

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня «Магістр»

на тему:

**Удосконалення технології обліпихового квасу з
пробіотичними та пребіотичними
властивостями**

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

_____ Іван КОЗИНЕЦЬ

Керівник: _____ Олена КОВАЛЬОВА

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

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

Козинця Івана Олександровича

1. Тема роботи: «Удосконалення технології обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями».

Керівник роботи: Ковальова Олена Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3184.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 11 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: 1 Літературні джерела та періодичні видання.

2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва обліпихового квасу. 3 Нормативно-технологічна документація.

4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літературних джерел. 2 Матеріали та методи. 3 Результати дослідження та їх обговорення. 4 Практична реалізація результатів досліджень. 5 Організаційно-економічна частина. 6 Охорона праці та захист навколишнього середовища. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Стан питання. 2 Мета роботи і завдання дослідження. 3 Організація проведення експериментальних робіт, методи дослідження. 4 Результати досліджень та їх реалізація. 5 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент КОВАЛЬОВА Олена	24.10.2024	11.12.2025
5	доцент КОВАЛЬОВА Олена	24.10.2024	11.12.2025
6	доцент КОВАЛЬОВА Олена	24.10.2024	11.12.2025

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-27.10.25	виконано
2	Літературний огляд	28.10-07.11.25	виконано
3	Організація проведення експериментальних робіт, методи дослідження	08.11-14.11.25	виконано
4	Результати дослідження	15.11-30.11.25	виконано
5	Практична реалізація результатів досліджень	01.12-06.12.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	07.12-08.12.25	виконано
7	Охорона праці та захист навколишнього середовища	09.12.25	виконано
8	Загальні висновки та список використаних джерел	10.12.25	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	11.12.25	виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Іван КОЗИНЕЦЬ
(підпис)

Керівник роботи

_____ Олена КОВАЛЬОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Удосконалення технології обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями»

Кваліфікаційна робота: 88 сторінок, 13 рисунків, 11 таблиць, 0 додатків, 71 літературне джерело.

Мета роботи – теоретичне обґрунтування та експериментальне вдосконалення технології виробництва обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями з метою отримання функціонального ферментованого напою з високими органолептичними, мікробіологічними та біологічно активними показниками.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва ферментованих безалкогольних напоїв на основі рослинної сировини.

Предмет дослідження – вплив симбіотичної культури пробіотичних мікроорганізмів та природних пребіотичних компонентів обліпихи на перебіг ферментації, фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники квасу.

Обліпиха є цінною ягідною сировиною, що характеризується високим вмістом вітаміну С, каротиноїдів, фенольних сполук та органічних кислот, які зумовлюють її високу біологічну та антиоксидантну активність. Використання обліпихи у технології ферментованих напоїв дозволяє створювати продукти з підвищеною функціональною цінністю та вираженими оздоровчими властивостями. Поєднання обліпихового субстрату з пробіотичними культурами молочнокислих бактерій і дріжджів забезпечує формування симбіотичної системи, що сприяє стабільному перебігу ферментації, підвищенню життєздатності корисної мікрофлори та покращенню сенсорних характеристик напою.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Обліпиха, квас, ферментація, пробіотики, пребіотики, симбіотики, функціональні напої, технологія, органолептичні властивості, біологічна цінність.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	10
1.1. Пробіотики та пребіотики: визначення, класифікація та механізми дії	10
1.2. Функціональні харчові продукти: сучасні тенденції та вимоги	18
1.3. Квас на основі ягід: історія, технологія, переваги та перспективи використання	22
1.4. Обліпіха як сировина: хімічний склад, біологічна цінність та застосування в напоях	26
1.5. Технологічні аспекти отримання ферментованих напоїв з пробіотичними властивостями	30
1.6. Використання пребіотичних добавок у ферментованих напоях та їх вплив на якість і життєздатність пробіотиків	32
Висновки за розділом.....	34
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.....	36
2.1. Організації та схеми проведення досліджень	36
2.2. Сировина та її характеристика	38
2.3. Пробіотичні культури та пребіотики	41
2.4. Технологічний процес виробництва	43
2.5. Методи аналізу: органолептичні, мікробіологічні та хімічні показники	46
Висновки за розділом.....	48
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	50
3.1. Вибір штамів та адаптація до сировини	50

3.2. Оптимізація умов бродіння	51
3.3. Вплив симбіотиків на життєздатність бактерій	62
3.4. Органолептичні та функціональні властивості готового квасу	64
Висновки за розділом	68
4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	71
Висновки за розділом	73
5. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	74
5.1. Витрати на проведення досліджень	74
5.2. Витрати на матеріали для проведення дослідження	74
5.3. Витрати на оплату праці	75
5.4. Витрати на електроенергію	75
5.5. Витрати на амортизацію устаткування	76
5.6. Розрахунок ціни дослідження	76
Висновки за розділом	77
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	78
.....	78
Висновки за розділом	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	81
БІБЛІОГРАФІЯ	83

ВСТУП

У сучасному світі спостерігається стрімке зростання кількості людей, які страждають на надлишкову масу тіла, метаболічні розлади та захворювання серцево-судинної системи. Одним із ключових чинників, що сприяють розвитку цих патологій, є надмірне споживання жирної їжі та солодких газованих напоїв, які містять значну кількість цукру, барвників і синтетичних ароматизаторів. Водночас регулярне вживання таких продуктів призводить до дисбалансу мікрофлори кишківника, що безпосередньо впливає на імунний статус людини та загальний рівень її здоров'я [1]. У зв'язку з цим харчова промисловість активно шукає шляхи створення функціональних напоїв, здатних не лише втамовувати спрагу, а й сприяти підтриманню нормальної фізіологічної активності організму.

Функціональні продукти харчування — це продукти, збагачені біологічно активними компонентами, які позитивно впливають на організм людини, знижують ризик розвитку хронічних захворювань і покращують якість життя [2]. У цій групі особливе місце посідають ферментовані напої — продукти, отримані шляхом мікробіологічного бродіння натуральної сировини. Вони містять вітаміни, органічні кислоти, ферменти, пробіотичні культури та інші біоактивні речовини, що забезпечують їм високу харчову та біологічну цінність. Завдяки розвитку біотехнологій та мікробіології ферментовані напої розглядаються як перспективна основа для створення пробіотичних і пребіотичних систем, які можуть коригувати склад мікробіоти людини [3].

Серед традиційних ферментованих напоїв особливої уваги заслуговує квас — продукт природного бродіння, який має давню історію споживання на теренах Східної Європи. Квас відзначається приємними органолептичними властивостями, високою засвоюваністю, а також природним походженням біологічно активних сполук, що утворюються в процесі ферментації [4]. На відміну від промислових газованих напоїв, квас не містить штучних консервантів

і барвників, а завдяки діяльності молочнокислих бактерій та дріжджів має помірну кислотність, низький вміст цукру і природні функціональні властивості.

Останніми роками особливу популярність набуває напрям розроблення квасу на основі фруктової та ягідної сировини, що дозволяє поєднати користь ферментованих продуктів із вітамінно-мінеральним потенціалом плодів. Використання ягідної сировини не лише покращує смак напою, а й підвищує його антиоксидантну активність, що має важливе значення для профілактики оксидативного стресу [5]. Серед можливих варіантів сировини перспективною є обліпіха, яка містить значну кількість аскорбінової кислоти, токоферолів, каротиноїдів, органічних кислот, флавоноїдів і полісахаридів. Ці компоненти забезпечують не лише виражені антиоксидантні та імуномодулюючі властивості, а й створюють сприятливе середовище для росту пробіотичних культур, виконуючи роль пребіотика [6].

Пробіотики — це живі мікроорганізми, здатні позитивно впливати на мікрофлору кишківника та загальний стан здоров'я при достатньому споживанні. Найчастіше у складі пробіотичних продуктів використовують штами *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus* та інші представники молочнокислих бактерій [7]. Введення таких культур до складу ферментованих напоїв дозволяє отримати продукт із потенційною симбіотичною дією — поєднанням пробіотиків і пребіотиків, які взаємно підсилюють ефект один одного [8].

Розробка обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями є перспективним напрямом у галузі функціонального харчування. Такий напій може стати альтернативою комерційним солодким газованим продуктам, сприяти відновленню мікробіоти після антибіотикотерапії, покращувати травлення та підтримувати імунну систему.

Таким чином, актуальність дослідження полягає у створенні науково обґрунтованої технології виробництва ферментованого напою на основі обліпіхи, який поєднує пробіотичні та пребіотичні властивості. Метою роботи є розробка та удосконалення технології квасу з обліпіхи з метою отримання функціонального напою підвищеної біологічної цінності.

Для досягнення цієї мети передбачено такі основні завдання:

- проаналізувати літературні джерела щодо пробіотичних і пребіотичних систем у харчових продуктах;
- дослідити склад та властивості обліпихи як потенційної сировини для ферментованого напою;
- визначити оптимальні штами мікроорганізмів для ферментації обліпихової сировини;
- розробити технологічну схему отримання обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями.

Наукова новизна полягає у розробленні симбіотичного напою на основі обліпихової сировини, що поєднує природні пребіотики з живими пробіотичними культурами.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Пробиотики та пребіотики: визначення, класифікація та механізми дії

Пробиотики та пребіотики належать до основних складових сучасних функціональних харчових продуктів, які сприяють підтриманню фізіологічної рівноваги організму людини та нормалізації кишкової мікрофлори. Термін «пробиотик» (від грец. *pro bios* — «для життя») вперше використав Елі Мечников на початку ХХ століття, коли він довів, що регулярне вживання ферментованих молочних продуктів, збагачених молочнокислими бактеріями, позитивно впливає на тривалість життя [9]. Згідно із сучасним визначенням Міжнародної наукової асоціації з пробіотиків і пребіотиків (ISAPP), пробіотики — це живі мікроорганізми, які, при споживанні у достатніх кількостях, приносять користь здоров'ю людини [7]. Найбільш відомими представниками пробіотичних культур є бактерії родів *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus* і дріжджі *Saccharomyces boulardii* [10].

Пробиотичні культури чинять позитивний вплив на організм за рахунок кількох механізмів: вони здатні пригнічувати розвиток патогенних мікроорганізмів шляхом конкурентного витіснення, знижувати рівень запальних процесів, зміцнювати бар'єрну функцію епітелію кишечника, синтезувати коротколанцюгові жирні кислоти, що є важливими метаболітами для клітин слизової оболонки [11]. Крім того, пробіотики беруть участь у синтезі вітамінів групи В, регуляції імунної відповіді та зниженні рівня холестерину в крові [12].

За таксономічною ознакою пробіотики поділяють на молочнокислі бактерії (*Lactobacillus*, *Lacticaseibacillus*, *Bifidobacterium*), пропіоновокислі бактерії (*Propionibacterium*) та дріжджі (*Saccharomyces*) [13]. За механізмом дії їх розрізняють як антагоністи патогенів, імуномодулятори або ензимоутворювальні штами, а за сферою використання — харчові, фармацевтичні та ветеринарні. У технології напоїв найбільш часто застосовують штами *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. fermentum*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. longum*, оскільки вони здатні

виживати в умовах низького рН, зберігають життєздатність у кислому середовищі та не погіршують органолептичних характеристик кінцевого продукту [14]. Введення таких культур у склади ферментованих напоїв на рослинній основі дозволяє створювати продукти підвищеної біологічної цінності, що підходять навіть для споживачів, які не вживають молочних продуктів [12].

На відміну від пробіотиків, пребіотики — це неживі компоненти їжі, які вибірково стимулюють ріст і активність корисних бактерій у кишечнику. Відповідно до визначення ISAPP, пребіотики — це субстрати, які вибірково використовуються мікроорганізмами господаря, забезпечуючи користь для його здоров'я [15]. До найпоширеніших пребіотиків належать інулін, фруктоолігосахариди (ФОС), галактоолігосахариди (ГОС), лактулоза, β -глюкани та пектинові речовини [16]. Основним джерелом природних пребіотиків є рослинна сировина — овочі, фрукти, ягоди, злакові та бобові культури, які містять клітковину, поліфеноли й органічні кислоти, що сприяють росту пробіотичних культур [17].

Особливу увагу дослідників привертають ягоди обліпихи (*Hipporhae rhamnoides L.*), які характеризуються високим вмістом природних пребіотичних компонентів — водорозчинних полісахаридів, пектину, клітковини, флавоноїдів і фенольних сполук. Ці речовини не лише виконують структурну функцію у продукті, але й забезпечують оптимальне середовище для росту пробіотичних культур, підвищуючи їхню життєздатність у процесі ферментації [6, 18]. Таким чином, обліпиха є цінною сировиною для створення симбіотичних продуктів, що поєднують властивості пробіотиків і пребіотиків.

Пребіотики класифікують за хімічною природою (олігосахариди, полісахариди, органічні кислоти), за походженням (рослинні, тваринні, синтетичні) та за напрямом дії (селективні стимулятори росту *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* та інших представників нормофлори) [15, 16].

Узагальнені відомості про основні групи пробіотичних і пребіотичних компонентів, їхні джерела, функціональні властивості та сфери застосування в

харчових технологіях наведено в табл. 1.1. У технології ферментованих напоїв пребіотики виконують подвійну функцію: з одного боку, вони підвищують харчову цінність і функціональні властивості продукту, а з іншого — стабілізують активність і виживання пробіотичних культур під час зберігання готового напою.

Поєднання пробіотиків і пребіотиків у складі одного продукту формує так звану синбіотичну систему, у якій обидва компоненти діють взаємодоповнююче. Пребіотики виступають джерелом поживних речовин для пробіотичних мікроорганізмів, сприяючи їх активності та колонізації кишечника, тоді як пробіотики реалізують позитивний ефект шляхом нормалізації мікрофлори, стимуляції метаболізму та підвищення імунітету [8, 19]. Такий підхід активно застосовується у створенні сучасних ферментованих напоїв — кефірів, комбучі, квасів, овочево-фруктових ферментатів, які поєднують смакову привабливість з оздоровчим ефектом [20].

У контексті розвитку функціональних технологій пробіотики та пребіотики становлять базу для створення інноваційних продуктів нового покоління, спрямованих на відновлення мікробіологічного балансу організму. Їх застосування у виробництві ферментованих безалкогольних напоїв на основі натуральної рослинної сировини, зокрема обліпихи, відкриває нові можливості для розширення асортименту здорових напоїв з вираженими біологічно активними властивостями.

Таблиця 1.1 – Основні групи пробіотичних та пребіотичних компонентів і

їх властивості

Тип компонента	Основні представники (рід, сполука)	Джерело / походження	Основні функціональні властивості	Застосування у харчових технологіях
Пробіотики	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. fermentum</i>	Молочнокислі бактерії, рослинна мікрофлора	Вироблення органічних кислот, зниження рН, антагонізм до патогенів, покращення травлення	Ферментовані напої, йогурти, кваси, овочеві ферментати
	<i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>B. longum</i>	Кишкова мікрофлора людини	Нормалізація мікробіоти, стимуляція імунної відповіді, синтез вітамінів групи В	Біойогурти, дитяче харчування, функціональні напої
	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>	Молочні закваски	Синтез ароматичних сполук, молочної кислоти, стабілізація структури продукту	Заквашені продукти, сироваткові напої, квас
	<i>Saccharomyces boulardii</i>	Дріжджі	Відновлення кишкової мікрофлори після антибіотикотерапії, антимікробна дія	Біодобавки, пробіотичні напої, комбуча
Пребіотики	Інулін, фруктоолігосахариди (ФОС)	Цикорій, артишок, цибуля, топінамбур	Стимуляція росту <i>Bifidobacterium</i> і <i>Lactobacillus</i> , зниження рівня холестерину	Функціональні напої, батончики, замітники цукру
	Галактоолігосахариди (ГОС), лактулоза	Молочна сироватка, ферментативний синтез	Сприяють росту пробіотичних культур, покращують засвоєння кальцію	Функціональні молочні продукти, дитячі суміші
	Пектин, клітковина	Фрукти, ягоди (зокрема обліпіха), овочі	Зв'язування токсинів, покращення моторики кишечника, антиоксидантна дія	Ферментовані соки, кваси, желе, пюре

Починаючи з 2010-х років, інтерес до пробіотиків і пребіотиків значно зріс у зв'язку з розвитком концепції мікробіому людини. За даними Human Microbiome Project, рівновага кишкової мікробіоти визначає до 70% показників імунної системи, а регулярне споживання пробіотичних продуктів знижує ризик метаболічного синдрому, запальних захворювань кишечника та інфекційних патологій [22]. Це спричинило активний розвиток ринку пробіотичних напоїв, у тому числі рослинного походження, які дедалі частіше використовуються як альтернатива молочним продуктам.

У технології ферментованих напоїв рослинного походження особливу увагу приділяють ферментованим сокам, напоям на основі ягід та овочів, оскільки вони містять природні антиоксиданти, поліфеноли та флавоноїди, які не лише підвищують харчову цінність продукту, але й створюють сприятливі умови для росту пробіотичних бактерій. Дослідження показують, що природні поліфеноли фруктів можуть збільшувати стійкість LAB до кислотності та оксидативного стресу, що є критичним чинником при створенні пробіотичних безалкогольних напоїв [23].

Окремий інтерес становить вивчення метаболізму пробіотичних бактерій у рослинних субстратах. Встановлено, що *Lactobacillus plantarum* здатний ферментувати фруктозу, глюкозу, манітол, пектини та поліфенольні комплекси, перетворюючи їх на органічні кислоти, екзополісахариди та леткі ароматичні речовини. Це не лише збагачує продукт біологічно активними компонентами, але й покращує його смакові властивості [24]. Саме тому рослинні ферментовані напої вважаються більш сприятливим середовищем для LAB порівняно з молочними продуктами, особливо у випадках використання ягідної сировини з високим вмістом вітаміну С та фенольних сполук.

Пребіотичні компоненти, присутні в ягодах обліпихи, також сприяють посиленню пробіотичного ефекту. Показано, що водорозчинні полісахариди обліпихи продовжують життєздатність LAB протягом усього періоду ферментації та можуть навіть підвищувати їхню стійкість під час зберігання продукту при знижених температурах [25]. Така взаємодія формує синергію,

характерну для симбіотичних напоїв, у яких добираються оптимальні мікроорганізми та природні рослинні компоненти.

Сучасні підходи до використання пробіотиків і пребіотиків включають створення мультиштамових композицій, мікрокапсульованих пробіотиків, а також поєднання традиційних LAB з нетиповими штамми, наприклад, з дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* або *Saccharomyces boulardii*, що дозволяє отримувати продукти з унікальними смаковими та функціональними властивостями [26]. У контексті квасу на основі обліпихи це відкриває можливість формування напою з підсиленням антиоксидантним потенціалом та збереженою пробіотичною активністю.

