорними властивостями та підвищеним антиоксидантним потенціалом [36, 37].

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить, що маслянка у ферментованому вигляді є перспективною білково-вуглеводною молочною сировиною для створення фруктово-овочевих напоїв функціонального призначення.

1.4 Фруктово-овочеві компоненти смузі та їх взаємодія з молочною основою

Фруктово-овочева фаза смузі є не просто «наповнювачем», а хімічно й колоїдно активним компонентом, який одночасно визначає нутрієнтний профіль, кислотно-лужний стан, реологію та агрегативну стабільність напою [38].

У складі плодів і овочів найважливішими для технології смузі є низькомолекулярні вуглеводи, зокрема глюкоза, фруктоза, сахароза, що формують осмотичний тиск і солодкість; органічні кислоти, які визначають рН і титровану кислотність; полісахариди, зокрема пектинові речовини, геміцелюлози, целюлоза, які визначають дисперсність і вологоутримання; фенольні речовини, каротиноїди та інші фітосполуки, чутливі до окиснення і біохімічних взаємодій [39].

Саме співвідношення розчинних/нерозчинних фракцій, розмір частинок, ступінь руйнування тканин у фруктово-овочевих інгредієнтах суттєво впливає на збереження та біодоступність каротиноїдів і поліфенолів у фруктово-овочевих продуктах після подрібнення та під час зберігання [40].

В оглядах, присвячених структурно-нутриєнтним особливостям фруктово-овочевих систем, наголошується, що серед розчинних харчових волокон у плодах і овочах домінують пектин і інулін, які проявляють високу гідрофільність і здатність утворювати драгли, а нерозчинні фракції формують «каркас» частинок і впливають на седиментаційну стійкість [41].

Для смузі принципово важливо, що на відміну від соків фільтраційного типу, тут збережено тверду фазу рослинної тканини. Це означає, що напій поводить себе як полідисперсна система, де стабільність визначається не лише в'язкістю основної фази, а й взаємодією частинок клітинних фрагментів, пектиново-клітковинного комплексу та білків молочної основи. Введення фруктово-овочевих пюре, як правило, підвищує видиму в'язкість за рахунок гідратації полісахаридів і збільшення об'ємної частки дисперсної фази; водночас надлишок грубодисперсних частинок або дефіцит розчинних гідроколоїдів може призводити до седиментації й розшарування [42].

З позицій сучасної харчової колоїдної хімії пектинові речовини в таких напоях виконують подвійне завдання: підвищують в'язкість та водночас виступають природними стабілізаторами, здатними регулювати взаємодії інгредієнтів у кисломолочних системах. У прикладних роботах з розроблення комбінованих кисломолочних напоїв чітко підкреслюється технологічна цінність пектиновмісних фруктових наповнювачів, які дозволяють підтримувати

однорідність і стабільну консистенцію без надмірного застосування синтетичних загусників [43].

Молочна основа додає в систему білковий компонент, чия поведінка визначається рН, іонною силою та наявністю поліаніонів рослинного походження. У кислих напоях важливою є зона наближення рН до ізоелектричної точки казеїну (~4,6): при наближенні до цього інтервалу зменшується електростатичне відштовхування між частинками, зростає ризик флокуляції, утворення агрегатів і подальшого синерезису або помітного розшарування. Саме тому технологічна логіка поєднання фруктової кислоти з молочним білком не може обмежуватися лише досягненням бажаного смаку: потрібне керування колоїдною стабільністю [44].

Основний механізм сумісності фруктово-овочевої фази з молочними білками реалізується через білково-полісахаридні взаємодії. Пектини здатні адсорбуватися на поверхні білкових частинок у зоні кислих рН та формувати захисний гідратний шар, що підвищує стабільність структури і знижує ймовірність «місткової» флокуляції. Практична значущість цього підходу підтверджується як оглядовими роботами, так і експериментальними дослідженнями модельних кислих молочних напоїв, де рослинні гідроколоїди використовували як стабілізатори для контролю розміру частинок, в'язкості та стійкості до седиментації. Зокрема, показано, що гідроколоїди з м'якоті гарбуза можуть виконувати стабілізаційну функцію в молочних напоях із регульованою кислотністю, впливаючи на мікроструктуру та реологічні параметри системи. Окремі прикладні дослідження також демонструють, що ефективність стабілізації у кислих білкових напоях різко змінюється залежно від рН, і цей чинник повинен бути узгоджений із кислотністю фруктового компоненту та рівнем розчинних полісахаридів. Пектиновмісні компоненти можуть бути введені як у вигляді чистого пектину, так і «вбудовано» – через фруктові пюре, що для смузі є технологічно привабливим, бо одночасно вирішує завдання текстури, стабільності та нутрієнтного профілю [45].

Органічні кислоти фруктів і овочів у змішаних молочно-рослинних напоях є фактором подвійної дії. З одного боку, вони забезпечують мікробіологічну й

сенсорну «кислу» характеристику та можуть гармонізувати смак ферментованої молочної основи. З іншого боку, саме кислотність визначає наближення білків до ізоелектричного стану й, отже, ризику синерезису. У літературних джерелах, присвячених внесенню фруктових або фруктово-ягідних компонентів у кисломолочні продукти, підкреслюється, що органічні кислоти змінюють рН і титровану кислотність, а додавання фруктової пульпи за певних умов здатне підвищувати схильність продукту до синерезису через сумарне підкислення та зміну сухих речовин [46]. Огляд щодо введення фруктів або пульпи до йогуртових систем також наголошує на технологічній ролі кислот: вони модифікують заряд казеїнових міцел і реологію, а надмірна кислотність може погіршувати водоутримувальну здатність та стимулювати синерезис, якщо не компенсована полісахаридною фракцією або режимом сквашування [47].

Отже, раціональне поєднання фруктово-овочевих інгредієнтів з молочною основою в смузі повинно базуватися на узгодженні трьох взаємопов'язаних «контурів» керування: кислотності, полісахаридного профілю та білкової стабільності [42, 48-50]. У технологічно оптимальному варіанті фруктові кислоти та продукти молочнокислого бродіння формують стабільний кислий профіль, а пектини та розчинні волокна забезпечують просторово-гідратаційну стабілізацію білкових частинок і підвищення в'язкості молочної фази, зменшуючи швидкість седиментації твердих часток.

Висновки до розділу 1

1. Аналіз наукових джерел свідчить, що смузі сформувалися як окрема категорія готових до споживання нефільтрованих напоїв, властивості яких визначаються поєднанням рецептурних рішень і характером міжкомпонентних взаємодій. Збереження твердої фази фруктово-овочевої сировини зумовлює специфічні реологічні та структурно-механічні характеристики смузі й водночас обмежує їх стабільність за відсутності цілеспрямованого технологічного керування.

2. Установлено, що традиційні рослинні смузи характеризуються недостатнім вмістом повноцінного білка, що обмежує їх використання у складі раціонів функціонального та спортивного харчування. Використання білково-вуглеводної молочної сировини дозволяє підвищити біологічну цінність таких напоїв, а маслянка вирізняється серед інших молочних продуктів поєднанням помірного нутрієнтного складу та сприятливих технологічних властивостей.
3. Показано, що ферментація маслянки є ефективним інструментом модифікації її нутріціологічних і технологічних характеристик, зокрема шляхом зниження вмісту лактози, підвищення біодоступності білкової фракції та формування керованої кислотності, що істотно впливає на в'язкість і агрегативну стійкість напоїв.
4. Фруктово-овочеві компоненти у складі смузі виконують не лише функцію джерела біологічно активних сполук, але й є активними структуроутворювальними чинниками. Пектини, харчові волокна та органічні кислоти визначають реологічні властивості системи та характер взаємодії з молочними білками, що може як стабілізувати напій, так і спричиняти розшарування за несприятливих умов.
5. Узагальнення літературних даних підтверджує наукову доцільність розроблення фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки як складних багатофазних систем, стабільність і біологічна цінність яких залежать від узгодженого керування ферментацією, кислотністю та білково-полісахаридними взаємодіями.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень та схема дослідів

Робота присвячена розробці технології фруктово-овочевого смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини, у якості якої використана ферментована маслянка.

Наукова гіпотеза роботи полягає в тому, що цілеспрямоване поєднання ферментованої маслянки як біологічно активної молочної основи з фруктово-овочевим пюре та псиліумом як джерелом високомолекулярних розчинних харчових волокон дозволить сформувати стабільну багатокомпонентну дисперсну систему з покращеними структурно-реологічними, фізико-хімічними та сенсорними властивостями, придатну для створення функціональних напоїв оздоровчого призначення. Передбачається, що проведення контрольованої молочнокислої ферментації маслянки забезпечує модифікацію її білково-вуглеводної фази, зниження вмісту лактози та формування м'якого кислого профілю, що підвищує сумісність молочної основи з рослинними компонентами та створює сприятливі умови для ефективної дії розчинних харчових волокон. Введення фруктово-овочевого пюре у фіксованій кількості (20%) розглядається як фактор підвищення біологічної цінності продукту за рахунок збагачення харчовими волокнами, органічними кислотами та поліфенольними сполуками, водночас здатний впливати на колоїдну стабільність системи залежно від кислотності та пектинового профілю пюре. У цьому контексті псиліум, завдяки високій вологозв'язувальній здатності та здатності до формування просторово-організованої гідратованої структури за низьких концентрацій, виконує подвійну функцію – технологічного стабілізатора та фізіологічно значущого інгредієнта.

Очікується, що дозоване введення псиліуму в інтервалі 0...0,8% забезпечить зменшення фазового розшарування та седиментації дисперсної фази, підвищення

в'язкості та однорідності напоїв без формування надмірно гелеподібної структури, а характер і вираженість цих ефектів визначатимуться складом фруктових-овочевого пюре через відмінності у кислотності, вмісті пектинових речовин і поліфенольному профілі.

Для проведення досліджень була розроблена програма, що наведена на рисунку 2.1, та схема дослідів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема дослідів при проведенні експериментальних досліджень

Код зразка	Тип зразка	Профіль пюре	Кількість пюре, %	Склад пюре (співвідношення)	Псиліум, %	Ферментована маслянка, %
P0	Контроль (без пюре і псиліуму)	–	0	–	0,0	100,0
P1-0	Контроль з пюре, без псиліуму	P1	20	буряк:смородина:груша 40:30:30	0,0	80,0
P2-0	Контроль з пюре, без псиліуму	P2	20	айва:журавлина:селера 50:25:25	0,0	80,0
P3-0	Контроль з пюре, без псиліуму	P3	20	томат:перець:цитрус 50:30:20	0,0	80,0
P1-02	Дослід	P1	20	40:30:30	0,2	79,8
P1-05	Дослід	P1	20	40:30:30	0,5	79,5
P1-08	Дослід	P1	20	40:30:30	0,8	79,2
P2-02	Дослід	P2	20	50:25:25	0,2	79,8
P2-05	Дослід	P2	20	50:25:25	0,5	79,5
P2-08	Дослід	P2	20	50:25:25	0,8	79,2
P3-02	Дослід	P3	20	50:30:20	0,2	79,8
P3-05	Дослід	P3	20	50:30:20	0,5	79,5
P3-08	Дослід	P3	20	50:30:20	0,8	79,2

Експериментальні дослідження проводили за ізофакторною схемою з фіксованою часткою фруктових-овочевого пюре (20%) та варіативним вмістом псиліуму (0; 0,2; 0,5; 0,8%). Як основу використовували ферментовану маслянку, масова частка якої змінювалася відповідно до вмісту функціональних інгредієнтів і доводилася до 100%. Формування напоїв здійснювали з використанням трьох різних профілів фруктових-овочевого пюре: P – буряк–смородина–груша (40:30:30), P2 – айва–журавлина–селера стеблова (50:25:25), P3 – томат–солодкий перець–

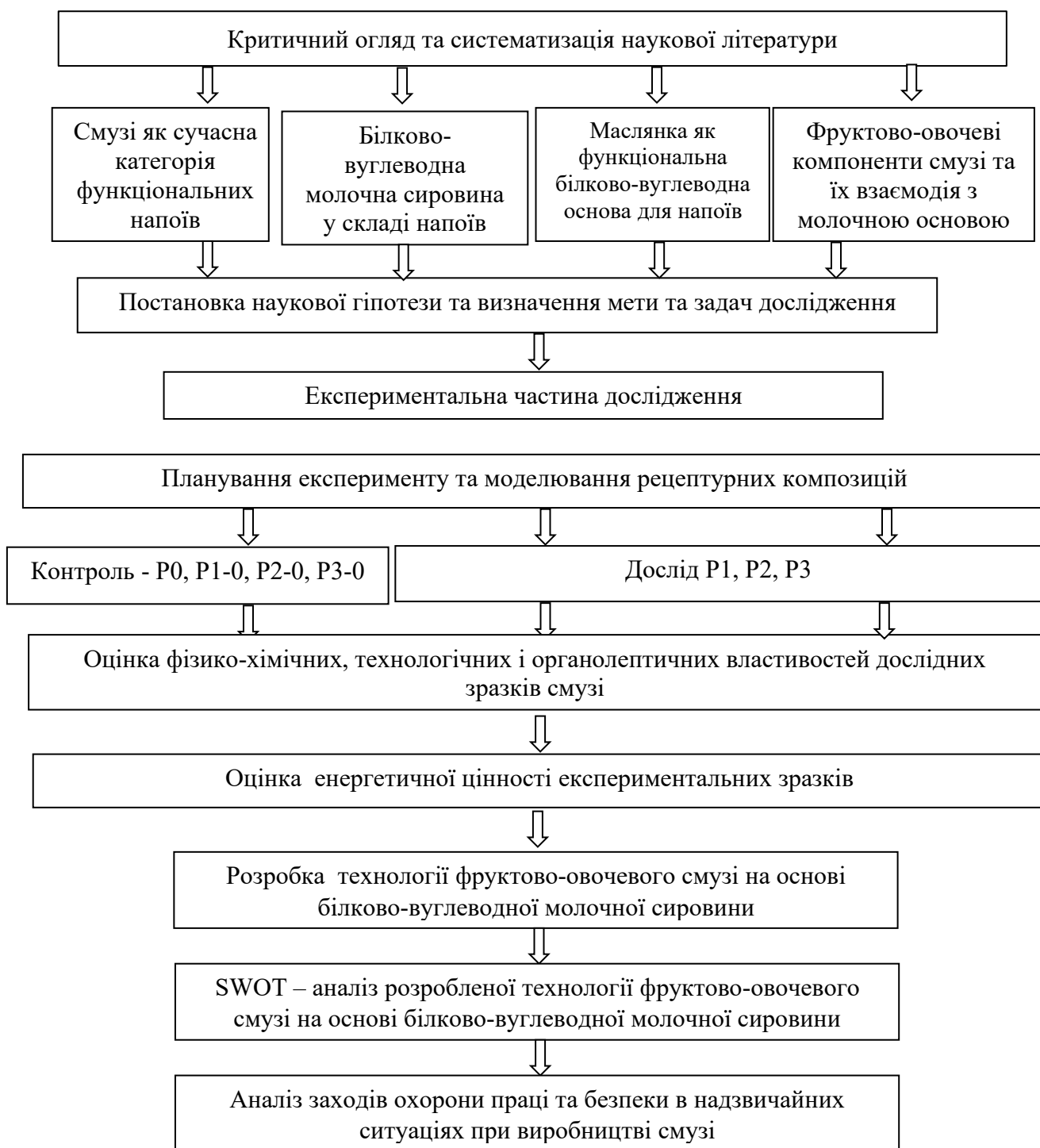


Рис. 2.1. Програма досліджень при розробці технології фруктово-овочевого смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини.

мандарин (50:30:20). Для кожного профілю передбачали контрольний зразок без додавання псиліуму та серію дослідних зразків із поступовим підвищенням його концентрації.

Відповідно до розробленої схеми дослідів були розроблені рецептурні композиції смузі (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Рецептури дослідних зразків фруктово-овочевого смузі
дослідного профілю Р1**

Код	Тип	Фермент. маслянка, %	Буряк, %	Смородина, %	Груша, %	Псиліум, %	Разом, %
P1-0	Контроль профілю (без псиліуму)	80,0	8,0	6,0	6,0	0,0	100
P1-02	Дослід	79,8	8,0	6,0	6,0	0,2	100
P1-05	Дослід	79,5	8,0	6,0	6,0	0,5	100
P1-08	Дослід	79,2	8,0	6,0	6,0	0,8	100

Таблиця 2.3

**Рецептури дослідних зразків фруктово-овочевого смузі
дослідного профілю Р2**

Код	Тип	Фермент. маслянка, %	Айва, %	Журавлина, %	Селера, %	Псиліум, %	Разом, %
P2-0	Контроль профілю (без псиліуму)	80,0	10,0	5,0	5,0	0,0	100
P2-02	Дослід	79,8	10,0	5,0	5,0	0,2	100
P2-05	Дослід	79,5	10,0	5,0	5,0	0,5	100
P2-08	Дослід	79,2	10,0	5,0	5,0	0,8	100

Таблиця 2.4

**Рецептури дослідних зразків фруктово-овочевого смузі
дослідного профілю Р3**

Код	Тип	Фермент. маслянка, %	Томат, %	Перець, %	Мандарин, %	Псиліум, %	Разом, %
P3-0	Контроль профілю (без псиліуму)	80,0	10,0	6,0	4,0	0,0	100
P3-02	Дослід	79,8	10,0	6,0	4,0	0,2	100
P3-05	Дослід	79,5	10,0	6,0	4,0	0,5	100
P3-08	Дослід	79,2	10,0	6,0	4,0	0,8	100

У якості глобального контролю для всіх варіантів виступала ферментована маслянка (100%) без пюре і без псиліуму.

