

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Обґрунтування технології виробництва напоїв
безалкогольних з використанням безглютенової
рослинної сировини**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-21 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Всеволод ДРАЮК

Керівник: _____ Олена КОВАЛЬОВА

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«07» травня 2025 р.

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

Драюк Всеволод Сергійович

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва напоїв безалкогольних з використанням безглютенової рослинної сировини».

Керівник роботи: Ковальова Олена Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 963.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналіз літературних джерел. 2 Організація проведення експериментальних досліджень, характеристика сировини та методологія експериментальних дослідження. 3 Експериментальна частина. 4 Розробка технології виробництва безглютенового квасу. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Алгоритм досліджень. 3 Обговорення результатів досліджень. 4 Кошторис витрат на проведення досліджень. 5 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Доцент Олена КОВАЛЬОВА	07.05.25	09.06.25

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Аналіз літературних джерел	09.05-14.05.25	виконано
3	Організація проведення експериментальних досліджень, характеристика сировини та методологія експериментальних дослідження	15.05-16.05.25	виконано
4	Експериментальна частина	17.05-23.05.25	виконано
5	Розробка технології виробництва безглютенового квасу	24.05-31.05.25	виконано
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	01.06-02.06.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.25	виконано
8	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.25	виконано
9	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-09.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Всеволод ДРАЮК
(підпис)

Керівник роботи _____ Олена КОВАЛЬОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 69 сторінок друкованого тексту, 14 рисунків, 14 таблиці та використано 55 літературних джерел.

Метою роботи є розробка квасу на основі безглютенового гречаного солоду.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва безглютенового квасу та гречаного солоду.

Предметом дослідження є органолептичні і фізико-хімічні показники гречаного квасу.

Сучасні тренди в харчуванні підкреслюють зростаючу популярність функціональних і спеціалізованих продуктів, серед яких особливе місце посідає сегмент «глютен-фрі». Гречана крупа, яка багата на мікроелементи та не містить глютену, є цінним сировинним джерелом для створення таких продуктів.

Квас – традиційний напій слов'янської кухні, відомий своїми освіжаючими та корисними властивостями, – може бути адаптований до сучасних вимог завдяки використанню безглютенової сировини, такої як гречка. Цей підхід дає змогу не тільки зберегти унікальні смакові характеристики продукту, а й розширити його цільову аудиторію, включно з людьми з чутливістю до глютену.

Ключові слова: КВАС, ГЛЮТЕН, ГРЕЧАНИЙ СОЛОД.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	10
1.1 Загальна характеристика квасу	10
1.2 Енергетична та поживна цінність квасу	10
1.3 Оцінка актуальності безглютенового квасу як продукту	12
1.4 Глютен та його вплив на продукти.....	14
1.5 Наукові дослідження целиакії.....	15
1.6 Огляд та оцінка існуючих методів екстракції глютену.....	17
1.7 Наявна на ринку безглютенова рослинна сировина	19
1.8 Мета та задачі досліджень.....	21
Висновки за розділом.....	21
2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1 Організація проведення експериментів	23
2.2 Методика виготовлення дослідних зразків	24
2.3 Методика визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків безглютенового квасу	25
2.4 Характеристика об'єктів досліджень.....	27
Висновки за розділом.....	31
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	33
3.1 Обґрунтування рецептурного складу сировини.....	33
3.2 Результати експериментальних досліджень.....	36
Висновки за розділом.....	43
4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО КВАСУ ...	44
4.1 Варіації дослідних рецептур квасу	44
4.2 Технологія виробництва квасу з гречаного солоду	44
Висновки за розділом.....	46
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	48
5.1 Організація охорони праці в лабораторії освітнього закладу	48
5.2 Аналіз стану охорони праці при виробництві квасу	49
5.3 Аналіз виробничого травматизму.....	50

5.4 Заходи з поліпшення охорони праці в лабораторії.....	50
5.4.1 Атмосферний тиск.....	50
5.4.2 Оптимальні показники температури повітря	51
5.4.3 Оптимальні показники вологості повітря.....	51
5.4.4 Аналіз метеорологічних показників.....	51
5.5 Захист навколишнього середовища при виробництві безглютенових квасів ..	52
Висновки за розділом.....	54
6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	55
6.1 Витрати на проведення досліджень	56
6.1.1 Витрати на матеріали для проведення досліджень.....	56
6.1.2 Витрати на оплату праці.....	57
6.1.3 Витрати на електроенергію	57
6.1.4 Витрати на амортизацію устаткування	58
6.2 Розрахунок ціни дослідження.....	59
Висновки за розділом.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
БІБЛІОГРАФІЯ.....	63

ВСТУП

Останніми роками спостерігається зростання інтересу до безглютенових продуктів у всьому світі, що зумовлено як зростанням діагностики целиакії, так і загальним прагненням населення до здорового способу життя. Особливу актуальність ця тенденція набула у сфері харчових технологій, де виникла потреба створення альтернатив традиційним продуктам, зокрема ферментованим напоям. Глютен — це білок, що природно міститься у пшениці, житі та ячмені. У людей із целиакією або підвищеною чутливістю до глютену він викликає порушення функціонування тонкого кишечника, запальні процеси, анемію, а в деяких випадках навіть серйозні аутоімунні ураження.

Сучасна харчова промисловість активно розвивається у напрямі створення продуктів із підвищеною біологічною цінністю, функціональністю та адаптованістю до потреб різних груп споживачів. Однією з важливих тенденцій є розробка харчових продуктів, що не містять глютену, зокрема для осіб, які мають целиакію, глютену непереносимість або свідомо дотримуються безглютенової дієти.

Хоча проблема заміни глютенівмісних інгредієнтів у хлібопекарській промисловості досі залишається складною через структуроутворюючі властивості клейковини, у сфері виробництва напоїв ця задача є технічно простішою. Тут основну роль відіграють ферментативні процеси, кислотність середовища та органолептичні показники, які успішно формуються й без участі глютену. Саме тому розробка нових безглютенових напоїв може стати ефективним рішенням для задоволення зростаючого попиту серед споживачів, які дотримуються безглютенової дієти з медичних або превентивних причин.

Целиакія — хронічне аутоімунне захворювання, що вимагає суворого виключення глютену з раціону. За оцінками ВООЗ, близько 1% населення світу страждає на це захворювання, а зростаючий інтерес до здорового харчування стимулює попит на безглютенові продукти серед ширшої

аудиторії. Особливо актуальним є розширення асортименту безглютенових ферментованих напоїв, таких як квас, який традиційно виробляється на основі житнього чи ячмінного солоду з вмістом глютену.

Для забезпечення безпечного споживання ферментованих напоїв особами з глютенною непереносимістю необхідна повна заміна глютенвмісної сировини на безглютенову альтернативу. У цьому контексті перспективним є використання кількох видів рослинної сировини, зокрема гречаного солоду, каркаде (гібіскусу) та цикорію, кожен із яких має унікальні харчові і функціональні властивості.

Гречаний солод є природно безглютеновим, багатим на антиоксиданти, флавоноїди та вітаміни групи В, що робить його ідеальним компонентом для створення безпечного та корисного ферментованого напою. Каркаде відомий високим вмістом поліфенолів, які мають антиоксидантні, протизапальні та імуномодулюючі властивості, а його насичений смак і яскравий колір роблять напої привабливими для споживача. Цикорій є цінним джерелом інуліну — природного пребіотика, що сприяє підтримці здорової мікрофлори кишечника та загальному зміцненню організму.

Таким чином, створення окремих технологічних ліній для виробництва безглютенових ферментованих напоїв на основі гречаного солоду, каркаде та цикорію дозволить розширити асортимент функціональних безалкогольних продуктів, які відповідають санітарним вимогам і мають високу біологічну цінність.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка технології виробництва безглютенових ферментованих напоїв на основі гречаного солоду, каркаде та цикорію, які б відповідали органолептичним, фізико-хімічним та біохімічним вимогам до безалкогольних напоїв, були безпечними для споживачів із глютенною непереносимістю та мали підвищену функціональну цінність.

Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання:

- обґрунтувати вибір безглютенової сировини (гречаного солоду, каркаде, цикорію) для виробництва ферментованих напоїв;

- розробити рецептури та оптимізувати технологічні параметри для кожного виду напою окремо;
- провести комплексні дослідження органолептичних, фізико-хімічних і біохімічних характеристик кожного готового продукту;
- оцінити безпеку, стабільність та збереження корисних властивостей напоїв протягом терміну зберігання;
- проаналізувати екологічний вплив впровадження нових технологій та відповідність нормативним вимогам України.

Об'єктом дослідження є технологічні процеси виробництва безалкогольних ферментованих напоїв на основі гречаного солоду, каркаде та цикорію.

Предметом дослідження — технологічні параметри, які впливають на якість, функціональні властивості, стабільність та безглютеновість кінцевих продуктів.

Актуальність обраної теми зумовлена потребою у створенні сучасних функціональних безглютенових ферментованих напоїв, які поєднують традиції та інновації, відповідають вимогам здорового харчування, розширюють асортимент безпечних продуктів для споживачів із особливими дієтичними потребами та мають перспективи промислового виробництва.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Загальна характеристика квасу

Квас – це традиційний слов'янський напій, виготовлений шляхом ферментації хліба, води та цукру (іноді з додаванням дріжджів). Його особливий смак обумовлений процесом бродіння, в ході якого утворюються кислуваті та злегка газовані нотки, а також темний колір, що походить від житнього хліба. Ржаний квас багатий на вітаміни групи В, мінерали та органічні кислоти, які позитивно впливають на травлення. Він також є натуральним пробіотиком, який допомагає підтримувати баланс мікрофлори кишківника [1].

Основною сировиною для виробництва квасу є житній солод, який містить велику кількість ферментів, зокрема амілаз та протеаз. Ці ферменти забезпечують гідроліз крохмалю до мальтози та декстринів, що є необхідним етапом для подальшого бродіння. Також використовуються житнє борошно, яке є джерелом крохмалю, та цукор, який слугує субстратом для молочнокислих бактерій і дріжджів.

Квас є продуктом змішаного бродіння, у якому беруть участь молочнокислі бактерії (роди *Lactobacillus* та *Leuconostoc*) та дріжджі (роди *Saccharomyces*) [1]. Молочнокислі бактерії забезпечують утворення молочної кислоти, яка надає квасу характерний кислуватий смак, а дріжджі відповідальні за спиртове бродіння, що призводить до утворення етанолу та вуглекислого газу. Взаємодія цих мікроорганізмів забезпечує стабільність продукту та його унікальні смакові якості.

1.2 Енергетична та поживна цінність квасу

Квас, традиційний ферментований напій, є унікальним продуктом у харчовій промисловості завдяки своїм поживним, функціональним та

органолептичним властивостям. Його енергетична та поживна цінність зумовлена комплексом біохімічних реакцій, що відбуваються під час ферментації, а також природною композицією основних інгредієнтів, таких як житній або пшеничний солод, дріжджі та молочнокислі бактерії.

Основу енергетичної цінності квасу становлять вуглеводи, головним чином мальтоза, глюкоза та фруктоза, які утворюються в результаті гідролізу крохмалю зернових. Ці вуглеводи забезпечують швидке відновлення енергетичних ресурсів організму, що робить квас ефективним джерелом калорій при фізичному навантаженні або підвищеній когнітивній активності. Калорійність квасу варіюється залежно від рецептури та ступеня ферментації, але зазвичай становить близько 30–60 ккал на 100 мл, що робить його низькокалорійним продуктом, придатним для включення в дієтичний раціон.

З точки зору поживної цінності, квас багатий на водорозчинні вітаміни, особливо групи В (тіамін, рибофлавін, ніацин), які беруть участь у метаболічних процесах, зокрема вуглеводному обміні та функціонуванні нервової системи, багатий на мінеральні речовини та вітаміни А, і Е. Присутність молочної кислоти, яка є кінцевим продуктом життєдіяльності молочнокислих бактерій, сприяє нормалізації кишкової мікрофлори, підвищенню біодоступності мінералів, таких як кальцій, магній і залізо, а також загальному поліпшенню травлення.

Таблиця 1.1 – Енергетична цінність різних видів квасу

Вид квасу	Вміст білків (г/100 мл)	Вміст жирів (г/100 мл)	Вміст вуглеводів (г/100 мл)	Калорійність (Ккал/100 мл)
Традиційний хлібний	0,2	0,00	5,2	27
Яблучний	0,1	0,00	6,9	34
Буряковий	0,3	0,00	4,5	23
Житній солодовий	0,4	0,00	6,0	31
Гречаний	0,3	0,00	5,3	25

У ферментованому квасі також виявлено антиоксиданти, включаючи фенольні сполуки, що мають потенціал знижувати оксидативний стрес в організмі.

Додатковою перевагою квасу є наявність органічних кислот (оцтової, молочної, янтарної), які підтримують кислотно-лужний баланс організму та сприяють пригніченню патогенної мікрофлори в кишківнику. Слід зазначити, що амінокислотний склад квасу залежить від якісних характеристик вихідної сировини, але в ньому часто виявляють глютамінову кислоту, аспарагінову кислоту та серин, що відіграють ключову роль у регуляції біохімічних процесів в організмі.

Таким чином, квас є не лише джерелом енергії та поживних речовин, але й функціональним продуктом, що сприяє загальному зміцненню здоров'я. Його споживання може бути доцільним як частина раціону, спрямованого на підтримання енергетичного балансу, покращення функції травної системи та профілактику хронічних захворювань. Однак важливо враховувати індивідуальні потреби споживачів, зокрема осіб із підвищеною чутливістю до молочної кислоти чи вуглеводів, а також контролювати вміст алкоголю, що може утворюватися під час ферментації.

