

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

«До захисту в ЕК»

Директор ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » лютого 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » лютого 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

із спеціальності **181 «Харчові технології»**

освітньо-професійної програми – Технології продуктів бродіння і виноробства

на тему: «Дослідження та удосконалення способів підготовки води у технології комбучі»

Виконав:

здобувач 2 курсу,
групи ТБ-2-7М

_____ (підпис)

Сергій Васильович ПРОКОПИШИН

(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

_____ (підпис)

Віталій Леонідович ПРИБИЛЬСЬКИЙ

(прізвище, ім'я, по батькові)

Рецензент

_____ (підпис)

Олена Володимирівна КУШНІР

(прізвище, ім'я, по батькові)

Я, як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Сергій ПРОКОПИШИН
(підпис)

Київ НУХТ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступінь – магістр

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Технології продуктів бродіння і виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння і виноробства

Анатолій КУЦ

29 серпня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Прокопишину Сергію Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження та удосконалення способів підготовки води у технології комбучі»

Керівник роботи Прибильський В. Л., д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу 06 листопада 2023 р. № 906-КС

2. Строк подання роботи 01 лютого 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи

3.1. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики

3.2. Методичні рекомендації до виконання магістерської роботи

3.3. Результати власних досліджень.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Титульна сторінка. Завдання на роботу. Зміст. Анотація. Вступ. 1.

Використання ефективних способів підготовки води у технології комбучі. 2.

Матеріали, методи та методика досліджень. 3. Підбір матеріалів для обробки

води у виробництві комбучі. Дослідження зміни фізико-хімічних показників

води за різних способах підготовки води. 4. Оптимізація технологічного

процесу. 5. Соціально-економічна ефективність. 6. Охорона праці. 7. Цивільний

захист.

5. Перелік графічного матеріалу

Таблиці з результатами досліджень – 14

Графіки з результатами досліджень – 8

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 31 серпня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	13-29.10.23	виконано
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	30.10.-4.11.23	виконано
	1-а атестація	5.11.2023	виконано
3.	Експериментальні дослідження з підбору матеріалів для обробки води	05.11.-17.12.23	виконано
4.	Експериментальні дослідження зміни фізико-хімічних показників води за різних способах водопідготовки та показників напою	18-22.12.23	виконано
	2-а атестація	23.12.22	виконано
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	23-30.12.23	виконано
6.	Підготовка розділу охорони праці та погодження його з керівником	31.12.23-06.01.24	виконано
7.	Оптимізація технологічного процесу	07-13.01.24	виконано
8.	Визначення соціально-економічної ефективності роботи	14-24.01.24	виконано
9.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи	25-31.01.24	виконано
10.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	30.01-03.02.24	виконано
11.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	01-07.02.24	виконано
12.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	03-08.02.24	виконано
	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Керівник роботи, д.т.н. професор

Сергій ПРОКОПИШИН

Віталій ПРИБИЛЬСЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

Прокопишин Сергій Васильович «Дослідження та удосконалення способів підготовки води у технології комбучі». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства». Національний університет харчових технологій, Київ, 2024.

В кваліфікаційній роботі наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень, щодо удосконалення способів підготовки води у технології комбучі.

Завдання роботи полягало в обґрунтуванні та виборі способу водопідготовки для виробництва комбучі на крафтових підприємствах.

У роботі наведено результати експериментальних досліджень підбору способу водопідготовки при виробництві комбучі, досліджено вплив показників води на фізико-хімічні показники сусла, динаміку бродіння сусла та органолептичні показники комбучі.

Обґрунтовано вибір картриджних фільтрів для виробництва комбучі в умовах крафтових виробництв, які характеризуються невеликими обсягами виробництва і в технологічних цілях використовують воду централізованих систем водопостачання. Запропонована схема водопідготовки дозволяє інтенсифікувати процес ферментації, підвищити вміст біологічно активних речовин, які екстрагуються з чайної сировини в сусло та покращити органолептичні та фізико-хімічні характеристики комбучі.

Визначено вплив показників водопровідної та підготовленої води на вміст поліфенольних речовин та кофеїну в суслі, які безпосередньо впливають на життєдіяльність культури мікроорганізмів на стадії ферментації.

Наведено інформацію щодо оптимізації технологічних процесів, соціально-економічної ефективності, охорони праці та цивільного захисту.

Ключові слова: сусло, ферментовані напої, комбуча, вода, водопідготовка, біологічна цінність, фізико-хімічні показники, органолептичні показники.

SUMMARY

Sergey Prokopyshyn "Research and improvement of water preparation methods in kombucha technology". Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 181 "Food technologies" of the educational-professional program "Technologies of fermentation products and winemaking". National University of Food Technologies, Kyiv, 2024.

The qualification paper presents the results of theoretical and experimental research on the improvement of water preparation methods in kombucha technology.

The task of the work was to justify and choose a method of water preparation for the production of kombucha at craft enterprises.

The paper presents the results of experimental studies on the selection of the method of water preparation in the production of kombucha, the influence of water parameters on the physicochemical parameters of the wort, the dynamics of fermentation of the wort, and the organoleptic parameters of kombucha.

The choice of cartridge filters for the production of kombucha in the conditions of craft productions, which are characterized by small volumes of production and use water from centralized water supply systems for technological purposes, is substantiated. The proposed water treatment scheme allows to intensify the fermentation process, increase the content of biologically active substances extracted from the tea raw materials into the wort, and improve the organoleptic and physicochemical characteristics of kombucha.

The influence of indicators of tap and prepared water on the content of polyphenolic substances and caffeine in wort, which directly affect the vital activity of the culture of microorganisms at the fermentation stage, was determined.

Information is given on the optimization of technological processes, social and economic efficiency, labor protection and civil protection.

Key words: wort, fermented drinks, kombucha, water, water treatment, biological value, physicochemical indicators, organoleptic indicators.

ANMERKUNG

Sergey Prokopyshyn „Forschung und Verbesserung von Wasseraufbereitungsmethoden in der Kombucha-Technologie“. Qualifikationsarbeit zur Erlangung eines Masterabschlusses in der Fachrichtung 181 „Lebensmitteltechnologien“ des pädagogisch-beruflichen Studiengangs „Technologien der Fermentationsprodukte und Weinherstellung“. Nationale Universität für Lebensmitteltechnologien, Kiew, 2024.

Die Qualifikationsarbeit präsentiert die Ergebnisse theoretischer und experimenteller Forschung zur Verbesserung von Wasser aufbereitungsmethoden in der Kombucha-Technologie.

Die Aufgabe der Arbeit bestand darin, eine Methode zur Wasser aufbereitung für die Herstellung von Kombucha in Handwerksbetrieben zu begründen und auszuwählen.

Der Artikel präsentiert die Ergebnisse experimenteller Studien zur Auswahl der Methode der Wasseraufbereitung bei der Herstellung von Kombucha, zum Einfluss von Wasserparametern auf die physikalisch-chemischen Parameter der Würze, zur Dynamik der Fermentation der Würze und zu den organoleptischen Parametern von Kombucha.

Die Wahl von Patronenfiltern für die Herstellung von Kombucha unter den Bedingungen handwerklicher Produktionen, die durch kleine Produktionsmengen gekennzeichnet sind und Wasser aus zentralen Wasserversorgungssystemen für technologische Zwecke nutzen, ist begründet. Das vorgeschlagene Wasser aufbereitungsschema ermöglicht die Intensivierung des Fermentationsprozesses, die Erhöhung des Gehalts an biologisch aktiven Substanzen, die aus den Teerohstoffen in der Würze extrahiert werden, und die Verbesserung der organoleptischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften von Kombucha.

Es wurde der Einfluss der Indikatoren von Leitungswasser und aufbereitetem Wasser auf den Gehalt an Polyphenolischen Substanzen und Koffein in der Würze bestimmt, die sich direkt auf die lebenswichtige Aktivität der Mikroorganismenkultur im Fermentationsstadium auswirken.

Es werden Informationen zur Optimierung technologischer Prozesse, zur sozialen und wirtschaftlichen Effizienz, zum Arbeitsschutz und zum Katastrophenschutz gegeben.

Schlüsselwörter: Würze, fermentierte Getränke, Kombucha, Wasser, Wasser aufbereitung, biologische Wertigkeit, physikalisch-chemische Indikatoren, organoleptische Indikatoren.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ ВОДИ У ТЕХНОЛОГІЇ КОМБУЧІ (аналітичний огляд)	11
1.1 Характеристика комбучі, як перспективного ферментованого напою	11
1.2 Характеристика культури мікроорганізмів <i>Medusomyces gisevii</i>	12
1.3 Характеристика процесу ферментації сусла культурою <i>Medusomyces gisevii</i>	14
1.4 Характеристика чайної сировини у виробництві ферментованого напою комбуча	15
1.5 Характеристика способів водопідготовки у технологіях ферментованих напоїв	15
1.6 Висновки до аналітичного огляду літератури, мета і задачі досліджень	23
2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1 Матеріали досліджень	24
2.2 Методи досліджень	24
2.3 Методика досліджень	25
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ НА ПРОЦЕС ФЕРМЕНТАЦІЇ СУСЛА КУЛЬТУРОЮ <i>MEDUSOMYCES GISEVII</i> (експериментальна частина)	27
3.1. Підбір матеріалів для обробки води у виробництві комбучі в крафтових умовах	27
3.2 Дослідження зміни фізико-хімічних показників води за різних способів водопідготовки	30
3.3 Вплив підготовленої води на показники сусла	31
3.4 Вплив підготовленої води на динаміку зміни концентрації сухих речовин і титрованої кислотності при зброджуванні сусла культурою <i>Medusomyces gisevii</i>	33
3.5 Розробка технологічної схеми приготування ферментованого напою з використанням підготовленої води	37
3.6 Висновки до розділу 3	39
4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	40
5. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ	46
6. ОХОРОНА ПРАЦІ	48
7. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	59
ДОДАТКИ	62

Дослідження та удосконалення способів підготовки води у технології комбучі				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Виконав		Прокопишин С.В.		
Перевірив		Прибильський В.Л.		
Н. контр.				
Зав. каф.		Куц А.М.		
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА			Літ.	Арк.
			7	67
НУХТ ННІХТ ТБ-27М				

ВСТУП

Актуальність теми. Ферментовані напої вважаються однією з перспективних груп харчових продуктів, які сприяють збагаченню організму цінними харчовими компонентами, а низька собівартість і високі споживчі властивості забезпечують масовість вживання і попит у населення. Присутність в раціоні харчування людини напоїв, збагачених біологічно активними речовинами, сприяє позитивному впливу на здоров'я, покращенню обміну речовин, регулюванню кислотності шлунку, оздоровленню організму в цілому.

Недостатнє надходження мікронутрієнтів з їжею – загальна проблема всіх цивілізованих країн. Вона виникла внаслідок зниження енерговитрат і зменшення загальної кількості їжі. Таким чином, раціон харчування, достатній для поповнення помірних енерговитрат, не може забезпечити організм необхідною кількістю вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон, потреба в яких істотно зросла внаслідок зростання стресових і екологічно несприятливих факторів.

Світовий і вітчизняний досвід свідчать, що ефективно й економічно доступно забезпечити населення мікронутрієнтами можна за рахунок створення дешевих комбінованих харчових продуктів, збагачених вітамінами, мінеральними речовинами і харчовими волокнами.

Беручи до уваги, що сучасна безалкогольна галузь пропонує здебільшого безалкогольні напої на основі штучних ароматизаторів і барвників, необхідні розробки й популяризація таких напоїв, технологія яких заснована на використанні природної сировини.

На українському ринку безалкогольних напоїв споживачам пропонується широкий асортимент соковмісних напоїв, солодких газованих напоїв, енергетичних напоїв, холодного чаю і безалкогольних ферментованих напоїв.

При цьому все більше споживачів віддають перевагу натуральним і корисним продуктам, що містять у своєму складі нутрієнти, які позитивно впливають на різні функції організму. Порівняння різних груп безалкогольних напоїв із точки зору лікувально-профілактичного та загальнооздоровчого впливу на організм людини свідчить, що однією з найбільш перспективних є група ферментованих напоїв. Їх активна оздоровча дія зумовлена не тільки використанням виключно натуральної сировини, а й застосуванням у технологічному процесі культур мікроорганізмів, корисних для людини.