2.2 Об'єкти та матеріали досліджень

Об'єктами дослідження у роботі є молочно-рослинні напої з додаванням фруктових-овочевих пюре та функціонального інгредієнта, а також проміжні напівфабрикати, отримані на окремих стадіях технологічного процесу.

У якості базової молочної основи для подальшої ферментації та виробництва смузі була обрана маслянка. За технологічною природою маслянка є рідкою фазою, що відокремлюється під час збивання вершків у масло, і містить водорозчинні компоненти молока та частину компонентів оболонки жирових кульок. Хімічний склад неферментованої маслянки наведено в таблиці 2.5. Він залежить від виду вершків, режимів збивання та частки жиру, що переходить у маслянку.

Таблиця 2.5

Хімічний склад неферментованої маслянки

Показник	Одиниця виміру	Вміст
Вода	%	90,8...91,5
Сухі речовини	%	8,5...9,2
Жир	%	0,4...0,9
Білки загальні	%	2,8...3,4
- казеїнові білки	%	0,4...0,6
- сироваткові білки	%	2,2...2,8
Вуглеводи (лактоза)	%	3,8...4,9
Мінеральні речовини	мг/100 г	
Кальцій (Ca)	мг/100 г	90,0...120,0
Фосфор (P)	мг/100 г	70,0...100,0
Калій (K)	мг/100 г	140,0...170,0
Натрій (Na)	мг/100 г	35,0...60,0

Магній (Mg)	мг/100 г	10,0...14,0
Хлориди (Cl ⁻)	мг/100 г	80,0...120,0
Залізо (Fe)	мг/100 г	0,02...0,05
Цинк (Zn)	мг/100 г	0,2...0,4
Мідь (Cu)	мг/100 г	0,01...0,03
Марганець (Mn)	мг/100 г	0,005...0,02
Вітамін А	мкг/100 г	2,0...8,0
Вітамін D	мкг/100 г	0,01...0,03
Вітамін Е	мг/100 г	0,01...0,03
Вітамін К	мкг/100 г	0,1...0,5
Вітамін В ₁	мг/100 г	0,02–0,04
Вітамін В ₂	мг/100 г	0,12...0,17
Вітамін В ₃	мг/100 г	0,05...0,10
Вітамін В ₅	мг/100 г	0,20...0,35
Вітамін В ₆	мг/100 г	0,02...0,04
Вітамін В ₉	мкг/100 г	2,0...5,0
Вітамін В ₁₂	мкг/100 г	0,2...0,4
Вітамін С	мг/100 г	≤0,1 (слідові кількості)
Фосфоліпіди	мг/100 г	20,0...50,0
Лактоферин	мг/л	5,0...15,0
Імуноглобуліни	мг/л	10,0...30,0
Органічні кислоти	–	слідові кількості

Під час приймання у виробництво свіжа неферментована маслянка повинна мати чистий, властивий молочній сировині смак і запах без сторонніх присмаків, бути однорідною рідиною без пластівців білка, осаду та ознак мікробіологічного псування; колір – від білого до кремового (в межах, властивих продукту перероблення вершків) [51]. Що стосовно показників безпечності, то в Україні вони

регулюються Наказом Мінагрополітики України від 12.03.2019 №118 «Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів» [52].

Поряд із молочною основою важливу роль у формуванні харчової та біологічної цінності напоїв відіграє рослинна сировина, яка є джерелом харчових волокон, органічних кислот, вітамінів, мінеральних речовин і біологічно активних сполук, а також визначає смаковий профіль і антиоксидантний потенціал готового продукту. У дослідженні як рослинні компоненти використано овочеву сировину, зокрема буряк столовий, селеру стеблову, томати та перець солодкий, добір яких зумовлений їхньою високою біологічною цінністю та технологічною доцільністю використання у складі смузі. Хімічний склад овочевої сировини наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Хімічний склад овочевої сировини для виробництва смузі

Компонент / показник	Буряк столовий	Селера стеблова	Томати	Перець солодкий
Вода, %	86...88	94...96	93...95	91...93
Сухі речовини, %	12...14	4...6	5...7	7...9
Основні вуглеводи	сахароза, глюкоза	манітол, клітковина	глюкоза, фруктоза	глюкоза, фруктоза
Загальні вуглеводи, %	8...10	2...3	3...4	4...6
Харчові волокна, %	2,5...3,5	1,0...1,8	1,0...1,5	1,5...2,5
Тип волокон	Пектини, геміцелюлози	Целюлоза, пектинові речовини	Пектини	Пектини, целюлоза
Органічні кислоти, %	0,1...0,2	0,1...0,2	0,3–0,6	0,2–0,4
Калій, мг/100 г	280...350	250...300	230...290	200...250
Магній, мг/100 г	20...25	10...15	10...14	10...15
Вітамін С, мг/100 г	5...10	3...6	15...25	100...200
Каротиноїди, мг/100 г	–	–	Лікопін 2...5	β-каротин 1...2
Поліфеноли, мг/100 г	100...300	50...120	50...150	100...250
Специфічні БАР	Бетаїн, беталаїни	Апігенін, лютеолін	Лікопін	Капсантин, кверцетин
Антиоксидантна активність	Висока	Помірна	Висока	Дуже висока

Таким чином, на основі наведених даних можна підсумувати, що буряк столовий є джерелом беталаїнів і бетаїну, що зумовлює антиоксидантні та потенційно гепатопротекторні властивості напоїв, а також сприяє збагаченню калієм і формуванню природного кольору. Селера стеблова характеризується низькою енергетичною цінністю та високим вмістом води і калію, що забезпечує осмотичний баланс напоїв і зменшує сенсорну “важкість” молочної основи. Томати виступають джерелом органічних кислот і лікопіну, що сприяє формуванню стабільного кислотного профілю та підвищує антиоксидантну цінність продукту. Перець солодкий є одним із найбагатших рослинних джерел вітаміну С та флавоноїдів, що забезпечує істотне вітамінне збагачення напоїв і підсилює їх антиоксидантний потенціал.

Овочева сировина, використана у дослідженні, повинна відповідати вимогам чинних в Україні стандартів щодо якості та безпечності свіжих овочів. Приймання та оцінювання здійснювали за органолептичними, фізичними та санітарно-гігієнічними показниками відповідно до нормативних документів: ДСТУ 7033:2009 «Буряк столовий свіжий. Технічні умови» [53], ДСТУ 7612:2014 Томати свіжі для промислового перероблення. Технічні умови [54], ДСТУ 2659:94 «Перець солодкий свіжий. Технічні умови» [55]; ДСТУ 8596:2015 Селера молода свіжа. Технічні умови [56]. Згідно з вимогами стандартів, овочі повинні бути свіжими, цілими, чистими, без ознак механічних пошкоджень, мікробіологічного псування, стороннього запаху чи присмаку, а також відповідати встановленим критеріям безпечності щодо вмісту токсичних елементів і забруднювачів.

Важливу роль у формуванні харчової цінності, сенсорних та функціональних властивостей напоїв відіграє фруктова сировина, яка є основним джерелом легкозасвоюваних вуглеводів, органічних кислот, пектинових речовин, вітамінів та ароматичних сполук. У дослідженні як фруктові компоненти використано грушу, айву та мандарин.

Хімічний склад фруктових інгредієнтів наведено в таблиці 2.7.

Хімічний склад фруктових інгредієнтів

Компонент / показник	Груша	Айва	Мандарин
Вода, %	83...86	80...83	86...88
Сухі речовини, %	14...17	17...20	12...14
Загальні вуглеводи, %	9...12	12...15	8...10
Основні цукри	Фруктоза, глюкоза	Фруктоза, сахароза	Фруктоза, сахароза
Харчові волокна, %	2,5...3,5	4,0...6,0	1,5...2,5
Тип волокон	Пектини	Пектини	Пектини
Органічні кислоти, %	0,1...0,2	0,3...0,6	0,6...1,2
Калій (К), мг/100 г	110...130	190...220	150...170
Кальцій (Са), мг/100 г	7...10	10...15	25...35
Вітамін С, мг/100 г	4...8	10...15	30...50
Поліфеноли, мг/100 г	50...120	200...400	100...200

З наведених даних видно, що фрукти, використані в роботі, суттєво відрізняються за біохімічним складом і технологічними властивостями, що забезпечує їхню взаємодоповнюваність у складі багатоконпонентних пюре. Груша характеризується м'яким смаковим профілем, високим вмістом розчинних цукрів і низькою кислотністю, завдяки чому виконує роль природного смакового буфера в кисломолочних системах. Айва відзначається підвищеним вмістом пектинових речовин і фенольних сполук, що зумовлює її високу структуроутворювальну здатність і доцільність використання для стабілізації напоїв. Мандарин є джерелом органічних кислот, вітаміну С та флавоноїдів, забезпечує свіжий аромат і підсилює антиоксидантний потенціал готового продукту.

Якість і безпечність фруктової сировини, використаної у дослідженні, повинні відповідати вимогам чинних національних стандартів: ДСТУ 8326:2015 Груші свіжі середніх і пізніх термінів достигання. Технічні умови [57], ДСТУ 7023:2009 Айва свіжа. Технічні умови [58], ДСТУ ЕЭК ООН FFV-14:2007 Фрукти цитрусові. Настанови щодо постачання і контролювання якості (ЕЭК ООН FFV-14:2004, IDT) [59]. Згідно з вимогами стандартів, плоди повинні бути свіжими, цілими, чистими, без ознак механічних пошкоджень, гнилі, сторонніх запахів і

присмаків, а також відповідати нормам безпеки щодо вмісту токсичних елементів і залишків пестицидів.

Важливою додатковою складовою фруктових-овочевих смузі може бути ягідна сировина, яка забезпечує концентроване надходження біологічно активних речовин, зокрема вітаміну С, поліфенольних сполук і природних антиоксидантів, а також формує виразний смаковий і кольоровий профіль напоїв. У дослідженні як ягідні компоненти використано чорну смородину та журавлину, доцільність застосування яких зумовлена їх високою фізіологічною активністю, здатністю коригувати кислотність молочно-рослинних систем і підсилювати функціональну спрямованість готових смузі.

Хімічний склад ягідної сировини наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Хімічний склад ягідної сировини

Компонент / показник	Чорна смородина	Журавлина
Вода, %	80...83	86...88
Сухі речовини, %	17...20	12...14
Загальні вуглеводи, %	8...11	4...7
Основні цукри	Глюкоза, фруктоза	Глюкоза, фруктоза
Харчові волокна, %	4,0...6,0	3,0...4,5
Тип волокон	Пектини, геміцелюлози	Пектини
Органічні кислоти, %	2,0...3,5	2,5...4,5
Калій (К), мг/100 г	300...370	80...100
Кальцій (Са), мг/100 г	30...40	8...15
Вітамін С, мг/100 г	150...300	10...20
Антоціани, мг/100 г	250...600	30...80
Поліфеноли, мг/100 г	400...800	200...500

Ягоди суттєво відрізняються від фруктів і овочів вищою концентрацією біологічно активних сполук за меншої частки сухих речовин, що робить їх ефективним функціональним компонентом навіть за невеликих дозувань. Чорна смородина характеризується надзвичайно високим вмістом вітаміну С, антоціанів і флавоноїдів, які визначають її антиоксидантні та імуномодулювальні властивості. Журавлина вирізняється підвищеним вмістом органічних кислот і проантоціанідинів, що зумовлює її антимікробний потенціал і здатність формувати

освіжаючий кислий смак, важливий для балансування ферментованої молочної основи.

Ягідна сировина, використана у дослідженні, повинна відповідати вимогам чинних національних стандартів: ДСТУ 8319:2015 Смородина чорна свіжа. Технічні умови [60], ДСТУ 5035:2008 Журавлина свіжа. Технічні умови [61]. Згідно з вимогами стандартів, ягоди повинні бути стиглими, чистими, без механічних пошкоджень, ознак пліснявіння та сторонніх запахів, а також відповідати встановленим нормам безпеки щодо вмісту токсичних елементів і залишків пестицидів.

Введення ягідної сировини до складу фруктових-овочевих смузі дозволяє суттєво підвищити їх функціональні властивості навіть за невеликої частки у рецептурі, що є технологічно доцільним і економічно обґрунтованим.

У дослідженні як джерело розчинних харчових волокон використовували псиліум – лущиння насіння *Plantago ovata* харчової якості. Як об'єкт дослідження було обрано комерційний продукт *Psyllium Husk Powder* виробництва NOW Foods (США), який не містив ароматизаторів, підсолоджувачів або допоміжних речовин і був призначений для використання у складі харчових продуктів та дієтичних добавок. Продукт постачався у вигляді дрібнодисперсного порошку світло-бежевого кольору з нейтральними органолептичними властивостями. Вибір саме цього продукту зумовлений стабільною якістю сировини, стандартизованим вмістом харчових волокон і наявністю декларації безпеки виробника, що є принципово важливим для забезпечення відтворюваності експериментальних досліджень та коректності порівняльного аналізу результатів.

Псиліум характеризується високим вмістом високомолекулярних розчинних харчових волокон, переважно арабіноксиланів, які відзначаються вираженою гідратаційною здатністю та здатністю формувати в'язкі колоїдні системи у водному середовищі. Завдяки цим властивостям у складі молочно-рослинних напоїв псиліум виконує подвійну функцію. З технологічної точки зору він сприяє стабілізації дисперсної системи, зменшенню фазового розшарування, що є особливо важливим для напоїв на основі ферментованої молочної сировини з

додаванням рослинних компонентів. З фізіологічної точки зору введення псиліуму забезпечує підвищення вмісту розчинної клітковини у готовому продукті та формування пребіотичного ефекту, що відповідає концепції функціонального та оздоровчого харчування [62].

Псиліум харчової якості, використаний у роботі, повинен відповідати вимогам щодо безпечності харчових продуктів рослинного походження. Зокрема, він не допускає наявності *Salmonella spp.* у 25 г продукту, а загальна кількість мезофільних аеробних мікроорганізмів не повинна перевищувати допустимі рівні для харчових волокон. Вміст токсичних елементів регламентується гранично допустимими концентраціями, зокрема для свинцю – не більше 0,5 мг/кг, кадмію – не більше 0,2 мг/кг, миш'яку – не більше 0,5 мг/кг і ртуті – не більше 0,1 мг/кг. Вміст пестицидів і мікотоксинів не повинен перевищувати нормативних значень, установлених для харчових продуктів рослинного походження [63].

2.3 Методика проведення досліджень

Дослідні зразки смузі готували в лабораторних умовах за стандартизованою технологічною схемою, яка включала ферментацію маслянки як базової молочної основи, підготовку рослинної сировини з отриманням пюре та безпосереднє формування смузі шляхом змішування компонентів із контрольованим внесенням псиліуму й подальшою стабілізацією системи.

На першому етапі як сировину використовували маслянку свіжу, яку попередньо профільтрували через сито з розміром комірок 200...500 мкм для видалення механічних домішок. Для забезпечення контрольованого перебігу ферментації маслянку піддавали термічній підготовці: пастеризацію здійснювали за режиму 85 ± 1 °C протягом 15 хв у пастеризаторі з перемішуванням.

Після пастеризації маслянку охолоджували до температури внесення закваски 42 ± 1 °C. Заквашування проводили термофільною йогуртовою культурою, що містила *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, з додатковим внесенням пробіотичної культури *Bifidobacterium animalis*

subsp. lactis BB-12. Основну культуру вносили у дозі 0,03% (м/м), а пробіотик – згідно інструкції виробника з орієнтацією на стартовий рівень не нижче 10^6 КУО/мл перед ферментацією. Ферментацію здійснювали при 42 ± 1 °C протягом 4-5 год до досягнення рН $4,50 \pm 0,05$, після чого процес зупиняли швидким охолодженням і проводили дозрівання при 4 ± 1 °C упродовж 12-18 год.

Перед приготуванням смузі ферментовану основу перемішували до однорідного стану без інтенсивного збивання протягом 1-2 хв. У випадку орієнтації на питний формат після охолодження допускали легку механічну деструктуризацію згустку (стіринг) до необхідної консистенції.