1.3 Оцінка актуальності безглютенового квасу як продукту

Сьогодні квас має високу актуальність, що зумовлено кількома чинниками:

Альтернатива газованим напоям: У порівнянні з солодкими газованими напоями та енергетиками, квас є менш калорійним і не містить штучних добавок. Тому він стає популярною альтернативою серед молоді, яка шукає здоровіші варіанти.

Сезонний попит: Влітку попит на квас особливо високий, адже він освіжає та є смачною альтернативою воді, при цьому сприяючи насиченню організму корисними речовинами [2].

Розширення асортименту: Зростання інтересу до різних смаків стимулює виробників експериментувати. На ринку з'являються кваси з різними фруктовими і трав'яними добавками, що привертає широку аудиторію і допомагає зайняти додаткові сегменти ринку [3].

Середньодушкове споживання квасу в Україні у 2023 році становило близько 2,6 літра на рік, що нижче показників сусідніх країн, таких як Білорусь (6,4 літра) та з Європейським ринком (4,5 літра) [4].

Основну аудиторію становлять споживачі, які надають перевагу натуральним продуктам, що зміцнює позиції квасу у конкурентній боротьбі з іншими напоями, такими як газовані напої та пиво [5].

У найближчі роки очікується зростання ринку квасу завдяки підвищенню культури споживання, модернізації виробництва та розширенню експорту. Враховуючи сезонний характер ринку, виробники продовжуватимуть інвестувати у рекламні кампанії та інновації, використовувати інноваційні рецептури, обладнання та ін.

Експорт квасу залишається обмеженим, але перспективним сегментом. Основними ринками експорту є країни Східної Європи, зокрема Польща та Румунія. У 2023 році експорт продовольчих товарів склав значну частину загального зовнішнього товарообігу України [6].

Імпорт квасу до України мінімальний через розвинену локальну виробничу базу та популярність вітчизняної продукції

Специфіка саме мого проекту – це виробництво безглютенового квасу з використанням гречного квасу, я обрав саме цей вид продукту та особливість сировини, в останні роки експорт гречаного зерна з України зріс на 170%, що свідчить про зростання попиту на цю культуру. Завдяки своїй високій поживній цінності, гречка має переваги над традиційною сировиною для квасу — житом. Зокрема, вона містить більше білка, є цінним джерелом магнію, який позитивно впливає на нервову систему, а також містить антиоксиданти, такі як рутин, що сприяють зменшенню запалень і зміцненню кровоносних судин[5].

Останнім часом рослинна їжа та напої набувають популярності серед людей різного віку. Молодь обирає їх, слідуючи сучасним трендам, таким як вегетаріанство та здорове харчування, тоді як старше покоління віддає перевагу продуктам, багатим на біологічно активні речовини. Варто підкреслити, що рослинні продукти відіграють важливу роль у підтримці нормального функціонування організму. Зокрема, пророщене зерно (солод), отримане з різних злакових культур, здатне задовольнити харчові потреби широких верств населення.

Хоча проблема непереносимості глютену, відома як целиакія, була вперше зафіксована ще у 70-х роках XIX століття, в Україні вона набула актуальності лише останніми роками. У зв'язку з цим особливо важливо розробляти нові безглютенові продукти та напої, а також вдосконалювати наявні рецептури. Такі продукти повинні забезпечувати організм необхідними мікроелементами, білками, амінокислотами та іншими важливими компонентами щоденного раціону.

1.4 Глютен та його вплив на продукти

Зернові є найважливішою категорією серед світових сільськогосподарських культур, відіграючи ключову роль у забезпеченні харчування людей. Хоча вміст білка в зернових культурах нижчий, ніж у бобових, їх загальний річний обсяг виробництва зерна набагато вищий, ніж у бобових. Цей величезний обсяг виробництва робить зернові значним внеском у світове постачання білка, приблизно втричі більшим, ніж у бобових [7]. Дослідження білків зернових розпочалися понад 200 років тому. Найбільше занепокоєння викликає глютен в пшениці, яку вперше ідентифікував Якопо Бартоломео Беккар в Болоньї, Італія, в 1728 році. Спочатку її визначали як гумоподібну речовину, що залишається при промиванні пшеничного тіста для видалення гранул крохмалю та водорозчинних компонентів [8]. Біологічне визначення глютену зазвичай походить від «сховища протейну у пшениці».

Клейковина - це складна суміш білків, що включає нерозчинний у воді глютенін і розчинний у спирті гліадин [9]. Він характеризується повторюваними послідовностями, багатими на глутамін і пролін. Білки глютену взаємодіють, створюючи в'язко-еластичну мережу глютену, яка може бути перероблена в різні харчові продукти [10].

Як показують соціальні опитування навіть майже третина Американців (28%) вважають що люди, які їдять безглютенову їжу, просто намагаються привернути до себе увагу[11]. Якщо навіть у західному світі, де на целиакію, лише діагностовано, хворіє одна з ста тридцяти трьох осіб [12], то важко навіть уявити який рівень обізнаності про глютен та пов'язані з ним хвороби в Україні, де целиакія стала на нагоду лише на початку 2010-х років.

До споживачів необхідно доступно донести що таке глютен, та які наслідки мають нехтування симптомами целиації.

1.5 Наукові дослідження целиації

Целиакія – це хронічне аутоімунне захворювання, яке вражає тонкий кишечник у генетично схильних дітей та дорослих. Вплив глютену запускає запальний каскад, який призводить до порушення бар'єрної функції кишечника. Якщо цю ентеропатію не розпізнати, це може призвести до анемії, зниження щільності кісткової тканини, а в давнених випадках - до раку кишечника [13].

Поширеність і діагностика целиації суттєво зросли за останні роки. Поточним золотим стандартом для підтвердження целиації є візуальний огляд біопсій слизової оболонки дванадцятипалої кишки. Точна комп'ютерна система аналізу біопсії з використанням глибокого навчання може допомогти патологам більш ефективно діагностувати целиакію.

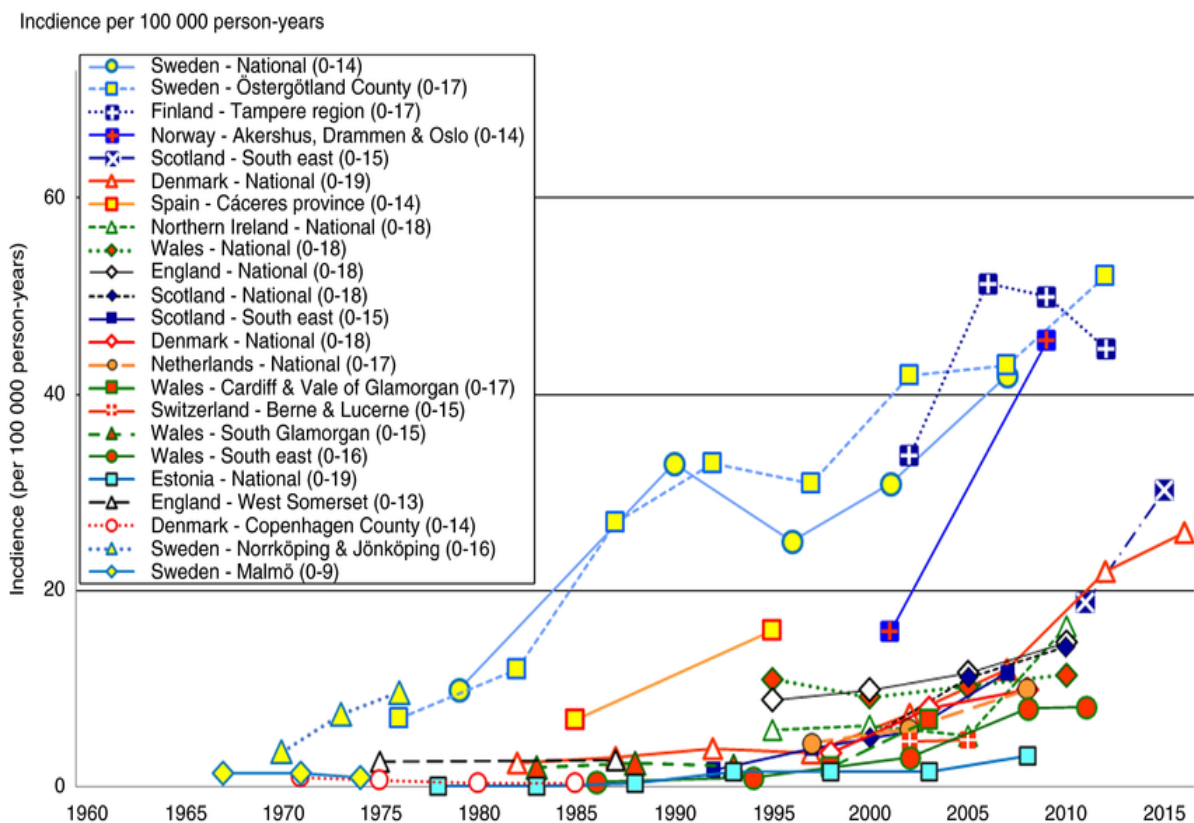


Рисунок 1.1 – Поширення целиакії з 1960 по 2015 у країнах Північної Європи [14].

Поширеність з 2000 року була значно вищою в Північній Європі (1,60%), ніж у Східній (0,98%), Південній (0,69%) і Західній (0,60%) Європі. Значне зростання захворюваності на діагностовану целиацію по всій Європі досягло 50 на 100 000 людино-років у Скандинавії, Фінляндії та Іспанії. Середній вік постановки діагнозу збільшився з 1,9 років до 1990 року до 7,6 з 2000 року. Більш значне зростання захворюваності було виявлено в старших вікових групах, ніж у немовлят і у віці <5 років. Висновки Захворюваність і поширеність целиакії у дітей зросли в усій Європі і, мабуть, найвищі в Скандинавії, Фінляндії та Іспанії.

Також за останні роки було проведено ряд досліджень що люди які хворіють на розлади шлунку, окрім проблем із травлення мтакож можуть становитися жертвами депресії в разі вживання глютенівмісних продуктів. Двадцять два суб'єкти (24-62 роки, п'ять чоловіків) із синдромом подразненого

кишківника, в яких було виключено целиацію, але симптоми контролювалися за допомогою безглютенової дієти, провели подвійне сліпе перехресне дослідження. Учасники випадковим чином отримували одну з трьох дієтичних проблем протягом 3 днів, за якими слідувала мінімальна 3-денна перерва перед переходом на наступну дієту. Пробна безглютенова їжа доповнювалася глютенем (16 г/день), сироваткою (16 г/день) або не доповнювалася (плацебо). Кінцеві точки включали психічний стан, оцінюваний за допомогою опитувальника станів і рис особистості Спілбергера (STPI), секрецію кортизолу і шлунково-кишкові симптоми. Як результат прийом глютену асоціювався з вищими загальними показниками депресії за STPI порівняно з плацебо, вплив глютену специфічно індукував поточне відчуття депресії без впливу на інші показники або на емоційний настрій. Такі висновки можуть пояснити, чому пацієнти з нецелиацією почуваються краще на безглютеновій дієті, незважаючи на збереження шлунково-кишкових симптомів.

Іноді зубні аномалії, низький зріст, непереносимість лактози, безпліддя та неспецифічний біль у животі є єдиними проявами целиації [15].

1.6 Огляд та оцінка існуючих методів екстракції глютену

Харчові технологи роками намагаються знайти метод виділення глютену з рослинної сировини, але на жаль жодні з досліджень так і не змогли досягти бажаного результату, як наприклад Індійсько-Пакістанські вчені. У літературі описані різні механічні, хімічні та мікробіологічні методи відокремлення глютену від пшеничного борошна [16,17]. Хоча широкомасштабне промислове відділення пшеничного крохмалю від глютену здійснюється в усьому світі, ця методика ніколи не застосовувалася в такій країні, як Україна, де пшениця є основним продуктом харчування.

У 2013 році науково-дослідна група з п'яти вчених було досліджено шість сортів пшениці. Для вилучення глютену було використано три методи:

механічний, хімічний та мікробіологічний. Кожен метод проводився в умовах навколишнього середовища при температурі сушіння 55°C. Механічний метод використовував різні процеси, а саме: процес замісу тіста та процес промивання етанолом з використанням стандартного сита. Отриманий таким чином крохмаль був проаналізований на його безпосередній вміст. Процес замісу тіста виявився найбільш ефективним механічним методом і був досліджений з використанням сит 200 і 300. Вміст глютену визначали за допомогою імуноферментного аналізу (ІФА) на основі ω -гліадину.

Приблизні аналізи та індекс глютену були розраховані для пшениці з метою вибору найбільш підходящого методу вилучення глютену.

Дослідження аналізує вилучення клейковини та крохмалю з пшениці різними методами. Оптимальним механічним методом виявилось просіювання через сито 200, але навіть воно не знизило рівень глютену нижче 20 ppm.

Таблиця 1.2 – Вилучення крохмалю та клейковини з пшениці з використанням різних методів екстракції клейковини [18]

Methods	Sieve	Starch Recovered	Gluten Recovered
Dough-washing	bolting cloth	57.58±3.64 ^a	8.18±0.46 ^a
Dough-batter	150	68.00±4.24 ^b	8.75±0.35 ^a
Dough-batter	200	62.00±2.82 ^{ab}	8.85±0.07 ^a
Dough-batter	300	61.00±7.07 ^{ab}	8.25±0.35 ^a
Batter	150	66.00±4.24 ^b	7.25±0.35 ^b
Ethanol Washing	150	64.50±3.53 ^{ab}	8.40±0.57 ^a
Chemical	200	57.00±2.82 ^a	0.00±0.00 ^c

Додатково досліджувалася можливість видалення залишкового глютену за допомогою пробіотиків. Інкубація з комбінацією бактерій (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus thermophilus* і *Lactobacillus bulgaricus*) знизила рівень глютену, але було потрібне більш тривале ферментування. Також було підтверджено, що пшеничний крохмаль схильний до забруднення глютену з навколишнього середовища.