Комбуча має високі органолептичні властивості і може широко використовуватись у оздоровчому харчуванні. На ринку функціональних напоїв у світі комбуча є найшвидш зростаючим і одним із найбільш популярних ферментованих напоїв. Ринок комбучі у 2027 році може скласти 10,45 млрд. \$, що зумовлено його корисністю і бажанням споживачів мати у раціоні здорові напої.

Основою для виробництва комбучі є цукор, чай та вода. Від їх показників залежить якість напою та перебіг технологічного процесу. Екстрактивні речовини чайної сировини є активними хімічними сполуками, які взаємодіють із складовими суслу, головним чином технологічної води.

Вода, що надходить на харчові підприємства, як правило, містить підвищену кількість заліза, солей кальцію та магнію, має підвищену колірність. На підприємствах, які виробляють харчові продукти, до води висуваються більш жорсткі вимоги, ніж до питної води. Тому необхідною стадією у харчових технологіях є підготовка води, що забезпечувала б не тільки безпечність готової продукції, але і її високі органолептичні властивості.

Підприємства з виробництва безалкогольних напоїв використовують воду централізованих мереж водопостачання або з артезіанських свердловин. У першому випадку вода вже має кондиції питної, а в другому, що зустрічається частіше, може не відповідати таким вимогам. Окрім цього, до технологічної води у безалкогольному виробництві є додаткові вимоги за показниками жорсткості та загального заліза. Однак, для виробництва безалкогольних ферментованих напоїв, зокрема комбучі таких вимог не розроблено.

Отже, розроблення технології підготовки води для виробництва безалкогольного ферментованого напою комбучі, зокрема для підприємств невеликої потужності є актуальним.

Метою кваліфікаційної роботи було розроблення технології водопідготовки для виробництва ферментованого напою комбуча в умовах крафтових виробництв.

Для реалізації поставленої мети потрібно було вирішити наступні **завдання**:

- підібрати матеріали для оброблення води у технології комбучі;
- дослідити зміну фізико-хімічних показників води за різних способів водопідготовки;
- визначити вплив підготовленої води на показники суслу;
- встановити вплив підготовленої води на динаміку зміни концентрації сухих речовин і титрованої кислотності при зброджуванні сусла культурою *Medusomyces gisevii*;
- розробити технологічну схему приготування ферментованого напою з використанням підготовленої води;
- розробити математичну модель оптимізації технологічного процесу;
- визначити соціально-економічну ефективність;
- рекомендувати заходи щодо охорони праці та цивільного захисту.

Об'єкт досліджень: технологія водопідготовки для виробництва ферментованого напою комбуча в умовах крафтових виробництв.

Предмет досліджень: способи водопідготовки, вода, сусло, комбуча.

Методи досліджень: органолептичні, фізико-хімічні методи досліджень сировини, напівфабрикатів та готових виробів; математично-статистичні методи оброблення експериментальних даних з використанням сучасних комп'ютерних програм.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Результати кваліфікаційної роботи доповідались на конференції "Biotechnologies, Present and Perspectives" в Румунії.

Публікації: Olha Dulka, Vitalii Prybylskyi, Oleksii Fedosov, Serhii Prokopyshyn. Influence of water hardness on the process of fermentation by

medusomyces gisevii consortium. *Faculty of Food Engineering, Stefan cel Mare University of Suceava, The International Conference "Biotechnologies, Present and Perspectives" Suceava, 9th Edition, 15 December 2023, Romania: C. 27.*

Наукова новизна: розроблено технологію водопідготовки для виробництва ферментованого напою комбуча для крафтових підприємств, що забезпечує інтенсифікацію ферментативних процесів, підвищує вміст біологічно-активних речовин в суслі та готовому напої, покращує його органолептичні показники.

Практичне значення: отримані дані забезпечують підвищення якості комбучі на підприємствах з виробництва ферментованих напоїв, зокрема крафтових виробництв.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається з 7 розділів, висновків, списку використаної літератури з 32 найменувань, додатків. Робота викладена на 67 сторінках друкованого тексту, містить 14 таблиць і 8 рисунків.

1 ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ ВОДИ У ТЕХНОЛОГІЇ КОМБУЧІ (аналітичний огляд)

1.1 Характеристика комбучі, як перспективного ферментованого напою

Ферментований безалкогольний напій Комбуча виготовляють шляхом зброджування сусла культурою *Medusomyces gisevii* (SCOBY) з подальшим фільтруванням, карбонізацією та розливом у споживчу тару. Внаслідок ферментації утворюються біологічно активні речовини, які формують його органолептичні та фізико-хімічні показники. До цих речовин них належать: незамінні амінокислоти (треонін, валін, ізолейцин, лейцин, триптофан, метіонін, лізин, гістидин фенілаланін), вітаміни групи В (рибофлавін, тіамін, фолієва кислота, піридоксин, ціанокобаламін та ін.), пектин, ферменти (протеази, амілази, оксидоредуктази та ін.), органічні кислоти (оцтова, глюконова, глюкоуронова, фосфатна, янтарна, щавелева тощо), мікро- і макроелементи (цинк, кальцій, залізо, фосфор, калій). Вони впливають на обмінні процеси, сприяють травленню та кровотворенню, беруть участь у захисних реакціях організму, знешкоджують токсичні речовини (наприклад, продукти розпаду білків), відповідають за акумулювання енергії, утворення гормонів, антитіл, ферментів та їх транспортування [1, 2].

Вміст біологічно активних речовин, що входять до складу ферментованого напою із використанням культури *Medusomyces gisevii*, наведено у таблиці 1.1 [3].

Таблиця 1.1 – Вміст біологічно активних речовин ферментованого напою із використанням культури *Medusomyces gisevii*

Назва	Кількість
Оцтова кислота, мг/100г	0,05...1,13
Глюконова кислота, мг/100г	0,05...1,39
Глюкуронова кислота, мг/100г	0...1,1
Щавлева кислота, мг/100г	0,06...0,22
Лимонна кислота, мг/100г	0,054...0,16
Молочна кислота, мг/100 см ³	0,6
Яблучна кислота, мг/100г СР	15,2
Піровиноградна кислота, мг/100г СР	12,0
Етиловий спирт, об. %	0,15...0,7
Сахароза, %	0,74
Глюкоза, %	2,64
Фруктоза, %	2,2
Вітамін С, мг/100г	0,01...0,644
Вітамін В ₁ (тіамін), мг/100г	0,0759
Вітамін В ₂ (рибофлавін), мг/100 см ³	0,96
Вітамін В ₆ (фолієва кислота), мг/100 см ³	0,23
Білки, %	0,03...5,24
Дубильні речовини, %	0,08

Визначено, що склад безалкогольного ферментованого напою комбуча представлений широким спектром біологічно активних речовин.

1.2 Характеристика культури мікроорганізмів *Medusomyces gisevii*

Культура мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* (чайний гриб) є природним симбіотичним консорціумом оцтовокислих бактерій і дріжджів, які формують культуру *Medusomyces gisevii*. Культура являє собою зооглею у вигляді слизової шарувато-аморфної плівки, що містить целюлозу. Ця зооглея формується на межі поділу повітря-рідина над поверхнею. Її функція полягає у забезпеченні процесу бродіння для отримання напою [4].

Штами мікроорганізмів, що формують «тіло» культури, можуть відрізнятися залежно від місця походження. Головними групами мікроорганізмів, що формують мікробіологічну плівку є дріжджі (*Brettanomyces bruxellensis*, *Candidastellata*, *Schizosaccharomyces ludwigii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Torulaspora delbrueckii*, *Zygosaccharomyces bailii*) та оцтовокислі бактерії (*Gluconacetobacter xylinus* або інші представники родів *Acetobacter*, *Gluconacetobacter*) [5]. Виявлено широке різноманіття дріжджів, що включає види родів *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Dekkera/Brettanomyces*, *Pichia* та ін. Більшість дріжджів (наприклад, *Saccharomyces cerevisiae* і *Dekkera bruxellensis*) є факультативно бродильними і можуть здійснювати бродіння або дихання для виробництва енергії. Багато видів дріжджів здатні продовжувати ферментацію в аеробних умовах доти, доки доступні вуглеводи. Це є частиною стратегії "виробляй-накопичуй-споживай", спрямованої на швидке домінування в екосистемі та витіснення інших мікроорганізмів [6].

Види дріжджів можуть відрізнятися в різних продуктах чайного гриба, особливо з різних регіонів, через такі фактори навколишнього середовища, як географічні та кліматичні умови, і навіть через контамінацію між заквасками. Найпоширеніші види дріжджів, виділені з ферментованих продуктів чайного гриба, та їхні характеристики (морфологічні та метаболічні) наведені в таблиці 1. Як правило, популяція дріжджів перевищує кількість бактерій, присутніх у чайному грибі [7,8]. У табл. 1.2 наведено найбільш поширені види дріжджів, що присутні у комбучі [8, 9].

Таблиця 1.2 – Поширені види дріжджів, виділені з комбучі та їх метаболічні характеристики

Вид	Морфологія	Характеристика
<i>Zygosaccharomyces (Z.) bailii</i>	Колонії від білого до кремового кольору з коричневою верхівкою, циліндричної або еліпсоїдної форми, розміром (3,5-6,0) × (4,5-11,5) мкм.	Толерантний до органічних кислот, Утворює оцтову кислоту, толерантність до нагрівання < 75 °С Ростовий рН > 2 і < 7
<i>Zygosaccharomyces (Z.) rouxii</i>	Білі або кремові гладкі колонії, круглої або овальної форми.	Стійкий до високого осмотичного стресу та солі/цукру, росте за низького

		вмісту кисню та низької активності води.
Продовження таблиці 1.2		
<i>Schizosaccharomyces (S.) pombe</i>	Від кремового до коричневого кольору, маслянокислі колонії, паличкоподібні.	Здатні перетворювати яблучну кислоту на етанол, висока стійкість до низької активності води, низького рН і широкого діапазону температур, висока толерантність до вмісту цукру.
<i>Saccharomyces (S.) ludwigi</i>	Кремові, маслянокислі колонії, витягнутої форми, зі здуттям у центрі.	Стійкість до вуглекислого газу під тиском, висока толерантність до цукру.
<i>S. cerevisiae</i>	Колонії від білого до кремового кольору, маслянокислі, сферичної або яйцевидної форми, 2,5- 10,0 мкм (діаметр).	Може перетворювати глюкозу на етанол, висока толерантність до етанолу, висока швидкість ферментації.
<i>Brettanomyces (B.) bruxellensis</i>	Характерна витягнута форма, 2,5-10,0 мкм (діаметр).	Може виробляти велику кількість оцтової кислоти та етанолу в аеробних умовах, висока концентрація етанолу (до 15%), здатен рости в умовах низького рН, висока ефективність використання джерел азоту.

Оцтовокислі бактерії (ОКБ) та бактерії, що виробляють глюконову кислоту, є домінуючими прокаріотами в заквасках чайного гриба. ОКБ належать до родини *Acetobacteraceae* і класифікуються як ацетофільні або ацидофільні групи. В даний час ОКБ поділяють на 17 родів, з них *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Glucoacetobacter* і *Komagataeibacter* в основному використовуються в харчовій промисловості. Утворення целюлозної біоплівки, що плаває на поверхні чайного відвару в комбучі, пов'язане з присутністю ОКБ виду *Komagataeibacter (K.) xylinus*. Вид *Komagataeibacter* може накопичувати до 10-20% оцтової кислоти в середовищі, тоді як вид *Acetobacter* може накопичувати лише до 8% оцтової кислоти [10].

Інші ОКБ, виділені з чайного гриба, включають *Bacterium (B.) gluconicum*, *Acetobacter (A.) aceti*, *Acetobacter (A.) pasteurianus*, *Glucoacetobacter (G.) oxygendans*, *Acetobacter (A.) musti* і *Gluconobacter (G.) potus*. Нещодавно в чайному грибі були виявлені види *Komagataeibacter* та *Glucoacetobacter*, включаючи *Komagataeibacter (K.) kombuchae*, *Komagataeibacter (K.) saccharivorans*,

Komagataeibacter (K.) rhaeticus, *Gluconaceto-bacter (G.) sacchari* та *Gluconacetobacter sp* [11-13].