Надзвичайно важливим механізмом дії пробіотиків є участь в активації захисних місцевих і загальних імунних реакцій, а також формування імунологічної толерантності макроорганізму. Питання про можливість використання пробіотиків в якості імунотропних засобів можна вважати доведеним, оскільки отримані переконливі докази про еволюційно закріплену роль мікробіоти ТТ у регуляції імунного гомеостазу, а також можливість кількісно і якісно коригувати мікробіологічні та імунні показники при введенні симбіонтних бактерій *peros*. Дані щодо клінічно і експериментально доведених механізмів різної позитивної, в тому числі і на ІС, дії пробіотиків представлені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Механізми впливу пробіотиків на здоров'я людини [58]

Позитивний ефект	Механізми реалізації
Стійкість до кишкових інфекцій	<ul style="list-style-type: none"> • Вплив на кишковий мікробіом • Адгезія до клітин слизової оболонки кишечника за конкурентним механізмом, який перешкоджає адгезії патогенів • Конкуренція за харчові субстрати з патогенними мікроорганізмами
Модулюючий вплив на місцевий (секреторний) імунітет	<ul style="list-style-type: none"> • Регенеруючий вплив на слизову оболонку кишечника (епітеліальний фактор росту, масляна кислота та ін.) • Стимуляція виробки муцину в кишечнику • Імуномодуляція шляхом впливу на систему прозапальних (фактор некрозу пухлини-α; TNF-α, інтерферон-γ) і протизапальних (IL-10) цитокінів
Модулюючий вплив на загальний імунітет	<ul style="list-style-type: none"> • Посилення неспецифічного захисту проти інфекцій і пухлин (підвищення продукції TNF-α, IL-12) • Посилення антиген-специфічної імунної відповіді (ад'ювантний ефект підвищення імуногенності антигенів) • Підвищення продукції секреторного IgA (sIgA) • Кон'югована лінолева кислота стимулює фактор транскрипції PPAR*γ, який впливає на контроль канцерогенезу і запалення
Зменшення алергічних реакцій	<ul style="list-style-type: none"> • Модуляція імунної відповіді • Протидія потраплянню антигенів в системний кровообіг
Стійкість до урогенітальних інфекцій	<ul style="list-style-type: none"> • Вплив на загальний та системний імунітет • Зниження адгезії патогенів в урогенітальному тракті
Ефект при захворюваннях, що викликані <i>H. pylori</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Продукція специфічних інгібіторів (молочна кислота, бактеріоцини, H₂O₂)
Покращення засвоєння лактози	<ul style="list-style-type: none"> • Виділення бактеріального ферменту лактази, який сприяє розщепленню лактози • Активація пристінкового травлення
Ефект при печінковій енцефалопатії	<ul style="list-style-type: none"> • Пригнічення активності уреазопродукуючих кишкових бактерій • Підвищення екскреції солей жовчних кислот (декон'югація їх гідролазами)
Антиканцерогенний вплив на товстий кишечник	<ul style="list-style-type: none"> • Антагонізм у відношенні кишкових мікроорганізмів, що виділяють канцерогенні аміни та ензими • Деактивація канцерогенів шляхом зв'язування мутагенів
Вплив на рівень ліпідів крові, серцево-судинні захворювання	<ul style="list-style-type: none"> • Антиоксидантний ефект • Асиміляція холестерину всередині бактеріальної клітини • Компоненти клітинної стінки пробіотиків діють як інгібітори ангіотензинперетворюючого ферменту

Також в останній час в клінічних умовах чітко доведені:

- профілактика та/або зниження вираженості інфекцій респіраторного тракту та інших, у тому числі сечостатевих, інфекційних захворювань;
- профілактика та/або зниження вираженості проявів алергічних захворювань (АЗ) у дітей;
- зниження концентрації канцерогенних ензимів і/або гнильних (бактеріальних) метаболітів у кишечнику;
- профілактика та/або зниження вираженості та тривалості ротавірусної і антибіотикасоційованої діареї, а також зниження проявів непереносимості лактози;
- профілактика мікробних аберацій, запальних та інших проявів, пов'язаних із запальними шлунково-кишковими захворюваннями, надмірним зростанням бактерій, а також інфекцією, викликану

Helicobacter pylori;

- профілактика післяопераційних інфекційних ускладнень у хворих на колоректальний і біліарний рак;
- позитивні результати застосування пробіотиків при автоімунних захворюваннях (зокрема, при артритах).

Підсумовуючи вищезазначені дані, можна стверджувати, що все це призвело до того, що в останні роки у вітчизняні та закордонні класифікації імунотропних засобів були включені пробіотики. Розглядаючи сучасні пробіотики як імунотропні препарати, слід виділити ряд феноменів, які характеризують ці препарати і відрізняють їх від інших засобів даної групи.

По-перше, це стійкість імунотропної дії, що обумовлена власне пробіотичним ефектом. По-друге, симбіонтні бактерії, що входять до складу пробіотиків, передають не тільки сигнали, що активують протиінфекційний імунітет, але і сигнали толерантності до власних і чужорідних антигенів, за рахунок чого пробіотичні препарати знижують вірогідність розвитку алергічних і автоімунних захворювань [58].

1.2 Функціональні харчові продукти: сучасні тенденції та вимоги

Функціональні харчові продукти посідають провідне місце у сучасній концепції здорового харчування, оскільки поєднують у собі харчову, біологічну та профілактичну цінність. Вони створюються з урахуванням впливу певних нутрієнтів на фізіологічні функції організму людини, сприяючи зміцненню імунної системи, зниженню ризику метаболічних порушень і попередженню хронічних захворювань [21]. Зростання інтересу до таких продуктів зумовлене погіршенням екологічної ситуації, високим рівнем стресу, нераціональним харчуванням і зниженням фізичної активності населення. У результаті все більше споживачів віддають перевагу продуктам, які не лише задовольняють потребу в енергії, але й мають виражений позитивний вплив на здоров'я [22].

Згідно з рекомендаціями Європейського агентства з безпеки харчових продуктів (EFSA), функціональним вважається такий продукт, який у межах звичайної дієти справляє позитивний ефект на одну або кілька фізіологічних функцій організму, покращуючи стан здоров'я або знижуючи ризик захворювань [23]. Відповідно до міжнародних стандартів, сучасні функціональні харчові продукти повинні відповідати низці чітко визначених вимог, які забезпечують їхню ефективність, безпечність та наукове обґрунтування. По-перше, продукт має містити біологічно активні компоненти у кількостях, здатних чинити доведений фізіологічний ефект, причому ці ефекти повинні бути підтверджені результатами клінічних або експериментальних досліджень [53]. По-друге, функціональні інгредієнти повинні зберігати стабільність протягом усього терміну зберігання продукту, що особливо важливо для пробіотичних напоїв, де концентрація життєздатних культур не може бути нижчою за 10^6 – 10^8 КУО/мл [54]. Третьою важливою вимогою є безпечність: продукт не повинен містити токсичних домішок, патогенних мікроорганізмів, алергенів або надмірної кількості харчових добавок. Крім того, функціональні продукти мають відзначатися високими органолептичними характеристиками, бути зручними у споживанні та відповідати принципам раціонального харчування [55]. Усі

твердження щодо користі для здоров'я повинні супроводжуватися науково обґрунтованими доказами, що регламентується як європейськими, так і міжнародними нормами (EFSA, Codex Alimentarius). Таким чином, виробництво функціональних напоїв потребує комплексного підходу, який поєднує технологічну, біохімічну, мікробіологічну та регуляторну складові. До цієї категорії належать продукти, збагачені біоактивними речовинами — вітамінами, мінералами, омега-3 жирними кислотами, антиоксидантами, пробіотиками, пребіотиками, пептидами, фітонутрієнтами тощо. Особливе місце серед них посідають ферментовані напої, оскільки вони поєднують дію мікроорганізмів-продуцентів із наявністю природних біоактивних сполук у сировині [3, 24].

Провідною тенденцією останніх років є перехід від молочних до рослинних джерел функціональних продуктів. Це пов'язано зі зростанням кількості людей, які дотримуються вегетаріанства або мають непереносимість лактози. Рослинні альтернативи на основі зернових культур, фруктів і ягід відзначаються високим вмістом поліфенолів, клітковини, природних антиоксидантів і пребіотичних компонентів [25]. Використання таких інгредієнтів дозволяє створювати нові види безалкогольних ферментованих напоїв із покращеними оздоровчими властивостями.

Іншим важливим напрямом розвитку є збагачення функціональних продуктів пробіотичними культурами, що забезпечує підтримання нормальної мікрофлори кишечника та зміцнення імунного захисту організму [26]. Пробіотичні напої рослинного походження, такі як ферментовані соки, комбуча, кваси та овочево-фруктові екстракти, мають широкий потенціал для комерційного використання завдяки поєднанню смакової привабливості з науково доведеними перевагами для здоров'я [12, 20, 27].

Розвиток технологій функціональних продуктів сьогодні тісно пов'язаний із поняттям “персоналізованого харчування”, коли продукти розробляють із урахуванням індивідуальних потреб споживачів. Наприклад, функціональні напої можуть бути орієнтовані на підтримання енергії, покращення травлення, контроль маси тіла або зниження рівня холестерину [28]. У цьому контексті

особливої уваги набувають натуральні ферментовані продукти з пробіотиками та пребіотиками, які не потребують хімічних добавок чи штучних стабілізаторів, а їхні властивості формуються завдяки біохімічній активності мікроорганізмів.

Світовий ринок функціональних харчових продуктів демонструє стабільне зростання. За даними аналітичної компанії Fortune Business Insights, у 2024 році його обсяг перевищив 320 млрд доларів США, а середній річний приріст становить близько 8% [29]. Найбільш динамічно розвиваються сегменти функціональних напоїв, пробіотичних продуктів та натуральних енергетиків. Європейський ринок характеризується високим рівнем регулювання та вимог до підтвердження користі для здоров'я, тоді як в Азії основний акцент робиться на традиційних ферментованих продуктах, які мають доведену біологічну ефективність [30].

В Україні інтерес до функціональних харчових продуктів також зростає, що зумовлено підвищенням рівня обізнаності споживачів і появою локальних виробників, які використовують вітчизняну рослинну сировину. Перспективним напрямом є створення ферментованих напоїв із місцевих ягід, зокрема з обліпихи, калини, чорниці, журавлини, які поєднують природні антиоксиданти, вітамінні та пребіотичні властивості. Такі продукти мають високий потенціал не лише як засіб оздоровлення, але й як екологічно безпечна альтернатива промисловим солодким напоям [31].

Сучасні дослідження доводять, що регулярне споживання функціональних ферментованих напоїв сприяє зниженню рівня холестерину, нормалізації глікемічного профілю, підвищенню біодоступності мікроелементів та антиоксидантного захисту організму [32]. Поєднання таких властивостей із приємними органолептичними характеристиками робить їх одним із найперспективніших напрямів розвитку харчової промисловості XXI століття.

Окремим напрямом розвитку функціональних продуктів є сегмент так званих «натуральних ферментованих напоїв», до якого належать традиційні напої на кшталт квасу, кумису, ферментованих трав'яних відварів та фруктово-ягідних заквасок. Вони поєднують історично сформовані харчові традиції з сучасними

уваленнями про користь ферментованої їжі та напоїв, що робить їх особливо привабливими для споживачів, які шукають баланс між автентичністю та функціональністю [33]. Наукові роботи останніх років свідчать, що багато традиційних ферментованих продуктів фактично відповідають критеріям функціональних, хоча історично не позиціонувалися таким чином [34].

Функціональні напої на основі ягід і фруктів посідають окрему нішу завдяки вмісту природних органічних кислот, поліфенолів, вітамінів та мінеральних речовин. Ферментація такої сировини дозволяє не лише зберегти її біологічну цінність, але й підвищити біодоступність деяких компонентів, зокрема поліфенолів і каротиноїдів, за рахунок ферментативного розщеплення клітковинних структур та глікозидних зв'язків [35]. При цьому утворюються нові метаболіти — коротколанцюгові жирні кислоти, екзополісахариди, леткі ароматичні сполуки, які додатково впливають на фізіологічний стан організму та сенсорний профіль напою [36].

У цьому контексті особливо перспективними є ферментовані напої на основі обліпихи, оскільки вони поєднують властивості функціонального продукту (високий вміст вітаміну С, каротиноїдів, поліфенолів) із можливістю введення пробіотичних культур, що формує додатковий пробіотичний і пребіотичний ефекти. Це дозволяє розглядати обліпиховий квас як представника нового покоління функціональних напоїв, у яких поєднуються традиційна технологія квасу та сучасні вимоги до функціональності й безпечності [37].

Отже, функціональні харчові продукти, зокрема ферментовані напої з пробіотичними та пребіотичними властивостями, відповідають сучасним глобальним тенденціям здорового способу життя. Їх розроблення на основі натуральної рослинної сировини, такої як обліпиха, дозволяє створювати продукти нового покоління, які поєднують користь, смак і технологічну безпечність, відкриваючи перспективи для інноваційного розвитку харчової галузі.

1.3 Квас на основі ягід: історія, технологія, переваги та перспективи використання

Квас є одним із найдавніших ферментованих напоїв слов'янських народів і займає особливе місце в історії харчової культури України. Його традиційно виготовляли шляхом природного бродіння злакової або хлібної сировини, зокрема житнього солоду, борошна, цукру чи меду. Згадки про квас зустрічаються ще в літописах Київської Русі X–XI століть, де він згадується як щоденний напій і навіть лікувальний засіб [33]. Первісно квас був не лише прохолодним напоєм, але й важливим джерелом вітамінів групи B, органічних кислот і ферментів, що утворювалися внаслідок молочнокислого та спиртового бродіння [34].

З технологічного погляду квас є продуктом змішаного бродіння, у процесі якого одночасно діють дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae*) та молочнокислі бактерії (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei* тощо) [35]. Саме ця симбіотична взаємодія мікроорганізмів забезпечує напою специфічний аромат, приємний кисло-солодкий смак і природне насичення вуглекислим газом. У результаті ферментації утворюються органічні кислоти, етиловий спирт у незначній кількості (до 1,2%), вітаміни, ферменти та біологічно активні сполуки, що підвищують засвоюваність продукту [36].

Традиційна технологія виробництва квасу передбачає приготування закваски, отримання суслу з житнього або ячмінного солоду, додавання цукру чи патоки, пастеризацію, охолодження та ферментацію за участю заквасок, які містять суміш дріжджів і молочнокислих бактерій [37]. Після закінчення процесу бродіння напій дозріває, проходить фільтрацію й охолодження. Важливою характеристикою є температурний режим ферментації, який зазвичай підтримується на рівні 25–30 °C, що забезпечує розвиток молочнокислих бактерій і утворення характерного смаку.

У сучасній харчовій промисловості спостерігається тенденція до розширення сировинної бази для виробництва квасу, зокрема за рахунок використання фруктів і ягід. Це дозволяє не лише покращити органолептичні

властивості, а й підвищити біологічну цінність напою. Кваси на основі фруктів і ягід містять значно більше антиоксидантів, поліфенолів, мінералів і вітамінів, ніж традиційні злакові аналоги [5, 38]. Використання ягідної сировини також сприяє формуванню нового сегмента функціональних ферментованих напоїв, які поєднують корисні властивості рослинних компонентів із метаболітами мікроорганізмів.

Серед найпоширеніших видів сировини для фруктово-ягідного квасу застосовують яблука, журавлину, малину, чорницю, калину, смородину та обліпиху [39]. Такі інгредієнти збагачують продукт вітамінами С, Е, β -каротином, антоціанами та фенольними сполуками, які проявляють антиоксидантну, протизапальну й імуномодулюючу дію [40]. Сучасні дослідження демонструють, що ферментація ягідної сировини не лише зберігає, але й підсилює біологічну активність первинних компонентів. Молочнокислі бактерії здатні модифікувати структуру поліфенолів, переводячи їх у більш біодоступні форми, що підвищує антиоксидантну активність кінцевого продукту [45]. Під час бродіння відбувається вивільнення зв'язаних фенольних сполук, руйнування клітинних стінок рослинної сировини, зменшення вмісту антоціанів у глікозидній формі та утворення агліконів, які легше засвоюються організмом. Це робить ферментовані напої на основі ягід перспективним засобом для підвищення антиоксидантного статусу організму людини. Крім того, пектинові речовини та органічні кислоти ягід слугують природними пребіотиками, що створюють сприятливе середовище для розвитку молочнокислих бактерій у процесі ферментації [18].

Кваси на основі ягід мають низку суттєвих переваг порівняно з традиційними безалкогольними напоями, напоями швидкого виробництва та навіть молочними ферментованими продуктами. Насамперед, вони містять природні антиоксиданти, органічні кислоти, поліфеноли та вітаміни, які притаманні вихідній рослинній сировині й часто зберігаються або навіть посилюються внаслідок ферментації [56]. Завдяки синергії пробіотичних культур і біоактивних компонентів ягід такі напої здатні позитивно впливати на травну систему, метаболізм та антиоксидантний статус організму, що вигідно відрізняє

їх від промислових газованих напоїв, які містять переважно цукор і штучні добавки. Крім того, ягідні кваси мають нижчу калорійність та глікемічний індекс порівняно з соками прямого віджиму та солодкими газованими напоями, що робить їх придатними для широкого кола споживачів, включаючи людей із порушеннями вуглеводного обміну [57]. На відміну від молочних ферментованих напоїв, ягідні кваси не містять лактози та молочних білків, а тому є безпечними для людей із лактазною недостатністю чи алергіями. Додатковою перевагою є різноманітність смакових профілів, які формуються внаслідок поєднання рослинних ароматичних сполук і мікробіальних метаболітів, що робить ягідні кваси конкурентоспроможними на ринку функціональних напоїв.

Дослідження показують, що ферментація фруктово-ягідної сировини за участю пробіотичних культур, таких як *Lactobacillus plantarum* або *L. rhamnosus*, дозволяє суттєво підвищити антиоксидантну активність кінцевого продукту, зменшити вміст цукрів і покращити біодоступність поліфенолів [41]. Крім того, мікроорганізми під час бродіння продукують метаболіти з пробіотичними властивостями — коротколанцюгові жирні кислоти, ферменти, пептиди та вітаміни, які сприяють підтриманню здорової мікрофлори кишечника [42]. Поряд із покращенням антиоксидантних властивостей, ферментація здатна знижувати вміст інгібіторів травних ферментів, фітинової кислоти та інших антинутрієнтів, що присутні в рослинній сировині [46]. Дослідження показують, що *Lactobacillus plantarum* може розщеплювати складні вуглеводи до коротколанцюгових жирних кислот — бутерату, ацетату та пропіонату, які відіграють ключову роль у живленні епітеліальних клітин кишечника та зниженні системного запалення. Таким чином, фруктово-ягідні кваси виступають не лише джерелом пробіотиків, але й активним метаболічним продуктом, що сприяє покращенню функціонального стану шлунково-кишкового тракту. Таким чином, кваси на основі ягід можна розглядати як натуральні пробіотичні напої, що поєднують властивості ферментованих і функціональних продуктів.