Висновки показують, що механічні методи не можуть повністю видалити глютен, а поєднання з пробіотичною обробкою є перспективним, але потребує доопрацювання.

1.7 Наявна на ринку безглютенова рослинна сировина

Сучасний розвиток харчових технологій дозволяє виготовляти безглютенові десерти, хліб, пиво та квас. Наразі технологи активно досліджують можливості розширення спектру безглютенової сировини для виробництва ферментованих продуктів, а багато підприємств впроваджують інноваційні методи виготовлення безглютенових харчових продуктів і напоїв. Серед найпоширеніших інгредієнтів сучасних безглютенових рецептур — просо, гречка, солод із сорго, овес та інші культури. [19].

Сочевиця (*Lens culinaris*) є цінною бобовою культурою, багатою на рослинний білок, незамінні амінокислоти, вітаміни групи B, фолієву кислоту, залізо, цинк, магній та поліфенольні сполуки. Завдяки високому вмісту складних вуглеводів та ферментативно активних компонентів, пророщена сочевиця може слугувати ефективною основою для солоду.

Завдяки високому вмісту білка (до 6 г/л), наявності незамінних амінокислот (лізин, треонін), мінералів (Fe, Zn, Mg, K) і вітамінів (B1, B2, B6, фолієвої кислоти) напої та продукти із сочевиці можуть розглядатися як функціональний напій з підвищеним рівнем засвоюваності [20].

У табл. 1.3 наведенні показники інших безглютеннових альтернатив. За калорійністю найвищі показники мають просо (378 ккал), амарант (371 ккал) та кіноа (368 ккал), що свідчить про високу енергетичну цінність цих культур. Найнижчу калорійність продемонструвала гречка (343 ккал), що робить її привабливою для раціонів із пониженим вмістом калорій, не втрачаючи при цьому поживної цінності.

Таблиця 1.3 – Харчові показники безглютенової сировини

Сировина	Калорійність (ккал/100 г)	Білки (г)	Жири (г)	Вуглеводи (г)	Клітковина (г)	Глютен (ppm)
Амарант	371	13.6	7.0	65.3	6.7	<20
Гречка	343	13.3	3.4	71.5	10.0	<20
Кіноа	368	14.1	6.1	64.2	7.0	<20
Просо	378	11.0	4.2	72.8	8.5	<20
Кукурудза	365	9.4	4.7	74.3	7.3	<20
Рис (білий)	365	7.1	0.7	80.4	1.3	<20
Нут	364	19.3	6.0	60.7	17.4	<20

За вмістом білків найбільш багатим джерелом є нут — 19,3 г білка на 100 г, що значно перевищує інші зразки [21]. Високий рівень білка також мають кіноа (14,1 г) та амарант (13,6 г), що підкреслює доцільність їхнього використання у складі функціональних продуктів як джерел рослинного білка.

За вмістом жирів лідирує амарант (7,0 г) і кіноа (6,1 г), що може відігравати роль у формуванні м'якого смаку та поживності напою. Найнижчий вміст жирів у рису (0,7 г), що робить його менш калорійним, проте й менш поживним з погляду жиророзчинних сполук.

Вуглеводи переважають у білому рисі — 80,4 г, кукурудзі — 74,3 г та просі — 72,8 г. Це джерела швидкої енергії, однак можуть призводити до підвищення глікемічного індексу продукту. Найменше вуглеводів має нут — 60,7 г, що робить його більш збалансованим за рахунок високого вмісту білка й клітковини.

За вмістом клітковини суттєво вирізняється нут (17,4 г), що вказує на його позитивний вплив на травлення та мікрофлору кишечника. Високі показники також має гречка (10,0 г) і просо (8,5 г). Найменше клітковини містить білий рис — лише 1,3 г, що обмежує його функціональну цінність.

Насіння льону (золотисте або коричневе) природно не містить глютену, тому наразі воно стає все більше популярним [22].

Таким чином гречка вирізняється високим вмістом клітковини та невеликою калорійністю, що робить її перспективною сировиною для функціональних напоїв із дієтичним ухилом.

1.8 Мета та задачі досліджень

Аналіз наукових джерел дав змогу чітко окреслити мету та завдання дослідження.

Метою даної роботи є розроблення та вивчення зразків безглютенового квасу на основі гречаного солоду.

Для реалізації поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- виготовити зразки безглютенового квасу з гречаного солоду з використанням різних смакових добавок;
- здійснити органолептичне оцінювання отриманих зразків;
- провести фізико-хімічні дослідження готових напоїв;
- визначити харчову цінність безглютенових зразків квасу;
- провести економічне обґрунтування запропонованої рецептури.

Висновки за розділом

Одним із найпопулярніших натуральних безалкогольних напоїв у країнах східної Європи є житній квас який, нажаль, окрема група людей не може вживати, тому розширення та дослідження новітніх рецептур є важливим. На сьогоднішній день найперспективнішою сировиною для виготовлення безглютенового квасу є гречане зерно, яка має гарні харчові цінності та є доступною за ціною та кількістю на полицях магазинів.

Незважаючи на відсотково малу кількість хворих на целіакію розробка новітніх рецептур є завданням технологів зі всього світу, в ситуації коли позбавитись глютену в зерні неможливо без руйнування самого продукту. Саме тому важливо проводити подальші дослідження для покращення якості та створення високоякісних напоїв для людей з целіакією. Зі зростанням попиту на безглютенову випічку серед осіб без целіакії темпи розвитку галузі будуть збільшуватися, а вартість готової продукції на ринку поступово знижуватиметься.

Окрім своєї безглютенової переваги гречка також містить високоякісний білок, багатий на лізин, якого бракує в більшості зернових, зокрема в житі, вона багатша на залізо, магній, мідь та цинк, усі наведенні переваги також будуть притаманні й виготовленним із гречихи напоям.

2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Організація проведення експериментів

Робота складається з декількох взаємопов'язаних етапів. На рисунку 2.1 наведено схему проведення досліджень.



Рисунок 2.1 – Схема проведення досліджень

Ця схема демонструє логічну та послідовну структуру науково-дослідної роботи, що має за мету розробку нової технології безглютенового квасу на основі альтернативної рослинної сировини. Вона охоплює всі ключові етапи – від аналізу проблеми до впровадження у виробництво.

2.2 Методика виготовлення дослідних зразків

Для виготовлення дослідних зразків квасу були проведені наступні кроки: сировину, таку як гречаний солод, квітки каркаде або порошок цикорію, цукор, дріжджі та лимонну кислоту зважують на вагах у необхідних кількостях та воду відміряють за допомогою мірного стакану.

Підготовлену воду наливають у відповідну ємність та нагрівають на плиті до температури близько 80 °С. Основну сировину (солод, каркаде або цикорій) заливають гарячою водою та витримують при температурі 70–80 °С протягом 10–15 хв для настоювання. Після закінчення рідину, що відстоялася, обережно зливають через чисте і сухе сито або марлю, за потреби.

В ще теплий розчин вводять цукор білий в об'ємі 30–50 г/л та ретельно перемішують до розчинення кристалів цукру. Рідину охолоджують до 25–30°C, аби створити умови для виживання дріжджів, та вводять пекарських дріжджів в кількості 1–2 г/л, ставлять гідро затвор, ховають з під прямих сонячних променів та залишають у теплому сухому місці на бродіння протягом 18–24 год при 25–28°C .

Зброджений розчин буде містити газацію та специфічний запах, що свідчить про правильний перебіг біохімічних процесів. Знову відбувається фільтрація через марлю або сито, отриманий квас розливають у стерильні пляшки та зберігати у холодильнику при температурі +4 °С.

2.3 Методика визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків безглютенового квасу

Для визначення якості дослідних зразків квасу використовують комплексний підхід, що включає органолептичну, фізико-хімічну та мікробіологічну оцінку. Органолептичні показники визначають за допомогою сенсорного аналізу, що здійснюється кваліфікованими дегустаторами, попередньо протестованими на чутливість. Послідовність аналізу передбачає оцінювання зовнішнього вигляду, кольору, аромату, смаку та газованості напою.

Таблиця 2.1 – Органолептичні показники квасу

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Напій прозорий або слабо каламутний, без осаду або з незначною природною мутністю
Колір	Від світло-бурштинового до темно-коричневого, залежно від виду квасу
Аромат	Виражений, властивий хлібному (солодовому або фруктовому) напою, без сторонніх запахів
Смак	Освіжаючий, кислувато-солодкий, з легким хлібним або фруктовим присмаком
Газованість	Виразна, з рівномірним виділенням вуглекислого газу при відкритті тари

До фізико-хімічних показників квасу належать такі параметри: кислотність, вміст цукру, сухих речовин, спирту, а також вміст розчинних сухих речовин після бродіння. За наявності відповідних інгредієнтів також може визначатися вміст екстрактивних речовин із рослинної сировини.

Визначення фізико-хімічних показників проводять не раніше ніж через 3 год після завершення бродіння та охолодження напою. Залежно від умов зберігання, дослідження слід здійснювати не пізніше ніж через 24 год.

При оцінюванні зовнішнього вигляду квасу звертають увагу на прозорість або ступінь мутності (в залежності від типу), колір, наявність осаду або сторонніх домішок. Квас повинен мати однорідний вигляд, допустимий

незначний осад, якщо він характерний для рецептури.

Оцінюючи смакові властивості, звертають увагу на гармонійність смаку, рівень кислотності, солодкості, наявність легкого спиртового або хлібного присмаку, відсутність сторонніх або неприємних присмаків та запахів. Аромат квасу має бути приємним, з нотками сировини, що входить до складу (наприклад, каркаде чи цикорію).

Масу зразка визначають зважуванням з точністю до 1,0 мл. Об'єм квасу визначають за допомогою мірного циліндра або іншого об'ємного посуду з відповідною градуйованою шкалою. Щільність продукту може визначатися як співвідношення маси до об'єму, що дозволяє розрахувати концентрацію сухих речовин.

Органолептичні показники, такі як колір, прозорість, смак, аромат, наявність вуглекислого газу (характерна слабка газація), також є обов'язковими для оцінки якості квасу.

Важливим технологічним показником якості та стабільності квасу є рівень кислотності, який характеризується показником рН. Визначення рН проводили за допомогою лабораторного рН-метра (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Лабораторний рН-метр для вимірювання кислотності рідин [23]

Перед початком вимірювання рН-метр калібрують за допомогою стандартних буферних розчинів з відомим значенням рН (наприклад, рН 4,00 і рН 7,00), відповідно до інструкції до приладу. Це забезпечує точність показань у досліджуваному діапазоні кислотності квасу.

Для вимірювання рН зразок квасу ретельно перемішують, щоб забезпечити однорідність. Далі у чистий сухий лабораторний стакан наливають необхідну кількість напою (не менше 50 мл). Електрод рН-метра промивають дистильованою водою, злегка струшують залишки вологи та занурюють у зразок квасу так, щоб він був повністю покритий рідиною, але не торкався стінок або дна посудини.

Після стабілізації показників на дисплеї фіксують значення рН з точністю до 0,01 одиниці. При необхідності вимірювання повторюють для уточнення результату.

Отримане значення рН дозволяє оцінити ступінь бродіння, рівень кислотності напою та дотримання технологічного процесу

2.4 Характеристика об'єктів досліджень

Об'єктами дослідження в межах цієї кваліфікаційної роботи є сировинні компоненти, що використовуються для створення напою – квасу на основі безглютенового гречаного солоду. До основних об'єктів дослідження належать: гречаний солод, джерело вуглеводів (цукор), дріжджові культури, молочнокислі бактерії, вода та допоміжні компоненти, задіяні в технологічному процесі бродіння. Кожен з цих компонентів має свої специфічні властивості, що прямо впливають на хімічний склад, органолептичні характеристики та безпеку кінцевого продукту.

Гречаний солод

Гречка (*Fagopyrum esculentum*) – одна з найцінніших зернових культур, що належить до псевдозернових. Вона не містить глютену, що робить її ідеальною основою для розробки безглютенових продуктів [24].

Гречаний солод має високу ферментативну активність, містить амілазу, яка каталізує гідроліз крохмалю до простих цукрів (мальтоза, глюкоза), що є необхідним для ефективного спиртового і молочнокислого бродіння. Крім того, гречка багата на білки (12–14%), клітковину, мінерали (залізо, магній, цинк) та біофлавоноїди, зокрема рутин, який володіє антиоксидантними та капілярозміцнюючими властивостями [25-26].

Важливо зазначити, що у порівнянні з традиційним житнім або ячмінним солодом, гречаний не містить глютенівих фракцій (гліадинів та глютенінів), завдяки чому не викликає імунної відповіді у хворих на целиацію або непереносимість глютену. Це робить гречаний солод оптимальною альтернативою в технології спеціалізованих функціональних напоїв [27].



Рисунок 2.3 – Гречаний солод [28]

Сушені квітки каркаде

Каркаде (*Hibiscus sabdariffa* L.), також відомий як розелла, є рослиною з родини мальвових, широко використовуваною в кулінарії та традиційній медицині. Його сушені чашолистки застосовуються для приготування напоїв завдяки яскравому червоному кольору, кислуватому смаку та високому вмісту

біологічно активних речовин.

Завдяки високому вмісту органічних кислот (щавлева, янтарна, лимонна) та низькому рН, каркаде сприяє підкисленню середовища, що є сприятливим для молочнокислого бродіння. Антоціани забезпечують насичений червоний колір напою, а вітамін С та поліфеноли діють як природні антиоксиданти, підвищуючи біологічну цінність продукту.



Рисунок 2.4 – Чай каркаде та квітки гібіскуса [29]

Поршок цикорію

Цикорій (*Cichorium intybus* L.) — багаторічна рослина з родини айстрових, широко використовується в харчовій промисловості та традиційній медицині. Його коріння є цінним джерелом інуліну — природного пребіотику, що сприяє здоров'ю шлунково-кишкового тракту.