Таким чином мікробний склад культури *Medusomyces gisevii* представлений як дріжджами, так і бактеріями різного таксономічного складу.

1.3 Характеристика процесу ферментації суслу культурою *Medusomyces gisevii*

В процесі життєдіяльності культури *Medusomyces gisevii* у зброджуваному суслі проходять складні біохімічні процеси. Метаболічні перетворення, що відбуваються в процесі ферментації, представлені на рисунку 1.1 [10,11].

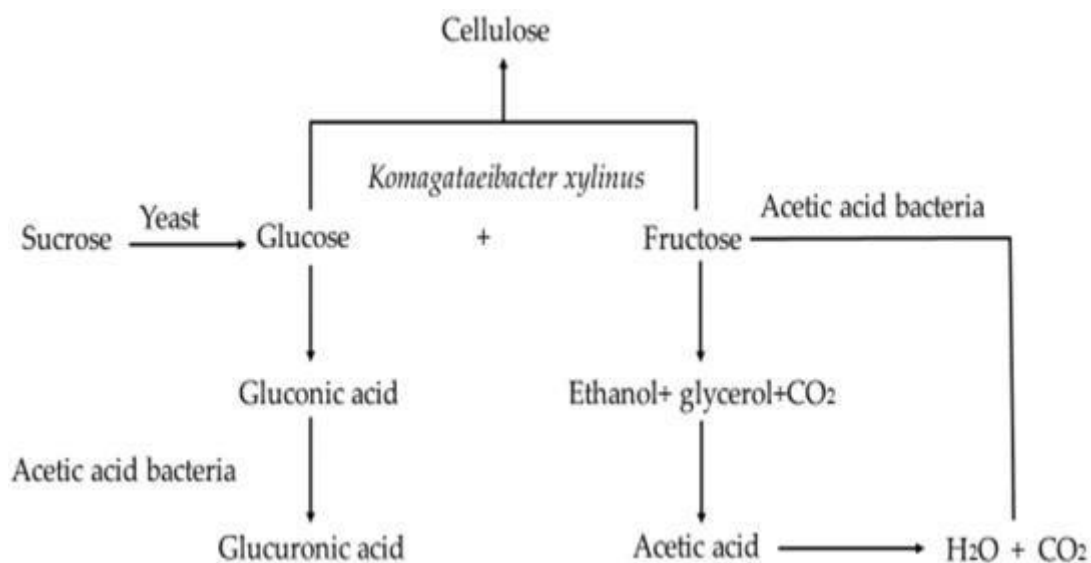


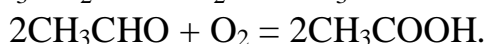
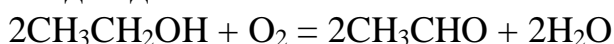
Рисунок 1.1 – Метаболічна активність мікроорганізмів під час ферментації комбучі

Вони включають декілька видів бродіння, зокрема спиртове. Сахароза гідролізується дріжджовими клітинами до фруктози і глюкози, які метаболізуються дріжджами з утворенням етанолу і CO₂. На проміжних стадіях процесу утворюються пірвіноградна кислота і ацетальгід.

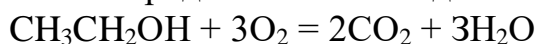
Спиртове бродіння. Сумарно процес спиртового бродіння має такий вигляд:



Оцтовокисле бродіння. Це є процесом окислення етилового спирту мікроорганізмами до оцтової кислоти та води (перша стадія) з подальшим окислюванням утвореної оцтової кислоти до діоксиду вуглецю і води (друга стадія). Відбувається внаслідок діяльності ОКБ за такими схемами:



Загальне рівняння оцтовокислого бродіння має вигляд:



Глюконовокисле бродіння. Окрім оцтової кислоти, бактерії також продукують глюконову кислоту шляхом окислення глюкози (рис. 1.2)

[14,15,16]. Під час цього процесу також утворюються деякі складні ефіри, які сприяють розвитку аромату напою.

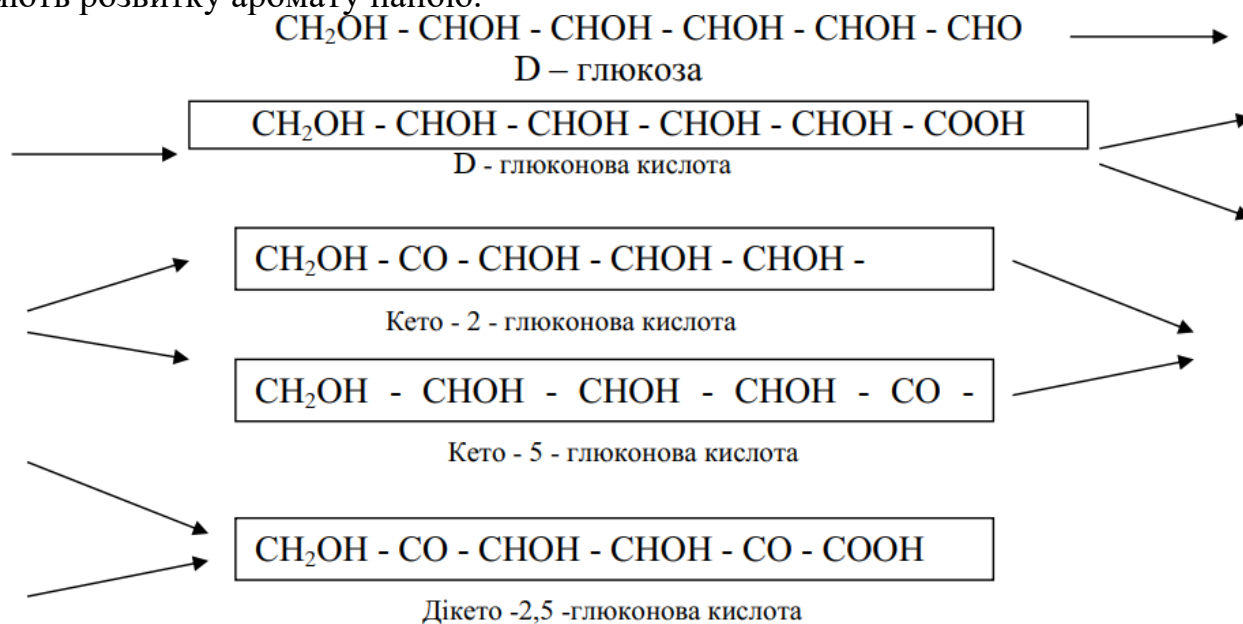


Рисунок 1.2 – Схема перетворення глюкози у глюконову кислоту

Таким чином в результаті життєдіяльності культури *Medusomyces gisevii* в зброджуваному суслі накопичуються переважно глюконова і оцтова кислоти, а також діоксид вуглецю та спирт.

1.4 Характеристика чайної сировини у виробництві ферментованого напою комбуча

Для приготування комбучі одним з основних компонентів є чай. Згідно класифікації чаї поділяють на неферментовані, з низьким ступенем ферментації і ферментовані.

Провідне місце в чайній індустрії займає чорний байховий чай. Особливо поширений він у країнах помірного, прохолодного, вологого клімату. Щоб отримати такий чай, листя проходить три стадії обробки: зав'язання, скручування і ферментацію. У сухому вигляді має темно-коричневий або майже чорний колір. Настій його має колір від помаранчевого до темно-червоного. У ароматі чаю можуть виділятися квіткові або медові нотки. Настій чорного чаю має терпкий смак, відрізняється повнотою смаку і неповторним ароматом [17]. Зелений чай має найбільш активні профілактичні та лікувальні властивості. Настій зеленого чаю має відтінок від золотисто-солом'яного до бурштиново-жовтого. Характеризується своєрідним, приємним терпким смаком і тоншим, ніж у чорного чаю, ароматом [18].

Хімічний склад чайної сировини містить близько 300 різних речовин, поєднання яких у чаї є унікальним і не може бути замінено ніякими іншими рослинами чи хімічними препаратами.

У всіх видах рослини *Camellia sinensis* присутні алкалоїди (кофеїн, теобромін, теофілін, діуретин), які обумовлюють стимулюючу дію чайних напоїв. Найбільш вираженою дією кофеїну на організм людини є його вплив на центральну нервову систему, м'язову тканину (у тому числі серцевий м'яз) і

нирки. Він виявляє тонізуючий ефект, покращує кровообіг і дихання, підвищує розумову активність, розширює судини головного мозку [19].

У чайній сировині присутні практично всі відомі вітаміни, але основними з них є вітамін С, вітамін Р (і РР) та вітаміни групи В. Вміст вітаміну С в чайній сировині коливається від 20 до 200 мг %, проте при обробці значна частина його втрачається. При заварюванні ЧС в напій переходить до (70...90) % вітаміну С, що міститься у вихідній ЧС. Під дією окропу вітамін С практично не руйнується, оскільки він з'єднаний з танінами. Аскорбінова кислота є найважливішим засобом підтримки енергетичного тону організму. Вона забезпечує нормальний обмін речовин і працездатність. Потреба у вітаміні С значно зростає при фізичних і розумових навантаженнях, під час хвороби [20,21].

Для максимального збереження вмісту екстрактивних речовин чаю в суслі, а відповідно і комбучі важливим є якість води. Тому слід враховувати властивості екстрактивних речовин чаю та характер їх хімічної взаємодії із розчиненими речовинами води, що використовується для приготування сусла.

Таким чином, чайна сировина є джерелом біологічно-активних речовин, що зумовлює її використання у виробництві ферментованого напою комбуча.

1.5 Характеристика способів водопідготовки у технологіях ферментованих напоїв

Оскільки вода є основою ферментованих напоїв, якість технологічної води чинить суттєвий вплив на показники напоїв. На якість технологічної води впливають показники вихідної води, способів її кондиціонування та технологічних режимів роботи обладнання.

1.5.1 Вплив якості води на показники напоїв.

Комбуча, як і інші безалкогольні напої, потребують використання значної кількості води в процесі їх виробництва. Вимоги до якості технологічної води залежать від виду напою, особливостей їх виробництва, тривалості і умов зберігання. Так, згідно ТІ 10-5031536-73-10 якість води для виробництва безалкогольних напоїв регламентується ДСТУ 4069 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови». Порівняння цих вимог з вимогами до якості води, призначеної для споживання людиною за ДСанПіН 2.2.4.171-10 [22] свідчить про їх специфічність і більш жорсткі межі значень концентрацій розчинених домішок у воді (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Вимоги до якісних показників технологічної води

Показник	ТІ 10-5031536-73-10	ДСанПіН 2.2.4.171-10
Водневий показник	3-6	6.5–8.5
Хлориди, мг/дм ³	100-150	≤250
Сульфати, мг/дм ³	100-150	≤250
Магній, мг/дм ³	<0,1	Не визначається
Загальна лужність, мг-екв/дм ³	<1.0	Не визначається

Сухий залишок, мг/дм ³	<500	≤1000
Нітрити, мг/дм ³	-	≤0,5
Нітрати (по NO ₃), мг/дм ³	<10	≤50
Алюміній, мг/дм ³	<0,1	≤0,2
Мідь, мг/дм ³	<1.0	≤1,0
Сілікати, мг/дм ³	<2,0	-
Залізо загальне, мг/дм ³	<0,2	≤0,2
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	<0,7	≤7
Каламутність, мг/дм ³	<1.0	≤0,58
Забарвленість, град	<10	≤20

Комбуча суттєво відрізняється від більшості напоїв, як за використаною сировиною так і способом виробництва. Якість води має вирішальне значення для приготування комбучі.