Другий етап включав підготовку рослинної сировини та отримання пюре. Використовували овочі, фрукти й ягоди згідно з рецептурними композиціями. Сировину сортували, промивали проточною водою, інспектували з видаленням пошкоджених частин. Подрібнення здійснювали попереднім різанням на фрагменти 10...20 мм і гомогенізацією у блендері при 12 000...18000 об/хв упродовж 1-3 хв до однорідної консистенції. За потреби стандартизації дисперсності пюре протирали через сито з розміром комірок 0,5-1,0 мм. Для підвищення відтворюваності та забезпечення мікробіологічної чистоти пюре піддавали термічній стабілізації шляхом пастеризації при 85 ± 1 °C протягом 3-5 хв із подальшим швидким охолодженням до 20 °C і доведенням температури до 4 ± 1 °C. Для цитрусового компонента (мандарину) термообробку мінімізували; допускали короткочасну пастеризацію щадним режимом або внесення у холодному вигляді.

На третьому етапі формували смузі шляхом змішування ферментованої маслянки та рослинного пюре за рецептурною схемою, а псиліум вносили відповідно до рівнів дослідного фактора (від 0 до 0,8%). Для запобігання грудкуванню псиліуму та забезпечення відтворюваної реології застосовували стандартизований порядок внесення компонентів: у блендер спочатку вносили ферментовану маслянку, охолоджену до 4...8 °C, додавали пюре (4...8 °C) і перемішували 30-60 с при 8000...12000 об/хв, після чого псиліум вносили тонким струменем при увімкненому змішувачі. Після повного внесення псиліуму

проводили інтенсивне перемішування 60-120 с при 12000...18000 об/хв. Обов'язковим технологічним етапом була гідратація псиліуму: суміш витримували при 8 ± 2 °C упродовж 15-30 хв для повної гідратації волокон, після чого здійснювали коротке повторне перемішування 20-30 с. За наявності надмірного піноутворення проводили дегазацію шляхом витримки у холодильнику протягом 10 хв до виходу піни. Готові зразки фасували у стерильні полімерні або скляні ємності та зберігали при 4 ± 1 °C до моменту аналізу.

Дослідження фізико-хімічних, технологічних і органолептичних показників проводили за стандартними методиками [64].

В'язкість зразків визначали методом ротаційної віскозиметрії при температурі 20 ± 1 °C та фіксованій швидкості обертання шпинделя. Результати виражали в мПа·с. Синерезис оцінювали центрифужним методом шляхом відокремлення рідкої фази після центрифугування зразків (3000 об/хв, 10 хв) з подальшим розрахунком відсотка виділеної сироватки від маси зразка. Індекс розшарування визначали візуальним методом як відношення висоти відокремленого шару до загальної висоти зразка після зберігання при 4 ± 1 °C впродовж 24 годин.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

3.1 Дослідження вмісту основних показників хімічного складу фруктово-овочевих смузі

Формування хімічного складу смузі на основі ферментованої маслянки з додаванням фруктово-овочевих пюре та розчинних харчових волокон є результатом одночасної дії кількох взаємопов'язаних чинників: кислотогенезу молочнокислого бродіння, вуглеводного складу рослинної сировини та гідрофільної природи полісахаридних стабілізаторів. На відміну від традиційних молочних напоїв, такі багатокomпонентні системи не мають “сталого” хімічного стану, а характеризуються динамічною рівновагою між водною фазою, розчиненими цукрами, органічними кислотами та структуроутворювальними компонентами.

У цьому контексті показники масової частки сухих речовин, загального вмісту цукрів, титрованої кислотності та активної кислотності (рН) є базовими характеристиками, що дозволяють оцінити вплив рецептурних факторів – типу пюре та дозування псиліуму – на хімічний склад смузі. Результати визначення даних показників представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Основні показники хімічного складу фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки

Код зразка	Сухі речовини, %	Загальні цукри, %	Редукуючі цукри, %	Титрована кислотність, % (молочна к-та)	рН
P0	8,6 ± 0,2	4,2 ± 0,1	1,8 ± 0,1	0,70 ± 0,02	4,52 ± 0,03
P1-0	11,8 ± 0,3	7,6 ± 0,2	4,2 ± 0,2	0,74 ± 0,02	4,35 ± 0,02
P2-0	10,9 ± 0,3	6,9 ± 0,2	3,6 ± 0,1	0,79 ± 0,02	4,18 ± 0,02
P3-0	10,6 ± 0,2	5,8 ± 0,2	3,1 ± 0,1	0,81 ± 0,02	4,12 ± 0,03
P1-02	12,3 ± 0,3	7,5 ± 0,2	4,1 ± 0,2	0,75 ± 0,02	4,33 ± 0,02

P1-05	12,9 ± 0,4	7,4 ± 0,2	4,0 ± 0,1	0,76 ± 0,02	4,30 ± 0,03
P1-08	13,6 ± 0,4	7,3 ± 0,2	3,9 ± 0,1	0,77 ± 0,02	4,28 ± 0,03
P2-02	11,4 ± 0,3	6,8 ± 0,2	3,5 ± 0,1	0,80 ± 0,02	4,16 ± 0,02
P2-05	12,0 ± 0,4	6,7 ± 0,2	3,4 ± 0,1	0,81 ± 0,02	4,14 ± 0,02
P2-08	12,6 ± 0,5	6,6 ± 0,2	3,3 ± 0,1	0,82 ± 0,02	4,12 ± 0,02
P3-02	11,0 ± 0,3	5,7 ± 0,2	3,0 ± 0,1	0,82 ± 0,02	4,10 ± 0,03
P3-05	11,6 ± 0,3	5,6 ± 0,2	2,9 ± 0,1	0,83 ± 0,02	4,08 ± 0,02
P3-08	12,2 ± 0,4	5,5 ± 0,2	2,8 ± 0,1	0,84 ± 0,02	4,05 ± 0,02

Отримані результати основних показників хімічного складу дослідних смузі (табл. 3.1) свідчать про те, що формування їх хімічного стану відбувалося за рахунок рецептурних факторів, тоді як ферментована маслянка в усіх варіантах виконувала роль стабільної базової основи з фіксованими параметрами кислотності.

Контрольний зразок P0, що містив лише ферментовану маслянку, характеризувався найнижчим вмістом сухих речовин ($8,6 \pm 0,2$ %) та загальних цукрів ($4,2 \pm 0,1$ %), а також найвищим значенням рН ($4,52 \pm 0,03$). Це відповідає очікуваному хімічному профілю ферментованої молочної сировини, у якій частина лактози вже була утилізована молочнокислими бактеріями, що підтверджується зниженим вмістом редуруючих цукрів і сформованим кислим середовищем.

Введення фруктово-овочевих пюре без псиліуму (P1-0 – P3-0) зумовило істотне зростання масової частки сухих речовин порівняно з контролем, однак величина цього зростання була різною залежно від профілю пюре. Найвищі значення сухих речовин зафіксовано для зразка P1-0 ($11,8 \pm 0,3$ %), що містив буряк, грушу та чорну смородину – компоненти з відносно високим вмістом розчинних вуглеводів і сухих речовин. Профіль P2-0, до складу якого входила стеблова селера з високою вологістю, характеризувався нижчим рівнем сухих речовин ($10,9 \pm 0,3$ %), незважаючи на наявність айви з високим вмістом пектинових речовин. Це свідчить про те, що кінцевий показник сухих речовин визначається сумарним балансом вологи та структурних компонентів усіх інгредієнтів, а не домінуванням одного “сухого” або “водянистого” компонента.

Зразки профілю Р3-0 мали найнижчий вміст сухих речовин серед варіантів з пюре, що узгоджується з високою часткою соковитих овочів і цитрусових.

Аналіз вуглеводного складу показав, що профіль Р1 формував найвищий рівень загальних і редукуючих цукрів, що зумовлено переважанням у його складі фруктових компонентів, багатих на глюкозу та фруктозу. У зразках профілю Р3 вміст цукрів був найнижчим, що пояснюється домінуванням овочевих компонентів і цитрусових, для яких характерне поєднання органічних кислот і відносно меншої частки простих вуглеводів. Водночас зменшення вмісту редукуючих цукрів у ряду Р1 → Р3 відображає не інтенсивність ферментації, а саме рецептурні особливості рослинної фази, оскільки молочна основа в усіх варіантах була однаковою.

Введення псиліуму в кількості 0,2–0,8 % супроводжувалося закономірним і практично лінійним зростанням масової частки сухих речовин у межах кожного профілю. Так, у зразках Р1 вміст сухих речовин зростав з $12,3 \pm 0,3$ % до $13,6 \pm 0,4$ %, у Р2 – з $11,4 \pm 0,3$ % до $12,6 \pm 0,5$ %, а у Р3 – з $11,0 \pm 0,3$ % до $12,2 \pm 0,4$ %. Це підтверджує високу гідрофільність псиліуму та його здатність ефективно зв'язувати воду, збільшуючи частку структурованих сухих речовин без істотного впливу на вуглеводний склад. При цьому незначне зниження вмісту загальних і редукуючих цукрів із підвищенням дози псиліуму має характер тенденції та може бути пов'язане з ефектом розведення та частковим залученням низькомолекулярних компонентів у гідратовану полісахаридну фазу.

Титрована кислотність і значення рН змінювалися у відносно вузьких межах і відображали передусім вплив органічних кислот рослинної сировини, накладений на стабільний кислотний фон ферментованої маслянки. Найвищі значення кислотності та найнижчий рН зафіксовано у зразках профілю Р3, що містили томати та цитрус, однак навіть у цих варіантах показники залишалися в оптимальному діапазоні для ферментованих молочно-рослинних напоїв. Відсутність різких змін кислотності при підвищенні дози псиліуму свідчить про його хімічну інертність щодо кислотно-лужного стану системи, що є важливою перевагою з технологічної точки зору.

У сукупності результати демонструють, що основним фактором формування хімічного профілю смузі є склад фруктово-овочевого пюре, тоді як псиліум виконує роль структуроутворювального та стабілізуючого інгредієнта, не порушуючи кислотно-вуглеводної рівноваги, сформованої на етапі ферментації маслянки.

3.2 Дослідження фізичних показників фруктово-овочевих смузі

Фізичні показники смузі є інтегральною характеристикою структури та стабільності молочно-рослинної дисперсної системи, оскільки безпосередньо відображають ступінь взаємодії між водною фазою, білковими компонентами ферментованої маслянки та полісахаридною фракцією рослинної сировини. В'язкість, схильність до синерезису та стабільність проти розшарування визначають не лише споживчі властивості напою, а й його технологічну придатність до зберігання та транспортування.

Результати визначення даних фізичних характеристик наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Фізичні показники дослідних зразків смузі

Код зразка	В'язкість, мПа·с	Синерезис, %	Індекс розшарування, %
P0	85,1 ± 5,3	14,8 ± 0,6	18,5 ± 0,8
P1-0	140,4 ± 8,1	9,6 ± 0,5	11,2 ± 0,6
P2-0	125,3 ± 7,1	10,8 ± 0,5	12,6 ± 0,7
P3-0	118,2 ± 6,2	11,5 ± 0,6	13,4 ± 0,7
P1-02	210,3 ± 10,4	5,8 ± 0,4	6,4 ± 0,5
P1-05	320,3 ± 15,1	2,9 ± 0,3	3,1 ± 0,4
P1-08	460,2 ± 20,1	1,2 ± 0,2	1,4 ± 0,3
P2-02	190,3 ± 9,2	6,6 ± 0,4	7,2 ± 0,5
P2-05	295,2 ± 14,2	3,4 ± 0,3	3,9 ± 0,4
P2-08	420,2 ± 18,1	1,6 ± 0,2	1,8 ± 0,3
P3-02	175,4 ± 8,2	7,2 ± 0,5	8,1 ± 0,6
P3-05	270,3 ± 13,3	3,9 ± 0,3	4,4 ± 0,4
P3-08	395,2 ± 17,3	1,9 ± 0,2	2,1 ± 0,3

Аналіз реологічних параметрів дослідних смузів показав, що фізична стабільність системи визначається не стільки фактом ферментації молочної основи, скільки наявністю та концентрацією структуроутворювальних компонентів рослинного походження, насамперед полісахаридної фракції. Оскільки в усіх зразках використовувалася однакова ферментована маслянка, відмінності в'язкості, синерезису та індексу розшарування є наслідком варіації складу пюре та дозування псиліуму.

Контрольний зразок P0 характеризувався найнижчою в'язкістю (85 ± 5 мПа·с) і, водночас, максимальними значеннями синерезису ($14,8 \pm 0,6$ %) та індексу розшарування ($18,5 \pm 0,8$ %). Така поведінка зумовлена низькою масовою часткою сухих речовин і відсутністю високомолекулярних гідрофільних компонентів, здатних стабілізувати водну фазу в кислому середовищі. Це свідчить про те, що ферментована маслянка без структурних добавок є фізично нестійкою дисперсною системою, незважаючи на сформований кислий профіль.

Введення фруктово-овочевих пюре без псиліуму (P1-0 – P3-0) призводило до помірного зростання в'язкості (118...140 мПа·с) і відповідного зниження синерезису та розшарування. Найкращі показники в цій групі були характерні для профілю P1, що містив буряк, грушу та чорну смородину – джерела пектинових речовин і розчинної клітковини. Водночас у зразках P2 і P3, до складу яких входили більш водянисті овочеві компоненти, зниження синерезису було менш вираженим, що підтверджує обмежену стабілізуючу дію рослинної сировини без додаткового структуроутворювача.

Введення псиліуму в концентрації 0,2...0,8 % зумовлювало різке й закономірне підвищення в'язкості у межах кожного профілю. Так, у зразках P1 в'язкість зростала з 140 ± 8 до 460 ± 20 мПа·с, у P2 – з 125 ± 7 до 420 ± 18 мПа·с, а у P3 – з 118 ± 6 до 395 ± 17 мПа·с. Одночасно спостерігалось суттєве зменшення синерезису – з 9,6...11,5 % у контрольних варіантах до 1,2...1,9 % при максимальній дозі псиліуму, а індекс розшарування знижувався до рівня 1,4...2,1 %.

Отримані результати підтверджують, що псиліум формує гідратовану полісахаридну систему, яка ефективно зв'язує вільну вологу, підвищує в'язкість без порушення кислотного балансу та істотно обмежує гравітаційне розшарування системи. Разом з тим, за концентрації 0,8 % в'язкість смузі набуває дуже високих значень, що може негативно впливати на питну консистенцію. Це вказує на доцільність оптимізації дозування псиліуму з урахуванням не лише фізичної стабільності, а й сенсорних характеристик продукту.

3.3 Дослідження біологічної цінності фруктово-овочевих смузі

Біологічна цінність ферментованих молочно-рослинних смузі визначається передусім вмістом біологічно активних речовин, здатних чинити антиоксидантну, метаболічну та протекторну дію в організмі людини. У даному дослідженні особливу увагу зосереджено на вітаміні С та загальних поліфенолах як індикаторах антиоксидантного потенціалу напоїв, що формується за рахунок фруктово-овочевої сировини.

Результати визначення основних біологічно активних речовин у контрольних та дослідних зразках фруктово-овочевих смузі наведено в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Вміст біологічно активних речовин у зразках смузі

Код зразка	Вітамін С, мг/100 г	Загальні поліфеноли, мг/100 г
P0	1,2 ± 0,1	45,0 ± 3,3
P1-0	24,0 ± 1,2	260,4 ± 12,2
P2-0	14,5 ± 0,8	200,2 ± 10,1
P3-0	38,0 ± 1,6	180,4 ± 9,1
P1-02	23,6 ± 1,1	255,4 ± 12,3
P1-05	23,0 ± 1,1	250,3 ± 12,2
P1-08	22,5 ± 1,0	245,3 ± 11,2
P2-02	14,2 ± 0,7	198,1 ± 10,3
P2-05	13,9 ± 0,7	195,2 ± 10,2
P2-08	13,5 ± 0,7	190,1 ± 9,1
P3-02	37,2 ± 1,6	178,3 ± 9,1
P3-05	36,4 ± 1,5	175,2 ± 9,3
P3-08	35,5 ± 1,5	170,2 ± 9,3

Аналіз результатів показав, що вміст вітаміну С у дослідних смузі суттєво залежить від складу фруктово-овочевого пюре. Найнижчі значення зафіксовано у контрольному зразку P0 ($1,2 \pm 0,1$ мг/100 г), що підтверджує незначний внесок ферментованої маслянки у забезпечення продукту аскорбіновою кислотою. Введення фруктово-овочевих пюре зумовило багаторазове підвищення вмісту вітаміну С – до $14,5 \dots 38,0$ мг/100 г залежно від профілю.

Найвищий вміст вітаміну С характерний для зразків профілю P3 (томат–солодкий перець–мандарин), де його концентрація у варіанті без псиліуму досягала $38,0 \pm 1,6$ мг/100 г. Це узгоджується з відомими даними про високий вміст аскорбінової кислоти у солодкому перці та цитрусових. Зразки профілю P1 (буряк–чорна смородина–груша) посідали проміжне положення ($24,0 \pm 1,2$ мг/100 г), тоді як у профілі P2 (айва–журавлина–селера стеблова) вміст вітаміну С був найнижчим серед зразків із пюре ($14,5 \pm 0,8$ мг/100 г), що пов'язано з високою вологістю селери та помірним вмістом аскорбінової кислоти в айві.