Корінь цикорію містить значну кількість інуліну (до 44,7% у сухій речовині), що сприяє розвитку корисної мікрофлори кишечника та покращує травлення. Його помірна кислотність (рН 5,0–5,5) створює сприятливе середовище для молочнокислого бродіння. Наявність фенольних сполук, таких як хлорогенова та кафеїнова кислоти, надає напою антиоксидантних

властивостей та характерної гірчинки.



Рисунок 2.5 – Сушений цикорій та коріння рослини [30]

Цукор (сахароза)

Цукор використовується як джерело легкоферментованих вуглеводів для дріжджів та молочнокислих бактерій. Відомо, що додавання цукру не лише активізує процес бродіння, але й дозволяє впливати на насиченість напою вуглекислим газом, його смак та ступінь кислотності. Для дослідження використовувалася харчова сахароза згідно з ДСТУ 4623:2006. Також можна використовувати підсолоджувачі природного походження [31].

Дріжджі

У дослідженні застосовувалися пекарські дріжджі роду *Saccharomyces cerevisiae*. Ці мікроорганізми відповідають за спиртове бродіння, у процесі якого утворюються етанол і вуглекислий газ. Дріжджі також збагачують продукт вітамінами групи В та амінокислотами. Їх активність залежить від температури, рН середовища та наявності ферментованих цукрів.

Особливу увагу під час досліджень приділяли підбору оптимальної кількості дріжджів та умов їх активації, оскільки надмірне дозування або недостатня активація можуть викликати дефекти напою (наприклад,

надлишкову пінистість або неприємний запах бродіння).

Молочнокислі бактерії

Молочнокисле бродіння забезпечують бактерії роду *Lactobacillus*, які в процесі метаболізму утворюють молочну кислоту. Саме вона формує характерний кислуватий смак квасу, підвищує його мікробіологічну стабільність, подовжує термін зберігання та пригнічує розвиток патогенної мікрофлори. Присутність молочнокислих бактерій є важливою не лише з технологічної, а й з функціональної точки зору, оскільки квас стає природним пробіотиком.

Бактерії для дослідження були отримані з ферментованих харчових джерел та адаптовані до середовища з високим вмістом рутинового гречаного екстракту. Контроль проводився за допомогою рН-метрії та оцінки кислотності кінцевого продукту.

Вода

Вода є основним розчинником і середовищем для перебігу всіх ферментативних процесів. У дослідженні використовувалась питна вода, підготовлена згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10. Вона повинна бути прозорою, без кольору і запаху, мати нейтральне або слаболужне середовище (рН 6.5–8.5) та не містити важких металів, мікробного або хімічного забруднення.

Якість води істотно впливає на смак готового квасу, а також на життєдіяльність дріжджових та молочнокислих мікроорганізмів. У лабораторних умовах проводилася попередня фільтрація води через вугільний фільтр та кип'ятіння.

Висновки за розділом

У цьому розділі було охарактеризовано умови проведення експериментальних досліджень, представлено повну методику виготовлення дослідних зразків безглютенового квасу та визначено порядок оцінювання їхніх органолептичних і фізико-хімічних показників. Встановлено, що для

створення безглютенового напою доцільно використовувати такі альтернативні компоненти як гречаний солод, квітки каркаде та порошок цикорію. Кожен з них має унікальні функціональні та харчові властивості, а також позитивно впливає на смакові характеристики та біологічну цінність готового продукту.

Отримані результати експериментального етапу створюють надійну основу для подальших досліджень, оптимізації рецептур та впровадження безглютенового квасу в харчове виробництво як функціонального напою з підвищеною біологічною цінністю.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування рецептурного складу сировини

В Україні жито є традиційною зерновою культурою, з якої виробляють житнє борошно — цінний харчовий інгредієнт з високими функціональними властивостями. Житнє борошно містить значну кількість харчових волокон, особливо водорозчинних (наприклад, арабіноксиланів), що сприяють зниженню рівня холестерину та покращенню травлення. Воно також є джерелом антиоксидантів, магнію, марганцю, вітамінів групи В і фенольних сполук, які мають протизапальні властивості. Порівняно з пшеничним борошном, житнє містить менше крохмалю і має нижчий глікемічний індекс, що робить його більш сприятливим для людей з ризиком розвитку діабету.

Однак через наявність глютену воно не підходить для людей з целіакією. Таким чином, використання житнього борошна у хлібобулочному виробництві є перспективним напрямом для створення продуктів з підвищеною харчовою цінністю та оздоровчими властивостями [32]. Проте все частіше знаходить своє місце в рецептурах нетрадиційна сировина [33, 34].

Основним завданням цієї роботи є знаходження та досліді із потенційною заміною житньої сировини, до яких входить велика кількість культур але лише деякі із них варті уваги.

Гречаний солод — це продукт пророщування та сушки зерен гречки, який вирізняється високою харчовою цінністю та функціональними властивостями. Він містить легкозасвоювані білки з повноцінним амінокислотним складом, зокрема значну кількість лізину, аргініну та триптофану [35]. Крім того, гречаний солод є джерелом біологічно активних речовин: антиоксидантів (рутин, кверцетин), поліфенолів, вітамінів групи В, заліза, магнію та цинку [36]. В процесі пророщування в зерні активізуються ферменти, що полегшують травлення крохмалю та білків, а також знижується вміст антипоживних речовин, таких як фітинова кислота [37].

Крохмаль у складі гречаного солоду має переважно амілопектинову структуру та добре гелетинується при температурі 65–70 °С. Солод з гречки не містить глютену, має приємний карамельно-солодкий аромат і може використовуватись як натуральний підсолоджувач, ароматизатор або підсилювач кольору у виробництві хлібобулочних виробів. Завдяки своїм властивостям гречаний солод може бути використаний для створення продуктів із підвищеною функціональністю та харчовою цінністю.

Заміна житнього борошна на гречане в рецептурі дозволяє надати продукту нових смакових властивостей — легкий горіховий присмак і приємний аромат, що підвищує органолептичну привабливість готових виробів. Гречане борошно не містить глютену, що робить його придатним для людей з непереносністю клейковини. Воно є джерелом легкозасвоюваного білка, вітамінів групи В, мінералів, антиоксидантів та харчових волокон, які сприяють нормалізації травлення та зміцненню імунітету.[38] Крім того, використання гречаного борошна може допомогти знизити глікемічний індекс продукту, що важливо для раціонів із контрольованим рівнем цукру в крові [39]. Таким чином, додавання гречаного борошна до рецептури є доцільним з точки зору як смакових, так і функціональних властивостей.

Порошок цикорію також є перспективною альтернативою житньому хлібу у складі квасу. Його отримують шляхом сушіння і подрібнення коренів цикорію, які багаті на інουλін — природний пробіотик, що підтримує здоров'я кишкової мікрофлори. Завдяки високому вмісту харчових волокон, цикорій сприяє зниженню рівня холестерину, покращенню травлення та регуляції рівня цукру в крові [40].

Додавання порошку цикорію в рецептури квасу замість житнього солоду може мати низку переваг. По-перше, він підвищує харчову цінність виробу за рахунок пребіотичних волокон, калію, вітамінів групи В та фенольних сполук[41]. По-друге, інουλін у складі цикорію може покращувати структуру і вологість випічки, виконуючи роль натурального загусника і текстуранта. По-третє, порошок цикорію надає виробам делікатного

карамельного або горіхового аромату, що робить їх смак більш привабливим і унікальним для споживачів [42].

Квітки каркаде (гібіскуса) також можуть слугувати перспективною альтернативою житньому хлібу у складі квасу. Сухі пелюстки гібіскуса містять велику кількість органічних кислот (зокрема, лимонну, яблучну і гібіскусову), поліфенольних сполук та антоціанів, які обумовлюють його характерний кислуватий смак і яскраво-червоний колір [43]. Завдяки цим компонентам, напій на основі каркаде має антиоксидантні, протизапальні та легкі гіпотензивні властивості, а також може позитивно впливати на метаболічні процеси в організмі [44].

Заміна житнього солоду у квасі на квітки гібіскуса має низку переваг. По-перше, каркаде природно підкислює середовище, створюючи сприятливі умови для розвитку молочнокислих бактерій та дріжджів, що дозволяє проводити ферментацію без хлібної основи. По-друге, антоціани гібіскуса підвищують антиоксидантну активність напою, збагачуючи його функціональними властивостями. По-третє, напій набуває унікального фруктово-квіткового аромату, що відрізняє його від традиційного квасу та робить привабливим для нових груп споживачів [45].

Додавання соєвого солоду до рецептури може мати кілька позитивних ефектів. Передусім, він збагачує продукт білками, незамінними амінокислотами та іншими поживними речовинами, що підвищує загальну харчову цінність [46]. Соєвий солод також сприяє покращенню структури тіста завдяки вмісту природних ферментів, зокрема амілаз, які активізують бродіння та сприяють кращому розвитку тіста. Це позитивно впливає на об'єм, пористість і м'якість готової випічки. Крім того, соєвий солод може сприяти підтримці корисної мікрофлори в харчових продуктах, особливо завдяки вмісту пребіотичних компонентів [47].

Проте використання соєвого солоду у виробництві квасу є обмеженим через специфічний присмак сої, який може не відповідати традиційному смаковому профілю напою та знижує його споживчу привабливість.

Для виготовлення квасу важливими фізико-хімічними показниками є вміст цукрів (особливо ферментованих), кислотність, вміст білків, зольність, вологість та інші параметри, що впливають на процес бродіння та смакові якості напою [48]. Нижче наведено порівняльну таблицю основних фізико-хімічних характеристик гречаного солоду, каркаде та цикорію як замінників житнього хліба у виробництві квасу:

Таблиця 3.1 - Фізико-хімічні показники альтернатив житнього борошна

Показник	Гречаний солод	Каркаде (гібіскус)	Корінь цикорію
Вміст цукрів, %	9	6–12	10–12
Кислотність (pH)	5,5–6,0	2,5–3,5	5,0–5,5
Вміст білків, %	10	0,3–0,5	2,0–3,0
Зольність, %	2,5	1,0–2,0	1,0–1,5
Вологість, %	5–6	8–10	8–10

Серед досліджених інгредієнтів найбільшу харчову цінність має гречаний солод, оскільки він містить найвищий рівень білків (10 %) і цукрів (9 %) при помірній кислотності (pH 5,5–6,0). Цикорій також вирізняється високим вмістом цукрів (10–12 %) та помірною кислотністю (pH 5,0–5,5), але має нижчий білковий вміст. Каркаде має найвищу кислотність (pH 2,5–3,5) та найменшу поживну цінність за вмістом білків і цукрів, проте може надавати напою насичений колір і кисло-фруктовий смак. Таким чином, гречаний солод є найбільш збалансованим компонентом для основи безглютенового квасу.

3.2 Результати експериментальних досліджень

Гречаний солод, сухий каркаде та порошок цикорію використовуються завдяки відсутності в їх складі глютену — білкової речовини, що є небезпечною для людей із целиакією, тому ці компоненти придатні для безглютенового харчування. У ході виконання роботи було проведено ряд досліджень результати яких підтверджують доречність використання

наведених вище продуктів як заміну житнього хліба у квасі.

Фізико-хімічні показники дослідних хразків квасу наведені у табл. 3.1-3.2 та на рис. 3.2-3.7

Таблиця 3.1 - Фізико-хімічні показники готових зразків

Показник	Каркаде	Цикорій	Гречаний
pH	3,4	3,8	3,5
Загальна кислотність	5,1	4,8	4,7
Сухі речовини	6,50%	6,10%	6,20%
Залишковий цукор	3,10%	3,20%	2,90%
Спирт (натуральне бродіння)	0,60%	0,50%	0,70%

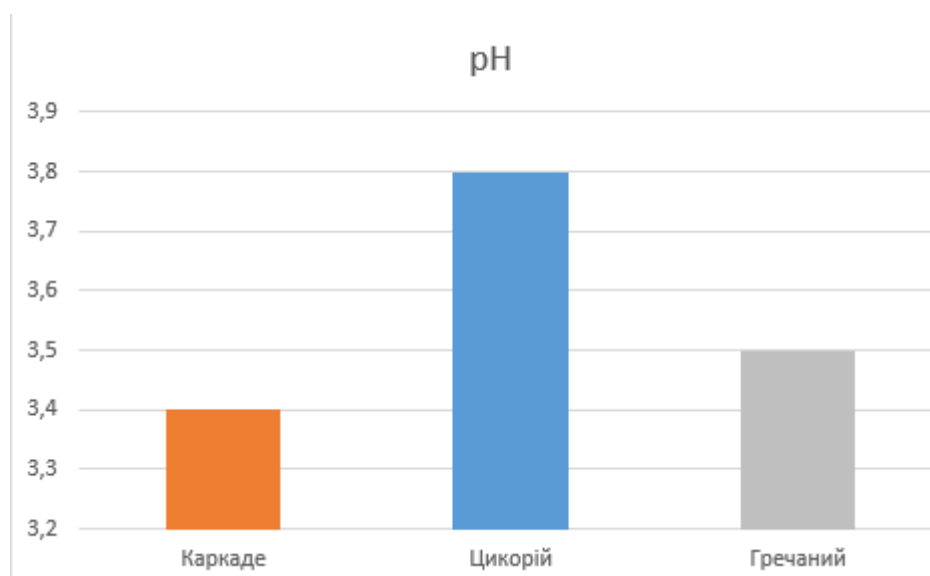


Рисунок 3.2 – Показники pH готових зразків

Як видно з таблиці та діаграми найнижче значення pH має напій на основі каркаде — 3,4, що свідчить про його найбільш кисле середовище серед досліджених зразків. Напій з цикорію мав найвищий pH — 3,8, тоді як у гречаного зразка цей показник становив 3,5.