Науково-обґрунтованих вимог до якості технологічної води для комбучі на сьогоднішній день не розроблено. Використовувати воду згідно ТІ 10-5031536-73-10 для виробництва ферментованих напоїв не є доцільним, оскільки у нормативі не враховано особливостей хімічного складу сировини. Проте стверджувати, що рекомендації до якості води для комбучі взагалі немає, також невірно. Адже існує багатотисячолітня історія та традиції приготування чаю, як основи для комбучі. Вона передбачає кип'ятіння води, тобто зниження вмісту солей кальцію та магнію, які переважно присутні у питній воді.

Огляд наведених даних дозволив визначити, що вода для приготування комбучі не повинна мати побічних запахів та домішок. Крім того, у воді не повинні міститися завислі речовини, а вміст мінеральних солей має бути низькою. Підготовлена вода не повинна мати високу жорсткість, що стримує екстрагування та погіршує органолептичні показники напою.

Якість чайного суслу залежить також від температури води, вмісту в ній кисню, способу підготовки і т.і. Вважається, що при приготуванні настою чаю внесення необробленої води та подальше їх кип'ятіння негативно впливає на смак і аромат напоїв, їх корисні властивості [7].

Разом з тим, слід ще раз зацентувати увагу на тому, що ці рекомендації мають загальний характер, оскільки не визначають діапазонів значень для показників якості технологічної води. Відсутність такої інформації не дозволяє встановити раціональний спосіб водопідготовки, який би забезпечував отримання чайного суслу, а відповідно і комбучі високої якості із вираженими функціональними властивостями.

Отже, технологія безалкогольних напоїв передбачає використання технологічної води із підвищеними вимогами щодо показників якості. Приготування ферментованих напоїв, зокрема комбучі зумовлює необхідність додаткового оброблення води.

1.5.2 Характеристика джерел водопостачання

Переважним джерелом водопостачання більшості підприємств, які на сьогодні виробляють комбучу є централізовані мережі водопостачання населених пунктів різного підпорядкування. Якість водопровідної води визначається джерелом водозабору та технологією обробки на водоочисних станціях. Центральні райони та південь України використовують воду річок Дніпро та Десна. У цих регіонах вода містить багато органічних речовин (переважно гумінових сполук), що обумовлюють її жовто-зелений колір. Для вирішення цієї проблеми на водоканалах воду піддають хлоруванню. Це призводить до підвищення вмісту у водопровідній воді активного хлору і його похідних – тригалометанів [7].

В цих районах також використовується водопровідна вода з підвищеною загальною жорсткістю більше 8 мг-екв/дм³, із підвищеним вмістом заліза та високим значенням показнику каламутності, що обумовлено поганим станом водопровідного господарства [69]. На заході України водопровідна вода характеризується високою жорсткістю [66]. На сході України переважачим джерелом водопостачання є артезіанські свердловини, якість води в яких щорічно погіршується [18]. В цілому високі (згідно вимог до технологічної води для безалкогольних напоїв) показники загальної жорсткості і сухого залишку, а також наявність заліза загального, хлору залишкового вільного та органічних речовин, характерні для водопровідної води більшості областей України.

Артезіанські свердловини частково живляться ґрунтовими водами, які в більшості регіонів можуть забруднюватись побутовими та промисловими стоками. В Україні є регіони, де забруднення підземних вод має визначальний вплив (Донецька, Луганська, Дніпропетровська області) [23]. Для артезіанських вод цих регіонів характерними є значна кількість механічних домішок, що вимиваються з ґрунту, висока мінералізація, високий вміст заліза та марганцю, відсутність залишкового хлору.

Підсумовуючи вище зазначене, слід визначити, що для приготування комбучі використовується водопровідна вода із поверхневих джерел та артезіанські води. Якість цих вод, як правило, відповідає вимогам до якості води, призначеної для споживання людиною і забезпечена необхідною обробкою. Але враховуючи, що чайна сировина, як основа комбучі містить значну кількість хімічно активних функціональних компонентів, здатних вступати у взаємодію із розчиненими у воді домішками мінерального і органічного походження, погіршуючи при цьому якість чайного суслу, можна стверджувати про доцільність зниження жорсткості води і приведення її до вимог технологічної для приготування безалкогольних напоїв.

1.5.3 Загальна характеристика способів та обладнання для кондиціонування води для виробництва безалкогольних ферментованих напоїв

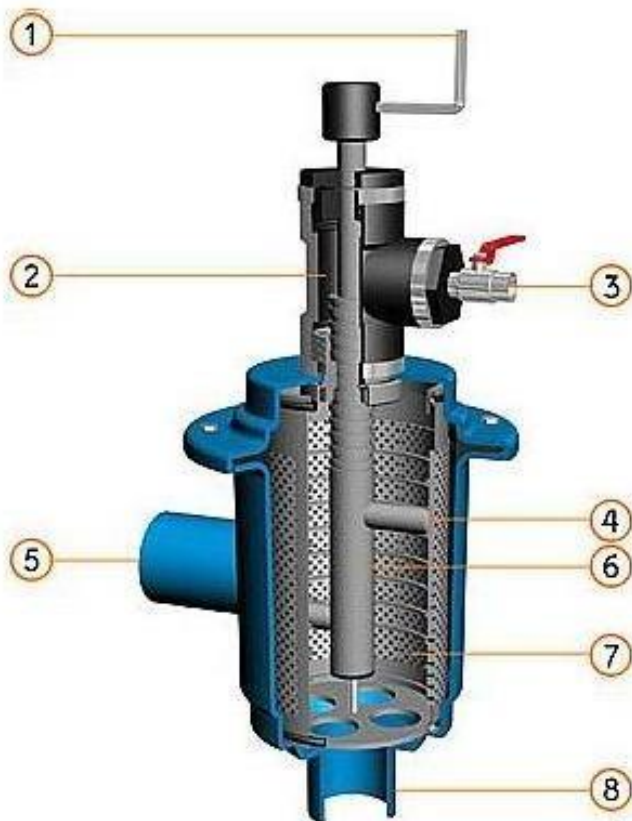
Виходячи з хімічного складу води з основних джерел водопостачання, враховуючи вимоги нормативних документів до якості води, призначеної для споживання людиною, та технологічної води для виробництва безалкогольних

напоїв, а також з урахуванням відомостей про вплив якості води на якість чайного сула, можна передбачити, що удосконалення технології водопідготовки для приготування комбучі буде пов'язане із вибором способів та обґрунтуванням режимів водопідготовки для видалення завислих речовин та механічних домішок (у разі їх присутності у технологічній воді), зменшення вмісту заліза та марганцю, органічних домішок, розчинених газів, а також пом'якшення та знесолення води.

В зв'язку з цим, доцільні є дослідження сучасних способів та обладнання, які використовуються в технологіях водопідготовки для вирішення проблем сьогодення. Для їх вирішення застосовують наступні способи очищення води від домішок [23]: механічне фільтрування води через шар гранульованого завантаження, металеві сітки або полімерні матеріали для видалення з води грубих включень та нерозчинних речовин; сорбційне очищення води на активованому вугіллі для видалення з неї органічних домішок, розчинених газів, колоїдних часток і мікросуспензій та покращення органолептичних показників води; іонний обмін для видалення з води солей жорсткості, нітратів і гідрокарбонатів; зворотний осмос для знесолення води.

В технологіях водопідготовки, як правило, перший етап очищення спрямований на видалення з води грубих механічних домішок з розміром часток більше 100 мкм. Це дозволяє захистити високотехнологічне устаткування від руйнування.

Для затримання грубих включень і абразивних часток найчастіше використовуються сітчасті фільтри. (рис.1.3 а) [18].



а) сітчастий механічний фільтр



б)

б) фільтри з поліпропіленового волокна з розміром пор (50...100) мкм;



в)

в) фільтри з поліпропілену з розміром пор (1...50) мкм

Рисунок 1.3 – Фільтри для механічного очищення води

1 – пусковий важіль; 2 – промивна порожнина; 3 – промивний клапан; 4 – всмоктуюче сопло; 5 – промивний клапан; 6 – брудоуловлювач; 7 – сітка; 8 – водозабірник

Для зниження менш дисперсних фракцій використовують також грубозернисті напірні фільтри, в яких як завантаження використовується гравій з середнім розміром часток (2...5) мм і пісок (0,8...2,0) мм або поліпропіленові фільтри із фільтрацією від 1 до 100 мкм (рис.1.3 б) [18].

Сорбцію органічних домішок, розчинених газів, колоїдних часток і мікросуспензій ефективно є використання активного вугілля (далі АВ). При цьому ефективно сорбуються феноли, поліциклічні ароматичні вуглеводні, нафтопродукти, хлор- і фосфорорганічні сполуки. Перевагою використання АВ у водопідготовці для напоїв є його безреагентна дія, яка, до того ж, дозволяє задовольняти постійно зростаючі вимоги до екологічної безпеки виробництва [23].

АВ є пористими вуглецевими матеріалами, поверхня яких має велику площу. Адсорбційні властивості АВ визначаються головним чином мікропорами (до 20 мкм), які складають до 90 % усієї поверхні активованого вугілля. Тому для запобігання швидкого забивання пор та зниження ємності матеріалу перед стадією сорбційного очищення рекомендується здійснювати механічну фільтрацію на фільтрах розміром пор до 20 мкм [16]. За формою і розміром часток АВ може бути порошковим (середній розмір часток менше 0,1 мм), гранульованим (від 0,5 до 5 мм) та пресованим (середній розмір менше 0,1 мм за довжиною 1-5 см). Використання порошкового АВ у водопідготовці для

використання у технологіях верментованих напоїв не досліджувалось. У випадку використання його як сипучого завантаження у системах водоготування АВ є менш ефективним через утворення каналів, по яких вода минає більшу частину сорбенту. При цьому слід зауважити, що конструкція фільтрувальних матеріалів має вирішальне значення. Гранульоване вугілля може мати також використання в апаратах типу механічного фільтру з суцільним шаром сорбенту (рис. 1.4) [18].

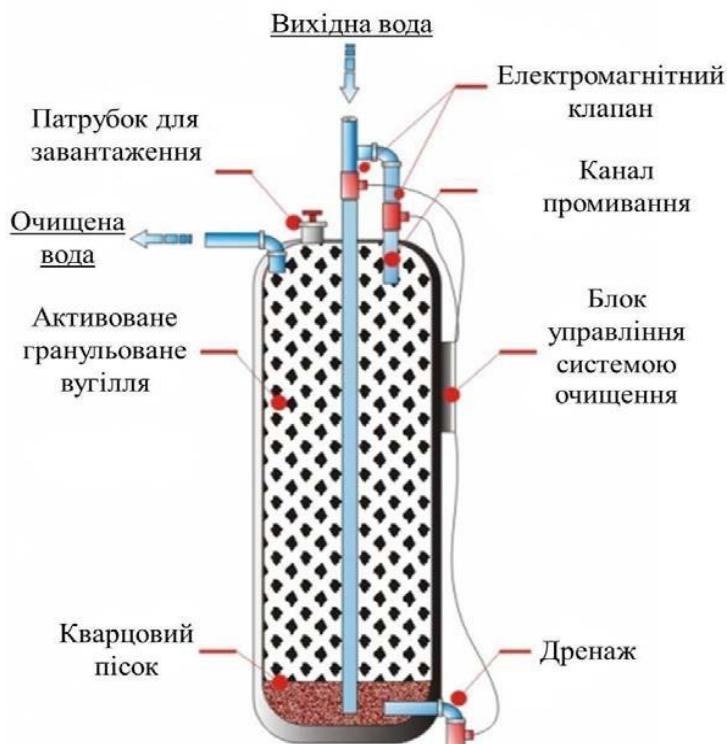


Рисунок 1.4 – Фільтр з гранульованим активним вугіллем

Пресоване АВ має найбільшу ефективну площу поверхні і може застосовуватися у фільтрах спеціальної конструкції. Воно характеризується пористістю, яка коливається від 1 до 5 мкм [23]. Пресоване АВ знайшло широке застосування в побутових фільтрах, які можуть використовуватись на підприємствах для кондиціонування технологічної води при її витратах в межах до 0,5 м³/год.