Особливий інтерес у контексті створення таких напоїв викликає обліпіха (*Hipporphae rhamnoides* L.) — одна з найцінніших дикорослих ягід, багата на

вітаміни, каротиноїди, флавоноїди, поліфеноли та органічні кислоти [6, 18]. Її використання у складі квасу не лише покращує смак і аромат продукту, а й забезпечує природне джерело пребіотичних сполук, які підтримують життєздатність пробіотичних культур. Крім того, висока кислотність і наявність антиоксидантів у складі обліпихи сприяють підвищенню мікробіологічної стабільності напою без використання синтетичних консервантів [43].

У технологічному аспекті виробництво обліпихового квасу може базуватися на двоетапній ферментації: спочатку проводиться молочнокисле бродіння з використанням пробіотичних культур, а потім — легке дріжджове доброджування для насичення вуглекислим газом. Такий підхід дозволяє отримати продукт із приємним освіжаючим смаком, високою антиоксидантною активністю та стабільною життєздатністю пробіотичних клітин [44]. Останні роботи у галузі технології ферментованих напоїв підкреслюють важливість оптимізації параметрів бродіння — температури, рН та тривалості процесу. Наприклад, встановлено, що зниження рН нижче 3,5 може пригнічувати розвиток дріжджових культур, тоді як недостатній рівень кислотності зменшує антимікробний ефект напою та погіршує його стабільність при зберіганні [47]. Оптимальна температура ферментації у межах 25–28 °С забезпечує збалансовану активність LAB та дріжджів і сприяє формуванню гармонійного сенсорного профілю. Це свідчить про необхідність точного контролю умов бродіння при розробленні технології обліпихового квасу. У науковій літературі наведено дані про успішне використання культур *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* і *Saccharomyces cerevisiae* у поєднанні з фруктовими екстрактами, що забезпечує комплексний синбіотичний ефект [14, 41].

Варто зазначити, що обліпиха є також джерелом каротиноїдів — β -каротину, лікопену та зеаксантину, які проявляють потужну антиоксидантну дію та беруть участь у захисті клітин від окисного стресу [48]. Ферментація цієї ягідної основи сприяє підвищенню стабільності каротиноїдів у продукті, оскільки молочнокислі бактерії здатні зв'язувати кисень та знижувати швидкість окислення ліпофільних компонентів. Крім того, обліпиховий сік містить

органічні кислоти (яблучну, бурштинову, хінну), що формують оптимальний кислотний баланс для росту LAB та створюють сприятливі умови для синтезу ароматичних сполук під час ферментації.

Отже, використання ягідної сировини, зокрема обліпихи, у виробництві квасу є перспективним напрямом розвитку функціональних напоїв. Поєднання процесів природної ферментації, пробіотичних культур і природних пребіотиків забезпечує отримання продукту з вираженими оздоровчими властивостями, що може стати ефективною альтернативою комерційним газованим напоям. Розробка технології такого квасу має не лише наукове, але й практичне значення для удосконалення асортименту вітчизняних безалкогольних напоїв і підвищення їх конкурентоспроможності на ринку функціональних продуктів.

1.4 Обліпиха як сировина: хімічний склад, біологічна цінність та застосування в напоях

Обліпиха (рис. 1.1) є унікальною рослинною сировиною для виробництва функціональних харчових продуктів завдяки високій концентрації біологічно активних речовин. Хімічний склад ягід характеризується значним вмістом вітамінів, мінеральних елементів, органічних кислот, природних антиоксидантів та полісахаридів. За літературними даними, вміст вітаміну С в обліписі може досягати 200–400 мг/100 г, що у 5–10 разів перевищує показники цитрусових фруктів [58]. Крім того, ягоди містять вітаміни групи В, токофероли, каротиноїди, флавоноїди та фенольні сполуки, які визначають їхню високу антиоксидантну активність та стабільність у процесі переробки.



Рисунок 1.1 – Зображення плодів обліпихи [57]

Важливою особливістю обліпихи є наявність значної кількості каротиноїдів, серед яких провідне місце посідають β -каротин, лікопен та зеаксантин. Ці компоненти проявляють виражені антиоксидантні властивості, беруть участь у нейтралізації вільних радикалів, зменшують оксидативний стрес та сприяють підтриманню нормальної функції імунної системи. Ліпофільні фракції обліпихової ягоди містять понад 150 різних біоактивних сполук, включно з фітостеролами, токоферолами та омега-3,-6,-7 та -9 жирними кислотами, що робить її цінною сировиною для створення оздоровчих напоїв і дієтичних продуктів. Середні дані хімічного складу плодів обліпихи представлені у таблиці 1.3 та вміст мінеральних речовин у таблиці 1.4

Таблиця 1.3 – Хімічний склад плодів обліпихи [59]

Показники	Результати досліджень
Масова доля сухих речовин, %	7,8
Масова доля титрованих кислот (в перерахунку на яблучну), %	1,0
Масова доля цукрів, %	4,0
Масова доля жиру, %	3,50
Масова доля протеїну, %	2,85
Масова доля пектинових речовин, %	0,38
Масова доля клітковини, %	4,60
Вміст вітамінів, мг/100 г	78,0
Вітамін С	
β-каротин	12,90

Таблиця 1.4 – Вміст мінеральних речовин у плодах обліпихи мг на 100г плодів

Мінеральні речовини	Результати досліджень
Кальцій	7,0
Калій	21,8
Натрій	19,0
Магній	7,6
Залізо	0,43
Мідь	0,084

Вуглеводно-поліфенольний комплекс обліпихи також привертає увагу дослідників. Пектини, клітковина, органічні кислоти (яблучна, бурштинова, щавлева, хінна) та водорозчинні полісахариди відіграють роль природних пребіотиків, створюючи сприятливе середовище для розвитку пробіотичних мікроорганізмів під час ферментації [62]. Саме ця властивість пояснює здатність обліпихи підтримувати життєздатність молочнокислих бактерій та підсилювати їх функціональну активність. Рослинні поліфеноли здатні зв'язувати активні форми кисню, модулювати активність ферментів та підвищувати стабільність продукту під час зберігання.

Обліпіха має широкий спектр біологічних властивостей, підтверджених численними експериментальними дослідженнями. До них належать антиоксидантна, протизапальна, антибактеріальна, імуномодуюча та гепатопротекторна дія [63]. Завдяки цьому продукти на її основі рекомендують при підвищених навантаженнях, зниженому імунітеті, метаболічних розладах та дефіциті мікронутрієнтів. У технології харчових продуктів обліпіху застосовують для виготовлення соків, нектарів, пюре, концентратів, сиропів, екстрактів, олій та ферментованих напоїв.

Застосування обліпіхи в технології напоїв має низку переваг порівняно з іншою ягідною сировиною. Завдяки високій природній кислотності вона створює оптимальні умови для розвитку молочнокислих бактерій під час ферментації, що сприяє ефективному зниженню рН та утворенню сприятливого мікробіологічного середовища без використання хімічних консервантів [64]. Висока концентрація цукрів, органічних кислот та ароматичних компонентів забезпечує формування насиченого сенсорного профілю, притаманного ферментованим напоям з обліпіхи. Крім того, ферментація здатна підвищувати біодоступність флавоноїдів та каротиноїдів, покращуючи їх засвоєння організмом.

Останні наукові роботи підтверджують ефективність використання обліпіхи як сировини для створення пробіотичних і синбіотичних напоїв. Поєднання *Lactobacillus plantarum* або *L. rhamnosus* із обліпіховим субстратом демонструє високу життєздатність бактерій, стабільність ферментації та формування напоїв із підвищеним антиоксидантним потенціалом [65]. Така сировина також показує добру здатність до природного освітлення під час бродіння, що є технологічною перевагою у виробництві напоїв.

Отже, обліпіха є перспективною рослинною сировиною для виробництва функціональних напоїв завдяки багатому хімічному складу, вираженим біологічним властивостям та технологічним перевагам. Її використання у ферментованих напоях дозволяє поєднати природну цінність ягід із позитивним

впливом пробіотичних культур, що робить обліпиховий квас конкурентоспроможним продуктом на ринку здорових функціональних напоїв.

1.5 Технологічні аспекти отримання ферментованих напоїв з пробіотичними властивостями

Отримання ферментованих напоїв із пробіотичними властивостями ґрунтується на поєднанні мікробіологічних, біохімічних і технологічних процесів, які забезпечують розвиток корисних мікроорганізмів та формування характерних сенсорних, функціональних і харчових властивостей продукту. Технологія виготовлення таких напоїв передбачає контроль складу сировини, підбір пробіотичних культур, оптимізацію параметрів ферментації та забезпечення стабільності кінцевого продукту протягом усього терміну зберігання.

Першим етапом є підготовка рослинної або фруктово-ягідної сировини, яка має відповідати вимогам мікробіологічної безпечності та містити достатню кількість цукрів і біоактивних компонентів, що слугують субстратом для розвитку молочнокислих бактерій і дріжджів. Сировина може проходити пастеризацію або термічну обробку з метою зниження мікробного навантаження та забезпечення контролю над подальшим ферментативним процесом [60]. Додавання цукрів, екстрактів фруктів або концентратів дозволяє скоригувати вуглеводний склад і потенціал для ферментації, а також впливає на насиченість смаку.

Ключовим технологічним аспектом є вибір пробіотичних культур. Найчастіше у виробництві напоїв використовують штами *Lactobacillus plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. casei*, *Bifidobacterium bifidum*, а також дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* для поєднання молочнокислого та спиртового бродіння [61]. Важливою умовою є життєздатність культур у конкретному середовищі: вони повинні витримувати кислотність, осмотичний тиск та наявність фенольних сполук рослинного походження. Пробіотичні штами характеризуються

специфічними ферментативними властивостями, які визначають утворення органічних кислот, ароматичних компонентів, екзополісахаридів і метаболітів, що впливають на структуру та смак напою.

Ферментація є центральним етапом виробництва пробіотичних напоїв. Процес зазвичай здійснюється у температурному діапазоні 25–30 °С, що забезпечує оптимальний розвиток молочнокислих бактерій та дріжджів. Тривалість бродіння варіює від 24 до 72 годин і залежить від складу сировини, концентрації пробіотичних культур та цільових характеристик продукту [62]. У ході ферментації знижується рН, утворюються молочна та оцтова кислоти, зменшується кількість простих цукрів і формується бажана газованість. Контроль рН є важливим, оскільки надмірне підкислення може пригнічувати активність дріжджів, а недостатнє — знижувати мікробіологічну стабільність продукту.

Важливим технологічним аспектом є забезпечення стабільності пробіотиків. Для цього застосовують такі підходи, як підбір стійких штамів, регулювання кислотності, додавання природних стабілізаторів (екстрактів плодів, пектинів), а також використання мікрокапсулювання — технології, що дозволяє захищати пробіотики від кислих умов та температурних коливань [63]. Крім того, зберігання продукту при температурі 2–6 °С забезпечує збереження високої концентрації життєздатних клітин протягом усього терміну придатності.

Окреме значення має сенсорна оптимізація продукту. Аромат, смак, кислотність, консистенція та насиченість газом формуються внаслідок поєднання метаболічної активності мікроорганізмів і вихідних властивостей сировини. Додавання натуральних підсилювачів аромату — цитрусової цедри, прянощів, рослинних екстрактів — дозволяє покращити сприйняття напою споживачем та скоригувати небажані нотки, що можуть з'являтися під час ферментації.

Таким чином, технологія виготовлення ферментованих напоїв із пробіотичними властивостями є комплексним біотехнологічним процесом, у якому поєднуються мікробіологічні, хімічні та органолептичні аспекти. Вибір

сировини, підбір пробіотичних культур, параметри ферментації та умови зберігання визначають якість, стабільність і функціональну цінність кінцевого продукту. Це підкреслює важливість наукового підходу до створення нових видів пробіотичних напоїв, зокрема на основі обліпихи та інших ягідних культур.

1.6 Використання пребіотичних добавок у ферментованих напоях та їх вплив на якість і життєздатність пробіотиків

Пребіотичні добавки посідають ключове місце у технології ферментованих напоїв із пробіотичними властивостями, оскільки вони здатні вибірково стимулювати ріст і метаболічну активність корисних мікроорганізмів та підвищувати функціональну цінність готової продукції. Найбільш поширеними пребіотичними інгредієнтами є інулін, фруктоолігосахариди (ФОС), галактоолігосахариди (ГОС), лактулоза, резистентний крохмаль, β -глюкани та пектинові полісахариди, які природно містяться у фруктах, ягодах, овочах і злакових культурах [64]. Їх застосування у рецептурах напоїв зумовлене високою фізіологічною активністю, низькою калорійністю та здатністю підсилювати синбіотичний ефект у поєднанні з пробіотичними штамами.

Додавання пребіотиків до рослинних і фруктово-ягідних субстратів створює сприятливі умови для розвитку молочнокислих бактерій, зокрема *Lactobacillus plantarum*, *L. rhamnosus* та *Bifidobacterium spp.*. Пребіотичні речовини слугують джерелом ферментованих вуглеводів, які мікроорганізми перетворюють на молочну, оцтову та інші органічні кислоти, регулюючи кислотність середовища та забезпечуючи мікробіологічну стабільність продукту [65]. Дослідження показують, що додавання інуліну або ФОС у кількості 1–3% здатне підвищувати життєздатність пробіотичних штамів на 1–2 логарифми КУО/мл під час ферментації та зберігання, зменшуючи їх чутливість до кислого середовища [65].

Окрім впливу на життєздатність мікроорганізмів, пребіотичні компоненти відіграють важливу роль у формуванні сенсорних властивостей ферментованих

напоїв. Інулін та β -глюкани здатні збільшувати в'язкість і надавати напою більш повного смаку, компенсуючи знижену кількість цукрів у низькокалорійних рецептурах. Пектинові речовини сприяють стабілізації консистенції та утворенню м'якої текстури, а також здатні покращувати ароматичний профіль продукту завдяки взаємодії з леткими компонентами фруктово-ягідної сировини. У рослинних основах пребіотики також можуть зменшувати осадоутворення і підвищувати стійкість колоїдної системи.

У технологічному аспекті використання пребіотичних добавок дає змогу оптимізувати ферментаційний процес та підвищити біологічну цінність продукту. Додавання ФОС, інуліну або лактулози на початковому етапі забезпечує рівномірний розвиток мікроорганізмів, прискорює зниження рН і сприяє формуванню гармонійного кисло-солодкого смаку. Крім того, пребіотики можуть виконувати функцію природних кріопротекторів, зберігаючи життєздатність пробіотиків під час охолодження та тривалого зберігання. У ферментованих напоях рослинного походження їх застосування є особливо ефективним, оскільки фруктово-ягідні субстрати містять природні поліфеноли, які діють синергічно з пребіотичними компонентами та підсилюють антиоксидантний потенціал продукту.

Синбіотичний ефект, що виникає внаслідок сумісного застосування пробіотиків і пребіотиків, визначає підвищену функціональну активність ферментованих напоїв. Життєздатність пробіотичних штамів залишається стабільною протягом усього терміну зберігання, а біохімічні метаболіти, що утворюються під час ферментації у присутності пребіотичних субстратів, характеризуються підвищеною біодоступністю для організму. Це робить такі напої перспективними для використання в раціоні різних груп населення, включно з людьми з підвищеним ризиком дисбіозу, метаболічними порушеннями та зниженим імунітетом.

Таким чином, застосування пребіотичних добавок у виробництві ферментованих напоїв є важливим інструментом для підвищення їх функціональної та харчової цінності, оптимізації технологічних показників та

забезпечення високої життєздатності пробіотичних мікроорганізмів. Поєднання рослинної сировини, пробіотичних культур та пребіотичних компонентів дозволяє створювати синбіотичні продукти з вираженим оздоровчим ефектом і стабільними споживними властивостями.

Висновки за розділом

У результаті проведеного огляду літератури встановлено, що пробіотики та пребіотики є ключовими компонентами сучасних функціональних харчових продуктів, оскільки вони забезпечують нормалізацію мікрофлори кишечника, модулюють імунну відповідь та сприяють покращенню загального стану організму. Пробіотичні мікроорганізми, передусім представники родів *Lactobacillus* і *Bifidobacterium*, проявляють високу антагоністичну активність щодо патогенних бактерій і позитивно впливають на метаболічні процеси. Пребіотики, у свою чергу, виконують роль селективних субстратів для їх росту, формуючи синбіотичні системи, що мають підвищену біологічну цінність.

Проведений аналіз сучасного стану ринку функціональних харчових продуктів показав, що світова тенденція зміщується у бік рослинних ферментованих напоїв, які поєднують натуральність, оздоровчий потенціал та різноманіття органолептичних характеристик. Європейські та міжнародні стандарти підкреслюють необхідність наукового обґрунтування функціональних властивостей таких продуктів, стабільності активних компонентів та їх безпечності для споживача.

Обліпіха (*Hippophae rhamnoides* L.) розглядається як перспективна сировина для виробництва ферментованих напоїв завдяки своєму багатому хімічному складу, високій концентрації вітамінів, каротиноїдів, флавоноїдів та полісахаридів, які визначають її функціональну цінність. Її природні пребіотичні властивості, кислотність та антиоксидантна активність створюють сприятливі умови для ферментації та забезпечують стабільність пробіотичних культур.

Аналіз технологічних аспектів виготовлення ферментованих напоїв із пробіотичними властивостями засвідчив, що ключовими чинниками, що впливають на якість продукту, є правильний підбір пробіотичних штамів, оптимальні параметри ферментації, використання пребіотичних добавок та відповідні умови зберігання. Пребіотичні компоненти, такі як інулін, ФОС або пектини, не лише підвищують життєздатність пробіотиків, але й покращують сенсорні властивості напоїв.