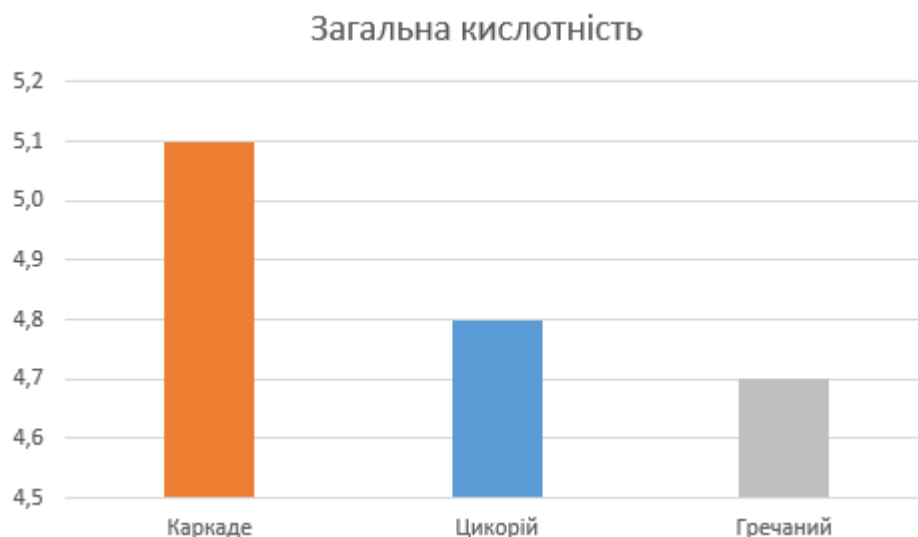


Рисунок 3.3 – Загальна кислотність готових зразків

За загальною кислотністю найвищий показник спостерігається у каркаде — 5,1, тоді як у цикорію та гречаного зразка — 4,8 і 4,7 відповідно. Це також підтверджує вищу кислотність напою з каркаде.

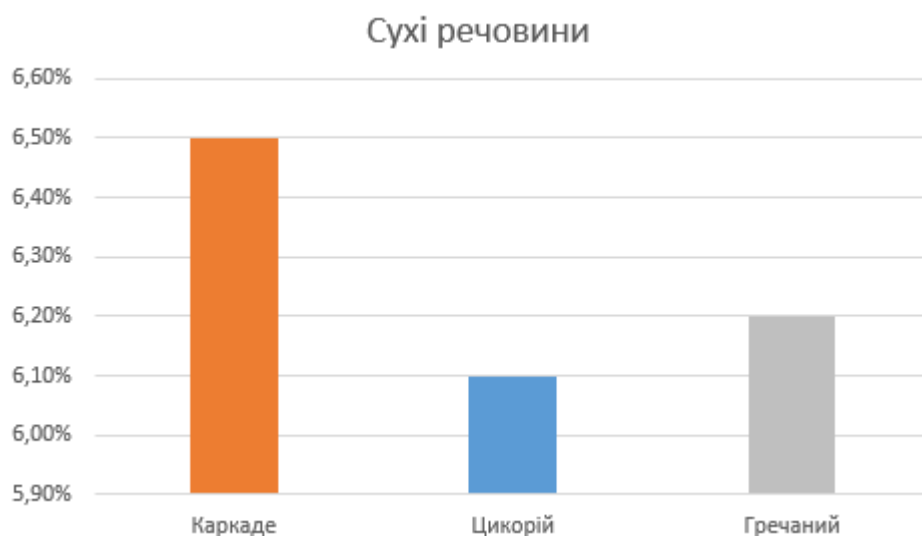


Рисунок 3.4 – Вміст сухих речовин готових зразків

Вміст сухих речовин у зразках варіювався незначно: від 6,10 % у цикорієвому напої до 6,50 % у зразку з каркаде. Найвищий показник мав каркаде, що свідчить про вищу концентрацію розчинених речовин.

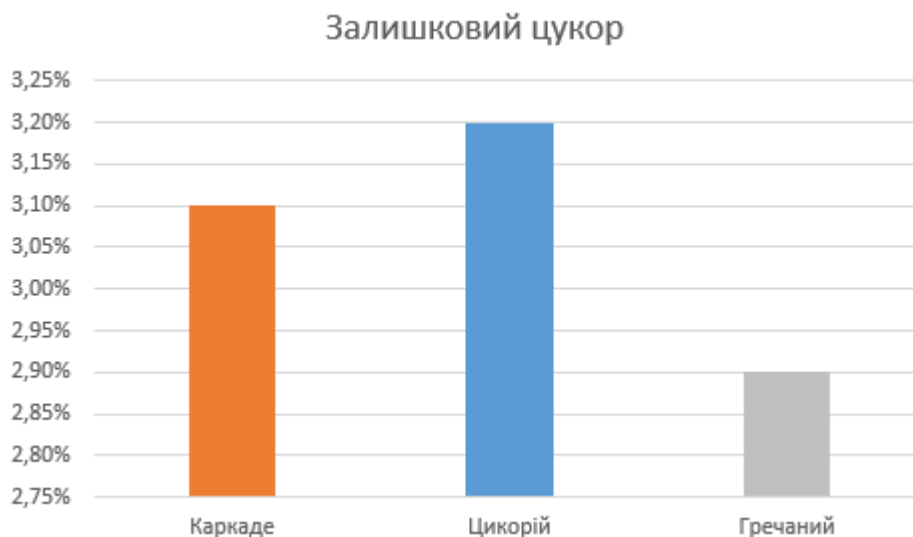


Рисунок 3.5 – Вміст залишкового цукру готових зразків

Щодо вмісту залишкового цукру, найвищим він був у цикорію — 3,20 %, тоді як у каркаде та гречки цей показник становив 3,10 % і 2,90 % відповідно.

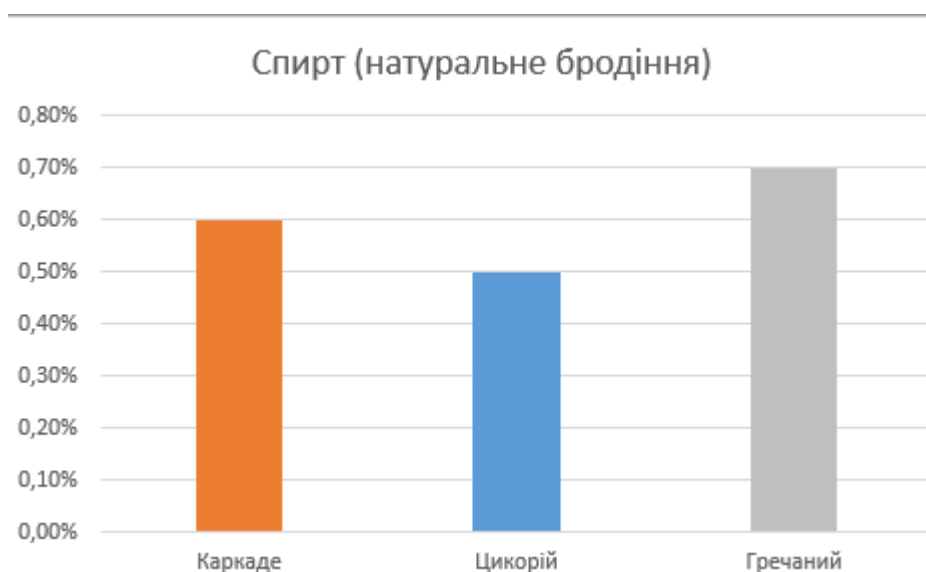


Рисунок 3.6 - Вміст спирту готових зразків

Усі зразки також містили незначну кількість спирту, що утворився внаслідок природного бродіння. Найбільше його було в гречаному зразку — 0,70 %, найменше — у цикорію (0,50 %), а в каркаде — 0,60 %.

Таким чином, напій з каркаде мав найвищу кислотність, найбільший

вміст сухих речовин і залишкового цукру, тоді як гречаний зразок вирізнявся найбільшим вмістом спирту. Ці відмінності можуть впливати як на органолептичні властивості, так і на стабільність готових напоїв.

Таблиця 3.2 – Органолептична оцінка дослідних зразків

Показник	Цикорій	Каркаде	Гречаний
Колір	5	4,8	4,8
Смак	4,7	4,7	4,7
Аромат	4,9	4,9	4,9
Газованість	4,5	5	4,6

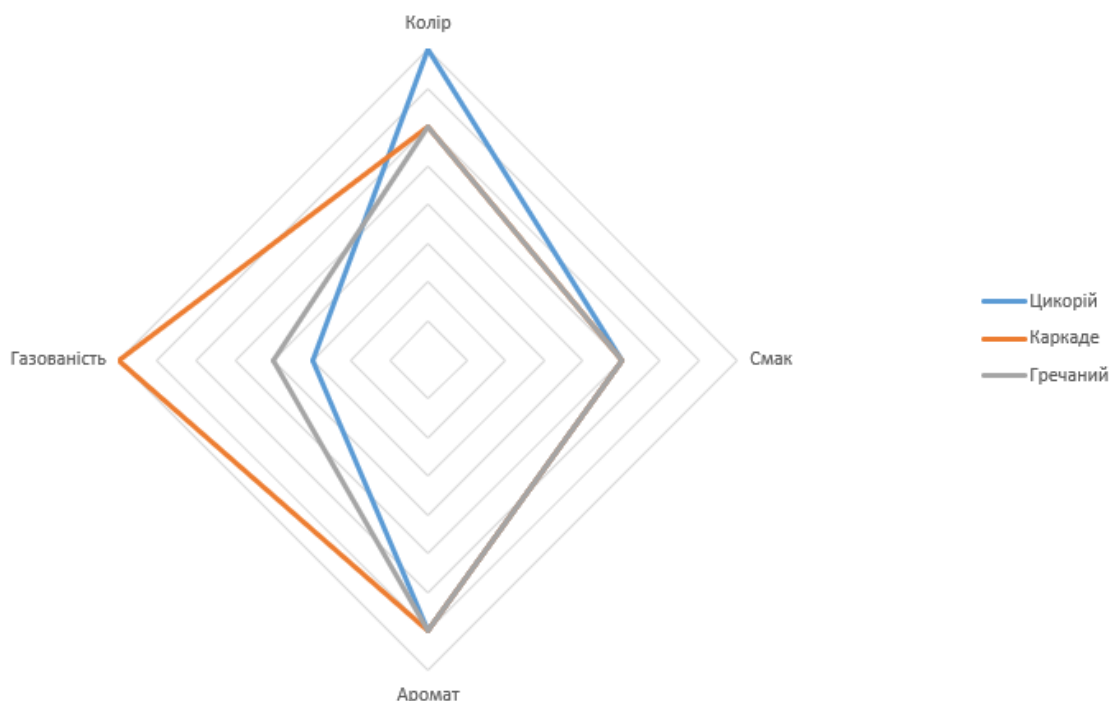


Рисунок 3.7 – Пелюсткова діаграма органолептичної оцінки зразків квасу

Квас з порошку цикорію характеризується темно-коричневим або бурштиновим кольором, прозорістю чи незначною опалесценцією та допустимим натуральним осадом. Його аромат виразний, типовий для обсмаженого цикорію, з нотками карамелі та хлібної скоринки, іноді з легкою кислінкою. Смак гармонійний, освіжаючий, з вираженою, але м'якою гірчинкою цикорію, яка врівноважується карамельною солодкістю та

природною кислотністю, що виникає внаслідок бродіння. Післясмак тривалий і чистий. За наявності газування напій формує світло-коричневу стійку піну. Загалом квас справляє враження натурального напою з виразним характером і потенційними функціональними властивостями.

Квас з каркаде має насичений рубіново-червоний або гранатовий колір, характерний для настою гібіскуса, прозорий, з можливим легким осадом. Аромат яскравий, з квітково-фруктовими нотками, нагадує журавлину чи вишню, при цьому залишається свіжим та природним. Смак добре збалансований, з виразною кислинкою, властивою каркаде, доповненою помірною солодкістю та легкою терпкістю. Післясмак освіжаючий, з чистим фруктовим тоном. При наливанні з'являється тонка рожевувата піна. Загальне враження – це функціональний напій з виразною органолептикою та потенційною антиоксидантною активністю.

Квас із гречаного солоду вирізняється світло-коричневим або темно-карамельним кольором з бурштиновим відтінком, прозорий або з легкою опалесценцією, можливий натуральний осад. Аромат насичений, з нотками смаженої гречки, горіхів і хліба, іноді з карамельними чи медовими відтінками. Смак м'який, освіжаючий, із легкою кислинкою та солодовою солодкістю, характерний для гречаної сировини; можлива легка терпкість або гірчинка. Піна, якщо є, зазвичай невелика, швидко зникає. Загальне враження – це натуральний, оригінальний за смаком напій без глютену, з високими органолептичними якостями та функціональною цінністю.