Вид матеріалу АВ впливає не лише на хід теногічних процесів сорбції, але й впливає на органолептичні показники очищеної води і, як наслідок, напоїв. АВ виготовляють на деревній і кам'яновугільній основах, а також з полімерних волокон. При цьому деревне АВ відзначається більшою часткою макропор, а кам'яновугільне – мезопор. Деревне вугілля характеризується високою питомою площею (до 1,8...2,0 см³/г), широким розподілом пор по розмірам та високою ємністю. Проте вони мають нижчу механічну міцність і питому масу, тому у системах водопідготовки застосовуються здебільшого у побутових і малогабаритних промислових фільтрах [18]. Вугілля на кам'яновугільній основі має значно кращі гідравлічні і механічні характеристики, що дозволяє застосовувати їх в сорбційним апаратах з нерухомим та рухомим шаром будь-яких габаритів.

Особливу групу представляє АВ, що виготовлене із шкаралупи кокосового горіха. Воно поєднує високу міцність, стабільний оптимальний гранулометричний склад, має найбільшу частку мікропор і, відповідно, високу ємність, тому є кращим варіантом для водопідготовки для напоїв.

Іноді активне вугілля комбінують з іншими матеріалами, наприклад, каталітичними (Birm, KDF та ін.) та/або пом'якшуючими засипками (Jurby Mix, Esomix та ін.). Такі поєднання дозволяють розширити спектр дії, значно подовжити ресурс АВ та спростити технологічну схему водопідготовки за рахунок комплексної очистки від різних домішок одним комбінованим фільтром. Найчастіше такі рішення зустрічаються серед змінних картриджів для побутової водопідготовки, які також можуть задовольнити потреби ЗРГ із витратами очищеної води до 0,5 м³/год [20].

На заводах по виробництву безалкогольних напоїв для пом'якшення води використовують спосіб іонного обміну, але він є досить складним у реалізації, потребує обслуговуючого персоналу та через необхідність періодичної регенерації може забезпечити безперервну роботу лише за наявності резервного обладнання або збірної ємності.

Важливим етапом водопідготовки є знезалізнення води. Наявність заліза у воді погіршує її смак і запах, а при концентраціях понад 1 мг/дм³ може надавати воді червонувато-коричневих відтінків. Традиційні способи знезалізнення води ґрунтуються на окисненні двовалентного заліза сильними окисниками (хлор, перманганат калію, перекис водню) до трьохвалентного стану з утворенням нерозчинного гідроксиду заліза (III), який згодом видаляється відстоюванням з додаванням коагулянтів і флокулянтів або фільтрацією. Але такі методи передбачають застосування хімічних реагентів, тому є не бажаним з причин, згаданих вище.

Ефективним способом очищення води від заліза є каталітичне окиснення з подальшою фільтрацією через шар гранульованого завантаження. Реакція окиснення заліза відбувається на гранулах завантаження, а саме спеціального фільтруючого середовища з каталітичними властивостями. Ці властивості визначаються пористістю матеріалу, яка створює умови для протікання реакцій окиснення і обумовлює здатність матеріалу до адсорбції [23,18]. Ефективним способом для видалення заліза (II) та заліза (III) є багатоцільове фільтруюче середовище KDF, що представляє собою сплав високоочищених цинку та міді. Принцип дії заснований на окиснювально-відновних реакціях, що відбуваються за рахунок наявності різниці електрохімічних потенціалів між металами - цинком і міддю. Крім видалення заліза у фільтрах, де використовується комбінація активованого вугілля та KDF, досягається видалення хлору до 99 % (часткове видалення хлору здійснюється за рахунок KDF), свинцю та інших важких металів до 98 % [18].

Для опріснення чи знесолення води при виробництві напоїв сьогодні все більше застосовується зворотній осмос. Принцип дії зворотного осмосу заснований на фільтруванні води при високому тиску через напівпроникну мембрану з порами розміром до 10-4 мкм. Через це процес очищення води є повільним. Забезпечення необхідної потужності технологічної лінії вимагає

використання мембран з великою площею поверхні та насосів високого тиску. Вода, яка подається на установку зворотного осмосу, повинна проходити попередню підготовку.

Таким чином, використання описаних фільтрувальних та каталітичних матеріалів дозволяє суттєво змінити фізико-хімічні показники води, що у разі виробництва комбучі може безпосередньо впливати на якісні показники готової продукції.

1.6 Висновки до аналітичного огляду літератури, мета і задачі досліджень

За результатами проведеного аналітичного огляду можна зробити такі висновки:

1. Визначено, що склад безалкогольного ферментованого напою комбуча представлений широким спектром біологічно активних речовин.

2. Мікробний склад культури *Medusomyces gisevii* представлений як дріжджами, так і бактеріями різного таксономічного складу. В результаті її життєдіяльності в зброджену суслі накопичуються переважно глюкоза і оцтова кислота, а також діоксид вуглецю та спирт.

3. Чайна сировина є джерелом біологічно-активних речовин, що зумовлює її використання у виробництві ферментованого напою комбуча.

4. Технологія ферментованих безалкогольних напоїв потребує використання технологічної води із підвищеними вимогами щодо показників якості.

5. Технологія ферментованого безалкогольного напою комбуча потребує використання підготовленої технологічної води. Тому актуальним є підбір способу водопідготовки із використанням фільтрувальних та каталітичних матеріалів.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення технології водопідготовки для виробництва ферментованого напою комбуча в умовах крафтових виробництв.

Для реалізації поставленої мети потрібно було вирішити наступні завдання:

- підібрати матеріали для оброблення води у технології комбучі;
- дослідити зміну фізико-хімічних показників води за різних способах водопідготовки;
- визначити вплив підготовленої води на показники сусли;
- встановити вплив підготовленої води на динаміку зміни концентрації сухих речовин і титрованої кислотності при збродженні сусли культурою *Medusomyces gisevii*;
- розробити технологічну схему приготування ферментованого напою з використанням підготовленої води;
- розробити технологічну схему приготування ферментованого напою з використанням підготовленої води;
- розробити математичну модель оптимізації технологічного процесу;
- визначити соціально-економічну ефективність;
- рекомендувати заходи щодо охорони праці та цивільного захисту.

2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали досліджень

Для виготовлення ферментованого напою комбуча використовували такі види сировини:

- чай чорний та зелений згідно з ДСТУ 7174:2010;
- воду питну згідно з ДСанПіН 2.2.4-171;
- діоксид вуглецю газоподібний згідно з ДСТУ 4817:2007;
- цукор білий згідно з ДСТУ 4623:2006;
- культуру мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* згідно з чинними нормативними документами.

2.2 Методи досліджень

Експериментальні дослідження передбачали: визначення фізико-хімічних показників води, сусла та комбучі, підбір фільтрів для водопідготовки, виготовлення експериментальних зразків; визначення фізико-хімічних та органолептичних показників виготовлених напоїв; розроблення технологічної схеми виготовлення ферментованого напою комбучі за удосконаленою технологією.

Оцінювання якості технологічної води здійснювалась за допомогою хімічних методів досліджень. Титриметричним методом визначали жорсткість загальну, хлор залишковий вільний, перманганатна окиснюваність. Фотометричним методом визначали залізо загальне, мідь. Мікробіологічні показники води визначали мікробіологічним методом – розведення наважки продукту в поживне середовище, інкубування, підрахунок колоній.

У суслі визначали вміст поліфенольних речовин колориметричним методом суть якого полягає у утворенні комплексу при взаємодії поліфенольних речовин з реактивом Фоліна-Чокальтео та визначення оптичної густини розчину.

Вміст кофеїну титриметричним методом, завдяки швидкому вилученню кофеїну хлороформом з попередньо обробленого аміаком матеріалу і титруванням тіосульфатом натрію.

У комбучі визначали титровану кислотність та вміст сухих речовин. Для визначення титрованої кислотності використовували метод титрування, який заснований на прямому титруванні відміряного об'єму сусла титрованим розчином лугу до нейтральної реакції. Кислотність сусла виражають в см^3 розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/ дм^3 на 100 см^3 сусла.

Вміст сухих речовин в комбучі визначали рефрактометричним методом. На суху поверхню вимірювальної призми рефрактометра, не торкаючись поверхні призми скляною паличкою, наносять одну-дві краплі фільтрованого досліджуваного розчину та плавно опускають верхню частину призми. Переміщенням окуляра в поле зору приладу, виводять межу світлотіні, встановлюють чіткість її зображення.

Окуляр переміщують до середини візирної лінії (центральної точки поля зору) з межею світлотіні. За шкалою рефрактометра, градуйованою за розчинами сахарози, вимірюють вміст сухих речовин (у мас. %) у розчині. Вимірювання виконують при температурі 20°C. При відхиленні від стандартної температури, до показів рефрактометра вносять необхідну поправку.

За остаточний результат приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень. Розбіжність між результатами паралельних визначень не повинна перевищувати 0,5 %. Остаточний результат визначають з похибкою 0, 1% .

2.3 Методика досліджень

Загальну схему проведення досліджень відповідно до поставленої мети і завдань наведено на рис. 2.1.

Розроблено план аналітичних та експериментальних досліджень із удосконалення технології підготовки води для виробництва комбучі.

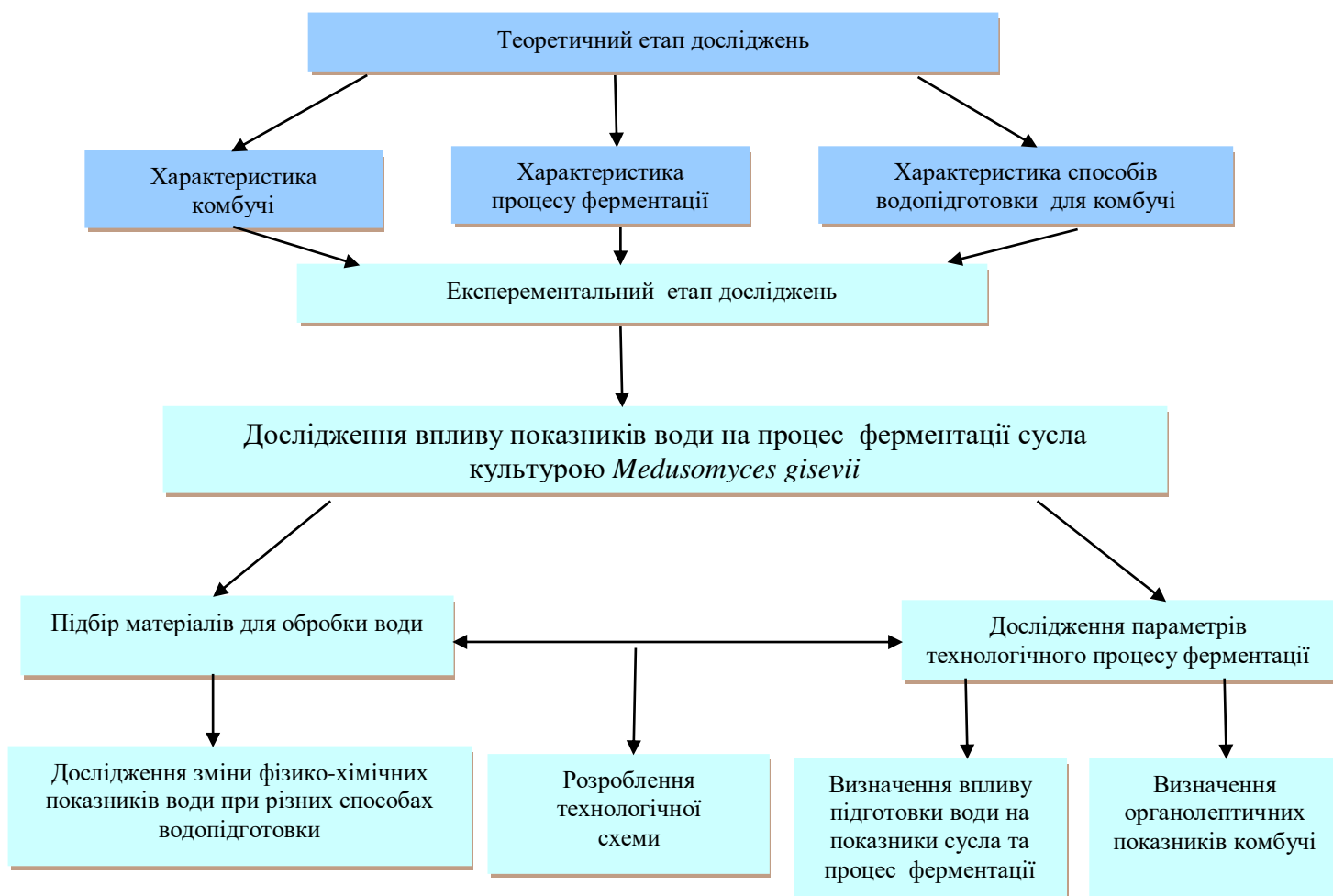


Рисунок 2.1 – Схема проведення досліджень

Для забезпечення послідовності робіт розробили загальний план їх виконання, який включає теоретичний етап досліджень, вивчення, аналіз та узагальнення інформаційних джерел, а саме: аналіз ринку ферментованого напою комбуча, його характеристику та особливості його виробництва також проаналізовано воду, як основну сировину для виробництва комбучі та проведено аналіз способів підготовки води для виробництва напоїв.