Загальні поліфеноли, навпаки, досягали максимальних значень у зразках профілю P1, де їх вміст становив 260 ± 12 мг/100 г у варіанті без псиліуму. Це пояснюється високою концентрацією фенольних сполук у чорній смородині та буряку. У зразках профілю P2 рівень поліфенолів був дещо нижчим (200 ± 10 мг/100 г), що відображає антиоксидантний потенціал журавлини, тоді як у профілі P3 зафіксовано найнижчі значення (180 ± 9 мг/100 г), незважаючи на високий вміст вітаміну С.

Введення псиліуму в концентрації $0,2 \dots 0,8$ % не призводило до різких змін у вмісті вітаміну С та загальних поліфенолів у межах кожного профілю. Спостерігалася лише незначна тенденція до зниження їх концентрації зі збільшенням дози псиліуму, що може бути пов'язано з ефектом розведення біологічно активних компонентів у загальній масі продукту та частковим зв'язуванням низькомолекулярних сполук у гідратованій полісахаридній фазі. Водночас ці зміни не виходили за межі стандартного відхилення, що свідчить про відсутність деструктивного впливу псиліуму на біологічно активні речовини.

3.4 Визначення енергетичної цінності фруктово-овочевих смузі

Енергетична цінність функціональних напоїв є комплексним показником, що відображає їх поживну цінність і визначає доцільність використання продукту в раціонах різних груп населення. Для ферментованих молочно-рослинних смузі особливо важливо оцінювати енергетичну цінність з урахуванням не лише загального вмісту макронутрієнтів, а й їх якісного складу, зокрема частки харчових волокон, які не засвоюються організмом і не роблять повного внеску в калорійність продукту. У даному дослідженні визначення енергетичної цінності смузі базується на фактичному вмісті білків, жирів і вуглеводів, установленому експериментально для кожного зразка. Значення масової частки білків, жирів, загальних вуглеводів та харчових волокон, наведені в таблиці 2, слугують вихідними даними для подальшого розрахунку енергетичної цінності дослідних смузі.

Таблиця 3.4

Вміст макронутрієнтів у дослідних зразках фруктово-овочевих смузі

Код зразка	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, %	у т.ч. харчові волокна, %
P0	3,2 ± 0,1	0,6 ± 0,1	4,8 ± 0,2	0,10 ± 0,02
P1-0	3,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1	8,9 ± 0,3	1,8 ± 0,1
P2-0	3,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1	8,1 ± 0,3	2,3 ± 0,1
P3-0	2,9 ± 0,1	0,4 ± 0,1	7,0 ± 0,3	1,9 ± 0,1
P1-02	3,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1	8,8 ± 0,3	2,5 ± 0,1
P1-05	3,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1	8,7 ± 0,3	3,2 ± 0,2
P1-08	3,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1	8,6 ± 0,3	3,9 ± 0,2
P2-02	3,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1	8,0 ± 0,3	2,9 ± 0,2
P2-05	3,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1	7,9 ± 0,3	3,6 ± 0,2
P2-08	3,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1	7,8 ± 0,3	4,3 ± 0,2
P3-02	2,9 ± 0,1	0,4 ± 0,1	6,9 ± 0,3	2,7 ± 0,2
P3-05	2,9 ± 0,1	0,4 ± 0,1	6,8 ± 0,3	3,4 ± 0,2
P3-08	2,9 ± 0,1	0,4 ± 0,1	6,7 ± 0,3	4,1 ± 0,2

Аналіз макронутрієнтного складу смузі свідчить про те, що вміст білків і жирів у всіх дослідних зразках залишається відносно стабільним і визначається переважно складом ферментованої маслянки, яка використовувалася як базова молочна основа. Масова частка білків перебуває в межах 2,9...3,2 %, тоді як вміст жирів не перевищує 0,6 %, що дозволяє віднести дослідні смузі до продуктів із помірною енергетичною щільністю та зниженим вмістом жиру.

Вміст загальних вуглеводів змінюється в ширшому діапазоні (6,7...8,9 %) і визначається передусім складом фруктово-овочевого пюре. Найвищі значення вуглеводів характерні для зразків профілю Р1 (буряк–чорна смородина–груша), що зумовлено підвищеним вмістом природних цукрів у фруктових компонентах. Натомість у зразках профілю Р3 (томат–солодкий перець–мандарин) вміст вуглеводів є нижчим, що відображає більшу частку овочевої сировини та органічних кислот.

Особливу увагу заслуговує вміст харчових волокон, який є складовою загальних вуглеводів, але не робить повного внеску в енергетичну цінність продукту. У зразках без псиліуму масова частка харчових волокон становить 1,8...2,3 % залежно від профілю пюре, причому найвищі значення характерні для профілю Р2 (айва–журавлина–селера стеблова) за рахунок високого вмісту структурних полісахаридів у рослинній сировині. Введення псиліуму забезпечує закономірне зростання частки харчових волокон до 3,9...4,3 %, що істотно підвищує функціональну цінність смузі та одночасно зменшує частку енергетично доступних вуглеводів у їх складі.

Енергетичну цінність зразків смузі, що виготовлені за дослідними рецептурами розраховували за формулою:

$$E_{ЦС} = 4 \cdot \sum B + 9 \cdot \sum Ж + 4 \sum В + 1,5 \sum ХВ$$

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

Результати розрахунків енергетичної цінності фруктово-овочевих смузі візуалізовано на рисунку 3.1.

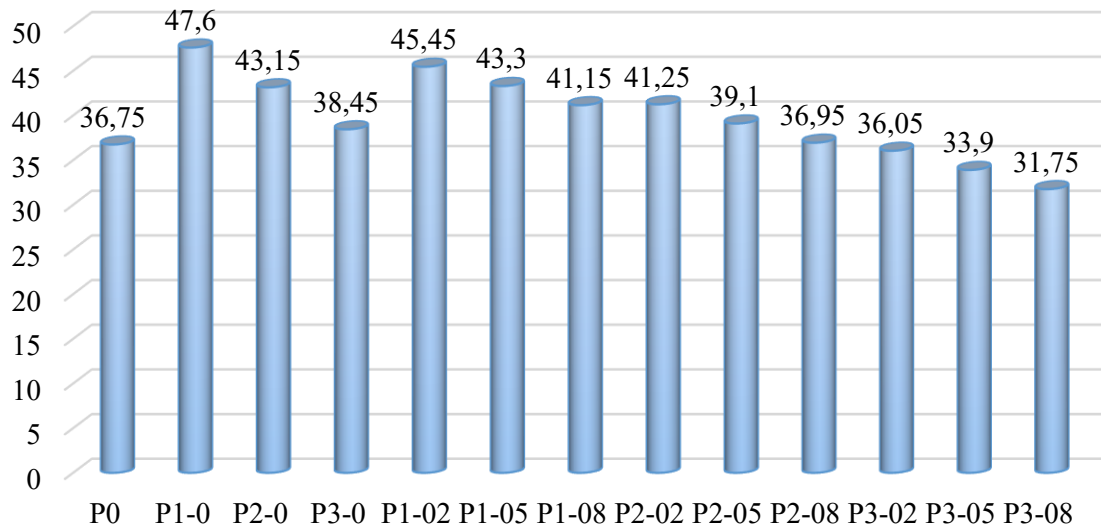


Рис. 3.1. Енергетична цінність фруктово-овочевих смузі, ккал/100 г.

Аналіз розрахованих значень енергетичної цінності показав, що контрольний зразок P0, який містив лише ферментовану маслянку, характеризувався найнижчою енергетичною цінністю (36,75 ккал/100 г) серед контрольних зразків, що зумовлено відносно невисоким вмістом вуглеводів і мінімальною часткою харчових волокон.

Введення фруктово-овочевих пюре без псиліуму призводило до підвищення енергетичної цінності смузі, однак величина цього підвищення залежала від профілю пюре. Найвищу калорійність серед контрольних зразків із пюре мав варіант P1-0 (47,6 ккал/100 г), що пояснюється високим вмістом природних цукрів у поєднанні буряку, чорної смородини та груші. Дещо нижчі значення зафіксовано для P2-0 (43,15 ккал/100 г), тоді як P3-0 (38,45 ккал/100 г) характеризувався найнижчою калорійністю серед зразків із пюре, що узгоджується з більшою часткою овочевих компонентів і нижчим вмістом доступних вуглеводів.

Введення псиліуму в концентрації 0,2...0,8 % зумовлювало поступове та закономірне зниження енергетичної цінності у межах кожного профілю. Так, для профілю P1 калорійність зменшувалася з 47,6 до 41,15 ккал/100 г, для P2 – з 43,15 до 36,95 ккал/100 г, а для P3 – з 38,45 до 31,75 ккал/100 г. Така тенденція

пояснюється зростанням частки харчових волокон, які входять до складу загальних вуглеводів, але не роблять повного внеску в енергетичну цінність продукту. Одночасно з цим вміст білків і жирів залишався практично незмінним, що підтверджує, що саме перерозподіл вуглеводної фракції є ключовим чинником зниження калорійності.

Особливо показовим є той факт, що за максимального дозування псиліуму (0,8 %) енергетична цінність смузі профілю РЗ зменшувалася більш ніж на 6,5 ккал/100 г порівняно з варіантом без псиліуму, досягаючи мінімального значення серед усіх дослідних зразків.

Таким чином, отримані дані демонструють, що введення псиліуму дозволяє не лише стабілізувати структуру смузі, а й знизити їх ефективну енергетичну цінність без погіршення біологічної цінності, що є принципово важливим для створення продуктів функціонального та оздоровчого харчування.

3.5 Органолептична оцінка фруктово-овочевих смузі

Органолептичні показники є визначальними критеріями споживчої прийнятності функціональних напоїв, оскільки навіть за високої біологічної та харчової цінності продукт повинен характеризуватися приємними сенсорними властивостями. Для ферментованих молочно-рослинних смузі особливого значення набуває узгодженість смаку, аромату, консистенції та зовнішнього вигляду, що формується внаслідок поєднання кисломолочної основи, фруктово-овочевих компонентів і структуроутворювальних інгредієнтів.

У даному дослідженні оцінювання здійснювали за бальною шкалою. Загальна органолептична оцінка являє собою середній бал за всіма критеріями оцінювання.

Результати визначення органолептичної оцінки фруктово-овочевих смузі, що виготовлені за контрольними та дослідними рецептурами представлені в таблиці 3.5 та рисунках 3.2 – 3.5.

Таблиця 3.5

Органолептична оцінка зразків фруктових-овочевих смузі

Код зразка	Зовнішній вигляд	Колір	Аромат	Смак	Консистенція	Загальна оцінка
P0	4,3 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,0 ± 0,2	3,8 ± 0,2	4,1 ± 0,2
P1-0	4,6 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,6 ± 0,2
P2-0	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,3 ± 0,2
P3-0	4,4 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,0 ± 0,2	4,4 ± 0,2
P1-02	4,7 ± 0,2	4,8 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,8 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,7 ± 0,2
P1-05	4,8 ± 0,2	4,8 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,8 ± 0,2
P1-08	4,6 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,8 ± 0,2	4,6 ± 0,2
P2-02	4,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2
P2-05	4,7 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2
P2-08	4,5 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,3 ± 0,2
P3-02	4,6 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,5 ± 0,2
P3-05	4,7 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,6 ± 0,2
P3-08	4,5 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,4 ± 0,2

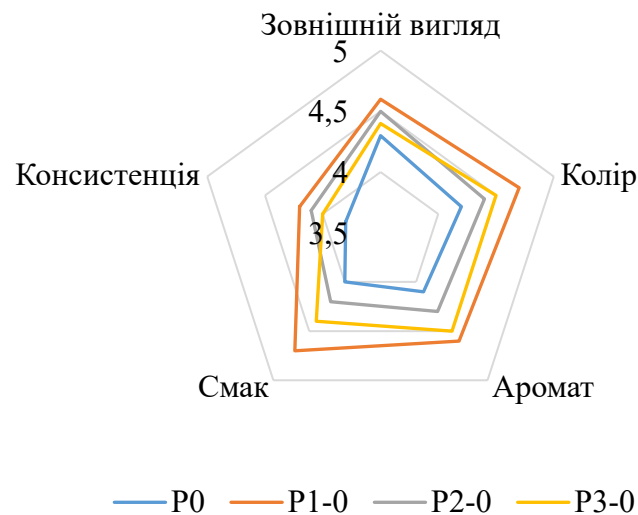


Рис. 3.2. Профілограма органолептичних показників контрольних зразків фруктових-овочевих смузі: для зразків P0, P1-0, P2-0, P3-0.

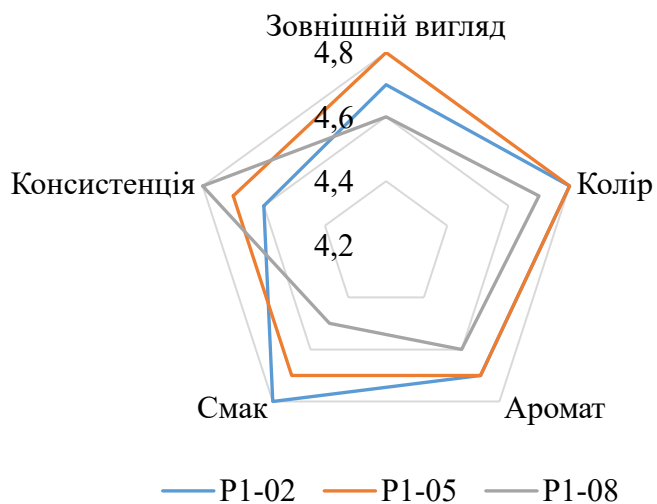


Рис. 3.3. Профілограма органолептичних показників зразків фруктово-овочевих смузі: для зразків P1-02, P1-05, P1-08.

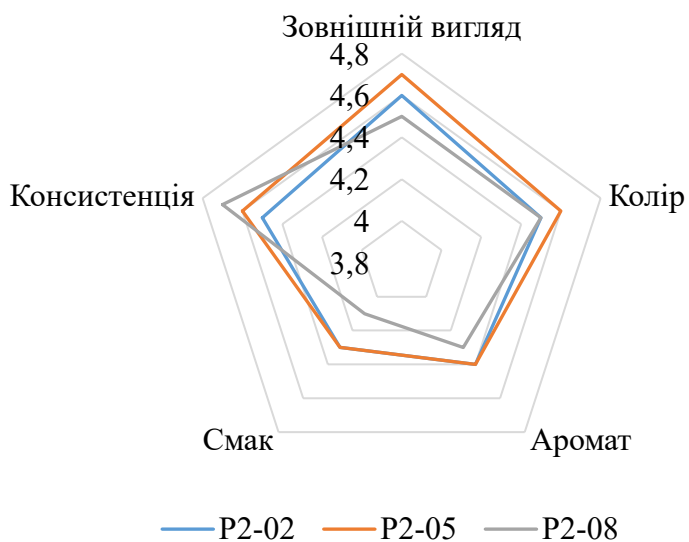


Рис. 3.4. Профілограма органолептичних показників зразків фруктово-овочевих смузі: для зразків P2-02, P2-05, P2-08.

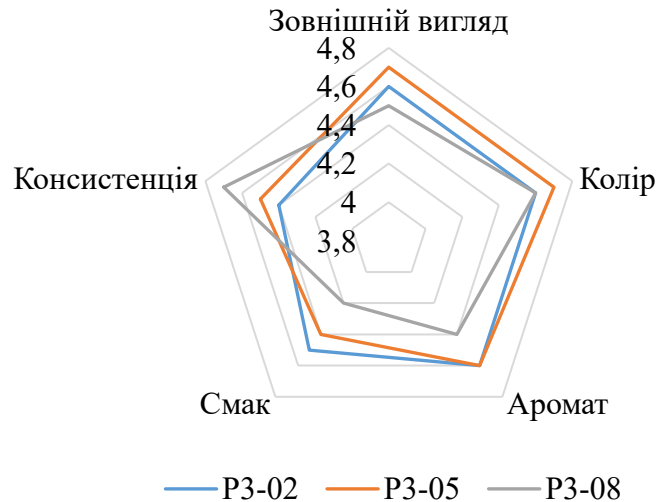


Рис. 3.4. Профілограма органолептичних показників зразків фруктових-овочевих смузі: для зразків P3-02, P3-05, P3-08.

Результати органолептичної оцінки свідчать, що всі дослідні зразки смузі характеризуються високим рівнем сенсорної прийнятності, оскільки середні значення загальної оцінки перебувають у межах 4,1...4,8 бали за п'ятибальною шкалою. Контрольний зразок P0 (ферментована маслянка без пюре та псиліуму) отримав найнижчу загальну оцінку ($4,1 \pm 0,2$ бали), що пов'язано з менш вираженим ароматом і спрощеним смаковим профілем, а також зниженою в'язкістю.