Дослідження зміни рН зразків квасу проводилися детально, протягом перших 24 годин, та загалом протягом 14 днів з моменту початку ферментації, спостереження наведені на рисунку 3.8

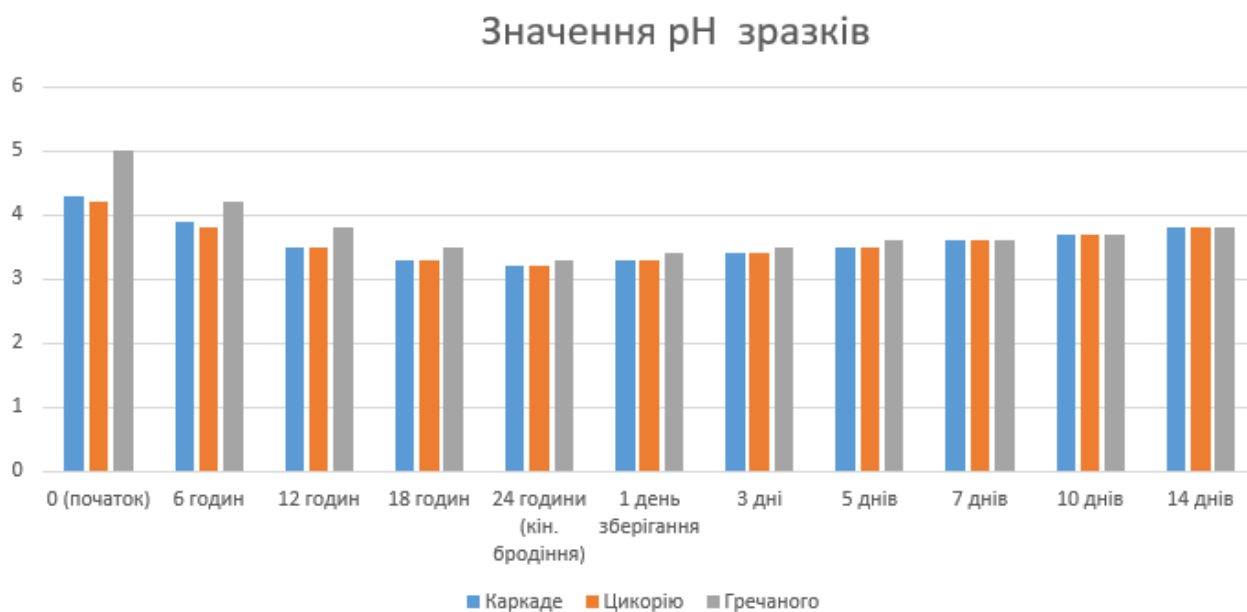


Рисунок 3.8 – Порівняльна характеристика показників рН зразків квасу

На початковому етапі (0 годин) усі три зразки мали досить високі значення рН — близько 4,8–5, що свідчить про слабокисле середовище. Протягом перших 24 годин спостерігається поступове зниження рН у всіх зразках, що є типовим для процесу бродіння, внаслідок утворення органічних кислот. Найбільш інтенсивне зниження рН зафіксовано у зразка з каркаде: вже до 24 годин (кінець активного бродіння) його рН зменшився до близько 4,2. У зразків з цикорієм та гречкою цей показник був трохи вищим — близько 4,3–4,4, що вказує на менш виражене кислотоутворення. Після завершення бродіння та переходу до стадії зберігання (від 1 дня до 14 днів) значення рН стабілізуються і залишаються практично незмінними у всіх зразках. Це свідчить про завершення активної ферментації та стабільність продукту при зберіганні.

Варто зазначити, що протягом усього періоду зберігання зразок з каркаде демонстрував дещо нижчий рівень рН, ніж інші, що свідчить про більшу кислотність, яка може позитивно впливати на смакові властивості та мікробіологічну стійкість напою.

Таким чином, усі зразки характеризуються типовим зниженням рН у процесі бродіння з подальшою стабілізацією під час зберігання. Зразок з

каркаде виділяється більш вираженим зниженням рН, що свідчить про його активніший ферментаційний потенціал.

Висновки за розділом

У ході експериментальних досліджень було підтверджено доцільність використання безглютенової сировини — гречаного солоду, порошку цикорію та квіток каркаде — як альтернативи традиційному житньому хлібу у виробництві квасу. Встановлено, що всі дослідні зразки характеризуються задовільними органолептичними показниками та фізико-хімічними параметрами, відповідними до вимог до даної категорії напоїв.

Зокрема, напій на основі каркаде мав найвищу кислотність (рН 3,4) та найбільший вміст сухих речовин (6,5 %), що свідчить про насичений смак і добру біологічну активність. Зразок з цикорієм продемонстрував найвищий вміст залишкового цукру (3,2 %), що може бути привабливим для споживачів, які надають перевагу м'якшому, менш кислуватому смаку. Гречаний варіант мав найвищий рівень спирту (0,7 %) внаслідок активного перебігу бродіння, що позитивно впливає на його газацию та органолептичні властивості.

4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО КВАСУ

4.1 Варіації дослідних рецептур квасу

Дослідження бродильних властивостей наведених речовин проводилася у відповідності до рецептур, шляхом заміни ржаного хліба на гречаний солод, квітки каркаде (сухі) та порошок цикорію, грамовки у грамах та мілілітрах відповідно наведенна у табл. 4.1

Таблиця 4.1 – Рецептури дослідних зразків

Найменування	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
вода питна	950	950	950
гречаний солод	100	-	-
квітки каркаде (сухі)	-	5	-
порошок цикорію	-	-	10
цукор	30	40	40
лимонна кислота	0,5	0,5	0,5
дріжджі	1	1	1

Після додавання усіх інгредієнтів зразки почали показувати перші розбіжності: так квас із додаванням каркаде набув темно-бардового кольору, а цикорієвий порошок надав розчину темно-коричневий, як кава, колір. Окрім цього показник рН у квасу із додаванням гречаного солоду виявився найвищим, що буде детально розібрано далі.

4.2 Технологія виробництва квасу з гречаного солоду

У відповідності до рецептури необхідну кількість питної води відмірюють у мірному посуді або зважують з точністю до 1,0 мл. Після зважування інгредієнтів воду нагрівають до температури 80–90 °С, після чого в неї додають гречаний солод, квітки каркаде або порошок цикорію у необхідній кількості. Настоявання проводять протягом 10–15 хвилин під

кришкою, щоб зберегти леткі ароматичні речовини.

Після настоювання рідину проціджують через чисту марлю або сито для видалення залишків рослинної сировини. У гарячий настій додають цукор у кількості 30–50 г/л та ретельно перемішують до повного розчинення кристалів. Настій охолоджують природним способом або у водяній бані до температури, безпечної для дріжджів — приблизно 25–30 °С. У охолоджений розчин додають пекарські дріжджі (1–2 г/л), попередньо активовані у теплій воді. Суспензію перемішують і переливають у ферментаційну ємність. Ємність щільно закривають кришкою з гідрозатвором та залишають на 18–24 години у теплому місці (25–28 °С) для бродіння. У процесі бродіння відбувається утворення характерного смаку, легка газация та підвищення кислотності напою.

Після завершення бродіння напій фільтрують повторно через марлю або сито для видалення осаду та охолоджують до температури зберігання. Готовий квас розливають у попередньо стерилізовані скляні або пластикові пляшки. Залежно від подальшого призначення квас зберігають у холодильнику при температурі +2...+6 °С або піддають пастеризації для подовження терміну придатності.

Опис технологічної схеми виробництва безглютенового квасу зображено на рис. 4.2

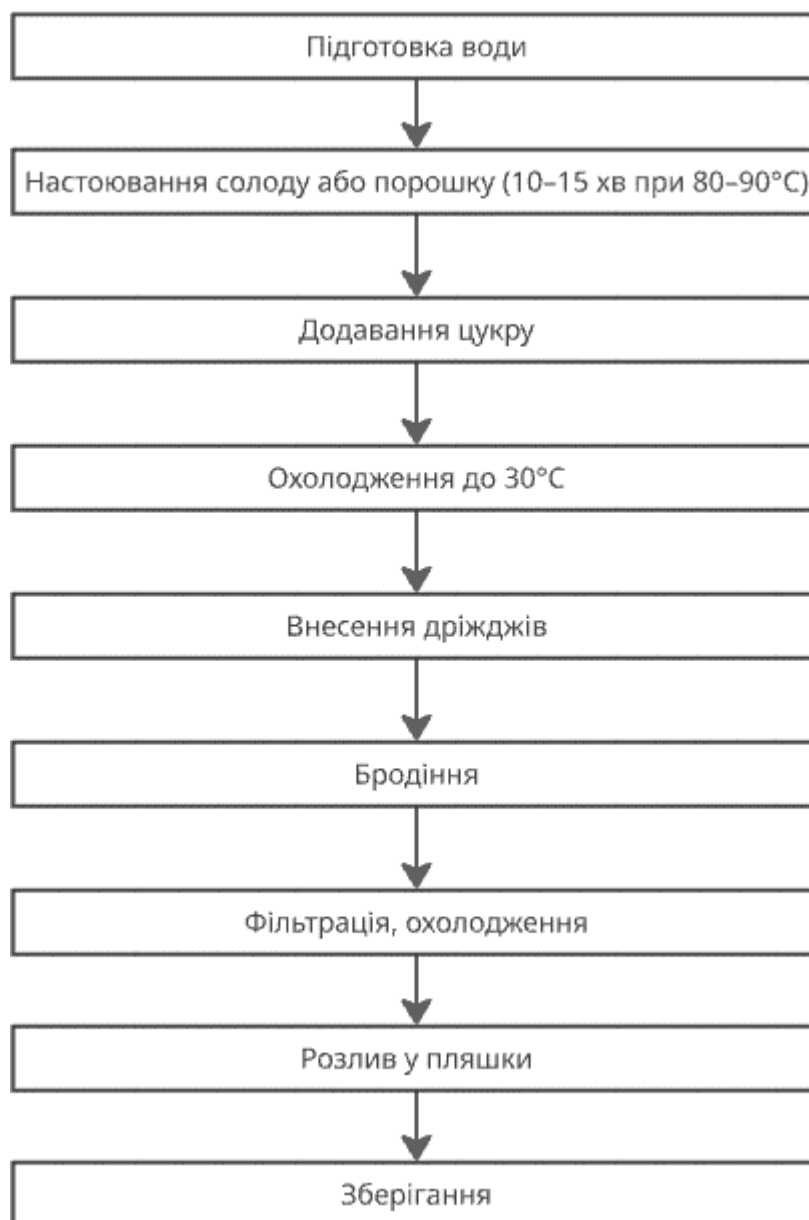


Рисунок 4.2 – Технологія виробництва безглютенового квасу

Висновки за розділом

У результаті проведених досліджень було розроблено технологію виробництва безглютенового квасу з використанням альтернативних інгредієнтів замість традиційного ржаного хліба. Встановлено, що найбільш придатними компонентами для формування бажаних органолептичних властивостей та забезпечення бродильного процесу є гречаний солод, квітки каркаде та порошок цикорію.

Дослідні зразки мали відмінності за кольором, кислотністю та ароматичним профілем, що свідчить про можливість варіювання рецептур для

досягнення різних смакових характеристик напою. Зразок із гречаним солодом продемонстрував найвищий рівень рН, що вказує на його м'який смак та перспективність як основного інгредієнта безглютенового квасу.

Розроблена технологія виробництва є адаптованою до умов малого підприємництва та дозволяє виготовляти натуральний, ферментований напій без вмісту глютену, що може стати конкурентоспроможною альтернативою традиційному квасу для споживачів із непереносимістю глютену або прихильників здорового харчування.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Організація охорони праці в лабораторії освітнього закладу

Виробництво безглютенових квасів з альтернативної сировини (гречка, каркаде, цикорій тощо) має потенціал не лише задовольнити потреби людей з целіакією, але й сприяти зменшенню екологічного навантаження на довкілля. Основними напрямками охорони навколишнього середовища в такому виробництві є:

1. Раціональне використання сировини

Використання локальної сировини (наприклад, гречки) дозволяє зменшити логістичні витрати і пов'язані з ними викиди парникових газів.

Використання побічної продукції (вичавок, макухи, дріжджових осадів) як кормів або добрив.

2. Зменшення водоспоживання

Оптимізація технологічних процесів (наприклад, багаторазове використання води для промивання обладнання).

Впровадження систем замкненого водопостачання.

3. Очищення стічних вод

Встановлення локальних очисних споруд для попереднього очищення стічних вод перед скиданням у міську каналізацію.

Біологічне очищення органічних залишків (бродіння, осадження, фільтрація).

4. Енергоефективність

Використання теплообміну між гарячими і холодними потоками для

зменшення потреби в енергії.

Застосування сучасного енергоощадного обладнання (наприклад, економайзерів у пастеризаторах).

5. Зменшення утворення відходів

Сортування та утилізація пакувальних матеріалів (наприклад, скло, ПЕТ-пляшки).

Використання біорозкладної упаковки.

Впровадження систем роздільного збору органічних відходів.

6. Використання екологічно безпечних допоміжних матеріалів

Вибір натуральних компонентів (наприклад, природних стабілізаторів, підсолоджувачів).

Уникнення шкідливих консервантів і барвників.

5.2 Аналіз стану охорони праці при виробництві квасу

Виробництво квасу включає кілька технологічних етапів, на кожному з яких є потенційні ризики для працівників. Серед них — використання термостатів, нагрівальних приладів, скляного посуду, процеси ферментації та контакт із мікробіологічними культурами. Усі ці фактори вимагають системного підходу до забезпечення безпеки.

При роботі з ферментаційними ємностями та термостатами можливе перегрівання або витік вуглекислого газу, що може створити небезпеку за умов недотримання режимів або несправності обладнання. Тому необхідно регулярно перевіряти технічний стан приладів, дотримуватись регламентів роботи, використовувати сучасні системи контролю температури та вологості.

Також, при очищенні обладнання або ємностей після бродіння можливе використання миючих засобів, які містять хімічно активні компоненти. У такому разі обов'язкове використання гумових рукавичок, респіраторів, та

ретельне провітрювання приміщення.

Організація безпечного середовища повинна також враховувати освітленість, наявність витяжної вентиляції та попереджувальних табличок на приладах, що перебувають під напругою або мають підвищену температуру поверхонь.

5.3 Аналіз виробничого травматизму

В умовах харчової лабораторії травматизм найчастіше спричинений недотриманням техніки безпеки або неуважністю при роботі з обладнанням та посудом. Основні типи травм включають:

порізи та подряпини внаслідок роботи зі скляним лабораторним посудом;

опіки при контакті з гарячими поверхнями (термостат, духовка шафа, електроплита);

- ураження електричним струмом у разі використання несправного обладнання або при його неправильному підключенні;
- отруєння чи подразнення слизових оболонок внаслідок вдихання парів або контакту з мийними засобами.