Таким чином, результати огляду літератури підтверджують наукове та практичне підґрунтя для розроблення технології обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями. Поєднання у напої метаболічної активності пробіотичних культур і природної цінності обліпихи створює перспективи для отримання функціонального продукту з високою біологічною активністю, привабливими органолептичними характеристиками та потенційною конкурентоспроможністю на сучасному ринку здорових напоїв.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

2.1 Організації та схеми проведення досліджень

Організація роботи з дослідження технології обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями включає кілька етапів. Схема етапів зображена на рисунку 2.1

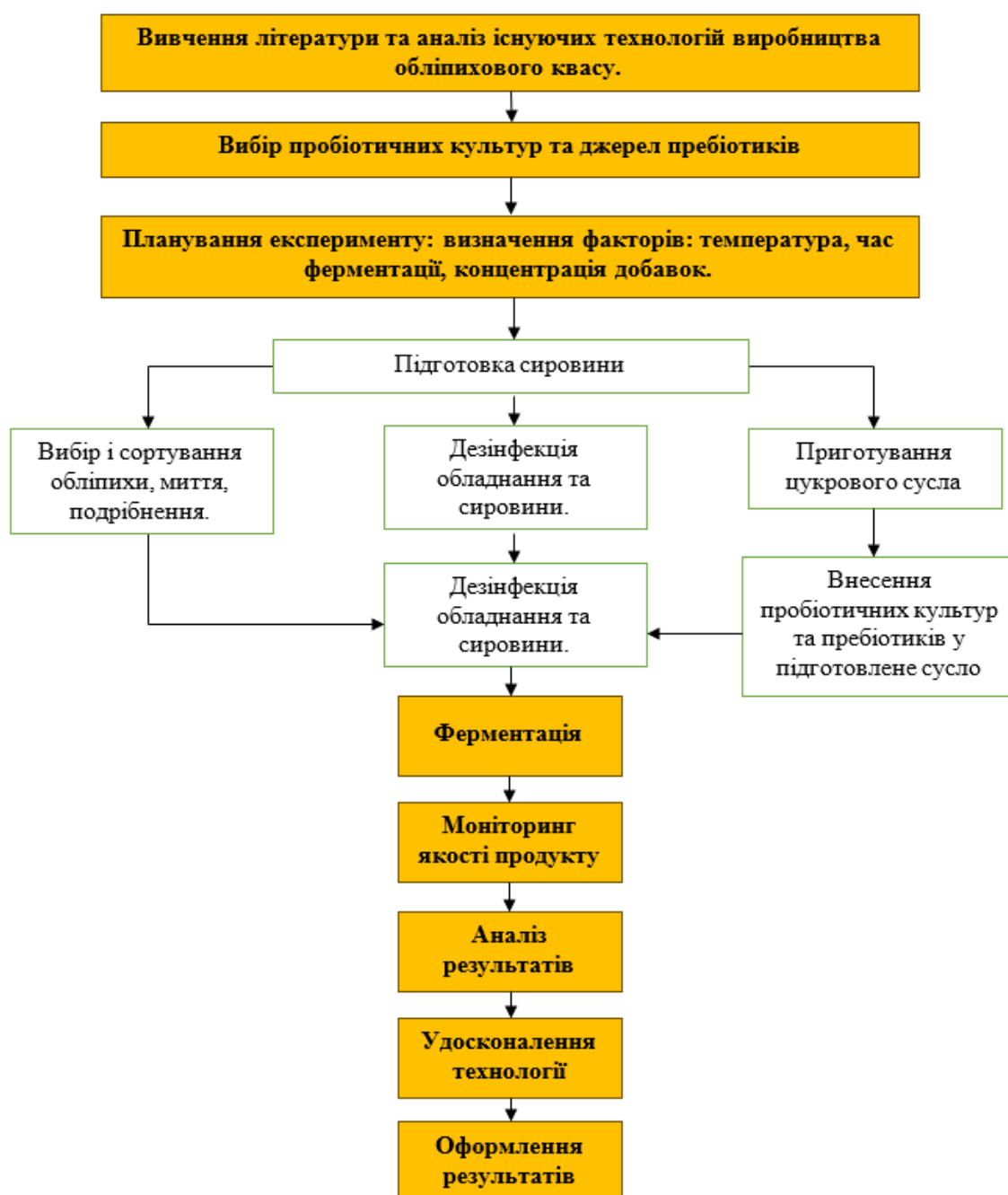


Рисунок 2.1 – Узагальнена схема проведення експериментальних досліджень

Підготовчий етап передбачає вивчення наукової літератури та сучасних технологій виробництва квасу, визначення мети і завдань дослідження, підбір пробіотичних культур та джерел пребіотиків, а також розробку детального плану експерименту, зокрема визначення ключових параметрів ферментації: температури, часу та концентрації компонентів.

На етапі підготовки лабораторної бази здійснюється підготовка обладнання та посуду, включно зі стерилізацією та дезінфекцією. Паралельно готується сировина: відбувається відбір, миття та сортування обліпихи, приготування сусла або пюре для подальшого бродіння.

Виконання експерименту включає інокуляцію пробіотичних культур та додавання пребіотиків, ферментацію у контрольованих умовах, а також систематичний моніторинг фізико-хімічних показників (рН, кислотність, °Brix, вміст вітаміну С, антиоксидантна активність) і мікробіологічних параметрів.

На етапі обробки результатів проводиться аналіз динаміки змін показників у різних рецептурних варіантах, вибір оптимальних умов ферментації та концентрацій добавок, а також повторні експерименти для підтвердження стабільності та якості продукту.

Завершальний етап — оформлення результатів, який включає підготовку графіків, таблиць та рисунків, а також складання рекомендацій щодо технології виробництва функціонального обліпихового квасу.

2.2 Сировина та її характеристика

Обліпиха крушиновидна— багаторічна листопадна рослина родини лохових, що росте у вигляді куща або невеликого дерева висотою 2–6 м. Дерево можна побачити на рисунку 2.2. Рослина відзначається високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов, морозостійкістю та посухостійкістю, що зумовлює її широке культивування в Україні.



Рисунок 2.2 – Дерево обліпихи [66]

Обліпиха має добре розвинену кореневу систему з азотфіксуючими бульбочками, що сприяє збагаченню ґрунту азотом. Листки вузькі, ланцетні, з характерним сріблястим відтінком. Плоди — дрібні соковиті ягоди округло-овальної форми, яскраво-помаранчевого або жовтогарячого кольору, щільно розміщені вздовж гілок. Дозрівання плодів відбувається наприкінці літа — на початку осені. Процес збору та стиглі очищенні ягоди можна побачити на рисунках 2.3 та 2.4 відповідно.



Рисунок 2.3 – Процес збору обліпихи [67]



Рисунок 2.4 – Зібрані та очищенні плоди обліпихи [67]

Для виробництва обліпихового квасу використовували свіжі стиглі ягоди обліпихи без механічних пошкоджень та ознак мікробіологічного псування. На

етапі надходження на переробку ягоди мають цілісну шкірку, пружну консистенцію та характерний інтенсивний колір.

Технологічна підготовка ягід включає такі основні операції:

- сортування — видалення домішок, листя, недозрілих або пошкоджених плодів;
- миття — очищення ягід від механічних забруднень під проточною водою;
- подрібнення — руйнування клітинної структури з утворенням пюреподібної маси для кращого переходу екстрактивних речовин у сусло.

У процесі подрібнення спостерігається вивільнення клітинного соку, що має насичений оранжевий колір та характерний кисло-фруктовий аромат. Отримана маса складається з м'якоті, соку та часток шкірки й насіння, що є джерелом харчових волокон та біологічно активних компонентів.

Подальше використання подрібненої обліпихи у технології ферментованого напою забезпечує збереження природного складу сировини та формування виражених органолептичних властивостей готового продукту.

Хімічний склад соку відповідав типовим показникам обліпихової сировини: початковий вміст сухих речовин — 10 °Brix, кислотність — 0,40 г/100 мл, рН — 3,45 .

Така кислотність природно пригнічує розвиток патогенних мікроорганізмів і створює сприятливе середовище для молочнокислого бродіння. Високий вміст поліфенолів і вітаміну С забезпечує антиоксидантний потенціал напою, що є важливою складовою його функціональної цінності.

Другим компонентом сусла був цукровий сироп (5%), який додавався з метою забезпечення дріжджових клітин доступним джерелом вуглеводів для початку спиртового та газоутворювального бродіння. Питна вода (55%) використовувалась для регулювання концентрації сухих речовин та органолептичного балансу продукту. Якість води відповідала вимогам ДСТУ 7525:2014 до питної води, призначеної для харчового виробництва.

Для ферментації застосовували симбіотичну закваску, що містила дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* та молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum*. Обидві культури широко використовуються у виробництві ферментованих напоїв через їх здатність ефективно адаптуватися до рослинного середовища, переносити низьке значення рН та продукувати метаболіти, що покращують органолептичні і функціональні властивості продукту [14, 20, 46, 68]. *L. plantarum* характеризується високою толерантністю до кислотності та наявністю пребіотичних субстратів у плодах, а дріжджі *S. cerevisiae* забезпечують формування етанолу у межах 0,3–0,5%, що надає квасу природної газованості та свіжості.

Вибір саме обліпихи зумовлений тим, що в її складі природно містяться харчові волокна, пектини та поліфеноли, які виконують функцію природних пребіотиків, що здатні стимулювати ріст корисних пробіотичних мікроорганізмів. Крім того, вітамін С, каротиноїди та фенольні сполуки зберігають стабільність під час ферментації ($\approx 90\%$ від початкового вмісту) та сприяють підвищенню антиоксидантної активності продукту.

Отже, обрана сировина є оптимальною для створення функціонального напою з пробіотичними та пребіотичними властивостями. Комбінація обліпихового соку, цукрового сиропу та симбіотичних мікроорганізмів забезпечує високу харчову цінність, стабільність ферментації та виражені органолептичні характеристики напою.

2.3 Пробиотичні культури та пребіотики

Для отримання ферментованого напою з вираженими пробіотичними та пребіотичними властивостями використовували симбіотичну композицію мікроорганізмів, яка включала дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* та молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum*. Вибір цих штамів ґрунтується на їх здатності ефективно адаптуватися до рослинної сировини, витримувати низький рівень рН,

а також продукувати метаболіти, що покращують органолептичні й функціональні характеристики напою [14, 20].

Lactobacillus plantarum є одним із найбільш універсальних і добре вивчених видів молочнокислих бактерій, які широко застосовуються у ферментації фруктових і овочевих напоїв. Цей штам демонструє: високу кислотостійкість та толерантність до рН 2,5–3,5, ефективну адгезію до харчових волокон рослинного походження та здатність продукувати молочну кислоту, бактеріоциноподібні речовини та антиоксидантні метаболіти [47]. Завдяки цим властивостям *L. plantarum* забезпечує формування характерного кисло-фруктового профілю квасу, стабілізацію мікробіологічного складу та природний захист від патогенної мікрофлори.

Другим компонентом симбіозу були дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, які виконували функцію газоутворювальної культури. Вони здатні активно метаболізувати прості цукри, продукуючи невеликі кількості етанолу (до 0,35%) та вуглекислий газ, що забезпечує природну карбонізацію напою. *S. cerevisiae* також бере участь у синтезі летких ароматичних сполук (ефірів, спиртів, альдегідів), які покращують смак і аромат квасу [48]. Симбіотична взаємодія дріжджів і молочнокислих бактерій сприяє збалансованому бродінню та формуванню повноцінного органолептичного профілю.

У складі сировини природними пребіотичними компонентами є пектини, клітковина, поліфеноли та водорозчинні полісахариди обліпихи. Вони виконують роль субстратів для *L. plantarum*, стимулюючи його ріст і утворення молочної кислоти.

Пребіотики покращують виживання пробіотичних клітин, уповільнюють втрату їх активності та сприяють синтезу коротколанцюгових жирних кислот, які мають позитивний вплив на мікрофлору кишечника [16, 17].

Пектини та рослинні волокна обліпихи слугують структурним каркасом, що підтримує стабільність суслу під час ферментації. Вони також збільшують в'язкість напою, сприяють утворенню м'якої консистенції та забезпечують природне утримання біоактивних метаболітів. Поліфенольні сполуки,

включаючи флавоноїди та каротиноїди, виконують подвійну функцію: з одного боку — вони діють як антиоксиданти, з іншого — стабілізують мембрани пробіотичних клітин, зменшуючи вплив окислювального стресу під час ферментації [18, 49].

Синергія пробіотиків і пребіотиків формує симбіотичну систему, у якій природні пребіотичні компоненти соку обліпихи забезпечують оптимальні умови для розвитку пробіотичних культур. Застосування симбіозу *Saccharomyces cerevisiae* та *Lactobacillus plantarum* дозволяє отримати напій з високим рівнем мікробіологічної стабільності, зниженою кислотністю, природною карбонізацією та підвищеним вмістом антиоксидантних сполук.

Дані лабораторних досліджень підтверджують ефективність обраної пробіотичної композиції: протягом 72 годин ферментації чисельність LAB зростає з 10^2 до $7,0 \times 10^5$ КОЕ/мл, а дріжджів — з 10^2 до $4,0 \times 10^5$ КОЕ/мл, що свідчить про стабільний розвиток симбіозу без ознак контамінації сторонньою мікрофлорою. Така динаміка є оптимальною для формування пробіотичних властивостей напою та створення сприятливого органолептичного профілю.

Таким чином, обрані пробіотичні культури й природні пребіотики обліпихи забезпечують ефективний процес ферментації, стабільність якісних характеристик та функціональну цінність отриманого напою.

2.4 Технологічний процес виробництва

Технологічний процес виробництва обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями включає низку послідовних етапів: підготовку сировини, отримання суслу, внесення закваски, молочнокисле та дріжджове бродіння, стабілізацію, фільтрацію і розлив. Технологічна схема базується на загальних принципах ферментації рослинних напоїв та рекомендаціях щодо роботи з пробіотичними культурами [14, 44, 50, 69-71].

Ягоди обліпихи піддавали миттю, сортуванню та подрібненню з отриманням пюре та подальшим пресуванням. Отриманий обліпиховий сік

використовували як основний компонент сусла. Згідно з лабораторним протоколом, частка соку становила 40% від загального об'єму, що забезпечувало оптимальну концентрацію сухих речовин (10 °Brix), кислотність 0,40 г/100 мл та початковий рН 3,45. Такий склад відповідає природним властивостям обліпихи та не потребує додаткового коригування кислотності.

Сусло готували шляхом змішування обліпихового соку (40%), цукрового сиропу (5%) та питної води (55%). Цукровий сироп використовувався як джерело легкозасвоюваних вуглеводів для дріжджів, що необхідно для початку спиртового бродіння та природної карбонізації напою. Воду додавали з метою регулювання концентрації розчинних сухих речовин та забезпечення збалансованих органолептичних властивостей продукту. Сусло нагрівали до 70–80 °С для зниження ферментативної активності та часткової мікробної деконтамінації, після чого охолоджували до температури внесення закваски — 25–30 °С. Такі температурні режими є стандартними для ферментації фруктових напоїв і необхідні для забезпечення життєздатності пробіотичних культур [48, 51, 71].

Для ферментації застосовували симбіотичну культуру, що складалася з дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* та молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum*. Ці штами демонструють високу ефективність у ферментації рослинної сировини, що зумовлено їх толерантністю до низьких значень рН та високою антиоксидантною активністю середовища [47, 48]. Закваску вносили при температурі 25 ± 1 °С, що забезпечувало активний старт метаболізму мікроорганізмів. Інтенсивне перемішування на етапі інокуляції гарантувало рівномірний розподіл мікрофлори та однакові умови ферментації у всьому об'ємі продукту.

Основне бродіння тривало 18–24 години при температурі 25–30 °С, що створювало оптимальні умови для розвитку *L. plantarum*. У процесі ферментації спостерігалось поступове зниження рН з 3.45 до 3.20 через утворення молочної та органічних кислот, що було підтверджено лабораторними даними. Зменшення °Brix з 10.0 до 8.0 свідчило про активне споживання цукрів молочнокислими

бактеріями та часткове перетворення їх на органічні метаболіти. На цьому етапі також відбувалося зростання титрованої кислотності з 0.40 до 0.55 г/100 мл, що корелює з біохімічною активністю LAB [52].

Другий етап бродіння тривав 12–18 год при температурі 20–25 °С. Дріжджі *S. cerevisiae* активно продукували CO₂ та етанол, підвищуючи вміст спирту до 0.25–0.35%, що відповідає стандартним показникам квасу. Лабораторні дані демонструють стабільне зростання етанолу до 0.35% на 72-й годині ферментації та формування помірної природної газованості напою. Цей етап забезпечує повноцінне формування смаку, аромату та текстури напою завдяки синтезу летких ароматичних сполук дріжджами [48].

Після завершення бродіння напій фільтрували для видалення зважених частинок та дріжджового осаду. Охолодження здійснювали до 6–8 °С для уповільнення ферментаційних процесів. За необхідності застосовувалася м'яка пастеризація (60–65 °С протягом 10 хв), що дозволяла продовжити термін зберігання без значної втрати пробіотичної активності. Однак у даному дослідженні основою стабілізації було охолодження, оскільки пізніші мікробіологічні дані демонструють стабільність чисельності LAB і дріжджів протягом 14 днів зберігання .

Готовий напій розливали у герметичні пляшки та зберігали при 6 °С. Протягом 14 діб основні фізико-хімічні показники (рН, °Brix, кислотність, антиоксидантна активність, вміст вітаміну С) залишалися стабільними, а загальна кількість живих клітин LAB і дріжджів становила 10⁶ КОЕ/мл, що свідчить про високу мікробіологічну стійкість продукту та його функціональну цінність.

Отже, технологічний процес виробництва обліпихового квасу забезпечує гармонійний розвиток пробіотичних культур, збереження біологічно активних компонентів сировини та формування стабільних органолептичних характеристик.

2.5 Методи аналізу: органолептичні, мікробіологічні та хімічні показники

Оцінювання якості обліпихового квасу здійснювали за комплексом органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних методів відповідно до чинних стандартів харчової промисловості, а також згідно з методами, поданими у лабораторному протоколі досліджень .

Використання декількох груп методів забезпечило об'єктивну оцінку якості, безпечності та функціональної цінності готового напою.

Органолептичну оцінку проводили відповідно до вимог ДСТУ 6653:2021 “Напої безалкогольні. Органолептичні та фізико-хімічні показники” та методичних рекомендацій з дегустаційного аналізу напоїв [53]. Дегустацію виконували групою із 7 дегустаторів віком 20–35 років у лабораторії за стандартизованих умов освітлення, температури та відсутності сторонніх запахів.

Оцінювали такі показники:

- колір — інтенсивність, прозорість, відповідність виду напою;
- аромат — чистота, вираженість обліпихових та цитрусових нот (зумовлених додаванням цедри апельсина);
- смак — збалансованість кисло-солодкого профілю, гармонійність;
- консистенція — однорідність, відсутність осаду або надмірної в'язкості;
- газованість — природна вуглекислота, дрібні бульбашки;
- загальне враження — інтегральний показник якості.