Введення фруктових-овочевих пюре без псиліуму (P1-0, P2-0, P3-0) суттєво покращувало органолептичні властивості напоїв. Найвищі оцінки смаку й аромату отримали зразки профілів P1 та P3, що зумовлено гармонійним поєднанням природної солодкості фруктів або свіжих овочево-цитрусових нот з кисломолочною основою. Водночас зразок P2-0 мав дещо нижчі оцінки смаку, що може бути пов'язано з більш різким кислотним профілем журавлини та менш вираженою солодкістю селери.

Додавання псиліуму в концентрації 0,2...0,5 % позитивно впливало на сенсорні характеристики смузі, передусім на консистенцію та зовнішній вигляд. Для більшості профілів у цих варіантах зафіксовано максимальні значення загальної органолептичної оцінки (4,5-4,8 бали). Псиліум сприяв формуванню

однорідної, кремоподібної структури без ознак розшарування, що корелює з раніше отриманими реологічними показниками.

Подальше підвищення концентрації псиліуму до 0,8 % супроводжувалося зростанням оцінок консистенції, однак у деяких зразках (особливо P2-08 і P3-08) спостерігалось незначне зниження оцінок смаку та аромату. Це можна пояснити надмірною в'язкістю та частковим маскуванням смакових відтінків фруктовово-овочевих компонентів гідратованою волокнистою фазою.

Загалом, органолептичні дані підтверджують, що оптимальним є введення псиліуму в кількості 0,2-0,5 %, за якого досягається баланс між привабливою консистенцією, вираженим смаком та ароматом і високою споживчою оцінкою. Найкращі сенсорні характеристики продемонстрували зразки профілю P1 та P3, що узгоджується з їх хімічним складом, біологічною цінністю та енергетичною щільністю.

Висновки до розділу 3

1. Узагальнення результатів досліджень свідчить, що формування споживчих і функціональних властивостей ферментованих молочно-рослинних смузі визначається сукупною дією рецептурних факторів за умови використання однакової ферментованої маслянки як базової молочної основи. Основні показники хімічного складу, фізико-реологічні характеристики, вміст біологічно активних речовин, енергетична цінність та органолептичні властивості змінюються узгоджено, проте з різною інтенсивністю залежно від профілю фруктовово-овочевого пюре та концентрації псиліуму.
2. Показано, що профілі з різним співвідношенням фруктових і овочевих компонентів формують відмінні напрями функціональної дії. Так, профіль буряк–чорна смородина–груша (P1) забезпечує найвищий вміст загальних і редукуючих цукрів та характеризується максимальним рівнем поліфенольних сполук (245...260 мг/100 г), що визначає його виражений антиоксидантний потенціал, але супроводжується підвищеною

енергетичною цінністю. Профіль айва–журавлина–селера стеблова (P2) формує проміжні значення хімічного складу, біологічної та енергетичної цінності, водночас забезпечуючи підвищений вміст харчових волокон за рахунок структурних компонентів рослинної сировини. Овочево-цитрусовий профіль томат–солодкий перець–мандарин (P3) характеризується найнижчим вмістом цукрів, більш кислим смаковим профілем, найвищим вмістом вітаміну С (35,5...38,0 мг/100 г) та мінімальною енергетичною цінністю, що робить його доцільним для створення низькоенергетичних функціональних напоїв.

3. Встановлено, що незалежно від складу фруктово-овочевого пюре ключовим фактором формування фізичної стабільності та споживчої привабливості смузі є введення псиліуму. Додавання псиліуму в концентрації 0,2...0,5 % забезпечує різке зростання в'язкості (до 395...460 мПа·с), зниження синерезису та індексу розшарування до рівня ≤ 2 %, а також формування однорідної кремоподібної консистенції без негативного впливу на кислотно-лужний стан і вміст біологічно активних речовин. Саме в цьому інтервалі концентрацій досягаються максимальні органолептичні оцінки (4,7...4,8 бали), тоді як подальше підвищення дози псиліуму до 0,8 % не забезпечує додаткових переваг і може призводити до часткового погіршення смаку.
4. Таким чином, результати комплексної оцінки дозволяють зробити висновок, що раціональними варіантами смузі є зразки з будь-яким із досліджених фруктово-овочевих профілів за умови введення псиліуму в кількості 0,2–0,5 %, тоді як вибір конкретного профілю повинен здійснюватися з урахуванням цільового функціонального призначення продукту (антиоксидантний, вітамінізуючий або низькоенергетичний). Такий підхід підтверджує можливість керованого конструювання асортименту ферментованих молочно-рослинних смузі з прогнозованими властивостями.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Класичний технологічний процес виробництва смузі на рослинній основі

Виробництво смузі на рослинній основі у виробничих умовах здійснюється за безпервною або періодичною схемою та включає сукупність послідовних операцій, спрямованих на підготовку рослинної сировини, одержання пюреподібної маси з однорідною дисперсною структурою, її стабілізацію, гомогенізацію, термічну обробку, фасування та зберігання готової продукції.

Технологічний процес починається з приймання та первинної обробки рослинної сировини – фруктів, овочів і ягід, які надходять на виробництво відповідно до чинних нормативних документів. Приймання здійснюють із контролем органолептичних показників, масової частки сухих речовин, ступеня зрілості та відсутності механічних пошкоджень. Сировину подають у виробництво через приймальні бункери з подальшим транспортуванням стрічковими або шнековими транспортерами до зони сортування.

На етапі сортування та інспекції сировину піддають ручному або механізованому відбору з метою видалення нестандартних, пошкоджених або недозрілих екземплярів. Для цього використовують інспекційні столи та роликові або стрічкові сортувальні машини, що забезпечують візуальний контроль якості та підвищують однорідність сировинної партії.

Наступною операцією є миття сировини, яке проводять з метою видалення механічних домішок і зниження поверхневого мікробного забруднення. Миття здійснюють у барабанних або щіткових мийних машинах, а також у ваннах з барботажем за температури води 15...20 °С протягом 3...5 хв. За потреби застосовують дво- або триступеневу схему миття з оновленням води.

Після миття сировину направляють на очищення та підготовку, які включають видалення шкірки, насіння, плодоніжок та інших неїстівних частин залежно від виду рослинної сировини. Операцію здійснюють із використанням механічних очищувачів, а також ножових або дискових машин для обрізання гичок, що забезпечує підготовку сировини до подрібнення.

Подрібнення є важливим етапом, спрямованим на зменшення розмірів частинок сировини до 3...10 мм з метою полегшення подальшого пюреування. Подрібнення проводять у ножових подрібнювачах або кутерах за частоти обертання ножів 1000...3000 об/хв, що забезпечує рівномірність частинок і мінімізує втрати соку.

Подрібнену сировину піддають пюреуванню та гомогенізації для отримання однорідної пюреподібної маси з тонкодисперсною структурою. Процес здійснюють у високошвидкісних блендерах промислового типу або роторно-статорних гомогенізаторах за швидкості обертання 8000...15 000 об/хв протягом 1...3 хв. На цьому етапі формується консистенція майбутнього смузі та забезпечується рівномірний розподіл клітинних компонентів.

Після пюреування проводять стандартизацію рецептури шляхом додавання питної води, фруктових соків або концентратів для досягнення заданої масової частки сухих речовин і необхідної в'язкості продукту. Змішування здійснюють у змішувальних ємностях, обладнаних мішалками, із застосуванням дозаторів рідких компонентів для забезпечення точності рецептурного складу.

З метою забезпечення мікробіологічної безпечності та подовження терміну зберігання смузі піддають термічній обробці – пастеризації. Типові режими пастеризації передбачають нагрівання продукту до 85...90 °С з витримкою 30...120 с або до 72...75 °С з витримкою 15...30 с. Термічну обробку здійснюють у пластинчастих або трубчастих пастеризаторах, що забезпечують швидкий теплообмін і мінімальні втрати термолабільних компонентів.

Після пастеризації продукт швидко охолоджують до температури фасування 4...8 °С – з використанням теплообмінників або охолоджувальних установок.

Швидке охолодження є необхідним для стабілізації структури смузі та запобігання розвитку залишкової мікрофлори.

Охолоджений продукт направляють на фасування та пакування, яке здійснюють на автоматичних або напівавтоматичних лініях розливу з подальшою герметизацією тари закупорювальними машинами. Як споживчу тару використовують полімерні або скляні ємності, придатні для харчових продуктів.

Готову продукцію зберігають у холодильних камерах за температури 4 ± 2 °С. Термін зберігання смузі на рослинній основі без використання консервантів залежить від рецептурного складу та режиму пастеризації і зазвичай становить від 7 до 21 доби [65].

4.2 Розробка технології фруктово-овочевого смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини

Виробництво фруктово-овочевого смузі на основі ферментованої маслянки у виробничих умовах здійснюють за періодичною або напівбезперервною схемою з виділенням трьох ключових стадій:

1. Підготовка та ферментація маслянки як базової молочної основи;
2. Підготовка рослинної сировини з одержанням стандартизованого пюре;
3. Формування смузі шляхом дозованого змішування компонентів із контрольованим внесенням псиліуму та стабілізацією дисперсної системи, після чого продукт фасують і зберігають за знижених температур.

Технологічна схема представлена на рисунку 4.1.

Процес розпочинають із приймання маслянки після масловиготовлення в приймальний резервуар із сорочкою для охолодження та мішалкою, де здійснюють первинний вхідний контроль. При цьому перевіряють органолептичні показники, температуру, рН, відсутність механічних домішок. Для забезпечення однорідності та видалення механічних включень маслянку пропускають через фільтр з розміром комірок 200...500 мкм, після чого подають насосом у секцію теплової підготовки. Для мінімізації мікробіологічних ризиків та забезпечення керованої ферментації

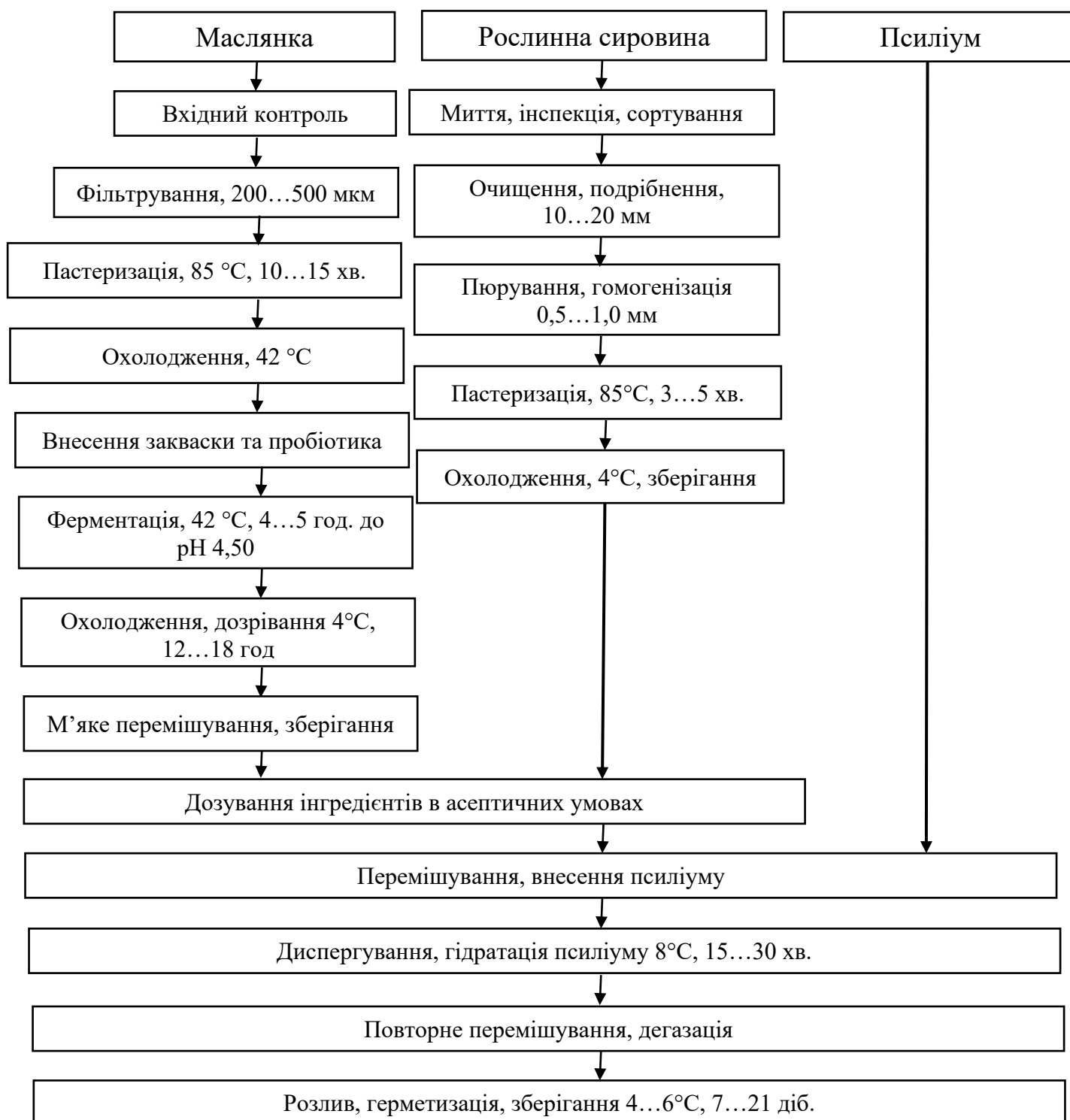


Рис. 4.1. Розроблена технологічна схема виробництва фруктово-овочевого смузі на основі ферментованої маслянки.

маслянку пастеризують у пластинчастому пастеризаторі за режимом 85 ± 1 °C з витримкою 10...15 хв. Після пастеризації маслянку оперативно охолоджують у секції охолодження теплообмінника до температури внесення закваски 42 ± 1 °C і направляють у ферментер (танк для сквашування) з термостатуванням та автоматичним керуванням режимів.

Заквашування здійснюють термофільною культурою йогуртового типу (*Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*), яку вносять у дозі 0,03 % через стерильний дозатор закваски. Для надання пробіотичного акценту додатково вносять *Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12* у дозі, що забезпечує стартову концентрацію не нижче 10^6 КУО/мл у суміші перед ферментацією. Внесення здійснюють у танк при працюючій мішалці на мінімальних обертах для запобігання аерації. Сквашування проводять у ферментері за температури 42 ± 1 °C протягом 4...5 год до досягнення кінцевого критерію рН $4,50 \pm 0,05$. Після досягнення цільового рН процес негайно зупиняють охолодженням: ферментований згусток-основу охолоджують через пластинчастий теплообмінник до 20 °C впродовж не більше 30 хв і далі до 4 ± 1 °C, після чого проводять дозрівання 12...18 год у танку-накопичувачі при 4 °C для стабілізації кислотності та структури. Перед подачею на змішування ферментовану основу приводять до однорідного стану шляхом м'якого перемішування впродовж 1...2 хв; за необхідності отримання питного формату допускають контрольовану механічну деструктуризацію згустку в роторно-статорному змішувачі при мінімальних зсувних навантаженнях, щоб уникнути надмірного розрідження та аерації.

Паралельно здійснюють підготовку рослинної сировини відповідно до рецептурних композицій. Сировину приймають у приймальні бункери, подають на інспекційний транспортер, після чого проводять миття у щітково-барабанній мийній машині або ванні з барботажем за температури води 15...20 °C протягом 3...5 хв (за потреби двоступенево). Очищення та підготовку виконують на машинах для очищення залежно від виду сировини. Подрібнення здійснюють у ножовому подрібнювачі, потім кутері до розміру частинок 10...20 мм як підготовку до отримання пюре. Пюрування проводять у гомогенізаторі. Для забезпечення

однорідної дисперсності масу додатково пропускають через рафінер з комірками 0,5...1,0 мм. З метою підвищення відтворюваності та мікробіологічної безпечності пюре піддають термічній стабілізації у пластинчастому пастеризаторі за режимом 85 ± 1 °C, 3...5 хв з подальшим швидким охолодженням до 20 °C і доведенням температури до 4 ± 1 °C у теплообміннику та накопичувальному танку. Цитрусовий компонент (мандарин) вводять як охолоджене пюре у змішувальну секцію без інтенсивного нагрівання в асептичних умовах, щоб зменшити втрати аромату та вітаміну С.

Формування смузі здійснюють у змішувальній секції з використанням змішувального танка з мішалкою. Ферментовану маслянку і рослинне пюре подають з охолоджених танків-накопичувачів дозувальними насосами згідно рецептури, підтримуючи температуру компонентів 4...8 °C. Для запобігання грудкуванню та забезпечення відтворюваної реології псиліум вводять не “вручну”, а через вузол сухого дозування через вакуумний диспергатор порошків, який забезпечує змочування та первинну диспергацію волокон у потоці. Технологічно доцільним є порядок операцій: спочатку змішують маслянку з пюре, після чого в потік дозовано вводять псиліум. Інтенсивність змішування задають так, щоб забезпечити рівномірний розподіл, але без надмірної аерації: 8000...12 000 об/хв на стадії попереднього змішування і 12 000...18 000 об/хв після введення псиліуму. Після введення псиліуму суміш направляють у танк витримки з охолодженням, де підтримують 8 ± 2 °C протягом 15...30 хв для повної гідратації розчинних волокон та стабілізації структури. Після витримки здійснюють коротке повторне перемішування до повної однорідності.