Щоб уникнути травм, необхідно суворо дотримуватись інструкцій, користуватись лише справними приладами, мати доступ до аптечки та мати навички надання домедичної допомоги. Важливо також навчити персонал діяти у разі пожежі, витоку газу або короткого замикання.

Періодичний аналіз інцидентів у лабораторії дозволяє виявляти потенційно небезпечні місця та вдосконалювати заходи безпеки.

5.4 Заходи з поліпшення охорони праці в лабораторії

5.4.1 Атмосферний тиск

У лабораторних умовах, де ведеться ферментація напоїв, атмосферний тиск зазвичай не змінюється суттєво. Проте у герметичних ємностях, де відбувається накопичення CO₂ внаслідок дріжджового бродіння, можливе підвищення тиску, що призводить до небезпеки вибуху або розгерметизації. Тому при конструюванні або експлуатації таких ємностей необхідно забезпечити наявність клапанів тиску та дотримуватись норм заповнення.

5.4.2 Оптимальні показники температури повітря

Оптимальний температурний режим у лабораторії має складати від 20 до 25 °С. Відхилення температури може вплинути не тільки на комфорт персоналу, а й на стабільність процесів ферментації. Надмірна температура може активізувати мікроорганізми або призвести до псування напою, тоді як знижена — уповільнити або повністю припинити бродіння.

5.4.3 Оптимальні показники вологості повітря

Вологість повітря у лабораторії не повинна перевищувати 70%. Надмірна вологість сприяє росту плісняви, грибків та корозії обладнання. Низька ж вологість (нижче 40%) може призвести до пересушування слизових оболонок і зниження працездатності.

5.4.4 Аналіз метеорологічних показників

Для забезпечення ефективної роботи лабораторії необхідно контролювати сукупність метеорологічних показників: температуру, вологість, швидкість руху повітря, атмосферний тиск. Ці параметри впливають на фізіологічний стан працівників, швидкість протікання технологічних процесів та стабільність кінцевого продукту. Встановлення метеостанцій або настінних комбінованих приладів дозволяє своєчасно

коригувати умови у приміщенні.

5.5 Захист навколишнього середовища при виробництві безглютенкових квасів

Виробництво функціональних напоїв, зокрема безглютенкових квасів, передбачає дотримання не лише технологічних і санітарних норм, але й вимог екологічної безпеки. Це особливо актуально у зв'язку з необхідністю зменшення негативного впливу харчової промисловості на довкілля [55].

1. Нормативно-правова база

У своїй діяльності підприємства повинні дотримуватись таких нормативно-правових актів України:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-XII від 25.06.1991 р.
- Закон України «Про відходи» № 187/98-ВР.
- ДСТУ ISO 14001:2015 — Система екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування.
- ДСП 173-96 — Санітарні правила планування та забудови підприємств харчової промисловості.
- ВБН В.2.5-20-2001 — Норми водоспоживання для харчових підприємств [49-54].

2. Розрахунок водоспоживання та утворення стічних вод

Для мікропідприємства з виробництва до 1000 л/добу квасу:

- Витрати води на 1 л продукції $\approx 2,5$ л (включно з миттям, охолодженням, промиванням).
- Загальна витрата води на добу: $2,5 \text{ л} \times 1000 \text{ л} = 2500 \text{ л} = 2,5 \text{ м}^3$

Обсяг стічних вод (після фільтрації, промивань):

$\approx 70 \%$ від використаної води $\rightarrow 2,5 \text{ м}^3 \times 0,7 = 1,75 \text{ м}^3/\text{добу}$

Норматив скиду органічних речовин (ХСК) в стічних водах не повинен перевищувати 500 мг/л.

3. Облік і поводження з відходами

Типові дані:

Вид відходів	Кількість (на 1000 л)	Подальше використання
Гуща (осад після фільтрації)	15 кг	Компост, біогаз
Промивні води	1,5 м ³	Очищення, повторне використання
Пакувальні відходи	2 кг	Роздільний збір, утилізація

Згідно зі ст. 17 Закону України «Про відходи», підприємство зобов'язане вести реєстр відходів, забезпечити тимчасове зберігання відходів у спеціально відведених місцях, передавати небезпечні компоненти лише ліцензованим підприємствам.

4. Енергоефективність та екологічні заходи

- Використання електродвигунів класу ІЕ3 або вище (відповідно до Регламенту ЄС 640/2009).
- Встановлення пластинчастих теплообмінників для рекуперації тепла.
- Впровадження системи енергетичного моніторингу (в межах ISO 50001).

5. Атмосферні викиди

В процесі бродіння виділяється CO₂, орієнтовно:

- ~1,2 кг CO₂ на 1 л етанолу;
- За вмісту 1 л спирту в 100 л квасу (≈1 % об.): 1,2 кг × 10 л = 12 кг CO₂ на 1000 л продукту.

Цей обсяг не потребує дозволу на викиди (відповідно до Постанови КМУ № 302 від 13.03.2002), але підлягає внутрішньому обліку.

6. Приклад екологічного заходу — повторне використання гуші

Гречана або каркаде-гуща має високу вологість і містить харчові волокна. Її можна:

- Сушити для отримання харчових добавок;
- Використовувати для виготовлення біогумусу (компостування);
- Здавати на біогазові станції — біопотенціал $\approx 0,3 \text{ м}^3$ біогазу з 1 кг сировини.

Висновки за розділом

При виробництві безглютенowego квасу можливо успішно впровадити екологічні рішення, що дозволяють: зменшити забруднення стічних вод; мінімізувати відходи; скоротити енерговитрати; підвищити ефективність використання сировини. Таке виробництво відповідає вимогам екологічного законодавства України, принципам сталого розвитку та має потенціал для сертифікації за міжнародними екологічними стандартами.

6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою проведення техніко-економічних розрахунків є оцінка отриманих результатів та визначення загальної доцільності реалізації проекту, що дає змогу обґрунтувати ефективність проведених досліджень. Сучасні споживачі дедалі більше орієнтуються на здорове харчування та шукають продукти, що не шкодять організму. Попит на безглютенові вироби постійно зростає, а інноваційні рецептури здатні задовольнити високі споживчі очікування щодо якості та корисних властивостей харчових продуктів.

Проаналізувавши актуальність теми, було розроблено рецептуру безглютенового квасу, який виготовляється із гречки, цикорію та каркаде. Такий напій не лише відповідає вимогам сучасного ринку безглютенових продуктів, але й містить цінні біологічно активні речовини – комплекс вітамінів, мінералів та антиоксидантів, які позитивно впливають на організм, покращують обмін речовин і сприяють зміцненню імунітету.

Покращення харчової цінності готового квасу досягається за рахунок використання гречаного солоду, який володіє високим рівнем білків та клітковини, цикорію, що стимулює травлення і підтримує здоров'я печінки, та каркаде, багатого на вітамін С та антиоксиданти. Така комбінація дозволяє отримати унікальний продукт, здатний задовольнити споживачів, які ведуть активний спосіб життя та прагнуть до здорового харчування.

Для визначення технологічних і сенсорних характеристик безглютенового квасу було проведено серію лабораторних досліджень. Наукові дослідження охоплювали аналіз смакових якостей, вмісту корисних компонентів та стабільність напою протягом терміну зберігання, що підтверджує ефективність обраної рецептури та високий потенціал продукту для комерційного виробництва.

Дані результати свідчать про можливість успішної інтеграції безглютенового квасу із гречки, цикорію та каркаде у сучасний ринок здорового харчування, відповідаючи як технічним, так і економічним

критеріям ефективності проекту. Цей продукт може стати чудовою альтернативою традиційним напоям та підтримати тенденції здорового способу життя.

6.1 Витрати на проведення досліджень

Усі витрати, пов'язані з виконанням дослідження, обчислюються на основі кошторису. До складу витрат входять: вартість матеріалів, необхідних для проведення дослідження; витрати на оплату праці з урахуванням нарахувань; витрати на обслуговування та експлуатацію обладнання; вартість самого устаткування та амортизаційні нарахування.

6.1.1 Витрати на матеріали для проведення досліджень

Для проведення дослідів, визначаються витрати на матеріали за формулою:

$$M = m_i * C_i \quad (6.1)$$

де m_i - обсяг використаного матеріалу, од.;

C_i - вартість одиниці матеріалу, грн.

Потреба в матеріалах та відповідні витрати наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок потреби в матеріалах та витрати на них

Найменування матеріалу	Од. виміру	К-ть дослідів	Витрати матеріалу, кг (л)	Загальна кількість, кг (л)	Ціна за одиницю, грн./кг (л)	Витрати, грн.
Гречаний солод	кг	2	0,2	0,2	185	74
Квітки каркаде (сухі)	кг	2	0,01	0,02	450	9
Порошок цикорію	кг	2	0,005	0,01	200	2
Цукор	кг	2	0,15	0,3	34,57	10,37

Дріжджі	кг	2	0,006	0,012	360	4,32
Вода	л	2	3	6	7,85	47
Лимонна кислота	кг	2	0,002	0,006	60	0,36
Всього						147

6.1.2 Витрати на оплату праці

Витрати на заробітну плату працівників бюджетних установ розраховуються на основі кількості працівників, їхнього кваліфікаційного рівня та місячного посадового окладу.

Розрахунок заробітної плати керівника:

$$\text{ВЗП} = \text{Сз} * \text{К}, \text{ грн} \quad (6.2)$$

де Сз – середня погодинна оплата праці, грн.;

К – загальна кількість відпрацьованих людино-годин

$$\text{ВЗП} = 54,73 * 10 = 547,38 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.2 – Витрати на оплату праці робітників

Посада	Місячна зарплата, грн	Середня погодинна оплата, грн	Відпрацьовані людино-години	Загальна сума, грн
Керівник	9633,69	54,73	10	547,38

Нарахування на соціальне страхування (22%) розраховують за формулою:

$$\text{СЦ} = \frac{\text{ВЗП} * 22}{100}, \text{ грн} \quad (6.3)$$

де ВЗП – фонд заробітної плати, грн.

$$\text{СЦ} = \frac{547,38 * 22}{100} = 120,24 \text{ грн}$$

6.1.3 Витрати на електроенергію

Витрати на електроенергію розраховують за формулою:

$$E = M * T * a \quad (6.4)$$

де М – потужність обладнання, кВт;

Т – час роботи установки під час дослідження, год.;

а – діючий тариф за 1 кВт·год (а = 4,32 грн)

Загальна вартість електроенергії наведена в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Загальна вартість електроенергії

Найменування устаткування	Тривалість роботи, год.	Споживана потужність, кВт	Витрати ел. енергії, кВт	Загальна вартість ел. енергії, грн..
Піч електронна	1	5	5	21,60
Ноутбук	145	0,033	4,785	20,68
Ваги лабораторні	0,75	5,5	4,125	17,83
Світло у лабораторії	7	0,1	0,7	3,02
Разом				63,13

6.1.4 Витрати на амортизацію устаткування

Втрати на амортизацію устаткування знаходимо за формулою:

$$A = \frac{\Phi * H * t}{100 * 365} \quad (6.5)$$

де А - сума амортизаційних відрахувань, грн;

Φ - вартість обладнання, грн;

Н - денна норма амортизації, %;

t - кількість днів використання обладнання для проведення дослідження.

Витрати на амортизацію обладнання, що використовувалося під час проведення досліджень, подано в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Витрати на амортизацію устаткування

Найменування устаткування	Кількість	Тривалість роботи, днів	Первинна вартість, грн.	Норма амортизаційних відрахувань, %	Витрати на амортизацію, грн.
Піч електронна	1	0,5	1000	15	0,32
Ноутбук	1	6	12000	25	51,25
Ваги лабораторні	1	0,03	6500	10	0,05
Разом					51,62

Накладні витрати складають 80% заробітної плати і розраховуються за формулою:

$$НВ = \frac{ФЗП * 80}{100}, \text{ грн} \quad (6.6)$$

де ФЗП – фонд заробітної плати, грн.

$$НВ = \frac{547,38 * 80}{100} = 437,9 \text{ грн}$$

Результати розрахунків по всіх статтях наведені в таблиці 4.5

Таблиця 6.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Кошторис витрат		Сума, грн
1	Витрати на сировину	147
2	Витрати на оплату праці	547,38
3	Нарахування	120,24
4	Електроенергія	63,13
5	Амортизація	51,62
6	Накладні витрат	437,9
7	Усього витрат	1367,27

6.2 Розрахунок ціни дослідження

Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень,

тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули:

$$\text{Ц} = \text{С} + \frac{\text{Р} * \text{С}}{100}, \text{ грн} \quad (6.7)$$

де Ц – вартість дослідження, грн.;

С – собівартість дослідження, грн.;

Р – встановлений норматив рентабельності (30%).

$$\text{Ц} = 1367,27 + \frac{30 * 1367,27}{100} = 1777,45 \text{ грн}$$

Висновки за розділом

З метою оцінки доцільності проведених досліджень і пов'язаних з ними витрат було здійснено розрахунок таких показників: витрати на сировину та заробітну плату, нарахування на соціальне страхування, а також витрати на спожиту електроенергію, амортизаційні витрати на устаткування, а також накладні витрати. Загальна вартість проведеного дослідження склала 1777,45 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розробка безглютенових напоїв є надзвичайно актуальною у сучасних умовах, коли зростає попит на здорові та функціональні харчові продукти серед населення, незалежно від наявності медичних показань до дотримання безглютенової дієти. Особливої уваги заслуговує створення ферментованих напоїв на основі безглютенової сировини, таких як гречаний солод, каркаде та цикорій. Їх використання дозволяє не лише уникнути глютену, але й підвищити біологічну цінність кінцевого продукту завдяки вмісту антиоксидантів, вітамінів, мікроелементів і пребіотичних сполук.