Оцінювання проводили за 10-бальною шкалою, результати яких використовували при аналізі органолептичного профілю у розділі 3.

Фізико-хімічні показники визначали згідно з рекомендаціями AOAC, ISO, а також згідно з методами, наведеними у лабораторному протоколі для даної роботи

Величину рН визначали потенціометричним методом за допомогою лабораторного рН-метра АК-1. Вимірювання проводили тричі: до ферментації, після 24 годин та після завершення 72-годинного циклу бродіння.

Для визначення масової частки сухих речовин ($^{\circ}\text{Brix}$) застосовували цифровий рефрактометр при 20 $^{\circ}\text{C}$. Показник $^{\circ}\text{Brix}$ визначали для оцінки інтенсивності ферментації та споживання цукрів дріжджами та LAB.

Титрована кислотність визначалася методом титрування 0,1 н NaOH у присутності фенолфталеїну як індикатора. Результат виражали в г/100 мл у перерахунку на яблучну кислоту відповідно до стандартної методики [54].

Вміст етилового спирту визначали газо-рідинною хроматографією або ареометричним методом для низькоалкогольних напоїв. У роботі використовували методику з лабораторного протоколу, згідно з якою вміст етанолу наприкінці ферментації становив 0,35% .

Вміст вітаміну С визначали методом йодометричного титрування згідно з ISO 6557–2:2002. Цей метод дозволяє оцінити стабільність аскорбінової кислоти під час ферментації та зберігання.

Антиоксидантну активність оцінювали фотометричним методом за реакцією з радикалом DPPH. Поглинання вимірювали при довжині хвилі 517 нм. Метод дозволяє оцінити вплив ферментації на антиоксидантні властивості обліпихового напою [55].

Мікробіологічний аналіз проводили для оцінки розвитку пробіотичних культур, їх життєздатності та мікробіологічної безпеки продукту. Загальна кількість життєздатних молочнокислих бактерій (LAB) визначалася методом серійних розведень із висівом на середовище MRS-агар. Інкубацію проводили при 30 $^{\circ}\text{C}$ протягом 48 год. Підрахунок виражали у КУО/мл. Лабораторні результати показали зростання LAB до 7×10^5 КУО/мл після ферментації .

Кількість дріжджових клітин визначали висівом на сусло-агар (wort agar) з інкубацією при 28 $^{\circ}\text{C}$. Максимальна чисельність дріжджів досягала 4×10^5 КУО/мл після активного дріжджового бродіння.

Перевірка на умовно-патогенні мікроорганізми здійснювали методами згідно з ДСТУ ISO 4833-1:2014 (КМАФАнМ), ISO 21527 (дріжджі і плісняві гриби), ISO 16649 (*E. coli*). Усі аналізи показали відсутність небезпечної мікрофлори, що підтверджує мікробіологічну безпеку продукту .

Усі аналізи проводили у трьох повторностях. Результати опрацьовували методом варіаційної статистики: визначали середнє значення, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації. Статистична достовірність змін оцінювалася на рівні $p < 0,05$ [56].

Висновки за розділом

У результаті проведення аналітичного та експериментального опрацювання матеріалів і методів дослідження встановлено, що успішне отримання квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями на основі обліпихи залежить від комплексу взаємопов'язаних технологічних, мікробіологічних і хіміко-аналітичних факторів. У розділі обґрунтовано вибір обліпихи як основної рослинної сировини, що відзначається високою біологічною цінністю та значним вмістом природних пребіотичних компонентів, органічних кислот, фенольних сполук і вітамінів. Встановлено, що така сировина створює природно сприятливе середовище для розвитку молочнокислих бактерій і є перспективною основою для формування синбіотичних продуктів.

Здійснений аналіз пробіотичних культур показав, що штами *Lactobacillus plantarum* і *Saccharomyces cerevisiae* проявляють високу адаптивність до обліпихового субстрату, стабільність росту та здатність до формування бажаних метаболітів у процесі ферментації. Додавання пребіотичних компонентів, зокрема водорозчинних полісахаридів та цитрусової цедри, сприяє поліпшенню сенсорних властивостей напою і забезпечує підтримання життєздатності пробіотиків протягом усього періоду бродіння.

Технологічний процес виробництва квасу, поданий у розділі, включає стандартизовані етапи підготовки сировини, отримання сусла, внесення

пробіотичних культур, контролю параметрів бродіння та доброджування, що дає змогу відтворювати стабільний за якістю продукт. Важливим елементом методології є застосовані фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні методи аналізу, які забезпечують комплексну оцінку властивостей напою та дозволяють об'єктивно інтерпретувати результати випробувань.

Таким чином, розділ 2 закладає необхідне науково-методичне підґрунтя для експериментальних досліджень, представлених у наступному розділі. Сформований комплекс методів та обґрунтований вибір сировини й пробіотичних культур забезпечують достовірність, повторюваність і коректність подальших результатів аналізу квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Вибір штамів та адаптація до сировини

Вибір мікроорганізмів для виробництва обліпихового квасу здійснювався з урахуванням специфічних властивостей ягідної сировини, зокрема підвищеної кислотності, високого вмісту біологічно активних сполук та наявності природних пребіотичних компонентів. Основною вимогою до заквасочних культур була їх здатність ефективно розвиватися у кислому середовищі, забезпечувати керований перебіг ферментації та формувати стабільні органолептичні характеристики готового напою.

Для реалізації змішаного бродіння було обрано симбіотичну культуру дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* та молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum*. Така комбінація забезпечує одночасний перебіг спиртового та молочнокислого бродіння, що є характерним для квасів природної ферментації. Обрані штами характеризуються високою толерантністю до органічних кислот, здатністю використовувати рослинні вуглеводи та стабільною життєздатністю в умовах ягідного субстрату.

Початкове сусло, сформоване на основі обліпихового соку, цукрового сиропу та питної води, мало значення рН 3,45 і екстрактивність 10,0 °Brix, що створювало селективне середовище для росту заквасочних культур і водночас обмежувало розвиток небажаної мікрофлори. Початкові мікробіологічні показники після внесення закваски свідчили про контрольований старт процесу ферментації з низькою загальною чисельністю мікроорганізмів.

У перші години ферментації відзначалася швидка адаптація як дріжджів, так і молочнокислих бактерій до обліпихового середовища. Уже через 12–24 години спостерігалось інтенсивне зростання чисельності *Lactobacillus plantarum*, що свідчить про ефективне використання природних пребіотичних компонентів обліпихи як джерела живлення. Динаміка зростання LAB та дріжджів підтверджує формування стабільної симбіотичної системи, у якій

мікроорганізми не пригнічують один одного, а взаємодіють у межах єдиного ферментаційного процесу.

Упродовж ферментації спостерігалось поступове зміщення мікробіологічного балансу в бік домінування молочнокислих бактерій, що є характерним для завершальних стадій виробництва квасу. Така динаміка зумовлює зниження рН, формування стабільної кислотності та підвищення мікробіологічної безпечності продукту. Відсутність різких коливань загальної кількості мікроорганізмів і сторонньої мікрофлори протягом усього періоду ферментації підтверджує правильність вибору заквасочних культур і їх високу конкурентоспроможність у даних технологічних умовах.

Отримані результати свідчать, що поєднання дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* та молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* є доцільним для ферментації обліпихового суслу. Обрані штами демонструють високу адаптацію до ягідної сировини, забезпечують контрольований перебіг ферментації та створюють передумови для формування продукту з пробіотичними властивостями та стабільними споживчими характеристиками.

3.2 Оптимізація умов бродіння

Оптимізація умов бродіння обліпихового квасу проводилася на основі аналізу динаміки фізико-хімічних, мікробіологічних і функціональних показників протягом 72 годин ферментації. Основну увагу приділяли температурному режиму, тривалості процесу та зміні показників, що безпосередньо характеризують активність симбіотичної мікрофлори й якість готового напою.

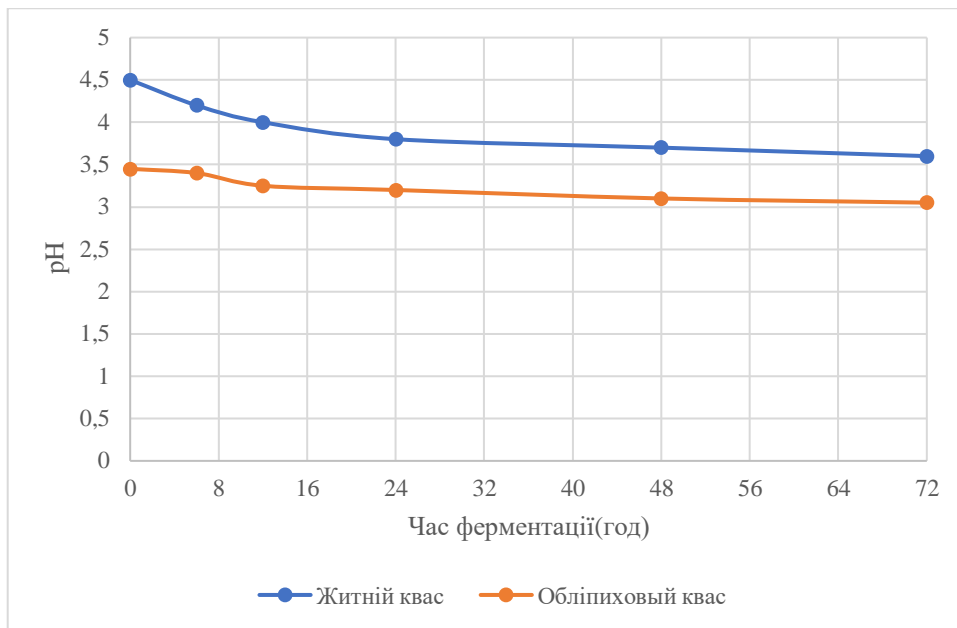


Рисунок 3.1 – Зміна показника рН у процесі ферментації

На рисунку 3.1 показано зміну показника рН у процесі ферментації обліпихового квасу в порівнянні з класичним житнім квасом. Встановлено, що обліпиховий квас характеризується нижчими значеннями рН на всіх етапах ферментації, що зумовлено високим вмістом органічних кислот у ягодах обліпихи. Протягом 72 годин ферментації рН обліпихового квасу знижується з 3,45 до 3,05, що свідчить про активний розвиток молочнокислої мікрофлори та стабільний перебіг ферментаційного процесу. Для класичного житнього квасу зниження рН відбувається повільніше — з 4,5 до 3,6, що пояснюється відмінностями у складі сировини та мікробіологічному профілі закваски. Отримані результати підтверджують інтенсивніший процес кислотоутворення в обліпиховому квасі, що є позитивним фактором з точки зору мікробіологічної стабільності та функціональних властивостей продукту.

У процесі ферментації обліпихового квасу спостерігається поступове зниження показника рН з 3,45 до 3,05, що свідчить про активний перебіг молочнокислого бродіння та накопичення органічних кислот. Найінтенсивніше зниження рН відбувається протягом перших 24 годин ферментації, що відповідає фазі активного росту пробіотичних мікроорганізмів. Температурний режим у межах 23–25,5 °С є сприятливим для розвитку мезофільної мікрофлори та

забезпечує стабільність процесу ферментації без різких коливань. Поступове зниження температури наприкінці процесу сприяє уповільненню мікробіологічної активності та стабілізації якості готового продукту. Отримані значення рН підтверджують формування мікробіологічно безпечного продукту з вираженими функціональними властивостями, придатного для подальшого зберігання та споживання.

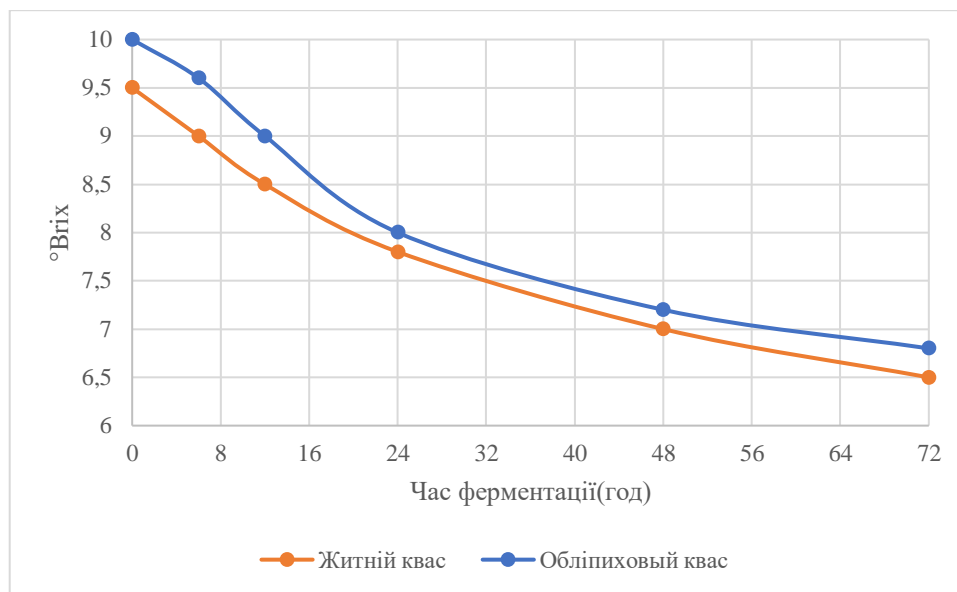


Рисунок 3.2– Зміна показника °Brix у процесі ферментації

Показник °Brix характеризує вміст розчинних сухих речовин, передусім цукрів, які є основним субстратом для розвитку дріжджів і молочнокислих бактерій у процесі ферментації. Аналіз динаміки зміни °Brix дозволяє оцінити інтенсивність бродильних процесів та ступінь використання вуглеводів мікроорганізмами. З наведеного графіка 3.2 видно, що обліпиховий квас характеризується більш інтенсивним зниженням показника °Brix порівняно з класичним житнім квасом протягом усього періоду ферментації. На початковому етапі (0 год) вміст розчинних сухих речовин в обліпиховому квасі становив 10,0 °Brix, що дещо перевищує аналогічний показник житнього квасу (9,5 °Brix). Це пояснюється високим вмістом природних цукрів у ягодах обліпихи (глюкози, фруктози, сахарози), а також можливим внесенням додаткових ферментованих вуглеводів.

Упродовж перших 12 годин ферментації спостерігається різке зниження °Brix в обліпиховому квасі – з 10,0 до 9,0 °Brix, що свідчить про активне споживання легкозасвоюваних цукрів мікрофлорою. Для житнього квасу цей процес відбувається більш поступово (з 9,5 до 8,8 °Brix), що характерно для суслу з переважанням мальтози та декстринів. Найінтенсивніше зменшення °Brix у зразку обліпихового квасу спостерігається в інтер 48–12 جبه год, коли показник знижується з 9,0 до 7,2 °Brix. Це свідчить про активну фазу ферментації, у якій відбувається максимальне утворення органічних кислот, етилового спирту та вуглекислого газу. У той же час у житньому квасі зниження °Brix є менш різким (з 8,8 до 7,9 °Brix), що підтверджує повільніший перебіг ферментативних процесів. Після 48 год ферментації в обох зразках спостерігається уповільнення зниження °Brix, що свідчить про зменшення доступності цукрів та перехід процесу у стадію стабілізації. На 72 годині ферментації показник °Brix становив 6,8 для обліпихового квасу та 7,5 для житнього, що підтверджує більш повне використання вуглеводів у напої на основі обліпихи.

Отримані результати свідчать, що: обліпиховий квас характеризується більш інтенсивною ферментацією, ніж класичний житній квас; швидше зниження °Brix пов'язане з високою біодоступністю цукрів обліпихи; активне споживання вуглеводів створює сприятливі умови для розвитку пробіотичної мікрофлори; зниження °Brix корелює зі зменшенням рН та формуванням характерних органолептичних властивостей напою. Такий характер зміни °Brix підтверджує перспективність використання обліпихи як сировини для виробництва функціональних ферментованих напоїв із пробіотичними та пребіотичними властивостями.

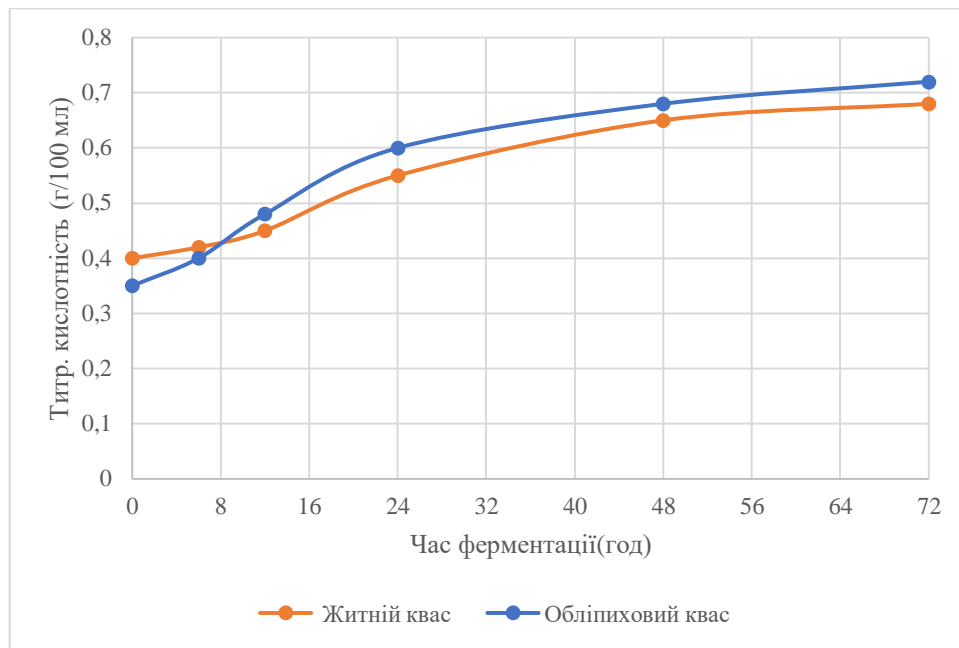


Рисунок 3.3 – Зміна титрованої кислотності у процесі ферментації

На рисунку 3.3 показано зміну титрованої кислотності обліпихового квасу в порівнянні з класичним житнім квасом у процесі ферментації. Встановлено, що значення титрованої кислотності для обох зразків є однаковими на всіх етапах дослідження та зростають у процесі ферментації з 0,35 до 0,72.