За наявності піноутворення або необхідності підвищення стабільності фасування застосовують деаератор у потоці. Далі смузі фасують на автоматичній лінії розливу в попередньо підготовлену тару із герметизацією закупорювальними машинами. Після фасування продукт охолоджують і зберігають у холодильних камерах при 4 ± 2 °C з дотриманням холодового ланцюга.

Висновок до розділу 4

1. Розроблено технологічну схему виробництва фруктово-овочевого смузі на основі ферментованої маслянки, адаптовану до виробничих умов, яка включає стадії контрольованої ферментації маслянки, стандартизованої підготовки рослинної сировини з отриманням пюре, формування смузі з дозованим внесенням псиліуму та його гідратацією.
2. Запропоновані режимні параметри (пастеризація 85 °С, ферментація при 42 °С до рН $4,50 \pm 0,05$, гідратація псиліуму при 8 ± 2 °С) забезпечують відтворюваність процесу, мікробіологічну безпечність і стабільність якості готового продукту.

РОЗДІЛ 5

SWOT-АНАЛІЗ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ФРУКТОВО-ОВОЧЕВОГО СМУЗИ НА ОСНОВІ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

SWOT-аналіз є ефективним інструментом системної оцінки науково-технологічних розробок, що дозволяє узагальнити експериментальні результати з позицій їх практичної реалізації, конкурентоспроможності та сталого розвитку. На відміну від окремого аналізу технологічних або якісних показників, SWOT-підхід забезпечує комплексне бачення сильних і слабких сторін технології, а також створює підґрунтя для обґрунтування напрямів її подальшого вдосконалення та впровадження у виробничу практику.

У контексті розроблення технології фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки SWOT-аналіз дозволяє поєднати дані щодо хімічного складу, фізико-реологічних властивостей, біологічної та енергетичної цінності з органолептичними характеристиками й технологічними аспектами виробництва. Такий підхід є особливо актуальним для функціональних харчових продуктів, де науково обґрунтовані переваги повинні супроводжуватися технологічною доцільністю та стабільністю якості.

У таблиці 5.1 наведено аналіз сильних і слабких сторін розробленої технології виробництва фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки з урахуванням отриманих експериментальних результатів.

Таблиця 5.1

Аналіз сильних та слабких сторін розробленої технології виробництва фруктово-овочевих смузі

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
Використання ферментованої маслянки як вторинної молочної сировини з високою харчовою та біологічною цінністю, що відповідає концепції ресурсозбереження та circular economy	Необхідність попередньої ферментації маслянки продовжує загальний технологічний цикл порівняно з неферментованими напоями

Формування стабільної дисперсної системи за рахунок введення псиліуму (0,2...0,5 %), що забезпечує високу в'язкість, мінімальний синерезис (≤ 2 %) і відсутність розшарування	Чутливість сенсорних властивостей до перевищення оптимальної концентрації псиліуму ($\geq 0,8$ %), що може погіршувати смак і відчуття в роті
Можливість керованого конструювання хімічного складу, біологічної та енергетичної цінності продукту шляхом варіювання складу фруктово-овочевого пюре	Варіабельність хімічного складу рослинної сировини залежно від сезону та сорту потребує додаткової стандартизації
Високий вміст біологічно активних речовин (вітамін С до 38 мг/100 г, поліфеноли до 260 мг/100 г) без використання синтетичних добавок	Потенційні втрати вітаміну С та ароматичних сполук за умов інтенсивної механічної обробки або порушення температурних режимів
Низька енергетична цінність готового продукту (31,75...47,6 ккал/100 г), що дозволяє віднести смузі до категорії оздоровчих напоїв	Обмежений термін зберігання без застосування додаткових методів стабілізації (НРР, пастеризація після змішування)
Високі органолептичні показники (4,6...4,8 бали) за оптимальних рецептур, що підтверджує споживчу привабливість продукту	Необхідність ретельного контролю кислотності для запобігання надмірній кислості в овочево-цитрусових профілях
Використання натуральних інгредієнтів без штучних стабілізаторів і барвників, що відповідає сучасним трендам clean label	Вища собівартість окремих інгредієнтів (псиліум, ягоди) порівняно з традиційними напоями

Наведений аналіз свідчить, що розроблена технологія має низку виражених сильних сторін, які формуються як на сировинному, так і на технологічному рівнях. Основною перевагою є використання ферментованої маслянки та натуральних рослинних компонентів, що забезпечує високі показники біологічної цінності й відповідає сучасним концепціям функціонального та ресурсозберігаючого харчування. Введення псиліуму в оптимальному інтервалі концентрацій забезпечує фізичну стабільність системи, що підтверджується різким зростанням в'язкості та мінімізацією синерезису і розшарування.

Водночас ідентифіковані слабкі сторони не носять критичного характеру та пов'язані переважно з необхідністю суворого контролю технологічних режимів і якості сировини. Зокрема, подовження виробничого циклу через стадію ферментації та сезонна варіабельність рослинної сировини потребують додаткової

стандартизації, однак ці фактори є типовими для виробництва ферментованих і рослинних продуктів та можуть бути ефективно керовані у промислових умовах.

Таким чином, співвідношення сильних і слабких сторін свідчить про високий рівень технологічної готовності розробленої системи та створює науково обґрунтовані передумови для подальшого аналізу можливостей і загроз її впровадження. Визначені сильні та слабкі сторони розробленої технології створюють основу для оцінювання зовнішніх чинників, які можуть сприяти або, навпаки, обмежувати її практичне впровадження, що зумовлює доцільність аналізу сприятливих можливостей і потенційних загроз (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Аналіз сприятливих можливостей та загроз впровадження технології
виробництва фруктових-овочевих смузі**

Сприятливі можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
Зростання попиту на функціональні, низько енергетичні та ферментовані напої серед споживачів, орієнтованих на здорове харчування	Низька обізнаність споживачів щодо харчової цінності маслянки як молочної сировини, що може знижувати початкову споживчу довіру
Відповідність розробленої технології концепціям clean label, circular economy та раціонального використання вторинної молочної сировини	Коливання якості та хімічного складу рослинної сировини залежно від сезону, сорту та умов вирощування
Можливість розширення асортименту шляхом варіювання складу фруктових-овочевих пюре та функціональних інгредієнтів без принципових змін технологічної схеми	Посилення конкуренції з боку імпортованих смузі та рослинних напоїв із тривалим терміном зберігання
Потенціал впровадження технології на малих і середніх переробних підприємствах із мінімальною модернізацією обладнання	Обмежений термін зберігання готового продукту без застосування додаткових методів консервування
Можливість поєднання з сучасними щадними методами обробки (HPP, холодна пастеризація) для подовження терміну зберігання без втрат якості	Додаткові капітальні витрати у разі впровадження нетрадиційних методів стабілізації (HPP, ультрафільтрація)
Перспективи використання продукту у спеціалізованому харчуванні (дієтичному, спортивному, оздоровчому)	Регуляторні обмеження та необхідність чіткого дотримання

	вимог до маркування функціональних продуктів
Можливість локалізації виробництва з використанням регіональної сировини	Зміни нормативної бази щодо функціональних харчових продуктів і заяв щодо користі для здоров'я

Аналіз сприятливих можливостей засвідчує, що розроблена технологія має високий потенціал для впровадження в сучасних умовах розвитку харчової промисловості. Зокрема, її відповідність трендам функціонального, низько енергетичного та ресурсозберігаючого харчування створює передумови для формування конкурентоспроможного асортименту напоїв із доданою біологічною цінністю. Можливість варіювання складу фруктових-овочевих пюре та адаптації технології до різних виробничих масштабів розширює сфери її застосування, зокрема у сегментах оздоровчого, дієтичного та спеціалізованого харчування. Водночас ідентифіковані загрози пов'язані переважно з зовнішніми факторами – регуляторними вимогами, сезонною мінливістю сировини та конкуренцією з боку продуктів із тривалим терміном зберігання. Однак ці чинники не є критичними, оскільки можуть бути мінімізовані шляхом стандартизації сировини, оптимізації технологічних режимів і впровадження сучасних методів стабілізації. Систематизовані сильні й слабкі сторони технології, а також ідентифіковані сприятливі можливості та потенційні загрози створили передумови для формування інтегрованої матриці SWOT-стратегій (табл. 5.3), яка дозволяє обґрунтувати практичні напрями впровадження та подальшого розвитку розробленої технології виробництва фруктових-овочевих смузі.

Таблиця 5.3

Матриця SWOT-стратегій впровадження технології виробництва фруктових-овочевих смузі

	Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
Можливості (O)	SO – стратегії розвитку	WO – стратегії розвитку з компенсацією слабких сторін
	• Використати поєднання низької енергетичної цінності (31,75...35,0 ккал/100 г) та	• Компенсувати подовження технологічного циклу через стадію ферментації (W1) шляхом

	<p>високого вмісту біологічно активних речовин (вітамін С до 38 мг/100 г; поліфеноли до 260 мг/100 г) (S2, S4, S5) для позиціонування продукту у сегменті функціональних та оздоровчих напоїв (O1, O2).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Застосувати високу фізичну стабільність системи (в'язкість 395...460 мПа·с, синерезис $\leq 2\%$) за рахунок псиліуму (S1, S3) для створення лінійки смузі з прогнозованими текстурними властивостями (O3, O4). • Використати clean-label підхід, натуральний склад і ресурсозберігаючу молочну основу (ферментована маслянка) (S6, S7) для виходу на сегменти HoReCa, крафтового та локального виробництва (O5, O6). 	<p>оптимізації режимів сквашування та паралельної підготовки рослинної сировини (O4).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нівелювати сезонну варіабельність хімічного складу рослинної сировини (W3) шляхом купажування пюре та стандартизації рецептур (O3). • Зменшити ризик погіршення сенсорних властивостей при підвищених дозах псиліуму (W2) через фіксацію оптимального інтервалу його внесення (0,2...0,5 %) і корекцію режимів гомогенізації (O4).
Загрози (Т)	ST – стратегії захисту з опорою на сильні сторони	WT – стратегії мінімізації ризиків
	<ul style="list-style-type: none"> • Протидіяти конкуренції з боку імпортованих смузі та ультраперероблених напоїв (T2) за рахунок науково доведених переваг у біологічній цінності, структурній стабільності та низькій калорійності (S2, S3, S5). • Використати високі органолептичні оцінки (4,6...4,8 бали) та натуральний склад без синтетичних стабілізаторів (S4, S7) для формування споживчої лояльності (T4). • Акцентувати на локальній сировині та мінімальній кількості інгредієнтів (S6) для зниження регуляторних і маркувальних ризиків (T1). 	<ul style="list-style-type: none"> • Обмежити ризики, пов'язані з коротким терміном зберігання (W4; T3), шляхом впровадження контрольованого холодового ланцюга та/або щадних методів стабілізації (HPP). • Мінімізувати вплив коливань вартості функціональних інгредієнтів (псиліум, ягоди) (W5; T5) через диверсифікацію постачальників і оптимізацію рецептур. • Зменшити ризики нестабільності якості при масштабуванні (W6; T6) шляхом розроблення детальних технологічних карт і системи критичних контрольних точок.

Аналіз SWOT-матриці свідчить, що розроблена технологія має високий стратегічний потенціал впровадження, оскільки більшість запропонованих стратегій належить до квадрантів SO та ST, тобто ґрунтується на активному використанні сильних сторін для реалізації ринкових можливостей і нейтралізації зовнішніх загроз. Це підтверджує, що технологія є не лише науково обґрунтованою, а й конкурентоспроможною в умовах сучасного ринку функціональних харчових продуктів.

Стратегії типу WO та WT спрямовані переважно на технологічну оптимізацію – стандартизацію сировини, корекцію режимів ферментації та гомогенізації, а також управління ризиками масштабування й зберігання. Важливо, що виявлені слабкі сторони та загрози мають керований характер і можуть бути мінімізовані без принципової зміни технологічної концепції. У сукупності це свідчить про високий рівень технологічної готовності розробки та можливість її адаптації до різних виробничих умов.

Висновки до розділу 5

1. SWOT -аналіз показав, що розроблена технологія виробництва фруктовово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки характеризується переважанням сильних сторін і сприятливих можливостей над слабкими сторонами та загрозами.
2. Запропоновані стратегії розвитку базуються на поєднанні низької енергетичної цінності, високої біологічної цінності, стабільних фізико-реологічних властивостей і високих органолептичних показників, що створює науково обґрунтовані передумови для впровадження технології у сегменті функціональних і оздоровчих напоїв.
3. Ідентифіковані ризики можуть бути ефективно мінімізовані шляхом оптимізації технологічних режимів, стандартизації сировини та впровадження систем контролю якості.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві фруктово-овочевого смузі на основі білково-вуглеводної молочної сировини

Виробництво фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої молочної сировини поєднує операції механічної, теплової, мікробіологічної та санітарно-гігієнічної обробки, що формує комплекс потенційних виробничих небезпек для персоналу. До них належать вплив рухомих частин обладнання, підвищені температури, тиск у технологічних апаратах, електричні ризики, пожежонебезпечні фактори, а також біологічні чинники, пов'язані з використанням заквашувальних культур і сировини тваринного походження.

У зв'язку з цим забезпечення належного рівня охорони праці, пожежної безпеки та захисту персоналу в надзвичайних ситуаціях є невід'ємною складовою організації виробництва смузі. Реалізація цих вимог можлива лише за умови суворого дотримання чинної нормативно-правової бази України, яка регламентує загальні принципи безпеки праці, права та обов'язки працівників і роботодавців, вимоги до пожежної та техногенної безпеки, а також до безпечності харчових продуктів. Аналіз основних законодавчих і нормативних актів (табл. 6.1) дозволяє сформулювати системний підхід до управління ризиками на підприємствах з виробництва молочно-рослинних напоїв.

Таблиця 6.1

Основні нормативно-правові акти з охорони праці та безпеки при виробництві фруктово-овочевих смузі

№	Нормативно-правовий акт	Ключові положення	Значення для виробництва смузі
1	Конституція України (1996) [66]	Гарантує право кожного на безпечні та здорові умови праці;	Є базовою правовою основою забезпечення

		визначає обов'язок держави щодо захисту життя і здоров'я людини	охорони праці на харчових підприємствах
2	Закон України «Про охорону праці» (1994) [67]	Визначає принципи державної політики у сфері охорони праці, права та обов'язки роботодавців і працівників, вимоги до навчання та інструктажів	Регламентує систему управління охороною праці при експлуатації технологічного обладнання (пастеризатори, ферментери, змішувачі)
3	Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» №1105-XIV (ред. від 08.05.2025) [68]	Визначає порядок соціального захисту працівників у разі нещасних випадків та профзахворювань	Забезпечує соціальні гарантії персоналу харчових виробництв у разі виробничих травм
4	Наказ МВС України №1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» (ред. від 14.08.2024) [69]	Установлює вимоги до пожежної безпеки приміщень, обладнання, електромереж, евакуації	Критично важливий для виробництва смузі через наявність електрообладнання, теплових апаратів і пакувальних ліній
5	Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» №771/97-ВР (чинний від 18.01.2025) [70]	Регламентує вимоги до безпечності харчових продуктів, гігієни виробництва, відповідальність оператора ринку	Забезпечує інтеграцію вимог охорони праці з харчовою безпечністю при роботі з молочною та рослинною сировиною
6	Кодекс цивільного захисту України [71]	Визначає дії персоналу у разі надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру	Використовується для планування заходів безпеки та евакуації на підприємствах харчової промисловості

У результаті аналізу встановлено, що чинна нормативно-правова база України забезпечує цілісне регламентування умов праці на підприємствах з виробництва фруктово-овочевих смузі, охоплюючи як загальні вимоги охорони праці та соціального захисту працівників, так і спеціалізовані норми пожежної, цивільної та харчової безпеки. Її положення дозволяють ідентифікувати потенційні

виробничі ризики, визначити обов'язкові профілактичні заходи та сформувати інтегровану систему управління безпекою персоналу з урахуванням специфіки молочно-рослинних технологій. Дотримання цих вимог є необхідною умовою впровадження розробленої технології у виробничу практику та гарантією сталого функціонування підприємства.