У ході дослідження було розроблено методику виготовлення дослідних зразків безглютенового квасу, що включала підбір і підготовку сировини, проведення ферментації та визначення органолептичних і фізико-хімічних показників якості. Проведені дослідження показали, що використання гречаного солоду, каркаде та цикорію сприяє отриманню напою з приємними смаковими властивостями, оптимальним рівнем кислотності, високою функціональністю та стабільністю при зберіганні.

Гречаний солод забезпечив хорошу ферментативну активність, високу харчову цінність та натуральну солодкість, каркаде додав насиченого кольору і антиоксидантних властивостей, а цикорій виконував роль пребіотика, покращуючи органолептичні характеристики та мікробіологічну стабільність напою. Визначено, що заміна традиційної глютенівмісної сировини на безглютеніві альтернативи не лише не знижує, а у багатьох випадках покращує якісні показники продукту.

Було визначено такі показники як рН, загальна кислотність, вміст сухих речовин, залишковий цукор та вміст спирту після збродження. Хімічний склад отриманих безглютенових напоїв продемонстрував їх високу біологічну цінність. По-перше, основною перевагою досліджуваної сировини (гречаний солод, каркаде, цикорій) є повна відсутність глютену, що робить ці напої безпечними для людей, які страждають на целіакію або мають непереносимість глютену. По-друге, напої з додаванням каркаде та цикорію

мають підвищений вміст антиоксидантів, поліфенолів та органічних кислот, що позитивно впливають на травну та імунну системи. Гречаний солод, у свою чергу, збагачує продукт білками, вітамінами групи В, магнієм і рутином.

Органолептична оцінка зразків засвідчила, що напої мали приємний кислувато-солодкий смак, характерний аромат та помірну природну газацию. Найкращі показники прозорості, кольору та гармонійності смаку були зафіксовані у зразку з каркаде, тоді як зразок з гречаним солодом мав найкращі показники збалансованості кислотності.

Фізико-хімічні дослідження виявили наступні показники якості: кислотність зразків коливалася в межах 2,9–3,2 рН, що свідчить про нормальне протікання молочнокислого бродіння. Вміст сухих речовин становив 5,8–6,5%, залежно від складу, що відповідає стандартам безалкогольних ферментованих напоїв. Вміст етанолу у всіх зразках не перевищував допустимий рівень (до 0,8%), що дозволяє класифікувати напої як безалкогольні.

Для визначення доцільності розробленої технології було проведено економічний розрахунок витрат на сировину, електроенергію, оплату праці, амортизацію обладнання та супутні накладні витрати. Загальна собівартість виготовлення дослідних зразків безглютенового квасу склала 1999,81 грн, що свідчить про економічну ефективність запропонованої технології та її доцільність для малих і середніх виробництв.

У розділі «Охорона праці» проаналізовано стан виробничих умов у науково-дослідній лабораторії освітнього закладу. Встановлено, що рівень охорони праці відповідає чинним вимогам та нормам: проведено оцінку мікроклімату, рівнів шуму, освітлення та безпеки використання обладнання. Також було розглянуто базові метрологічні показники, необхідні для забезпечення якості лабораторних вимірювань та відповідності санітарним нормам.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. 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.
2. Jason W. Wei, Jerry W. Wei, Christopher R. Jackson. Automated detection of celiac disease on duodenal biopsy slides: a deep learning approach. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.11447>
3. Angelis M, Cassone A, Rizzello CG, Gagliardi F, Minervini F, Calasso M, et al. Mechanism of degradation of immunogenic gluten epitopes from *Triticum turgidum* L. var. durum by sourdough lactobacilli and fungal proteases. *Appl. Environ. Microbiol* 2010, 76(2): 508-518.
4. Alanen MA, Kerkkonen HK, Laine KMJ, Renner HV. Method of separating gluten from wheat flour. *Tech. II* 1976, 23:162. United States Patent 3651768.
5. S. L. Peters, J. R. Biesiekierski, G. W. Yelland, J. G. Muir, P. R. Gibson. Randomised clinical trial: gluten may cause depression in subjects with non-coeliac gluten sensitivity – an exploratory clinical study. DOI: <https://doi.org/10.1111/apt.12730>
6. Steffen Husby. Sibylle Koletzko. Jernej Dolinsek. European Society Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Guidelines for Diagnosing Coeliac Disease 2019. DOI: <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000002497>
7. Shewry P.R., Halford N.G. Cereal Seed Storage Proteins: Structures, Properties and Role in Grain Utilization. *J. Exp. Bot.* 2002;53:947–958. doi: 10.1093/jexbot/53.370.947
8. Wieser H. Chemistry of Gluten Proteins. *Food Microbiol.* 2007;24:115–119. doi: 10.1016/j.fm.2006.07.004.
9. Lexhaller B., Colgrave M.L., Scherf K.A. Characterization and Relative Quantitation of Wheat, Rye, and Barley Gluten Protein Types by Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry. *Front. Plant Sci.* 2019;10:1530. doi: 10.3389/fpls.2019.01530.

10. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
11. Choung, R. S., Unalp-Arida, A., Ruhl, C. E., Brantner, T. L., Everhart, J. E., & Murray, J. A. (2017). Less hidden celiac disease but increased gluten avoidance without a diagnosis in the United States. *Mayo Clinic Proceedings*, 92(1)
12. Khairuddin, M.A.N.; Lasekan, O. Gluten-Free Cereal Products and Beverages: A Review of Their Health Benefits in the Last Five Years. *Foods* 2021, 10, 2523. <https://doi.org/10.3390/foods10112523>
13. Rasoul Sali, Lubaina Ehsan, Kamran Kowsari. CeliacNet: Celiac Disease Severity Diagnosis on Duodenal Histopathological Images Using Deep Residual Networks. DOI: <https://doi.org/10.1109/BIBM47256.2019.8983270>
14. Stephen E Roberts. Sian Morrison-Rees. Systematic review and meta-analysis: the incidence and prevalence of paediatric coeliac disease across Europe. June 2021 DOI: <https://doi.org/10.1111/apt.16337>
15. Phiarais, B.P.N.; Wijngaard, H.H.; Arendt, E.K. The impact of kilning on enzymatic activity of buckwheat malt. *Journal of the Institute of Brewing*. 2005. Vol. 111, Iss. 3. Rp. 290–298. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2005.tb00685.x>
16. Kovalova, O., Vasylieva, N., Zhulinska, O., Balandina, I., Zhukova, L., Bezpal'ko, V., Horiainova, V., Trybrat, R., Zazymko, O., & Barkar, Y. (2024). Development of lentil malt production technology using plasma-chemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11 (130)), 76–86. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.308298>
17. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. *Food science and technology*. 2022;16(4):64-76. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>
18. Samra Imran, Zaib Hussain, Farhanda Ghafoor, Saeed Ahmad Nagra, Nahida Ashbil Ziai. Comparative efficiency of different methods of gluten extraction from local wheat varieties. *Archives of Latin American Nutrition*, vol.

63, no. 2, 2013.

19. 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.

20. Kovalova, O., Vasylieva, N., Haliasnyi, I., Gavrish, T., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., Gontar, T., Osmanova, O., Omelchenko, S., & Ashtaiev, O. (2024). Development of technology for the production of all-purpose buckwheat malt using plasmochemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(11 (127)), 38–51. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298797>

21. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Мацюк Х.В. Інноваційні стимулятори проростання зерна природного походження. *Наука, технології, інновації*. 2022. №4 (24). С.31-44. <https://doi.org/10.35668/2520-6524-2022-4-03>

22. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., Haliasnyi, I., Kotliar, O., Yanchyk, O., Bogatov, O. (2023). Development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (124)), 6–19. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284810>

23. рН метр лабораторний для хімічних розчинів. URL: <https://www.testo.kiev.ua/ru/testo-206-ph3.html>

24. Kovalova, O., Vasylieva, N., Haliasnyi, I., Gavrish, T., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., Didukh, N., Balandina, I., Obolentseva, L., Hirenko, N. (2023). Development of buckwheat groats production technology using plasma-chemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (126)), 59–72. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.290584>

25. Wijngaard, H.H.; Ulmer H.M.; Neumann, M.; Arendt, E.K. The effect of steeping time on the final malt quality of buckwheat. *Journal of the Institute of*

Brewing. 2005. Vol. 111, Iss. 3. Rp. 275–281. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2005.tb00683.x>

26. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солододорощення: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.

27. Phiarais, B.P.N.; Wijngaard, H.H.; Arendt, E.K. The impact of kilning on enzymatic activity of buckwheat malt. Journal of the Institute of Brewing. 2005. Vol. 111, Iss. 3. Rp. 290–298. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2005.tb00685.x>

28. Солод гречневый malt chateau buckwheat, (BE), EBC 4-15. <https://www.bondarbeer.com.ua/malt-grechnevyj-chateau-buckwheat-malteurop> (дата звернення: 25.03.2025).

29. Чай каркаде: корисні властивості та способи вживання напою. URL: <https://filizhanka.com/ua/articles/chay-karkade-poleznye-svoystva-i-sposoby-upotrebleniya-napitka.html> (дата звернення: 25.03.2025).

30. Цикорій: властивості, переваги та обмеження. URL: <https://filizhanka.com/ua/articles/tsikoriy-svoystva-preimushchestva-i-ogranicheniya.html> (дата звернення: 25.03.2025).

31. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Лазаренко У.І. Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. Наука, технології, інновації. 2024. № 3 (30). С. 70-81. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-2-09>

32. Koistinen, V. M., Nordlund, E., Katina, K., Poutanen, K., & Aura, A. M. (2017). Rye bran and its bioactive compounds—effects on the composition of gut microbiota and short-chain fatty acids in vitro. Journal of Functional Foods, 32, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.02.006>

33. Kovalova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T., Kotliar, O., Gavrish, T., Gill, M., Karatieieva, O. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (122)), 99–111. doi: <https://doi.org/10.15587/1729->

34. Kovalova, O., Vasylieva, N., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., Omelchenko, S., Kotliar, O., Kariyk, A., Rudakov, S., Harbuz, S., Onyshchenko, L. (2024). Development of oat malt production technology using plasma-chemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (131)), 80–91. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.311477>

35. Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 21(2), 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>

36. Wronkowska, M., & Haros, M. (2015). Effect of germination on the nutritional and functional properties of selected gluten-free cereals and pseudocereals. *Food Chemistry*, 185, 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.123>

37. Zieliński, H., & Kozłowska, H. (2000). Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2008–2016. <https://doi.org/10.1021/jf990619o>

38. Aparicio-García, N.; Martínez-Villaluenga, C.; Frias, J.; Peñas, E. Production and Characterization of a Novel Gluten-Free Fermented Beverage Based on Sprouted Oat Flour. *Foods* 2021, 10, 139. <https://doi.org/10.3390/foods10010139>

39. Deželak, Matjaž & Zarnkow, Martin & Becker, Thomas & Kosir, Iztok. (2014). Processing of Bottom Fermented Gluten-Free Beer-Like Beverages Based on Buckwheat and Quinoa Malt with Chemical and Sensory Characterization. *Journal of the Institute of Brewing*. 120. 10.1002/jib.166. DOI:10.1002/jib.166

40. Roberfroid, M. (2005). Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition*, 93(S1), S13–S25. <https://doi.org/10.1079/BJN20041350>

41. Ahmed, W., Rashid, S., & Hussain, S. (2022). Nutritional and functional applications of chicory root fiber in bakery products. *Journal of Food Processing*

and Preservation, 46(1), e16132. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16132>

42. Meyer, D., & Stasse-Wolthuis, M. (2009). The bifidogenic effect of inulin and oligofructose and its consequences for gut health. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(11), 1277–1289. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.64>

43. Ali, B. H., et al. (2005). The effect of Hibiscus sabdariffa on lipid profile and antioxidant properties in rats. *Phytomedicine*, 12(9), 587–593. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2004.10.003>

44. McKay, D. L., & Blumberg, J. B. (2007). Hibiscus sabdariffa L. tea (tisane) lowers blood pressure in prehypertensive and mildly hypertensive adults. *The Journal of Nutrition*, 140(2), 298–303. <https://doi.org/10.3945/jn.109.115097>

45. Da-Costa-Rocha, I., et al. (2014). Hibiscus sabdariffa L.—A phytochemical and pharmacological review. *Food Chemistry*, 165, 424–443. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.002>

46. U.S. Soybean Export Council. “Soy Protein and Amino Acids. URL: <https://ussec.org> (дата звернення: 25.03.2025).

47. Food Research International. “Prebiotic potential of soybean and its impact on gut microbiota.” <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109921>

48. Dabija, A.; Ciocan, M.E.; Chetrariu, A.; Codină, G.G. Buckwheat and Amaranth as Raw Materials for Brewing, a Review. *Plants* 2022, 11, 756. <https://doi.org/10.3390/plants11060756>

49. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 р. № 1264-XII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>

50. Закон України «Про відходи» від 5 березня 1998 р. № 187/98-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр>

51. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24 лютого 1994 р. № 4004-XII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12>

52. Постанова Кабінету Міністрів України № 302 від 13 березня 2002

р. «Про затвердження переліку видів діяльності та об'єктів, які не потребують дозволу на викиди в атмосферне повітря» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/302-2002-п>

53. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. – [Чинний від 2015]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2015.

54. ДСП 173-96. Санітарні правила планування і забудови підприємств харчової промисловості. – К.: МОЗ України, 1996. – 38 с.

55. Ковальова О., Ганзій М., Драюк В. Перспективи використання відходів пивоваріння. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact» (May 12-14, 2025. Antwerp, Belgium). European Open Science Space, 2025. С. 92-99. <https://doi.org/10.70286/EOSS-12.05.2025>