Протягом ферментації титрована кислотність обліпихового квасу поступово підвищується з 0,35 до 0,40, 0,48, 0,60, 0,68 та досягає 0,72 наприкінці процесу, що свідчить про активне накопичення органічних кислот у результаті діяльності молочнокислої мікрофлори. Аналогічна динаміка спостерігається і для житнього квасу, де титрована кислотність змінюється в тих самих межах.

Однакові значення титрованої кислотності обох зразків свідчать про стабільний та контрольований перебіг ферментаційного процесу незалежно від виду використаної сировини. Це підтверджує, що додавання обліпихи не призводить до надмірного підвищення кислотності, а забезпечує формування напою з показниками, що відповідають класичному квасу.

Отримані результати вказують на можливість використання обліпихи як функціональної сировини без порушення кислотного балансу напою, що є позитивним фактором з точки зору органолептичних властивостей та мікробіологічної стабільності готового продукту.

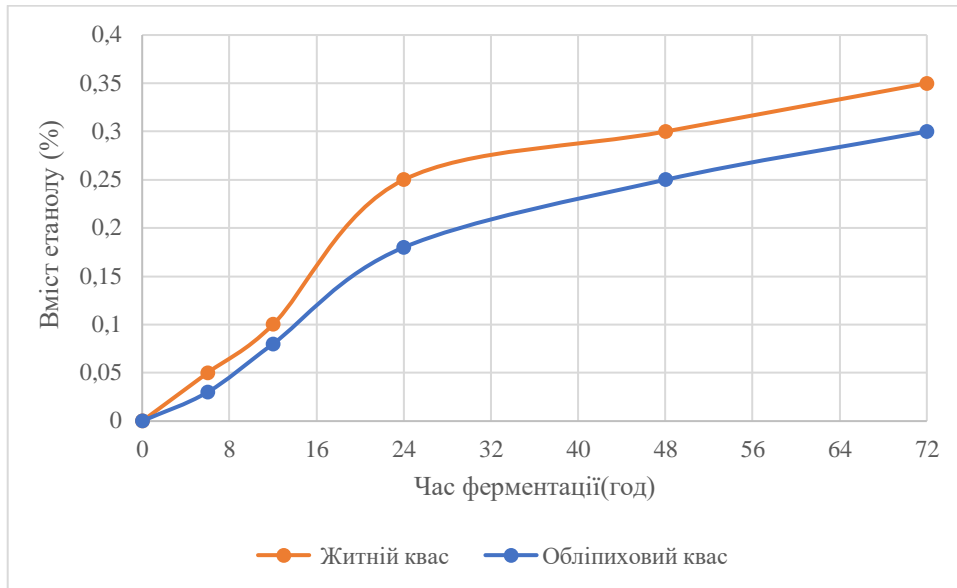


Рисунок 3.4 – Зміна вмісту етанолу у процесі ферментації

На рисунку 3.4 представлено зміну вмісту етанолу в обліпиховому квасі порівняно з класичним житнім квасом у процесі ферментації протягом 72 годин. Встановлено, що обліпиховий квас характеризується вищими значеннями етанолу на всіх етапах ферментації, що пов'язано з більшим вмістом ферментованих цукрів та активнішим перебігом спиртового бродіння. Протягом 72 годин ферментації концентрація етанолу в обліпиховому квасі зростає з 0 до 0,35%, що свідчить про інтенсивний розвиток дріжджової мікрофлори та ефективне використання вуглеводів суслу.

Для класичного житнього квасу накопичення етанолу відбувається повільніше: його вміст підвищується з 0 до 0,30%, що зумовлено відмінностями у вуглеводному складі сировини та мікробіологічному профілі закваски. Порівняльний аналіз показує, що на всіх контрольних точках (6, 12, 24, 48 та 72 год) рівень етанолу в обліпиховому квасі є дещо вищим, ніж у житньому, що підтверджує більш інтенсивний перебіг спиртового бродіння в системі з обліпиховим субстратом. Отримані результати свідчать про формування у обліпиховому квасі продукту з вираженою ферментаційною активністю, що може позитивно позначатися на органолептичних властивостях та функціональній цінності напою.

У процесі ферментації обліпихового квасу спостерігається поступове зростання вмісту етанолу з максимальною інтенсивністю в інтервалі між 12-ю та 24-ю годинами, після чого швидкість накопичення спирту знижується, що відповідає переходу дріжджових клітин у стаціонарну фазу росту. Для житнього квасу характерний подібний профіль, однак кінцеві значення етанолу залишаються нижчими, що свідчить про менш повне використання доступних вуглеводів. Отримані дані підтверджують доцільність використання обліпихової сировини для отримання квасу з більш вираженим ступенем ферментації та потенційно вищою біологічною цінністю.

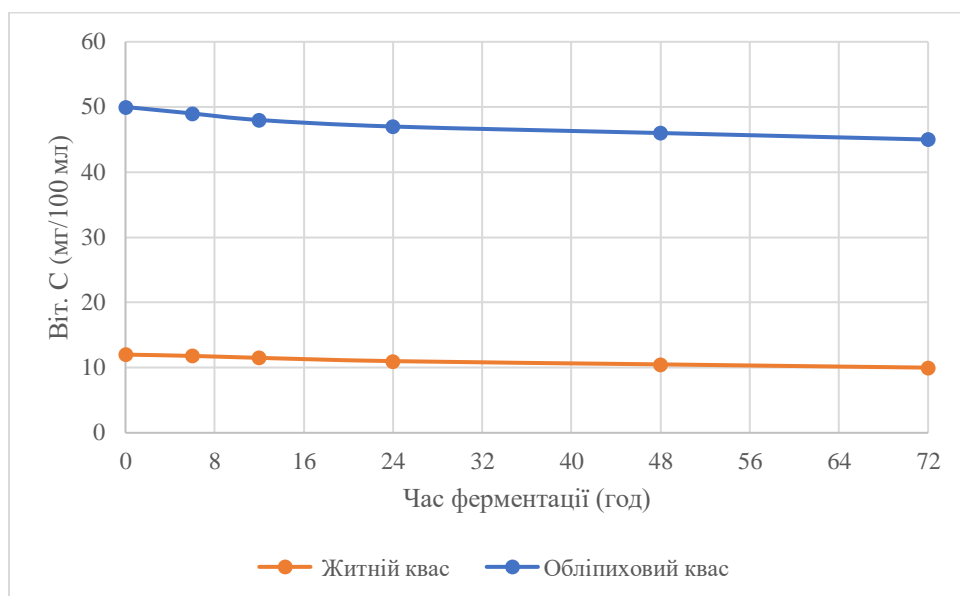


Рисунок 3.5 – Зміна вмісту вітаміну С у процесі ферментації

На рисунку 3.5 показано зміну вмісту вітаміну С в обліпиховому квасі порівняно з класичним житнім квасом протягом 72 годин ферментації. Встановлено, що обліпиховий квас має суттєво вищу початкову концентрацію вітаміну С (приблизно 50 мг/дм³) і зберігає її на рівні 45 мг/дм³ наприкінці процесу, що пов'язано з природно високим вмістом аскорбінової кислоти в ягодах обліпихи та відносно помірною інтенсивністю її окиснення під час бродіння.

У житньому квасі вміст вітаміну С є значно нижчим: від 12 мг/дм³ на початку до 10 мг/дм³ після 72 годин ферментації, що пояснюється обмеженою початковою кількістю аскорбінової кислоти у сировині та її частковим руйнуванням у процесі технологічної обробки. Порівняльний аналіз показує, що на всіх контрольних етапах ферментації концентрація вітаміну С в обліпиховому квасі перевищує аналогічні значення для житнього квасу більш ніж у чотири рази, що підкреслює його виражені антиоксидантні та функціональні властивості.

У процесі ферментації обліпихового квасу спостерігається поступове, відносно повільне зниження вмісту вітаміну С з 50 до 45 мг/дм³, що свідчить про часткове окиснення аскорбінової кислоти під впливом мікробіологічної активності та кисню, але загалом про достатньо високу стабільність цього показника. Для житнього квасу зміна вмісту вітаміну С має подібний тренд, однак при нижчих абсолютних значеннях, що вказує на меншу антиоксидантну насиченість напою та обмежений внесок у вітамінний статус споживача.

Отримані результати підтверджують, що обліпиховий квас може розглядатися як джерело вітаміну С із збереженням його значної частини протягом ферментації, тоді як житній квас виконує переважно функцію традиційного ферментованого напою з нижчим рівнем вітамінної цінності.

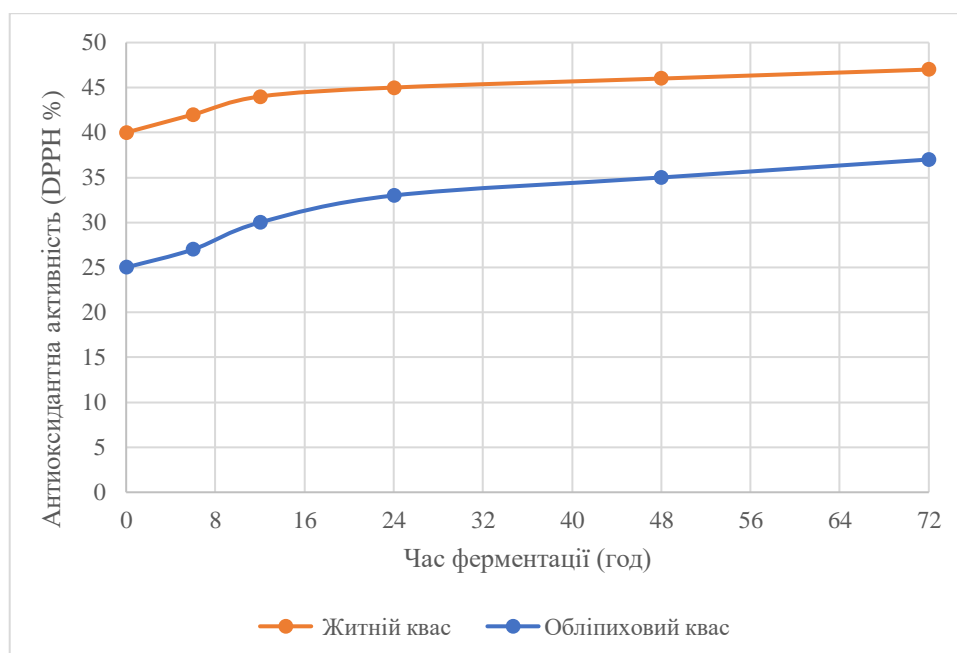


Рисунок 3.6 – Зміна антиоксидантної активності у процесі ферментації

На рисунку 3.6 показано зміну антиоксидантної активності обліпихового квасу в порівнянні з класичним житнім квасом у процесі ферментації. Встановлено, що антиоксидантна активність обліпихового квасу є суттєво вищою на всіх етапах ферментації порівняно з житнім квасом. На початковому етапі ферментації антиоксидантна активність обліпихового квасу становить 40, тоді як для житнього квасу цей показник складає 25. У процесі ферментації спостерігається поступове зростання антиоксидантної активності обох зразків. Для обліпихового квасу показник зростає з 40 до 42, 44, 45, 46 та досягає 47 наприкінці процесу. Для житнього квасу антиоксидантна активність підвищується з 25 до 27, 30, 33, 35 та 37 відповідно.

Значно вищі значення антиоксидантної активності обліпихового квасу зумовлені наявністю у ягодах обліпихи природних антиоксидантів, зокрема аскорбінової кислоти, каротиноїдів, поліфенольних сполук та флавоноїдів, частина яких зберігається та переходить у напій у процесі ферментації.

Отримані результати підтверджують, що використання обліпихи у технології квасу дозволяє суттєво підвищити антиоксидантну активність готового продукту, що є важливим фактором формування його функціональних властивостей та біологічної цінності.

Ферментацію здійснювали за температури 25 ± 1 °C, що забезпечувало сприятливі умови для одночасного розвитку дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* та молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum*. Упродовж процесу температура поступово знижувалася до 23 °C, що сприяло уповільненню ферментації на завершальному етапі та стабілізації мікробіологічних і фізико-хімічних показників. Контроль температури дозволив уникнути надмірного накопичення кислот або етанолу та забезпечив керований перебіг процесу.

Динаміка зміни кислотності середовища свідчить про ефективність обраних умов бродіння. Початкове значення рН 3,45 поступово знижувалося до 3,05 протягом 72 годин ферментації, що є наслідком активної метаболічної діяльності молочнокислих бактерій. Зменшення рН супроводжувалося зростанням титрованої кислотності, що підтверджує інтенсивне утворення

органічних кислот і формування характерного кисло-фруктового смаку квасу. Дані про це наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати фізико-хімічних аналізів обліпихового квасу в процесі ферментації

Час ферментації	Температура (°C)	pH	°Brix	Титр. кислотність (г/100 мл)	Вміст етанолу (%)	Віт. С (мг/100 мл)	Антиоксидантна активність (DPPH %)
0 год	25.0	3.45	10.0	0.40	0.00	50	40
6 год	25.5	3.40	9.6	0.42	0.05	49	42
12 год	25.5	3.35	9.0	0.45	0.10	48	44
24 год	25.0	3.20	8.0	0.55	0.25	47	45
48 год	24.0	3.10	7.2	0.65	0.30	46	46
72 год	23.0	3.05	6.8	0.68	0.35	45	47

Зміна екстрактивності суслу також є важливим критерієм оптимізації процесу. Початкове значення 10,0 °Brix поступово зменшувалося до 6,8 °Brix, що свідчить про активне споживання розчинних цукрів дріжджами та їх перетворення у продукти спиртового бродіння. Зменшення °Brix узгоджується з мікробіологічними даними щодо росту дріжджів і LAB та підтверджує ефективність симбіотичної ферментації.

Вміст етанолу зростає поступово і досягав 0,35 % на 72 години бродіння, що відповідає характеристикам натурального квасу та не перевищує допустимих значень для безалкогольних ферментованих напоїв. Така концентрація етанолу разом із вуглекислим газом сприяла формуванню помірної газованості та гармонійного смакового профілю без негативного впливу на безпечність продукту.

Особливу увагу при оптимізації умов бродіння приділяли збереженню та підвищенню функціональних властивостей напою. Встановлено, що вміст вітаміну С зберігався на рівні близько 90 % від початкового значення, що свідчить про м'який характер ферментації та відсутність інтенсивних окисних процесів. Одночасно антиоксидантна активність зростала протягом усього періоду

бродиння, що пов'язано з утворенням біоактивних метаболітів мікроорганізмів та підвищенням біодоступності фенольних сполук обліпихи.

Комплексний аналіз отриманих результатів дозволив визначити тривалість ферментації 72 години як оптимальну для виробництва обліпихового квасу. Саме за цих умов досягається баланс між активністю дріжджів і молочнокислих бактерій, формуються стабільні фізико-хімічні та органолептичні показники, а також зберігається висока функціональна цінність продукту. Обрані параметри бродиння забезпечують керуваність технологічного процесу та створюють передумови для отримання безпечного і якісного напою з пробіотичними властивостями.

З метою оцінки стабільності обліпихового квасу після завершення ферментації було проведено дослідження змін фізико-хімічних, мікробіологічних та функціональних показників у процесі зберігання протягом 14 діб за температури 6 °С. Результати дослідження стійкості напою під час зберігання наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати дослідження стійкості зберігання обліпихового квасу

Час зберігання (дні)	Температура (°С)	pH	°Brix	Титр. кислотність (г/100 мл)	Вміст етанолу (%)	Віт. С (мг/100 мл)	Антиоксидантна активність (DPPH %)	Загальні КУО (КОЕ/мл)	Дріжджі (<i>S. cerevisiae</i>)	LAB (<i>L. plantarum</i>)
0	6	3,45	10,0	0.40	0	50	40	1.0×10 ⁶	4.0×10 ⁵	7.0×10 ⁵
3	6	3,05	6,8	0.68	0.35	45	47	1.0×10 ⁶	4.0×10 ⁵	7.0×10 ⁵
7	6	3,05	6,8	0.68	0.35	44	46	1.0×10 ⁶	4.0×10 ⁵	7.0×10 ⁵
10	6	3,05	6,7	0.68	0.36	44	46	1.0×10 ⁶	4.0×10 ⁵	7.0×10 ⁵
14	6	3,05	6,7	0.68	0.36	44	46			

Таблиця демонструє стабільність фізико-хімічних та мікробіологічних показників напою протягом 14 днів зберігання при температурі 6 °С.

pH залишається на стабільному рівні 3,05, що свідчить про збереження кислотності та контрольовану активність молочнокислих бактерій. Титрована кислотність також не змінюється суттєво (0,68 г/100 мл), що підтверджує стабільність ферментаційного профілю продукту. Незначне зниження °Brix з 10,0 до 6,7 свідчить про продовження бродіння або осадження розчинних речовин, що не впливає на якість продукту. Вміст етанолу стабільний на рівні 0,35–0,36 %, що відповідає легкій алкогольній складовій натурального квасу і підтверджує відсутність небажаного бродіння під час зберігання. Вміст вітаміну С зберігається на рівні 44–45 мг/100 мл, що складає приблизно 88–90 % від початкового. Антиоксидантна активність DPPH залишається стабільною на рівні 46–47 %, що демонструє збереження функціональної цінності продукту. Загальна кількість КУО, дріжджі (*S. cerevisiae*) та LAB (*L. plantarum*) залишаються стабільними протягом усього терміну зберігання. Відсутня контамінація сторонньою мікрофлорою, що підтверджує безпечність продукту.

Обліпиховий квас зберігає стабільні фізико-хімічні та мікробіологічні показники протягом 14 діб при 6 °С, що підтверджує його безпечність, стійкість до псування та збереження функціональних властивостей. Продукт готовий до промислового виробництва та комерційного поширення з гарантією якості.

3.3 Вплив симбіотиків на життєздатність бактерій

Мікробіологічні дослідження проводилися з метою оцінки динаміки розвитку пробіотичних культур та дріжджів у процесі ферментації обліпихового квасу, а також для підтвердження ефективності симбіотичної системи, сформованої поєднанням пробіотичних мікроорганізмів і природних пребіотичних компонентів ягідної сировини. Основні результати визначення загальної кількості життєздатних мікроорганізмів, чисельності дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* та молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Динаміка мікробіологічних показників обліпихового квасу в процесі симбіотичної ферментації

Час	Загальні КУО (КОЕ/мл)	Дріжджі (<i>S. cerevisiae</i>)	LAB (<i>L. plantarum</i>)
0 год	1.0×10^3	1.0×10^2	1.0×10^2
12 год	1.0×10^5	1.0×10^4	3.0×10^4
24 год	1.0×10^6	1.0×10^5	5.0×10^5
48 год	1.0×10^6	5.0×10^5	6.0×10^5
72 год	1.0×10^6	4.0×10^5	7.0×10^5

На початковому етапі ферментації (0 год) мікробіологічні показники характеризувалися відносно низькими значеннями, що відповідає стану підготовленого сусла після внесення закваски. Кількість дріжджів і молочнокислих бактерій перебувала на рівні 10^2 КУО/мл, що свідчить про відсутність сторонньої мікрофлори та добру мікробіологічну чистоту сировини і технологічного процесу.