Експериментальні дослідження передбачали: підбір матеріалів для обробки води при виробництві комбучі в крафтових умовах; дослідження зміни фізико-хімічних показників води при різних способах водопідготовки; вплив підготовленої води на показники сула, динаміку зміни концентрації сухих речовин і титрованої кислотності при зброджуванні культурою *Medusomyces gisevii*; визначення фізико-хімічних, органолептичних показників виготовлених напоїв; розроблення технологічної схеми приготування комбучі за удосконаленою технологією.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ НА ПРОЦЕС ФЕРМЕНТАЦІЇ СУСЛА КУЛЬТУРОЮ *MEDUSOMYCES GISEVII* (експериментальна частина)

3.1. Підбір матеріалів для обробки води у виробництві комбучі в крафтових умовах

Основною сировиною для виробництва ферментованих напоїв, зокрема комбучі є вода.

Вода, яка використовується для виробництва комбучі, повинна бути безпечна в епідеміологічному відношенні, а також нешкідлива за хімічним складом і сприятливою за органолептичними властивостями оскільки від них залежить якість напою.

В умовах сьогодення зустрічається все більше виробників, які виробляють комбучу. Більшість підприємств представляють собою невеликі підприємства, які використовують воду централізованих систем водопостачання.

Додаткову обробку води більшість підприємств не проводять. На основі результатів теоретичних досліджень, можна зробити висновок, що необхідним є вирішення наступних задач:

- видалення розчинних газів;
- видалення органічних речовин;
- видалення важких металів (залізо, мідь);
- пом'якшення води;
- зменшення вмісту сульфатів, хлоридів.

Для видалення розчинних газів та органічних речовин із води доцільно використовувати її сорбційне очищення на активному вугіллі. Оскільки більшість підприємств мають невеликі потужності, актуальним є пошук способу водопідготовки який забезпечував би потреби таких підприємств. Для цього можна використовувати побутові одноразові картриджі з пресованим або гранульованим активованим вугіллям зі шкарлупи кокосу. При більших обсягах виробництва ефективніше та доцільніше з економічної точки зору є застосування засипних фільтрів з використанням як сорбенту гранульованого деревного активного вугілля.

Досліджували, також, комбіновані картриджі, адже відомо, що наявність каталітичного завантаження KDF здатна підвищувати сорбційні характеристики активованого вугілля, а також забезпечувати видалення заліза, зниження карбонатної жорсткості та попередити розвиток мікрофлори в середині фільтру [23].

Оскільки окрім видалення розчинених газів та органічних речовин для отримання води з рекомендованим хімічним складом може знадобитись ще й пом'якшення води, досліджували комбінований картридж Aquafilter FCCBKDF-2 на основі активованого вугілля із каталітичним завантаженням KDF та пом'якшувачим матеріалом, який здатен забезпечити видалення солей жорсткості.



Поліпропіленовий картридж призначений для доочищення водопровідної або джерельної води від механічних домішок. Придатний до використання як з побутовою метою, так і в комерційних і промислових системах очищення води. Поліпропіленові хімічно-нейтральні волокна не вносять у воду додаткових присмаків, запахів і фарбованості. Завдяки пористій структурі поліпропіленові картриджі виготовляють із різним ступенем щільності (від 1 до 50 мкм).

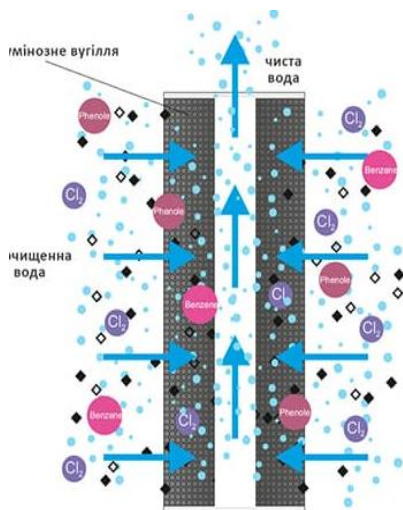
Картридж вугільний GAC 10 Pentek призначений для видалення з води хлору та його сполук, органічних домішок, залишків нафтопродуктів та інших похідних хімічних і неорганічних сполук.

У наповнювача застосовується активне вугілля. Корпус - цілісний, з пластика. Дана модель картриджа може використовуватися в магістральних, проточних і зворотньоосматичних фільтрах. Ресурс - 4 тис. дм^3 незалежно від обсягів очищеної води.

Термін використання 3... 6 місяців.



Картридж Aquafilter FCCBL з пресованого активованого вугілля в основному складається з гранул активованого вугілля і сполучної речовини, яке дозволяє гранулам вуглецю зберігати статичне положення. Вуглецевий блок іммобілізує вуглецеві частинки для забезпечення однорідності роботи, не дозволяє воді стікати по каналах, що характерно для картриджів з гранульованим активним вугіллям. Пресований вуглецевий блок формується в картридж заданих розмірів. Використання торцевих кришок змушує воду проходити через статичні пори вугільного блоку. Саме ця однорідна структура пір між окремими гранулами вуглецю дозволяє вуглецевого блоку



Aquafilter FCCBL досягати більш високої ефективності в зниженні забруднення. Рівномірна пориста структура вугільного блоку також збільшує час контакту з матеріалом, що фільтрує, додатково збільшуючи здатність картриджа FCCBL видаляти забруднення.

Вуглець зазвичай використовується для фільтрації води в точках споживання як в насипних вугільних картриджах, так і в картриджах з брикетованого вугілля. Однак у порівнянні з гранульованим активним вугіллям більш висока ефективність брикетованого вугільного картриджа Aquafilter FCCBL і більша кількість вуглецевих частинок дозволяє вуглецевого блоку видаляти або зменшувати домішки з набагато коротшим часом контакту. Крім того, менший форм-фактор дозволяє виробникам вугільних блоків виробляти високоефективні фільтри для води з набагато меншими розмірами і більш різноманітним дизайном.



Aquafilter FCCBKDF2 – є сучасним комбінованим картриджем для комплексної очистки води. Покращує смак і запах питної води, зменшує концентрацію хлору, органічних сполук і важких металів, пом'якшує воду. Картридж Aquafilter FCCBKDF2 складається з 3-х фільтруючих матеріалів: гранульованого активованого вугілля і засипки KDF, сертифікованих NSF, а також іонообмінної смоли, схваленої FDA. Кожен шар відіграє важливу роль в очищенні питної води: Фільтруюче завантаження KDF, що складається зі сполук міді та цинку, знижує концентрацію заліза, сірководню та важких металів (свинець, ртуть, миш'як) в воді. Спільно з активним вугіллям усуває до 99% активного хлору. Крім того, видаляє частину мікроорганізмів, не даючи їм розповсюдження. Іонообмінна смола зменшує вміст солей жорсткості (кальцію і магнію) в воді. Активне вугілля з шкаралупи кокосових горіхів адсорбує хлор, органічні речовини, чим покращує смак і запах фільтрованої води. Також очищає воду від фенолів, бензолу і органічних домішок.

Картриджі, які обрані для досліджень, та їх характеристика наведені у табл. 3.1. При розробці технології водопідготовки враховували, що активне вугілля, окрім адсорбції, виконує ще й фільтруючу функцію.

Таблиця 3.1 – Матеріали для водопідготовки

Виробник/ Модель	Фільтруючий матеріал	Розмір пор, мкм	G_{max} , дм ³ /хв	t , °С	Δp , бар
Aquafilter/ FCPS 20	Поліпропілен	20	20	4-45	0,3- 0,5
Pentek/ GAC 10	Гранульоване активне вугілля з шкарлупи кокосу	20	8	4-52	0,5
Aquafilter/ FCCBL	Пресоване спечене активне вугілля з шкарлупи кокосу	3	6	2-45	0,2- 0,4
Аква- фортекс/ CC-5К	1) Гранульоване активне вугілля з шкарлупи кокосу 2) Завантаження KDF 55	20	8	3-40	0,2- 0,4
Aquafilter/ FCCB KDF-2	1) Гранульоване активне вугілля з шкарлупи кокосу 2) Завантаження KDF 55 3) Пом'якшуючий матеріал	20	8	2-45	0,2- 0,4

Таким чином, перспективним рішенням при виробництві комбучі на стадії водопідготовки для очищення води з централізованої мережі водопостачання є використання активного вугілля зі шкарлупи кокосу завдяки наявності мікропор із застосуванням попередньої фільтрації розміром 20 мкм, що дозволяє зменшити навантаження на мікропори активного вугілля.

3.2 Дослідження зміни фізико-хімічних показників води за різних способах водопідготовки

Вода, яка використовується для виробництва комбучі, повинна бути безпечна в епідеміологічному відношенні, а також нешкідлива за хімічним складом і сприятливими органолептичними властивостями оскільки від них залежить якість напою.

Для механічної очистки водопровідної води від зважених речовин та запобігання завчасного забруднення комбінованого фільтру вихідна водопровідна вода проходить стадію тонкої механічної фільтрації номіналом 20 мкм на поліпропіленовому фільтрі Aquafilter FCPS 20.

Після механічної фільтрації вода подається на фільтр комбінованого очищення типу Aquafilter FCCBKDF-2, який містить гранульоване активне вугілля зі шкарлупи кокосу, каталітичне завантаження KDF та пом'якшуючий матеріал. На цьому етапі за допомогою напірного крану та лічильника витрат води встановлюються розраховані витрати фільтру. Для водопровідної води м. Одеси він становить 5 дм³/хв. З метою забезпечення необхідного хімічного складу підготовленої води необхідно дотримуватись зазначеного у технічній

документації фільтрів ресурсу та проводити своєчасну заміну фільтруючих матеріалів.

Оскільки обидва фільтри ввімкнені послідовно, продуктивність фільтру механічної фільтрації залежить від розрахованої продуктивності комбінованого фільтру. Температура водопровідної води при очищенні згідно технічними характеристиками фільтрів може коливатись у межах (4...45)°С.

Оскільки технологічна схема не передбачає застосування насосного обладнання і тиск у системі визначається тиском у точці забору централізованого водопостачання, контроль тиску не передбачається.

Під час проведення лабораторних досліджень як об'єкти досліджень використовували водопровідну питну воду. При цьому витрати води становили 5 дм³/хв. Зразки підготовленої води піддавали хімічному і мікробіологічному аналізу. Результати цих досліджень представлені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Якість підготовленої води, отриманої при визначеному технологічному режимі кондиціонування

Показник якості	Водопровідна вода	Підготовлена вода
Водневий показник, од. рН	7,85	7,2
Залізо загальне, мг/дм ³	0,1	0,04
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	7,6	2
Мідь, мг/дм ³	-	-
Перманганатна окиснюваність, мг О ₂ /дм ³	2,6	0,5
Сухий залишок, мг/дм ³	356	172
Хлор залишковий вільний, мг/дм ³	0,4	0,05
Загальне мікробне число при 37 °С, КУО/см ³	5	3
Загальні коліформи, КУО/100см ³	-	-

Встановлено, що за допомогою запропонованого способу водопідготовки жорсткість знизилась у 3,8 рази, перманганатна окиснюваність у 5,2 рази, Сухий залишок у 2 рази. Вміст заліза зменшився на 60% та Хлор залишковий вільний на 88%. Вода після обробки запропонованим способом має меншу активну кислотність.