6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень

Раціональне планування території підприємства та належне облаштування виробничих споруд і приміщень є одним із ключових чинників забезпечення безпечних умов праці, санітарно-гігієнічної надійності технологічних процесів і запобігання аварійним та надзвичайним ситуаціям на харчових підприємствах. Особливої актуальності ці вимоги набувають при виробництві фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки, де поєднуються операції теплової обробки, ферментації, механічного змішування та зберігання швидкопсувної сировини. Територіально-планувальні та будівельно-конструктивні рішення в цьому випадку мають забезпечувати логічну послідовність технологічних потоків, виключення перехресного забруднення, безпечну експлуатацію обладнання та ефективну евакуацію персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Територія підприємства з виробництва фруктово-овочевих смузі повинна бути розміщена з урахуванням санітарно-захисних зон і віддалена від джерел промислового, хімічного та біологічного забруднення. Її планування має передбачати чітке функціональне зонування з виділенням виробничої, складської, адміністративно-побутової та допоміжної зон, а також спеціальних ділянок для під'їзду транспорту і розвантаження сировини. Покриття проїздів і пішохідних доріжок повинно бути твердим, неслизьким і стійким до механічних та кліматичних впливів, з організованим відведенням поверхневих вод. Територія підприємства має бути забезпечена достатнім освітленням у темний час доби, системами пожежного водопостачання, засобами первинного пожежогасіння та

вільними евакуаційними проїздами. Забороняється зберігання відходів, тари або сторонніх предметів у невстановлених місцях, оскільки це може створювати травмонебезпечні ситуації, ускладнювати пересування персоналу та транспортних засобів і підвищувати ризик виникнення надзвичайних подій.

Виробничі будівлі підприємства повинні відповідати чинним будівельним і санітарним нормам, забезпечувати механічну міцність конструкцій, пожежну безпеку та стійкість до вібрацій, характерних для роботи основного технологічного обладнання – пастеризаторів, ферментерів, змішувачів і ліній фасування. Планувальні рішення мають виключати перетин так званих «чистих» і «брудних» потоків, зокрема сировини, напівфабрикатів, готової продукції, персоналу та відходів, що є важливою умовою як виробничої безпеки, так і дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Приміщення повинні бути обладнані системами природної або примусової вентиляції, які забезпечують видалення надлишкової вологи, тепла і запахів, характерних для процесів ферментації та теплової обробки. Конструкції підлог, стін і стель мають бути виконані з матеріалів, стійких до дії вологи, мийних і дезінфекційних засобів, легко піддаватися санітарній обробці та не утворювати пилу.

Організація виробничих приміщень повинна відповідати послідовності технологічного процесу і включати зони приймання та зберігання сировини, теплової обробки та ферментації маслянки, підготовки рослинної сировини з отриманням пюре, змішування і стабілізації смузи, фасувально-пакувальну дільницю та холодильні камери для зберігання готової продукції. Така організація простору дозволяє зменшити ризик перехресного забруднення, оптимізувати рух матеріальних і людських потоків та підвищити безпеку виконання робіт. Робочі місця повинні мати достатню площу для безпечного обслуговування обладнання, вільний доступ до органів керування і аварійних вимикачів. Освітлення має відповідати нормам для харчових виробництв і забезпечувати чітку видимість робочих зон та рухомих частин машин. Підлоги повинні бути неслизькими, з ухилами до трапів для відведення рідин, а електрообладнання – заземленим і надійно захищеним від дії вологи [72].

Таким чином, дотримання вимог до території підприємства, будівель і виробничих приміщень створює необхідні передумови для безпечної реалізації технології фруктово-овочевого смузі на основі ферментованої маслянки, забезпечує раціональну організацію технологічних потоків і мінімізує ризики травматизму, пожеж і надзвичайних ситуацій.

6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при виробництві фруктово-овочевих смузі

Виробництво фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки належить до харчових технологій із підвищеними вимогами до безпеки праці, оскільки поєднує механічні, теплові, електричні та біологічні процеси. На різних стадіях технологічного процесу персонал може піддаватися дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які за відсутності належних профілактичних заходів можуть призводити до травматизму, професійних захворювань або аварійних ситуацій. Системний аналіз таких факторів із прив'язкою до конкретних технологічних операцій (табл. 6.2) є необхідною умовою розроблення ефективних заходів з охорони праці та формування безпечного виробничого середовища.

Таблиця 6.2

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виробництві фруктово-овочевих смузі

Технологічна операція	Характер виробничого фактора	Потенційна небезпека для персоналу
Приймання та транспортування сировини	Механічні фактори (рух транспортерів, навантаження вручну)	Травмування кінцівок, перевтома, ушкодження опорно-рухового апарату
Миття та очищення рослинної сировини	Волога, слизькі поверхні, хімічні чинники (мийні та дезінфекційні засоби)	Падіння, хімічні опіки шкіри, подразнення слизових оболонок
Подрібнення та шпорування	Рухомі частини машин, підвищений рівень шуму та вібрації	Порізи, затягування одягу, зниження слуху при тривалій роботі

Пастеризація маслянки та пюре	Підвищена температура, гарячі поверхні, тиск у системі	Термічні опіки, аварійні ситуації при порушенні герметичності
Ферментація маслянки	Біологічні фактори (робота з мікроорганізмами), підвищена вологість	Біологічне навантаження, алергічні реакції, несприятливий мікроклімат
Змішування компонентів і внесення псиліуму	Механічні фактори, пилоподібні частинки псиліуму	Подразнення дихальних шляхів, ризик травм при обслуговуванні обладнання
Фасування та пакування	Рухомі механізми, електричний струм	Затискання, ураження електричним струмом
Зберігання готової продукції	Низькі температури, волога	Переохолодження, підвищений ризик ковзання
Санітарна обробка обладнання	Хімічні фактори, підвищена температура мийних розчинів	Хімічні опіки, інтоксикація, термічні ушкодження

Проведений аналіз свідчить, що при виробництві фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки переважають механічні, теплові, електричні та біологічні небезпечні й шкідливі фактори, інтенсивність яких змінюється залежно від конкретної технологічної операції. Найбільший ризик для персоналу пов'язаний із експлуатацією механічного обладнання, проведенням теплових процесів і санітарною обробкою виробничих ліній.

6.4 Заходи, щодо оптимізації умов праці при виробництві фруктово-овочевих смузі

Комплексний характер виробництва смузі зумовлює одночасну дію кількох небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що потребує впровадження організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і ергономічних заходів, спрямованих на зниження професійних ризиків і забезпечення безпечних умов праці персоналу.

На етапах приймання та первинної підготовки рослинної і молочної сировини основними ризиками є підвищене фізичне навантаження, можливість травмування при ручному переміщенні вантажів і контакті з тарою. З метою оптимізації умов

праці доцільним є використання механізованих засобів транспортування, візків, підйомних пристроїв, а також раціональне планування зон розвантаження, що знижує м'язове навантаження та ризик виробничого травматизму.

Під час операцій миття, санітарної обробки та підготовки сировини формуються умови підвищеної вологості, що може призводити до ковзання поверхонь і падіння персоналу. Оптимізація умов праці на цих ділянках передбачає облаштування підлог антиковзкими матеріалами, організацію ефективного водовідведення, дотримання регламентів прибирання та забезпечення працівників спеціальним нековзким взуттям, що суттєво зменшує ризик травм.

Процеси подрібнення, гомогенізації та змішування сировини супроводжуються дією механічних факторів, шуму і вібрації, а також небезпекою контакту з рухомими частинами обладнання. Для зниження негативного впливу цих факторів необхідним є застосування захисних кожухів, блокувальних пристроїв, аварійних вимикачів, а також використання віброгасних опор і регулярне технічне обслуговування машин. Раціональна організація робочих місць і дотримання інструкцій з експлуатації обладнання сприяють підвищенню рівня безпеки та зменшенню шумового навантаження на персонал.

На стадії ферментації маслянки та теплової обробки продукту домінують теплові та біологічні фактори, пов'язані з підвищеними температурами, утворенням пари та використанням живих мікроорганізмів. Оптимізація умов праці в цьому випадку досягається шляхом застосування герметичних ферментерів і пастеризаторів, автоматизованих систем контролю температури, кислотності та часу процесу, а також ефективною вентиляцією виробничих приміщень. Це дозволяє зменшити теплове навантаження на персонал і мінімізувати ризики біологічного впливу.

Внесення псиліуму та інших сухих інгредієнтів може супроводжуватися утворенням пилу, що є потенційно шкідливим для органів дихання. Зниження цього ризику забезпечується використанням герметичних дозувальних систем, локальної витяжної вентиляції, а також застосуванням індивідуальних засобів

захисту органів дихання. Такі заходи сприяють покращенню якості повітря робочої зони та профілактиці професійних захворювань.

Фасувально-пакувальні операції характеризуються монотонністю та підвищеним зоровим навантаженням, що може призводити до швидкої втоми персоналу. Оптимізація умов праці на цих ділянках передбачає ергономічне облаштування робочих місць, достатній рівень освітлення, чергування операцій і регламентовані перерви, що сприяє збереженню працездатності та зниженню психофізіологічного напруження.

Важливим елементом забезпечення безпечних умов праці є також електробезпека та захист персоналу від несприятливого мікроклімату. Усі електроустановки повинні бути заземлені, оснащені пристроями захисного відключення та регулярно перевірятися. У холодильних камерах необхідно обмежувати час перебування працівників і забезпечувати їх утепленим спецодягом, що запобігає переохолодженню.

6.5 Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту персоналу є завершальною ланкою системи охорони праці на харчових підприємствах і застосовуються у випадках, коли небезпечні та шкідливі виробничі фактори не можуть бути повністю усунуті конструктивними або організаційними рішеннями.

При виробництві фруктових-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки використання ЗІЗ має особливе значення, оскільки технологічний процес поєднує операції механічної обробки сировини, теплові режими, роботу з біологічно активними середовищами, мийними й дезінфекційними засобами, а також контакт із швидкопсувною продукцією. Раціонально підібрані засоби індивідуального захисту (табл. 6.3) сприяють зниженню виробничого травматизму, профілактиці професійних захворювань і забезпеченню стабільних санітарно-гігієнічних умов праці.

Таблиця 6.3

Заходи індивідуального захисту персоналу при виробництві фруктово-овочевих смузі

Технологічна ділянка	Основні засоби індивідуального захисту	Функціональне призначення
Приймання та зберігання сировини	Спецодяг, захисне взуття з неслизькою підошвою, рукавиці	Захист від механічних травм, переохолодження, падінь на вологих або слизьких поверхнях
Миття та санітарна обробка сировини	Водонепроникні фартухи, гумові рукавиці, захисні окуляри	Запобігання контакту шкіри та слизових оболонок з водою, мийними і дезінфекційними засобами
Подрібнення та гомогенізація	Захисний одяг, рукавиці, за потреби – протишумні навушники	Захист від механічних ушкоджень, зниження впливу шуму та вібрації
Ферментація маслянки	Халати або комбінезони, головні убори, рукавиці	Захист від біологічних факторів, підтримання санітарного стану продукту
Пастеризація та тепла обробка	Термостійкі рукавиці, фартухи, захисне взуття	Запобігання термічним опікам при контакті з гарячими поверхнями та парою
Внесення псиліуму та сухих компонентів	Захисні маски або респіратори, окуляри	Захист органів дихання і зору від пилу та аерозольних частинок
Фасування та пакування	Спецодяг, рукавиці, головні убори	Запобігання мікробіологічному забрудненню продукту та захист рук персоналу
Прибирання і санітарна обробка приміщень	Гумові рукавиці, водонепроникний спецодяг, захисне взуття	Захист від дії хімічних реагентів, вологи та слизьких поверхонь

Систематичне застосування засобів індивідуального захисту на всіх технологічних ділянках виробництва фруктово-овочевих смузі дозволяє ефективно знизити вплив механічних, теплових, біологічних і хімічних виробничих факторів. Раціональний підбір ЗІЗ відповідно до специфіки окремих операцій не лише підвищує рівень безпеки праці персоналу, а й сприяє дотриманню санітарно-гігієнічних вимог, що є необхідною умовою стабільної якості та безпечності готової продукції.

6.6 Пожежна безпека та заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях

Невід’ємною складовою системи охорони праці на підприємствах харчової промисловості є забезпечення пожежної безпеки та належного рівня цивільного захисту, що набуває особливої актуальності в умовах сучасних викликів, пов’язаних із підвищеною техногенною небезпекою, зношеністю інфраструктури, а також воєнними загрозами на території України. Підприємства з виробництва фруктових-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки потребує системного підходу до управління ризиками.

Пожежна небезпека при виробництві смузі зумовлюється використанням пастеризаційного обладнання, електродвигунів, систем нагріву, вентиляції та освітлення, а також наявністю горючих матеріалів, зокрема пакувальної тари, допоміжних матеріалів і органічної сировини. Особливу небезпеку становлять порушення правил експлуатації електрообладнання, перевантаження електромереж, несправність заземлення та накопичення горючих відкладень у виробничих приміщеннях. У зв’язку з цим пожежна безпека повинна забезпечуватися шляхом комплексного поєднання інженерно-технічних, організаційних і режимних заходів, включаючи застосування автоматичних систем пожежної сигналізації, первинних засобів пожежогасіння, вогнестійких будівельних матеріалів і регулярний контроль технічного стану обладнання [72].

Виробничі приміщення мають бути обладнані системами оповіщення про пожежу та чітко позначеними евакуаційними шляхами, які повинні утримуватися у вільному стані й бути доступними за будь-яких умов. Особливу увагу слід приділяти інструктажу персоналу з питань пожежної безпеки, відпрацюванню дій у разі виникнення пожежі та навчанню користування первинними засобами пожежогасіння. Регулярне проведення протипожежних тренувань сприяє зниженню часу реагування на надзвичайні ситуації та мінімізації можливих матеріальних і людських втрат.

Заходи цивільного захисту на підприємствах харчової промисловості в сучасних умовах України виходять за межі традиційного розуміння техногенних аварій і включають готовність до дій у разі надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру. З огляду на ризики ракетних обстрілів, перебоїв енергопостачання та порушення логістичних ланцюгів, система цивільного захисту повинна передбачати наявність планів реагування на надзвичайні ситуації, резервних джерел електроживлення, засобів автономного освітлення та зв'язку.

Важливим елементом цивільного захисту є організація укриттів або безпечних приміщень для персоналу, визначення маршрутів швидкої евакуації та забезпечення працівників актуальною інформацією щодо дій у разі повітряної тривоги або інших загроз. Особливого значення набуває психологічна готовність персоналу до дій в умовах стресу, що досягається шляхом систематичного навчання, інструктажів і чіткої регламентації обов'язків кожного працівника в екстрених ситуаціях.

Таким чином, у сучасних реаліях України ефективне поєднання протипожежних заходів, планування цивільного захисту та підготовки персоналу є найважливішою умовою збереження життя і здоров'я працівників, безперервності виробничих процесів та відповідальної діяльності харчових підприємств.

Висновки до розділу 6

1. У результаті аналізу умов праці при виробництві фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки встановлено, що безпечне функціонування підприємства забезпечується комплексним застосуванням нормативно-правових, організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів.
2. Раціональне планування території, виробничих споруд і приміщень, ідентифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів, оптимізація умов праці та систематичне використання засобів індивідуального захисту

дозволяють суттєво знизити ризик виробничого травматизму, професійних захворювань і аварійних ситуацій.

3. Запропоновані заходи пожежної безпеки та цивільного захисту, з урахуванням сучасних викликів і загроз для України, сприяють підвищенню готовності персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях, збереженню життя і здоров'я працівників та забезпеченню безперервності виробничих процесів.

ВИСНОВКИ

1. У результаті опрацювання наукових публікацій і сучасних підходів до створення функціональних напоїв встановлено перспективність застосування ферментованої маслянки як білково-вуглеводної молочної основи у поєднанні з фруктово-овочевою сировиною та псиліумом як джерелом розчинної клітковини.
2. Сформовано експериментальну схему рецептур фруктово-овочевих смузі на основі ферментованої маслянки, яка передбачає фіксований рівень введення рослинного пюре (20 %) та варіювання його компонентного складу і дозування псиліуму в межах 0...0,8 %.
3. Показано, що смузі на основі ферментованої маслянки характеризуються наступним хімічним складом: масова частка сухих речовин у зразках з пюре зростає з $8,6 \pm 0,2$ % (контроль) до 10,6...11,8 % без псиліуму та до 12,2...13,6 % при введенні псиліуму (0,2...0,8 %). Введення псиліуму забезпечує додаткове підвищення сухих речовин на 1,2...1,8 в.п. у межах кожного профілю без істотного впливу на вміст загальних (5,5...7,6 %) і редукуючих (2,8...4,2 %) цукрів. Кислотно-лужний стан системи залишається стабільним у межах рН 4,05...4,52 при титрованій кислотності 0,70...0,84 %, що відповідає характеристикам ферментованих функціональних напоїв.
4. Встановлено, що введення псиліуму (0,2...0,8 %) підвищує в'язкість смузі з 85...140 до 395...460 мПа·с і знижує синерезис та індекс розшарування з 10...19 % до ≤ 2 %, забезпечуючи фізичну стабільність ферментованих молочно-рослинних напоїв.
5. Показано, що вміст біологічно активних речовин у смузі визначається складом фруктово-овочевого пюре: загальні поліфеноли досягають 245...260 мг/100 г у профілі буряк–смородина–груша, тоді як максимальний вміст вітаміну С (35,5...38,0 мг/100 г) характерний для профілю томат–перець–мандарин. Введення псиліуму (0,2...0,8 %) не чинить істотного негативного впливу на ці показники.