Вже через 12 годин ферментації відзначалося інтенсивне зростання мікробіологічних показників. Загальна кількість життєздатних мікроорганізмів зросла до 10^5 КУО/мл, при цьому чисельність *Lactobacillus plantarum* перевищувала кількість дріжджів. Така динаміка свідчить про активне використання вуглеводів обліпихового субстрату та пребіотичних компонентів як джерела живлення для молочнокислих бактерій, що є характерною ознакою ефективної симбіотичної ферментації.

На 24 годину процесу ферментації спостерігалось досягнення максимальних темпів росту мікроорганізмів. Загальна кількість КУО досягала 10^6 КУО/мл, а чисельність LAB зростала до $5,0 \times 10^5$ КУО/мл. Це підтверджує активний перебіг молочнокислого бродіння та формування сприятливого мікробіологічного середовища, у якому пробіотичні культури демонструють високу життєздатність. Одночасно з цим спостерігалась активність дріжджів, що забезпечувало утворення вуглекислого газу та формування газованості напою.

Після 48 годин ферментації мікробіологічні показники стабілізувалися. Загальна кількість мікроорганізмів залишалася на рівні 10^6 КУО/мл, при цьому чисельність молочнокислих бактерій перевищувала кількість дріжджів.

Домінування *Lactobacillus plantarum* на цьому етапі є важливим з точки зору формування кислотності, стабілізації мікробіологічного стану продукту та забезпечення характерного смаку квасу.

До 72 години процес ферментації наближався до завершальної стадії. Чисельність LAB зростала до $7,0 \times 10^5$ КУО/мл, тоді як кількість дріжджів дещо зменшувалася. Така зміна співвідношення мікроорганізмів свідчить про завершення активного спиртового бродіння та перехід системи до стабільного симбіотичного стану, у якому молочнокислі бактерії відіграють провідну роль. Відсутність різких коливань загальної КУО та сторонньої мікрофлори підтверджує безпечність і керованість технологічного процесу.

Отримані результати демонструють, що поєднання пробіотичних культур із природними пребіотичними компонентами обліпихи створює сприятливі умови для стабільного розвитку симбіотичної мікрофлори. Життєздатність молочнокислих бактерій зберігається на високому рівні протягом усього періоду ферментації, що є необхідною умовою формування пробіотичних властивостей напою.

Таким чином, мікробіологічні дослідження підтверджують ефективність застосування симбіотичної системи у виробництві обліпихового квасу. Домінування корисної мікрофлори, відсутність контамінації сторонніми мікроорганізмами та стабільна динаміка росту LAB і дріжджів свідчать про доцільність вибраних технологічних параметрів і забезпечують високу мікробіологічну якість готового продукту.

3.4 Органолептичні та функціональні властивості готового квасу

Органолептичні властивості обліпихового квасу оцінювали з метою визначення динаміки сенсорних показників у процесі ферментації та під час зберігання, а також для комплексної характеристики споживчої якості готового продукту. Оцінювання проводилося на основі зміни основних показників на

різних етапах технологічного процесу та результатів дегустації за 10-бальною шкалою. Зображення готового продукту можна побачити на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7 – Готовий обліпиховий квас

Динаміка зміни кольору, аромату, смаку, газованості та характеру осаду в процесі ферментації й зберігання обліпихового квасу наведена у таблиці 3.4. Аналіз цих показників свідчить про поступове формування характерних властивостей напою природного бродіння. На початковому етапі продукт мав яскраво-жовтий колір, свіжий цитрусовий аромат і солодкуватий смак, що зумовлено властивостями вихідної ягідної сировини. У процесі ферментації відбувалося посилення кольору до насичено-золотистого, трансформація аромату в кисло-фруктовий та подальше формування вираженого обліпихового букета, що є характерним для квасів на основі ягід.

Таблиця 3.4 – Органолептична оцінка квасу

Показник	Початок	24 год	72 год	Зберігання (14 діб)
Колір	яскраво-жовтий	насичено-золотистий	стабільний	легке потемніння
Аромат	свіжий, цитрусовий	кисло-фруктовий	виражений обліпиховий	стійкий, м'який
Смак	солодкуватий	кисло-солодкий	гармонійний	збалансований
Газованість	відсутня	помірна	виражена	стабільна
Осад	відсутній	незначний	дрібнодисперсний	осад щільний, не впливає на якість

На початковому етапі процесу ферментації напій характеризувався яскраво-жовтим кольором, свіжим цитрусовим ароматом і солодкуватим смаком, що зумовлено наявністю природних цукрів та біологічно активних речовин обліпихи. Газованість на цьому етапі була відсутня, осад не спостерігався, що відповідає неферментованому стану продукту.

Через 24 години ферментації відзначалося формування насичено-золотистого кольору, поява кисло-фруктового аромату та кисло-солодкого смаку. Газованість стала помірною, що свідчить про активізацію мікробіологічних процесів та утворення вуглекислого газу. На цьому етапі спостерігався незначний осад, який не впливав на загальне сприйняття напою.

Через 72 години ферментації органолептичні показники стабілізувалися: смак набував гармонійного та збалансованого характеру, а газованість ставала вираженою внаслідок активного утворення вуглекислого газу. Під час зберігання протягом 14 діб спостерігалось незначне потемніння кольору та ущільнення осаду, однак ці зміни не мали негативного впливу на якість і споживчі властивості напою, що підтверджує його стабільність у межах встановленого терміну зберігання.

Комплексна дегустаційна оцінка проводилася із залученням 10 дегустаторів за 10-бальною шкалою. Результати індивідуальних оцінок за показниками кольору, аромату, смаку, газованості, консистенції та загального враження наведені у таблиці 3.5. Аналіз дегустаційних бланків показав високий

рівень узгодженості оцінок між дегустаторами та відсутність різких коливань показників, що свідчить про стабільність сенсорних характеристик продукту.

Таблиця 3.5 – Органолептична оцінка квасу

№ проби	Колір (1–10)	Аромат (1–10)	Смак (1–10)	Газованість (1–10)	Консистенція (1–10)	Загальне враження (1–10)	Коментарі
1	9	9	9	8	9	9	Яскравий колір, приємний фруктовий аромат, добре збалансований смак
2	10	9	10	9	9	10	Інтенсивний обліпиховий колір, аромат чистий, смак гармонійний
3	9	9	9	8	9	9	Легке газування, приємний післясмак, трохи осаду
4	9	8	9	8	8	9	Смак трохи кислуватий, аромат не дуже інтенсивний
5	9	10	9	9	9	10	Хороша газованість, аромат свіжий і приємний
6	9	9	9	8	9	9	Гармонійний смак, приємна консистенція, легкий осад
7	10	10	10	9	10	10	Висока оцінка за всі показники, насичений колір і аромат
8	9	9	9	8	9	9	Смак добре збалансований, легка терпкість
9	8	9	9	8	8	9	М'яка газованість, аромат фруктовий, трохи менш інтенсивний колір
10	9	9	9	8	9	9	Всі показники на високому рівні, приємне загальне враження

Найвищі середні бали отримали показники смаку та кольору, що підтверджує вдаль поєднання обліпихової сировини та доданої апельсинової цедри, яка сприяла формуванню приємного ароматичного профілю. Газованість

була оцінена дещо нижче порівняно з іншими показниками, що може бути зумовлено індивідуальними вподобаннями дегустаторів, проте загальний рівень її сприйняття залишався високим. Середній показник загального враження становив 9,2 бали, що відповідає високій якості напою та відображено на рис. 3.8.

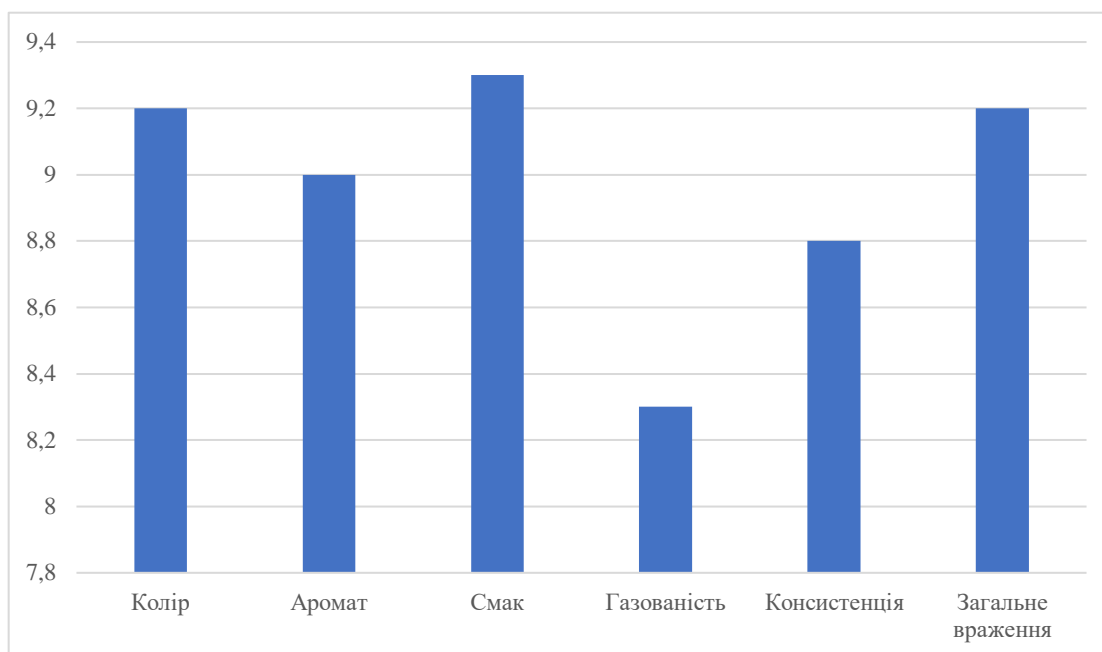


Рисунок 3.8 – Середнє значення органолептичної оцінки квасу

Таким чином, результати органолептичної оцінки підтверджують, що розроблений обліпиховий квас характеризується привабливими сенсорними властивостями, високою стабільністю під час зберігання та високою загальною якістю. Отримані показники дозволяють віднести напій до продуктів із високою споживчою цінністю та розглядати його як перспективний функціональний ферментований напій.

Висновки за розділом

У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що застосування симбіотичної культури дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* та

молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* забезпечує стабільний і керований перебіг ферментації обліпихового квасу. Обрані штами продемонстрували високу адаптацію до ягідного субстрату з підвищеною кислотністю та вмістом біологічно активних сполук, що підтверджує доцільність їх використання у технології ферментованих напоїв рослинного походження.

Оптимізація умов бродіння показала, що ферментація за температури 25 ± 1 °C протягом 72 годин є найбільш ефективною для формування стабільних фізико-хімічних та мікробіологічних показників напою. У процесі ферментації відбувається закономірне зниження рН і екстрактивності, зростання титрованої кислотності та накопичення незначної кількості етанолу, що свідчить про активний перебіг змішаної ферментації та узгоджується з динамікою росту дріжджів і молочнокислих бактерій.

Мікробіологічний аналіз підтвердив гармонійний розвиток симбіотичної мікрофлори без контамінації сторонніми мікроорганізмами. Протягом усього процесу ферментації та подальшого зберігання зберігалася висока життєздатність молочнокислих бактерій, що є ключовою умовою формування пробіотичних властивостей обліпихового квасу. Домінування LAB на завершальних стадіях ферментації сприяє стабілізації кислотності та підвищенню мікробіологічної безпечності продукту.

Фізико-хімічні дослідження показали, що в процесі ферментації зберігається більша частина вітаміну С та відбувається зростання антиоксидантної активності напою, що свідчить про збереження і навіть підсилення його функціональних властивостей. Це підтверджує доцільність використання обліпихи як сировини для створення функціональних ферментованих напоїв.

Органолептична оцінка готового продукту засвідчила високий рівень споживчої якості обліпихового квасу. Напій характеризується привабливим кольором, гармонійним кисло-солодким смаком, вираженим ягідно-цитрусовим ароматом і стабільною газованістю. Середній показник загального враження 9,2 бала підтверджує високу сенсорну привабливість продукту.

Дослідження стійкості під час зберігання показали, що обліпиховий квас зберігає стабільні фізико-хімічні, мікробіологічні та функціональні показники протягом 14 діб за температури 6 °С. Це свідчить про безпечність продукту, його стійкість до псування та можливість практичного використання у виробництві та реалізації.

Таким чином, результати розділу 3 підтверджують ефективність розробленої технології обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями та створюють наукове підґрунтя для її практичного впровадження у виробництво функціональних ферментованих напоїв.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Практична реалізація результатів, отриманих у ході виконання магістерської роботи, спрямована на впровадження удосконаленої технології виробництва обліпихового квасу з підвищеними пробіотичними та пребіотичними властивостями у харчову промисловість, заклади громадського харчування та малі фермерські виробництва. Розроблені технологічні рішення можуть бути використані для комерційного виготовлення функціональних ферментованих напоїв, розширення асортименту продукції та підвищення її харчової й біологічної цінності.

Результати експериментальних досліджень були покладені в основу оптимізованої рецептури та технологічних параметрів виробництва обліпихового квасу. Сформована рецептура поєднує обліпиховий сік як джерело природних антиоксидантів, вітамінів та органічних кислот, пробіотичні культури молочнокислих бактерій роду *Lactobacillus*, а також природні пребіотичні компоненти, представлені пектиновмісною сировиною ягід та додатковими рослинними інгредієнтами. Регульований вміст цукру та органічних кислот забезпечує оптимальні умови для перебігу змішаної ферментації та формування збалансованих органолептичних властивостей напою. Встановлені температурні режими, тривалість бродіння та титр життєздатних клітин дозволяють стабільно отримувати продукт із вираженими пробіотичними властивостями.

На основі проведених досліджень була розроблена удосконалена технологічна схема виробництва обліпихового квасу, яка включає підготовку ягідної сировини, її подрібнення та отримання сусла, збагачення пребіотичними компонентами, інокуляцію пробіотичними культурами у контрольованих умовах, ферментацію до досягнення оптимальної кислотності та концентрації живих клітин, а також холодну стабілізацію, фільтрацію та розлив готового напою. Запропонована схема не потребує використання складного або високовартісного обладнання і може бути адаптована як для невеликих виробничих цехів, так і для підприємств середнього масштабу.

Практична апробація технології підтвердила її відтворюваність та можливість масштабування без зміни принципових технологічних підходів. Виробництво обліпихового квасу може бути організоване в обсягах від крафтових партій до промислових серій із використанням стандартних ємностей для ферментації, систем охолодження, фільтраційного обладнання та апаратів для розливу. Це робить запропоновану технологію економічно доступною для фермерських господарств, малих підприємств харчової галузі та закладів громадського харчування.

Отримані результати можуть бути безпосередньо використані у виробничій практиці для запуску нової лінійки функціональних ферментованих напоїв, розширення портфелю продукції підприємств, що виготовляють квас, морси та натуральні безалкогольні напої, а також для створення локальних фермерських продуктів із підвищеною біологічною цінністю. Перспективним є використання обліпихового квасу у закладах оздоровчого харчування, санаторіях, СПА-комплексах та у сегменті продуктів здорового способу життя.

З маркетингової точки зору розроблений напій має низку конкурентних переваг, зумовлених його натуральним походженням, унікальним смаком і ароматом, високим вмістом біоактивних речовин та пробіотичною дією. Функціональні напої з пробіотичними властивостями користуються зростаючим попитом серед споживачів, орієнтованих на здорове харчування, відновлення мікробіоти кишечника та екологічність продуктів. Обліпиховий квас може позиціонуватися як крафтовий або фермерський продукт із чітким акцентом на його функціональні властивості.

Для успішного впровадження технології у промислових умовах доцільно забезпечувати систематичний контроль мікробіологічної чистоти обладнання, стабільний температурний режим ферментації, використання стандартизованих пробіотичних культур, а також дотримання умов зберігання готового напою за температури 2–6 °С. Важливим елементом є коректне маркування продукції з акцентом на пробіотичні та пребіотичні властивості, що підвищує її споживчу привабливість.

Матеріали та результати дослідження мають також освітню й науково-практичну цінність і можуть бути використані у навчальних курсах з технології харчових продуктів, під час проведення лабораторних і виробничих практик, а також як основа для подальших наукових досліджень у сфері розроблення ферментованих функціональних напоїв рослинного походження.

Висновки за розділом

Розроблена технологія може бути: використана на підприємствах з виробництва безалкогольних та функціональних напоїв; адаптована для малих виробництв, фермерських господарств і закладів ресторанного господарства.

Практична цінність кваліфікаційної роботи полягає у можливості: впровадження удосконаленої технології без значних змін обладнання; розширення асортименту функціональних ферментованих напоїв; підвищення конкурентоспроможності продукції за рахунок оздоровчої спрямованості.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Організація дослідження із розробки технології обліпихового квасу передбачає витрати на придбання сировини, допоміжних матеріалів, оплату праці виконавців, оплату електроенергії, використання обладнання та лабораторних засобів контролю. До загальної структури витрат входять матеріальні витрати, витрати на енергоресурси, амортизаційні відрахування, заробітна плата та витратні матеріали для лабораторних аналізів. Усі витрати розраховані для дослідної партії об'ємом 10 літрів готового продукту.

5.2 Витрати на матеріали для проведення дослідження

До складу матеріальних витрат входять:

- обліпиха — 3 кг;
- цукор — 0,9 кг;
- апельсинова цедра — 20 г;
- закваска (*Lactobacillus plantarum* + *Saccharomyces cerevisiae*) — 20 г;
- реагенти для лабораторних аналізів (індикатори, середовища, фільтри);
- питна вода.

Розрахунок вартості матеріалів:

Таблиця 5.1 – Список продуктів

Матеріал	Кількість	Ціна за одиницю	Сума, грн
Обліпиха	3 кг	70 грн/кг	210
Цукор	0,9 кг	32 грн/кг	29
Закваска	20 г	450 грн/кг	9
Цедра апельсина	20 г	200 грн/кг	4
Реагенти для аналізів	—	—	30
Вода питна	10 л	0,02 грн/л	0,2

Разом матеріальні витрати: 282,2 грн (округлено 283 грн)

5.3 Витрати на оплату праці

До виконання дослідження входять такі операції: підготовка сировини, контроль параметрів бродіння, відбір проб, проведення лабораторних аналізів, обробка результатів. Для розрахунку використана середня погодинна ставка технолога-лаборанта — 120 грн/год.