3.3 Вплив підготовленої води на показники сусла

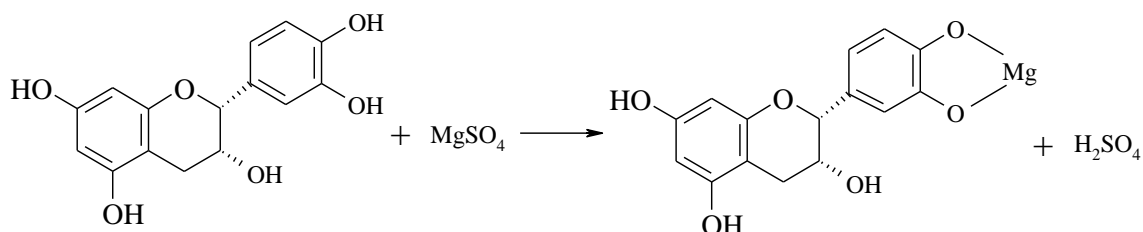
На підготовленій та водопровідній воді готували сусло на основі чорного і зеленого чаю та контролювали фізико-хімічні показники. Результати цих досліджень наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники сусла

Вміст, мг/дм ³	Сусло на основі чорного чаю		Сусло на основі зеленого чаю	
	контроль	зразок	контроль	зразок
Поліфенольні речовини	256	380	560	775
Кофеїн	342	376	281	314
Вітамін С	-	5	6	15

Встановлено, що вміст поліфенольних речовин у суслі, приготовленому на водопровідній воді, майже у 1,5 рази нижчий, ніж у суслі на підготовленій воді. Вміст кофеїну у контрольних зразках є нижчим на 9 % для сусла з чорного чаю та на 10,5 % для сусла зеленого чаю. Вітамін С у контрольному зразку сусла з чорного чаю відсутній, тоді як в зразку на підготовленій воді його вміст складає 5 мг/дм³. Для сусла з зеленого чаю його вміст у контрольному зразку був на 10 мг/дм³ менший, ніж у зразку на підготовленій воді.

Отже фізико-хімічні показники води суттєво впливали на показники сусла. Із зменшенням в підготовленій воді жорсткості вміст поліфенольних речовин у суслі з чорного та зеленого чаю збільшувався. Вплив загальної жорсткості води на вміст поліфенольних речовин в суслі обумовлений утворенням координаційних зв'язків з солями кальцію та магнію. Для сульфату магнію реакція відбувається наступним чином:



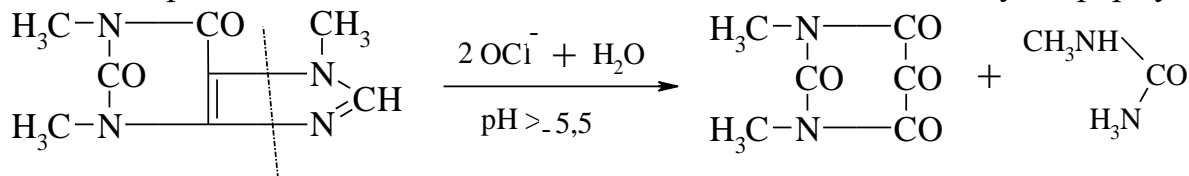
Для збереження максимальної кількості поліфенольних речовин в суслі, а відповідно, і підвищення біологічної цінності ферментованого напою загальна жорсткість води для виробництва комбучі не повинна перевищувати 2.0 ммоль/дм³.

Гранично допустима концентрація загального заліза у питній воді згідно з існуючими вимогами становить 0,2 мг/дм³. Взаємодія фенольних речовин із залізом відбувається аналогічно формулі, наведеної вище. Залізо, як і солі жорсткості, суттєво впливає на біологічну цінність комбучі та її органолептичні показники. Ці метали здатні зв'язувати молекули поліфенольних речовин чаю, що призводить до утворення комплексів, які викликають помутніння та осадження речовин, а відповідно і погіршення органолептичної оцінки.

З точки зору функціонального впливу комбучі на організм людини важливе значення мають, крім поліфенольних речовини, вітамін С та кофеїн,

які володіють антиоксидантними властивостями, низьким окисно-відновним потенціалом, а отже здатні легко окислюватися.

Встановлено, що вміст кофеїну в суслі на підготовленій та водопровідній воді суттєво відрізнявся, що можна пояснити наявністю хлору залишкового вільного у водопровідній воді. В процесі окиснення кофеїн втрачає біологічну активність і розкладається на диметилсилоксан та метилсечовину за формулою



Кофеїн та споріднені ксантини в розчині чаю, мають здатність стимулювати синтез целюлозної плівки бактеріями *Acetobacter*, яка посилює зв'язок між бактеріями та дріжджами і має безпосередній вплив на процес бродіння.

Отже, склад води має суттєвий вплив на показники сусла і готового напою.

3.4 Вплив підготовленої води на динаміку зміни концентрації сухих речовин і титрованої кислотності при зброджуванні сусла культурою *Medusomyces gisevii*

Комбуча користується все більшою популярністю, оскільки містить значну кількість біологічно-активних сполук, зокрема вітаміни, мінеральні речовини, білки, які утворюються в результаті ферментації.

Наявність у напої біологічно активних сполук надає комбучі численні біоактивні властивості, такі як антиоксидантна, антигіпертензивна, гіпоглікемічна, холестерин-знижувальна, гепатопротекторна, антипроліферативна та протимікробна.

Вирішальним етапом виробництва комбучі є дослідження процесу ферментації. Досліджували динаміку зміни вмісту сухих речовин та активної кислотності.

На рис. 3.1 та 3.2 наведено динаміку зброджування сусла при використанні досліджуваних зразків води. Як дослід використовували підготовлену за визначених параметрів воду, а контроль – воду без водоготування.

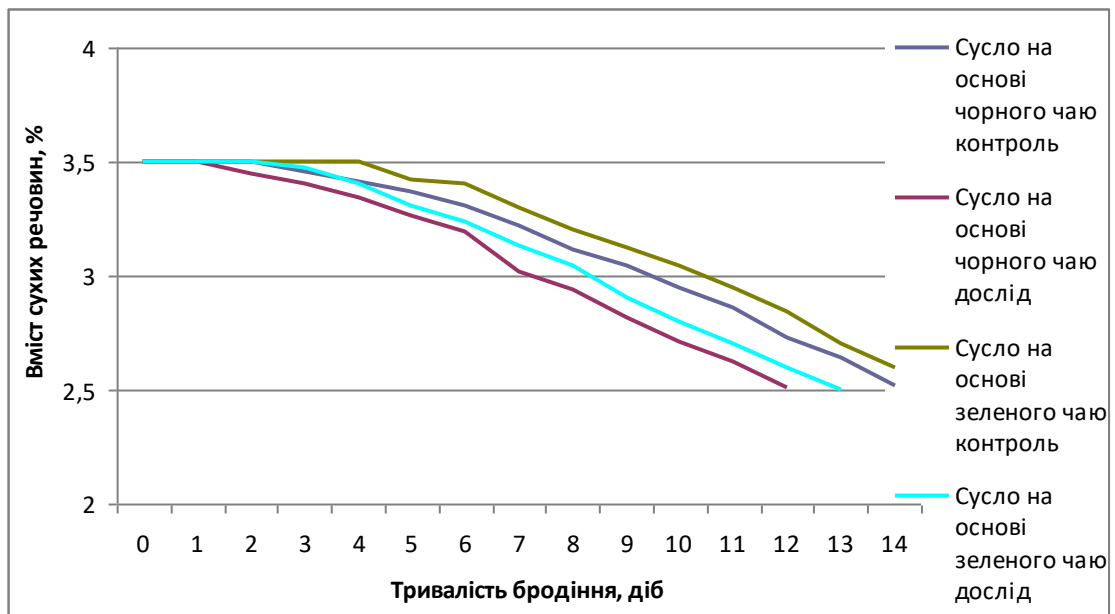


Рисунок 3.1 – Динаміка зміни вмісту сухих речовин сусла в процесі бродіння

Встановлено, що найбільш інтенсивно процес бродіння відбувався з четвертої до восьмої доби для всіх зразків, що можна пояснити логарифмічною фазою росту дріжджових клітин, як складової консорціуму *Medusomyces gisevii*. Найбільш повно збродило сушло на основі чорного чаю, що в середньому на 14,3 % більше у порівнянні з іншими зразками.

При використанні водопровідної води зброджування сусла на основі зеленого чаю спостерігали і на 14-ту добу. Зниження вмісту сухих речовин було в середньому на 7,2 % менше у порівнянні з контрольним зразком.

У всіх дослідних зразках зниження вмісту сухих речовин відбувався більш інтенсивно, що свідчило про більш прийнятний мінеральний склад сусла у порівнянні із контрольними зразками.

Динаміку загальної кислотності сусла у процесі бродіння наведено на рис. 3.2.

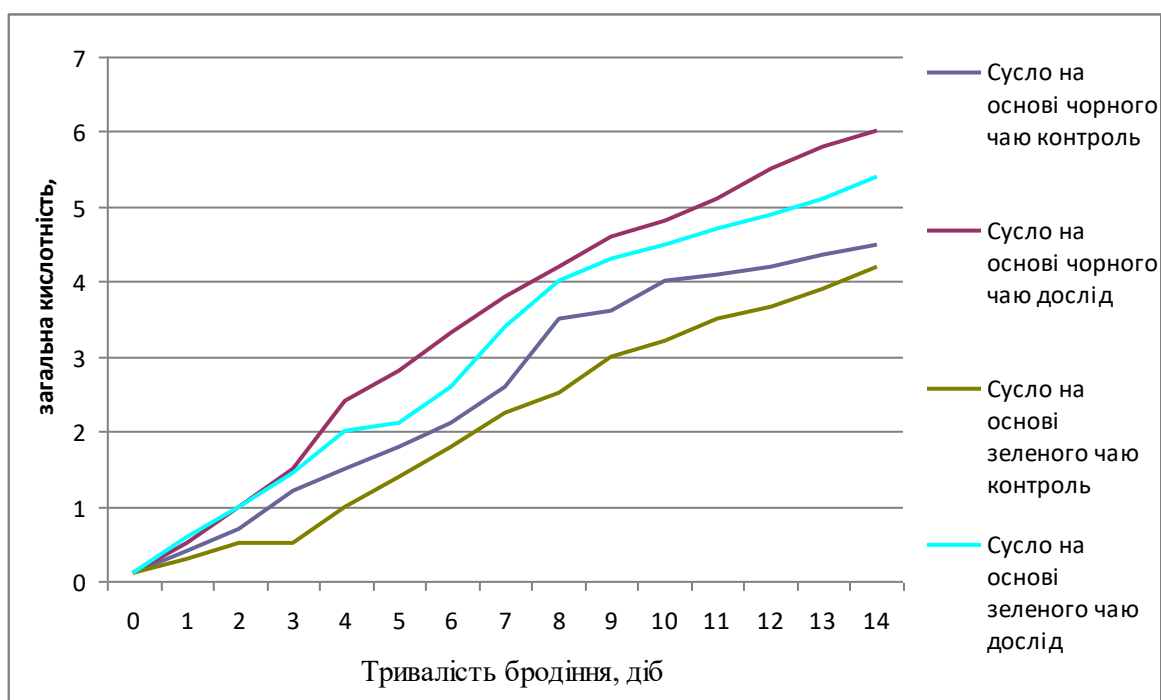


Рисунок 3.2 – Динаміка зміни загальної кислотності сусла в процесі бродіння

Загальна кислотність сусла усіх зразків в процесі бродіння збільшувалась, що пояснюється накопиченням головним чином оцтової та глюконової кислот, що утворюються окисленням етанолу та альдегідної групи глюкози відповідно.

Найбільш інтенсивно кислотність зростала для зразків на основі чорного та зеленого чаю при використанні підготовленої води, що можна пояснити зниженим вмістом солей жорсткості у вихідній воді.