6. Показано, що введення псиліуму (0,2...0,8 %) знижує енергетичну цінність смузі з 47,6...43,15 до 41,15...31,75 ккал/100 г залежно від профілю пюре, забезпечуючи формування низькоенергетичних ферментованих молочно-рослинних напоїв з підвищеним вмістом харчових волокон.
7. Показано, що оптимальні органолептичні характеристики смузі (4,7...4,8 бали) досягаються за введення псиліуму в кількості 0,2...0,5 % у поєднанні з фруктововочевими пюре профілів P1 і P3, що забезпечує збалансований смак та стабільну кремоподібну консистенцію напоїв.
8. Установлено, що ключовою умовою раціональності рецептур ферментованих молочно-рослинних смузі є введення псиліуму в оптимальному інтервалі 0,2...0,5 %, за якого всі досліджені фруктововочеві профілі забезпечують стабільні технологічні та високі споживчі характеристики. Вибір конкретного профілю пюре при цьому доцільно здійснювати відповідно до цільового функціонального призначення продукту (антиоксидантного, вітамінізуючого або низькоенергетичного), що підтверджує можливість керованого конструювання асортименту ферментованих смузі з прогнозованими властивостями.
9. Розроблено та адаптовано до виробничих умов технологію виготовлення фруктововочевого смузі на основі ферментованої маслянки з дозованим внесенням і гідратацією псиліуму. Визначені режимні параметри пастеризації, ферментації та стабілізації забезпечують мікробіологічну безпечність і стабільну якість готового продукту.
10. Результати SWOT-аналізу свідчать, що розроблена технологія має переважно активну стратегію розвитку (SO, ST), тоді як ідентифіковані слабкі сторони та загрози можуть бути усунені стандартними технологічними заходами, що не потребують зміни базової концепції виробництва.
11. Доведено, що дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки та цивільного захисту є обов'язковою умовою безпечного і стійкого виробництва фруктововочевих смузі на основі ферментованої маслянки та забезпечує мінімізацію виробничих ризиків у сучасних умовах України.

Список використаної літератури

1. Wilbanks, D. J., Yazdi, S. R., & Lucey, J. A. (2022). Effects of varying casein and pectin concentrations on the rheology of high-protein cultured milk beverages stored at ambient temperature. *Journal of Dairy Science*, 105(1), 72-82.
2. Pereira, C., Gomes, D., Dias, S., Santos, S., Pires, A., & Viegas, J. (2024). Impact of Probiotic and Bioprotective Cultures on the Quality and Shelf Life of Butter and Buttermilk. *Dairy*, 5(4), 625-643.
3. Waszkiewicz, M., Sokół-Łętowska, A., Pałczyńska, A., & Kucharska, A. Z. (2023). Fruit smoothies enriched in a honeysuckle berry extract—an innovative product with health-promoting properties. *Foods*, 12(19), 3667.
4. Tlais, A. Z. A., Trossolo, E., Tonini, S., Filannino, P., Gobbetti, M., & Di Cagno, R. (2023). Fermented whey ewe's milk-based fruit smoothies: Bio-recycling and enrichment of phenolic compounds and improvement of protein digestibility and antioxidant activity. *Antioxidants*, 12(5), 1091.
5. Fábio de Oliveira, E. S., Ismerio, D. S., Cortez, M. A. S., de Toledo Guimarães, J., & Duarte, M. C. K. H. Development of a functional fermented dairy beverage from buttermilk. *The Journal of dairy research*, 1-9.
6. 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.
7. Kidoń, M., & Uwineza, P. A. (2022). New smoothie products based on pumpkin, banana, and purple carrot as a source of bioactive compounds. *Molecules*, 27(10), 3049.
8. Donda Zbinden, M., Schmidt, M., Vignatti, C. I., Pirovani, M. É., & Böhm, V. (2024). High-pressure processing of fruit smoothies enriched with dietary fiber from carrot discards: Effects on the contents and bioaccessibilities of carotenoids and vitamin E. *Molecules*, 29(6), 1259.

9. Bäuerle, L., & Kühn, S. (2022). Development of a protein supplemented fruit smoothie using pea protein isolate as a plant-based protein alternative. *Future Foods*, 5, 100145.
10. Singh, N., Daniel, M., & Kumari, P. (2025). Smoothie: A Nutritional and Commercial Point of View and Future Aspects. *Journal of Advances in Food Science & Technology*, 12(3), 104-113.
11. Дударев, І., Панащук, Т., & Шемет, В. (2024). Розроблення молочних смузі з вівсяними й гречаними пластівцями та плодово-ягідними порошками. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*, (3 (13)), 19-27.
12. Dudarev I. (2024). Development of craft drinks with oat milk and fruit and berry powders. *Commodity Bulletin*, no. 17(1), pp. 105–115. DOI: <https://doi.org/10.62763/ef/1.2024.105>
13. Зарецька, Д. К., Сердюк, М. Є., Кривонос, І. А., & Бандура, В. М. (2023). Заморожений напівфабрикат з додаванням обліпихи, як сировина для продуктів функціонального призначення. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*, 23(1), 199-206.
14. García-Alarcón, M., Cedeño-Pinos, C., Muñoz, I., Guàrdia Gasull, M. D., & Bañón, S. DEVELOPMENT OF NEW POWDERED SMOOTHIES AGGLOMERATED WITH POLYPHENOL EXTRACTS.
15. Fanari, F., Comaposada, J., Aymerich, T., Claret, A., Guerrero, L., & Castellari, M. (2026). Protein-Enriched Fruit Smoothies with Wet Spirulina Biomass: High-Pressure Processing (HPP) and Quality Stability Evaluation. *Food and Bioprocess Technology*, 19(1), 17.
16. Bäuerle, L., & Kühn, S. (2022). Development of a protein supplemented fruit smoothie using pea protein isolate as a plant-based protein alternative. *Future Foods*, 5, 100145.
17. Mehta, D., Kumar, M. S., & Sabikhi, L. (2017). Development of high protein, high fiber smoothie as a grab-and-go breakfast option using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 3859-3866.
18. Lucey, J. A., Tamehana, M., Singh, H., & Munro, P. A. (1999). Stability of model acid milk beverage: effect of pectin concentration, storage temperature and milk heat treatment. *Journal of texture studies*, 30(3), 305-318.

19. Joshi, J., Gururani, P., Vishnoi, S., & Srivastava, A. (2020). Whey based beverages: A review. *Octa J. Biosci*, 8, 30-37.
20. Nayik, G. A., Gull, A., Masoodi, L., Navaf, M., Sunooj, K. V., Ucak, İ., ... & Mugabi, R. (2024). Milk proteins: chemistry, functionality and diverse industrial applications. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2377686.
21. Horstman, A. M., & Huppertz, T. (2023). Milk proteins: Processing, gastric coagulation, amino acid availability and muscle protein synthesis. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63(30), 10267-10282.
22. Moore, D. R. (2021). Protein requirements for master athletes: just older versions of their younger selves. *Sports Medicine*, 51(Suppl 1), 13-30.
23. Shkempi, B., & Huppertz, T. (2023). Glycemic responses of milk and plant-based drinks: food matrix effects. *Foods*, 12(3), 453.
24. Mohammadi, S., Asbaghi, O., Dolatshahi, S., Omran, H. S., Amirani, N., Koozehkanani, F. J., ... & Ashtary-Larky, D. (2023). Effects of supplementation with milk protein on glycemic parameters: a GRADE-assessed systematic review and dose–response meta-analysis. *Nutrition Journal*, 22(1), 49.
25. Anguita-Ruiz, A., Vatanparast, H., Walsh, C., Barbara, G., Natoli, S., Eisenhauer, B., ... & Gil, A. (2025). Alternative biological functions of lactose: a narrative review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-14.
26. Pires, A. F., Marnotes, N. G., Rubio, O. D., Garcia, A. C., & Pereira, C. D. (2021). Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey. *Foods*, 10(5), 1067.
27. Sakkas, L., Evageliou, V., Igoumenidis, P. E., & Moatsou, G. (2022). Properties of sweet buttermilk released from the churning of cream separated from sheep or cow milk or sheep cheese whey: Effect of heat treatment and storage of cream. *Foods*, 11(3), 465.
28. Barukčić, I., Lisak Jakopović, K., & Božanić, R. (2019). Valorisation of whey and buttermilk for production of functional beverages—an overview of current possibilities. *Food technology and biotechnology*, 57(4), 448-460.

29. Pereira, C., Gomes, D., Dias, S., Santos, S., Pires, A., & Viegas, J. (2024). Impact of Probiotic and Bioprotective Cultures on the Quality and Shelf Life of Butter and Buttermilk. *Dairy*, 5(4), 625-643.
30. Серенко, А. А., & Юдіна, Т. І. (2021). Крафтові кисломолочні напої оздоровчого призначення. In Глобалізаційні виклики розвитку національних економік: тези доповідей II Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 19 жовтня 2021 р.) / відп. ред. АА Мазаракі. – Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2021. – 584 с. – Укр. та англ. мовами. (p. 533).
31. Yudina, T., Serenko, A., Vitriak, O., Tkachenko, L., & Altanova, A. (2025). Study of technological parameters of the fermentation process in the technology of low-lactose yoghurts based on buttermilk. *Animal Science and Food Technology*, 4(16), 70-88.
32. Yu, Y., Yu, W., & Jin, Y. (2021). Peptidomic analysis of milk fermented by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Food Hydrocolloids for Health*, 1, 100033.
33. Cruz-Casas, D. E., Chavez-García, S. N., García-Flores, L. A., Martínez-Medina, G. A., Ramos-González, R., Prado-Barragán, L. A., & Flores-Gallegos, A. C. (2023). Bioactive peptides from fermented milk products. In *Enzymes Beyond Traditional Applications in Dairy Science and Technology* (pp. 289-311). Academic Press.
34. Saubenova, M., Oleinikova, Y., Rapoport, A., Maksimovich, S., Yermekbay, Z., & Khamedova, E. (2024). Bioactive peptides derived from whey proteins for health and functional beverages. *Fermentation*, 10(7), 359.
35. Burns, P., Molinari, F., Beccaria, A., Paez, R., Meinardi, C., Reinheimer, J., & Vinderola, G. (2010). Suitability of buttermilk for fermentation with *Lactobacillus helveticus* and production of a functional peptide-enriched powder by spray-drying. *Journal of applied microbiology*, 109(4), 1370-1378.
36. Tlais, A. Z. A., Trossolo, E., Tonini, S., Filannino, P., Gobbetti, M., & Di Cagno, R. (2023). Fermented whey ewe's milk-based fruit smoothies: Bio-recycling and enrichment of phenolic compounds and improvement of protein digestibility and antioxidant activity. *Antioxidants*, 12(5), 1091.

37. Gebreselassie, N., Abrahamsen, R. K., Beyene, F., Abay, F., & Narvhus, J. A. (2016). Chemical composition of naturally fermented buttermilk. *International Journal of dairy technology*, 69(2), 200-208.
38. Zhang, Y., Li, R., Xu, Z., Fan, H., Xu, X., Pan, S., & Liu, F. (2024). Recent advances in the effects of food microstructure and matrix components on the bioaccessibility of carotenoids. *Trends in Food Science & Technology*, 143, 104301.
39. Singh, R., Rathod, G., Meletharayil, G. H., Kapoor, R., Sankarlal, V. M., & Amamcharla, J. K. (2022). Invited review: Shelf-stable dairy protein beverages—Scientific and technological aspects. *Journal of Dairy Science*, 105(12), 9327-9346.
40. Sui, W., Wang, S., Chen, Y., Li, X., Zhuang, X., Yan, X., & Song, Y. (2025). Insights into the Structural and Nutritional Variations in Soluble Dietary Fibers in Fruits and Vegetables Influenced by Food Processing Techniques. *Foods*, 14(11), 1861.
41. Jia, H., Ren, F., & Liu, H. (2025). Effects and improvements of storage conditions and processing on the bioaccessibility and bioavailability of phytochemicals in fruits and vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 60(1), vvae040.
42. Guo, Y., Wei, Y., Cai, Z., Hou, B., & Zhang, H. (2021). Stability of acidified milk drinks induced by various polysaccharide stabilizers: A review. *Food Hydrocolloids*, 118, 106814.
43. Quintana Martinez, S. E., Torregroza Fuentes, E. E., & García-Zapateiro, L. A. (2022). Rheological and microstructural properties of acidified milk drink stabilized with butternut squash pulp hydrocolloids (BSPHs). *ACS omega*, 7(23), 19235-19242.
44. Pan, H., Chu, X., Li, S., Wang, Z., & Chen, J. (2025). Effect of pH on the Stability of Dairy Beverages Stabilized with Soluble Soybean Polysaccharides. *Foods*, 14(21), 3632.
45. Hu, L., Jia, Y., Zhang, X., Zhang, Y., Dang, M., & Li, C. (2023). Application of persimmon pectin with promising emulsification properties as an acidified milk drinks stabilizer. *Foods*, 12(10), 2042.
46. de Souza, H. F., Borges, L. A., Mendes, G. D. R. L., Durães, C. A. F., Fonseca, H. C., de Souza Boitrago, S. C. O., ... & Brandi, I. V. (2023). New formulations of fermented

milk drinks with fruit pulp added: Physicochemical characteristics during storage and nutritional profile. *Revista chilena de nutrición*.

47. Priyashantha, H., Madushan, R., Pelpolage, S. W., Wijesekara, A., & Jayarathna, S. (2025). Incorporation of fruits or fruit pulp into yoghurts: recent developments, challenges, and opportunities. *Frontiers in Food Science and Technology*, 5, 1581877.
48. Tirpanci, B., Ozel, B., Oztop, M. H., & Alpas, H. (2023). Stability of acidified milk drinks: Comparison of high hydrostatic pressure (HHP) and thermal treatments. *International Dairy Journal*, 137, 105512.
49. Durmus, N., Capanoglu, E., & Kilic-Akyilmaz, M. (2021). Activity and bioaccessibility of antioxidants in yoghurt enriched with black mulberry as affected by fermentation and stage of fruit addition. *International Dairy Journal*, 117, 105018.
50. Sun, W., Yang, W., Zheng, Y., Zhang, H., Fang, H., Liu, D., ... & Tian, J. (2020). Effect of potato pulp pectic polysaccharide on the stability of acidified milk drinks. *Molecules*, 25(23), 5632..
51. Трубнікова, А., Чабанова, О., Бондар, С., Шарахматова, Т., & Недобійчук, Т. (2020). Математичне моделювання оптимізованої рецептури низьколактозного синбіотичного йогуртового морозива. *Scientific Journal'Animal Science & Food Technologies'*, 11(2).
52. Міністерство аграрної політики та продовольства України. (2019). Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів (Наказ № 118 від 12 березня 2019 р.). URL <https://zakon.rada.gov.ua>
53. ДСТУ 7033:2009. Буряк столовий свіжий. Технічні умови. Держспоживстандарт України, [Чинний від 2010 -10-01]. Київ, 2009. 35 с. (інформація та документація).
54. ДСТУ 7612:2014. Томати свіжі для промислового перероблення. Технічні умови. Мінекономрозвитку України, [Чинний від 2015 -01-01]. Київ, 2014. 41 с. (інформація та документація).
55. ДСТУ 2659:94. Перець солодкий свіжий. Технічні умови. [Чинний від 2010 -10-01]. Київ: Держстандарт України, 1994. 39 с. (інформація та документація).

56. ДСТУ 8596:2015. Селера молода свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2016 -07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 37 с. (інформація та документація).
57. ДСТУ 8326:2015. Груші свіжі середніх і пізніх термінів досягання. Технічні умови. [Чинний від 2016 -01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 35 с. (інформація та документація).
58. ДСТУ 7023:2009. Айва свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2010 -01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 28 с. (інформація та документація).
59. ДСТУ ЕЭК ООН FFV-14:2007 (ЕЭК ООН FFV-14:2004, IDT) Фрукти цитрусові. Настанови щодо постачання і контролювання якості. [Чинний від 2004 -10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 40 с. (інформація та документація).
60. ДСТУ 8319:2015. Смородина чорна свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2016 -01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 37 с. (інформація та документація)
61. ДСТУ 5035:2008. Журавлина свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2009 -01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 43 с. (інформація та документація).
62. Zhang, Y., Luo, Y., Gao, B., & Yu, L. (2025). Psyllium: A Nutraceutical and Functional Ingredient in Foods. *Annual Review of Food Science and Technology*, 16(1), 355-377.
63. Codex Alimentarius Commission. (2019). General standard for contaminants and toxins in food and feed (CXS 193-1995, Rev. 2019). FAO/WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/>
64. 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.
65. Дударев, І. М., Кузьмін, О. В., & Тараймович, І. В. (2024). Крафтові харчові технології: розроблення, дослідження, інжиніринг (навчальний посібник). Одеса: Олді+. 322 с.
66. Конституція України. К.: Видавництво "Право", 1996. 55.

67. Закон України "Про охорону праці". К.: Норматив. 1994. 65 с.
68. 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>
69. 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>
70. 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.
71. Верховна Рада України. (2012). Кодекс цивільного захисту України (Закон України № 5403-VI від 02 жовтня 2012 р., чинна редакція). Офіційний вебпортал Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
72. 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.