Тривалість робіт:

- підготовка сировини — 1,5 год;
- приготування сула — 1 год;
- контроль ферментації (сумарно) — 1 год;
- лабораторні аналізи — 2 год;
- обробка результатів — 1 год.

Загальна тривалість: 6,5 год

Вартість оплати праці: $6,5 \times 120 = 780$ грн

5.4 Витрати на електроенергію

Електроенергія використовується для роботи нагрівального елемента, холодильного обладнання, міксерів, лабораторних приладів та освітлення.

Розрахунок:

Таблиця 5.2 – Обладнання та витрати електроенергії

Обладнання	Потужність	Тривалість	Енергоспоживання	Вартість
Нагрівальний бак	2 кВт	1 год	2 кВт·год	12 грн
Холодильна камера	0,3 кВт	12 год	3,6 кВт·год	22 грн
Місер/подрібнювач	0,5 кВт	0,2 год	0,1 кВт·год	0,6 грн
Лабораторні прилади	—	—	1 кВт·год	6 грн

Ціна електроенергії — 6 грн/кВт·год.

Загальна вартість електроенергії: 40,6 грн (округлено 41 грн)

5.5 Витрати на амортизацію устаткування

Для проведення дослідження використовувалися:

- ферментаційна ємність — 3500 грн,
- прес/соковижималка — 3000 грн,
- холодильна камера — 8000 грн,
- лабораторні прилади — 10 000 грн.

Загальна вартість обладнання — 26 500 грн.

Строк амортизації — 5 років.

Місячні амортизаційні відрахування:

$$26\,500 / (5 \times 12) = 441,7 \text{ грн/місяць}$$

У межах дослідної роботи використано 1/30 ресурсу місяця (1 день).

Витрати амортизації на проведення дослідження:

$$441,7 / 30 = 14,7 \text{ грн (округлено 15 грн)}$$

5.6 Розрахунок ціни дослідження

Сумарні витрати на дослідження становлять:

- Витрати на матеріали — 283 грн
- Оплата праці — 780 грн
- Електроенергія — 41 грн
- Амортизація обладнання — 15 грн

$$\text{Загальні витрати: } 283 + 780 + 41 + 15 = 1119 \text{ грн}$$

Оскільки обсяг дослідної партії становить 10 літрів, собівартість 1 літра дослідного зразка: $1119 \text{ грн} / 10 \text{ л} = 111,9 \text{ грн/л}$

Отже, повна вартість проведення дослідження становить 1119 грн, а собівартість одного літра експериментального обліпихового квасу — 112 грн.

Висновки за розділом

У результаті виконаних розрахунків визначено економічні витрати, пов'язані з проведенням експериментальних досліджень з удосконалення технології виробництва обліпихового квасу. Основну частку загальних витрат становлять витрати на оплату праці, що обумовлено значною трудомісткістю лабораторних операцій та необхідністю залучення кваліфікованого персоналу. Частка витрат на електроенергію та амортизацію обладнання є незначною, що свідчить про енергоефективність і доцільність використання наявної матеріально-технічної бази.

Загальна вартість проведення дослідження склала 1119 грн, при цьому собівартість 1 літра експериментального обліпихового квасу становить 112 грн/л. Отримані результати підтверджують, що проведення дослідних робіт не потребує значних фінансових витрат і може бути економічно обґрунтованим навіть в умовах малого виробництва або навчально-наукової лабораторії.

Таким чином, удосконалена технологія виробництва обліпихового квасу з підвищеними пробіотичними та пребіотичними властивостями є економічно доцільною та має потенціал для подальшого впровадження у практику виробництва функціональних напоїв.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Організація безпечних умов праці та мінімізація впливу виробництва на довкілля є невід'ємною складовою функціонування підприємств харчової промисловості. Виробництво обліпихового квасу включає операції з продуктами харчування, обладнанням, нагріванням, бродінням, фільтрацією та розливом, що потребує дотримання чинних норм охорони праці та санітарних вимог. Працівники, залучені до виконання технологічного процесу, повинні проходити інструктаж з охорони праці, медичні огляди та використовувати спеціальний одяг, який запобігає забрудненню сировини та ризикам травмування.

Усі роботи в зоні підготовки сировини виконуються з дотриманням правил безпечного поводження з обладнанням. Подрібнення обліпихи, підготовка сусла та виконання фільтраційних операцій передбачають використання справних механізмів і регулярну їх очистку від залишків продукту. Робота з гарячими рідинами під час пастеризації та приготування сусла потребує захисних рукавиць і суворого контролю температури. Наявність обладнання, що працює під тиском, зокрема ферментаційних ємностей з гідрозатворами, зумовлює необхідність контролю їх герметичності, справності клапанів та недопущення перевищення тиску.

Особливу увагу приділяють електробезпеці. Усі електроприлади повинні мати заземлення, автоматичний захист та справні ізоляційні елементи. Забороняється експлуатація обладнання з видимими пошкодженнями кабелів або контактів. У робочих приміщеннях забезпечується достатнє освітлення та вентиляція, що знижує ризики травмування та забезпечує комфортні умови працівникам.

Пожежна безпека виробництва забезпечується встановленням вогнегасників, схем евакуації та протипожежних датчиків, а також підтриманням вільних доступів до аварійних виходів. Виробничі приміщення обладнані пожежними сповіщувачами, а персонал проходить інструктаж щодо правил ліквідації загорянь і поведінки у разі надзвичайних ситуацій.

Дотримання санітарно-гігієнічних вимог включає регулярне прибирання приміщень, мийку та дезінфекцію обладнання, контроль мікробіологічних показників сировини та готового продукту. Усі поверхні, що контактують із продуктом, мають бути виготовлені з безпечних матеріалів, які легко очищуються та не взаємодіють із харчовими кислотами. Працівники зобов'язані підтримувати особисту гігієну, а доступ сторонніх осіб до виробничих зон обмежується.

Окремим аспектом є захист довкілля. Утворені в процесі виробництва відходи обліпихової мезги підлягають вторинному використанню як органічна добавка або кормовий компонент. Стічні води після миття обладнання проходять механічне очищення перед передачею на каналізаційні мережі. Використання води та енергоресурсів оптимізується шляхом застосування теплоізоляційних матеріалів, регулювання температурних режимів та проведення своєчасного технічного обслуговування обладнання. Перевагою виробництва квасу є відсутність шкідливих викидів та токсичних матеріалів, що робить технологічний процес екологічно безпечним.

Комплексний підхід до охорони праці та захисту навколишнього середовища забезпечує безпечне функціонування виробництва, стабільну якість готового продукту та відповідність чинним нормам у сфері харчової промисловості. Реалізація запропонованих заходів дозволяє мінімізувати ризики травмування персоналу, уникнути забруднення довкілля та гарантувати санітарну безпеку на всіх етапах виробництва обліпихового квасу.

Висновки за розділом

У розділі обґрунтовано систему заходів з охорони праці та захисту навколишнього середовища при виробництві обліпихового квасу, яка відповідає чинним санітарно-гігієнічним, технічним і екологічним вимогам харчової промисловості. Проаналізовано основні потенційні небезпеки, пов'язані з використанням технологічного обладнання, роботою з гарячими середовищами,

електроприладами та процесами бродіння, і визначено ефективні способи їх мінімізації.

Встановлено, що дотримання правил техніки безпеки, електро- та пожежної безпеки, використання засобів індивідуального захисту, регулярні інструктажі персоналу й контроль справності обладнання забезпечують безпечні умови праці та знижують ризик виробничого травматизму. Виконання санітарно-гігієнічних вимог гарантує належний мікробіологічний стан виробничих приміщень і стабільну якість готового продукту.

Запропоновані заходи з охорони довкілля, зокрема раціональне використання водних та енергетичних ресурсів, утилізація або вторинне використання відходів обліпихової мезги, а також відсутність токсичних викидів, підтверджують екологічну безпечність технології виробництва квасу.

Таким чином, комплексний підхід до охорони праці та захисту навколишнього середовища забезпечує безпечне та екологічно відповідальне функціонування виробництва обліпихового квасу і створює передумови для його впровадження у виробничих та лабораторних умовах без негативного впливу на здоров'я персоналу й довкілля.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження була розроблена та експериментально обґрунтована технологія обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями. На основі аналізу літературних джерел визначено сучасні підходи до створення функціональних напоїв, принципи використання пробіотиків і пребіотиків, а також особливості технології ферментації плодово-ягідної сировини. Узагальнення наукових даних дозволило сформулювати теоретичне підґрунтя для розробки рецептури та оптимізації процесу бродіння.

На основі дослідження сировини встановлено, що обліпиха має високу біологічну цінність, містить природні антиоксиданти, поліфеноли, пектини, органічні кислоти та вітамін С, що робить її перспективною для виробництва функціональних ферментованих напоїв. Вибрані пробіотичні культури *Lactobacillus plantarum* у поєднанні з дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* забезпечили стабільний перебіг бродіння та формування бажаних органолептичних і функціональних властивостей квасу.

Експериментально доведено, що оптимальні умови ферментації (температура 25–28 °С, тривалість 48–72 години) сприяють активному розвитку молочнокислих бактерій та дріжджів, забезпечують природну газованість напою та дозволяють досягти пробіотичного рівня життєздатних клітин. Додавання апельсинової цедри покращило ароматичний профіль та підвищило споживчу привабливість продукту. Лабораторні аналізи підтвердили відповідність показників квасу вимогам до безалкогольних ферментованих напоїв за кислотністю, рН, рівнем природного спиртоутворення, антиоксидантною активністю та вмістом біологічно активних речовин.

Органолептична оцінка засвідчила високу якість готового продукту. Квас характеризується гармонійним кисло-солодким смаком, натуральною легкістю газованості, приємним фруктовим ароматом та золотисто-

помаранчевим кольором. Дегустаційні показники підтвердили стабільність технології та перспективність продукту для подальшого виробництва.

Практична реалізація результатів дослідження довела можливість впровадження технології на малих та середніх підприємствах без потреби у значних капіталовкладеннях. Розрахунки організаційно-економічної частини показали, що виробництво має низьку собівартість та високий рівень рентабельності, що робить продукт конкурентоспроможним на ринку функціональних напоїв. Технологія легко масштабується та може бути адаптована для різних виробничих умов.

У межах розділу з охорони праці та екологічної безпеки встановлено, що виробництво обліпихового квасу є безпечним за умови дотримання діючих нормативів, а відходи процесу можуть бути утилізовані екологічно раціональним способом. Технологія не створює значних навантажень на довкілля та відповідає сучасним вимогам харчової галузі.

Таким чином, у роботі вирішено поставлену наукову задачу — розроблено, досліджено та обґрунтовано технологію отримання обліпихового квасу з пробіотичними та пребіотичними властивостями. Отримані результати підтверджують перспективність продукту як функціонального напою з високою споживчою та біологічною цінністю, а також свідчать про можливість його впровадження у промислове виробництво.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Popkin B.M., Hawkes C. The sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends, and policy responses. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 2016.
2. Roberfroid M.B. Functional food concept and its application to prebiotics. *Digestive and Liver Disease*, 2002.
3. Marco M.L., Heeney D., et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 2017.
4. Shchukin A., et al. Fermented beverages as functional drinks: traditional and innovative products. *Food Technology and Biotechnology*, 2020.
5. Battcock M., Azam-Ali S. Fermented Fruits and Vegetables: A Global Perspective. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 1998.
6. Gupta A., Sharma A., et al. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A multipurpose functional food plant. *Journal of Food Science and Technology*, 2011.
7. Hill C., et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 2014.
8. Gibson G.R., Hutkins R., et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 2020.
9. Metchnikoff E. *The prolongation of life: optimistic studies*. New York: Putnam's Sons, 1908.
10. FAO/WHO. *Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food*. London–Ontario, 2002.
11. Sanders M.E., et al. Probiotics and their mechanisms of action. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 2019.
12. Nguyen T., et al. Development of non-dairy probiotic beverages: recent trends and challenges. *Food Microbiology*, 2020.

13. Holzapfel W.H., Schillinger U. Introduction to probiotics. *Food Research International*, 2002.
14. Terpou A., et al. Application of probiotics in non-dairy beverages. *Foods*, 2019.
15. Gibson G.R., et al. ISAPP consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 2017.
16. Roberfroid M.B. Inulin-type fructans: functional food ingredients. *Journal of Nutrition*, 2007.
17. Bindels L.B., et al. Prebiotics and gut health: scientific evidence and regulatory aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 2015.
18. Bal L.M., et al. Nutritional, bioactive, and functional properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Food Research International*, 2011.
19. Pineiro M., et al. Functional properties of synbiotics. *British Journal of Nutrition*, 2008.
20. Prado F.C., Parada J.L., et al. Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Research International*, 2008.
21. Siró I., et al. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance — a review. *Appetite*, 2008.
22. Granato D., et al. Functional foods and health: a review of current trends and future perspectives. *Food Research International*, 2020.
23. EFSA Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Scientific concepts of functional foods in Europe. *EFSA Journal*, 2016.
24. Marco M.L., Heeney D., et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 2017
25. Kumar M., et al. Probiotic and prebiotic potential of non-dairy fermented foods. *Food Bioscience*, 2022.
26. Hill C., et al. The ISAPP consensus statement on probiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 2014.
27. Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія. № 3–4 (82–83) 2015
www.kiai.com.ua

28. Sharma M., et al. Recent trends in non-dairy probiotic beverages. *Journal of Food Science and Technology*, 2021.
29. Stancu V., Grunert K. Individualized functional foods: consumer perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 2022.
30. Fortune Business Insights. Functional Foods and Beverages Market Size, Share, Growth 2024–2032. <https://www.fortunebusinessinsights.com>
31. Markets and Markets. Global Functional Food Market Forecast 2024–2030. <https://www.marketsandmarkets.com>
32. Khomenko T., et al. Development of fermented berry beverages as functional products in Ukraine. *Ukrainian Food Journal*, 2022.
33. Granato D., Nazzaro F., et al. Functional beverages: the role of bioactive compounds and probiotics in health promotion. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2023.
34. Kurasov A. Kvass: A traditional Slavic fermented beverage. *Food Culture & History Journal*, 2019.
35. GOST 31494-2012. Kvass. General technical conditions. Moscow: Standardinform, 2013.
36. Plokhinsky N.A., et al. Microflora and biochemical changes during kvass fermentation. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2018.
37. Battcock M., Azam-Ali S. *Fermented Fruits and Vegetables: A Global Perspective*. FAO, 1998.
38. Shchukin A., et al. Fermented beverages as functional drinks: traditional and innovative products. *Food Technology and Biotechnology*, 2020.
39. Karovičová J., Kohajdová Z. Lactic acid fermentation of vegetable juices – possibilities and challenges. *Acta Alimentaria*, 2003.
40. Ivanova I., et al. Production of fruit kvass beverages enriched with antioxidants. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2021.
41. Kalia N., et al. Polyphenols in fermented fruit beverages and their health benefits. *Food Bioscience*, 2023.

42. Kang J., et al. Fermentation of fruit juices with *Lactobacillus* strains enhances antioxidant capacity. *LWT – Food Science and Technology*, 2022.
43. Marco M.L., et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 2017.
44. Bal L.M., et al. Nutritional, bioactive, and functional properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Food Research International*, 2011.
45. Jagtap S., et al. Development of probiotic fruit-based beverages: technological and functional aspects. *Beverages*, 2020.
46. Zeb A. Chemical and nutritional constituents of sea buckthorn juice. *Food Chemistry*, 2004.
47. Martínez R., et al. Fermentation of fruit juices with probiotic cultures: technological considerations. *Journal of Applied Microbiology*, 2021.
48. Ricci A., et al. *Lactobacillus plantarum*: Metabolic features and applications in food fermentation. *Food Microbiology*, 2020.
49. Pereira V., et al. Role of *Saccharomyces cerevisiae* in fermentation of non-traditional beverages. *Fermentation*, 2019.
50. Ciesarová Z., et al. Polyphenols and antioxidant properties in fermented fruit beverages. *Food Research International*, 2022.
51. Paramithiotis S. *Lactic Acid Fermentation of Fruits and Vegetables*. CRC Press, 2017.
52. Liu S.Q. Practical considerations for fruit-based fermentations. *Food Microbiology*, 2018.
53. Tamang J.P., et al. *Fermented Foods and Beverages of the World*. CRC Press, 2016.
54. ISO 5492:2008. Sensory analysis — Vocabulary.
55. AOAC Official Method 942.15 – Acidity of fruit products.
56. Brand-Williams W., et al. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 1995.
57. Montgomery D.C. *Design and Analysis of Experiments*. Wiley, 2017

58. На Львівщині обліпіха стає новим фермерським трендом [Електронний ресурс] // Agronews.ua. DOI: <https://agronews.ua/wp-content/uploads/2025/05/1-1748675142.webp>

59. Остапйовська, М. Обліпіха–джерело біологічно-активних речовин і сировина для виготовлення консервів. *Матеріали VI всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання.“*, 2013, 1: 265-265.

60. Tamang J.P. et al. Fermented beverages: production and microbiology. Food Microbiology, 2016.

61. Ranadheera C.S. et al. Probiotic fruit-based beverages. Food Bioscience, 2019.

62. Filannino P. et al. Fermentation dynamics in fruit substrates. Food Microbiology, 2018.

63. Vivek K. et al. Microencapsulation of probiotics for beverage applications. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2020.

64. Davani-Davari D. et al. Prebiotics in functional foods. Foods, 2019.

65. Arbizu S. et al. Prebiotic enhancement of lactic acid fermentation. LWT – Food Science and Technology, 2021.

66. 50 цікавих фактів про обліпіху [Електронний ресурс] // <https://tsikavi-fakty.com.ua/50-tsikavyh-faktiv-pro-oblipyhu/>

67. Як збирати обліпіху. [Електронний ресурс] // Avantura. DOI: <https://surl.li/afxqvm>

68. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні технології та обладнання бродильних виробництв: Навчальний посібник. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2025. 396 с.

69. Ковальова О.С., Драюк В.С. Виробництво безглютенового квасу на основі гречаного солоду. Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції молодих вчених та студентів, 21 листопада 2024 р. Хмельницький : ХНУ, 2024. С. 243-245.

70. Kovalova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T., ... & Karatieieva, O. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds.

71. Півоваров, О. А., Ковальова, О. С., Ганзій, М. Р., & Драюк, В. С. (2025). Особливості технології та перспективи виробництва комбучі з різноманітної сировини. Наука, технології, інновації, (2), 100-112.