Загальну тенденцію негативного впливу солей жорсткості на динаміку бродіння спостерігали і для зеленого чаю. Негативно на процес бродіння впливав підвищений вміст хлору залишкового вільного у водопровідній воді, особливо у перші доби бродіння. Це можна пояснити присутністю залишковою хлору у воді централізованої міської мережі.

Відповідно до ДСТУ 4069:2016 за органолептичними показниками ферментовані напої, до яких належить напій комбуча, повинні відповідати вимогам, зазначеним у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Показники якості ферментованого напою комбуча

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора або з легкою опалесценцією рідина, що піниться. Може бути наявна невелика кількість осаду, що обумовлюється особливостями використаної сировини, без сторонніх домішок, які не притаманні продукту
Колір	Від світло-жовтого до світло-коричневого
Смак і аромат	Освіжаючий смак і аромат чайного листа. Можуть бути присутні дріжджові та оцтові присмаки та аромати

Масова частка сухих речовин, %	3,0....10,0
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм ³ на 100см ³ напою	2,4....5,0
Масова частка діоксиду вуглецю, %, не більше	0,45
Об'ємна частка спирту, %	0,1

Одним із основних критеріїв якості безалкогольних напоїв, які обумовлюють їх споживчі властивості є органолептичні показники. В табл. 3.5 наведено органолептичну оцінку готових напоїв, отриманих з використанням контрольного та дослідного зразків води.

Таблиця 3.5 – Органолептичні показники готового напою

Найменування зразка комбучі	Органолептична оцінка, бали
на основі чорного чаю (контроль)	12,8 (задовільно)
на основі чорного чаю (дослід)	18,5 (відмінно)
на основі зеленого чаю (контроль)	12,0 (задовільно)
на основі зеленого чаю (дослід)	18,0 (відмінно)

Встановлена кореляційна залежність між показниками води, динамікою бродіння суслу та органолептичною оцінкою готових напоїв. Узагальнені результати проведених досліджень наведені у табл. 3.6

Таблиця 3.6 – Загальна характеристика отриманих результатів

Назва зразка комбучі	Динаміка зміни сухих речовин у процесі бродіння, +/-	Зміна кислотності суслу, +/-	Тривалість бродіння суслу, доби	Фізико-хімічні показники напою +/-	Органолептичні показники напою, +/-
на основі чорного чаю (контроль)	-	-	14	+/-	+/-
на основі чорного чаю (дослід)	+	+	12	+	+
на основі зеленого чаю (контроль)	-	-	15	+/-	+/-
на основі зеленого чаю (дослід)	+	+	13	+	+

Встановлено, що найбільш прийнятним слід вважати напій, приготовлений на основі чорного чаю із використанням підготовленої за удосконаленою технологією води. Найнижчу оцінку отримали напої, що були приготовлені на вихідній воді та зеленого чаю.

Таким чином, за наведеною характеристикою найбільш прийнятним із досліджуваних зразків є комбуча, яку готували на підготовленій воді з використанням чорного чаю.

3.5 Розробка технологічної схеми приготування ферментованого напою з використанням підготовленої води

На рис. 3.3 наведена принципова технологічна схему приготування комбучі із використанням підготовленої води.

Наведена схема передбачає фільтрування води на картриджних фільтрах та використання її для приготування суслу та цукрового сиропу, що сприяє інтенсифікації технологічного процесу та покращенні органолептичних показників комбучі та її цінності.

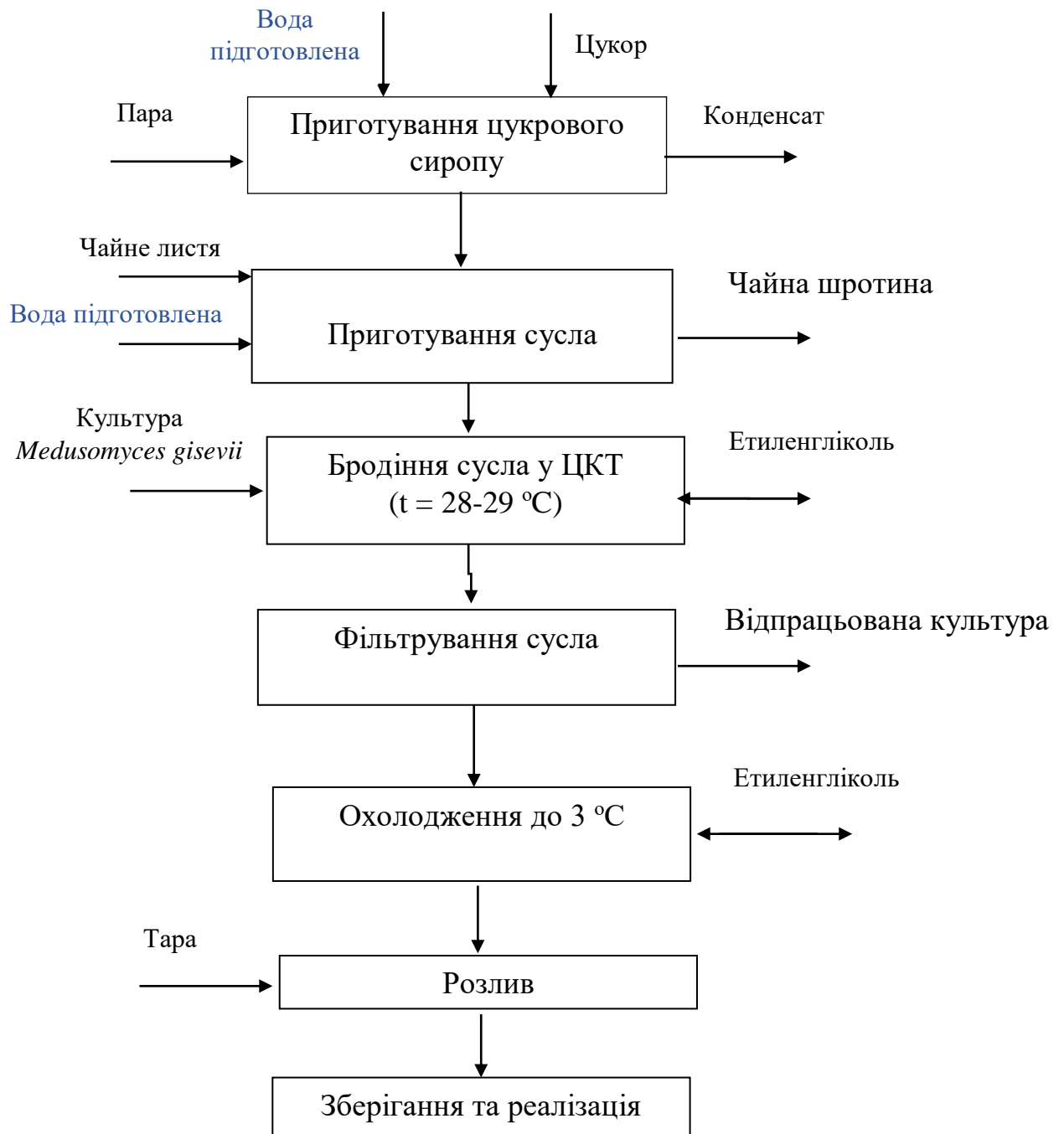


Рисунок 3.3 – Принципова технологічна схема приготування комбучі із застосуванням підготовленої води

3.6 Висновки до розділу 3

1. Визначено, що перспективним рішенням у виробництві комбучі на стадії водопідготовки є використання активного вугілля зі шкарлупи кокосу із мікропорами розміром 20 мкм із застосуванням попереднього фільтрування, що дозволяє зменшити навантаження.

2. Визначено вплив складу води на показники суслу і готового напою.

3. Запропоновано спосіб водопідготовки, що дозволяє знизити жорсткість води у 3,8 рази, перманганатну окиснюваність у 5,2 рази, сухий залишок у 2 рази, вміст заліза на 60 %, хлору залишкового вільного на 88 %.

4. Визначено показники комбучі, приготовленої на основі підготовленої води із використанням чорного та зеленого чаю. Рекомендовано приготування комбучі із використанням підготовленої води за удосконаленою технологією та чорного чаю. Найнижчу оцінку отримали напої, що були приготовлені на непідготовленій воді та зеленого чаю.

5. Розроблено принципову технологічну схему приготування комбучі за удосконаленою технологією водопідготовки.

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Обробку результатів досліджень проводили методом кореляційного аналізу. Дослідним шляхом в результаті зброджування комбучі на основі чорного чаю готували два зразки сусла Зразок 1 (сусло на основі чорного чаю контроль); Зразок 2 (сусло на основі чорного чаю дослід) отримано значення сухих речовин (СР) у для заданих значень часу зброджування (τ) x та подано у вигляді табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення сухих речовин (СР) у для заданих значень часу зброджування (τ) x сусла

Тривалість(τ) зброджування, діб	Вміст сухих речовин (СР) у суслі, %	
	Зразок 1	Зразок 2
0	3,50	3,50
1	3,50	3,50
2	3,50	3,45
3	3,46	3,40
4	3,41	3,34
5	3,37	3,26
6	3,31	3,19
7	3,22	3,02
8	3,11	2,94
9	3,04	2,82
10	2,95	2,71
11	2,86	2,62
12	2,73	2,51
13	2,64	-
14	2,52	-

На підставі цих даних розв'язуємо такі задачі:

- 1) характер функціональної залежності між величинами y та x невідомий, тому вибираємо аналітичний вираз залежності між y та x , який називається *емпіричною формулою*;
- 2) формула, що виражає функціональну залежність y від x , відома, тому визначаємо числові значення параметрів, що входять у цю формулу і, таким чином, отримуємо математичну модель;
- 3) математична модель, що виражає функціональну залежність y від x , відома, тому визначаємо середню відносну похибку математичної моделі.

Вибір вигляду емпіричної формули

Під час аналізу й опису закономірностей хімічних і фізико-хімічних процесів і явищ емпіричну формулу вибирають серед функцій: 1) $y = ax + b$

(лінійна); 2) $y = ab^x$ (показникова); 3) $y = \frac{1}{ax + b}$ (дробово-раціональна);
 4) $y = a \ln x + b$ (логарифмічна); 5) $y = ax^b$ (степенева, причому при $b > 0$
 залежність параболічна, при $b < 0$ – гіперболічна); 6) $y = a + \frac{b}{x}$ (гіперболічна);
 7) $y = \frac{x}{ax + b}$ (дробово-раціональна).

Визначаємо, яка з цих функцій найкраще описує отримані дослідні дані.
 Для цього виконуємо такі обчислення:

1. За даними табл. 4.1 знаходимо:

$$\begin{aligned} x_{\text{ар}} &= \frac{x_1 + x_n}{2}, & y_{\text{ар}} &= \frac{y_1 + y_n}{2} && \text{- середнє арифметичне } x_1 \text{ і } x_n \text{ та } y_1 \text{ і } y_n; \\ x_{\text{геом}} &= \sqrt{x_1 x_n}, & y_{\text{геом}} &= \sqrt{y_1 y_n} && \text{- середнє геометричне } x_1 \text{ і } x_n \text{ та } y_1 \text{ і } y_n; \\ x_{\text{гарм}} &= \frac{2x_1 x_n}{x_1 + x_n}, & y_{\text{гарм}} &= \frac{2y_1 y_n}{y_1 + y_n} && \text{- середнє гармонійне } x_1 \text{ і } x_n \text{ та } y_1 \text{ і } y_n, \end{aligned}$$

де x_n та y_n - останні значення даних табл. 4.1.

Знаходимо значення $x_{\text{ар}}, y_{\text{ар}}, x_{\text{геом}}, y_{\text{геом}}, x_{\text{гарм}}, y_{\text{гарм}}$ для зразку 1:

$$\begin{aligned} x_{\text{ар}} &= \frac{0+14}{2} = 7, & y_{\text{ар}} &= \frac{3,50+2,52}{2} = 3,01; \\ x_{\text{геом}} &= \sqrt{0 * 14} = 0, & y_{\text{геом}} &= \sqrt{3,50 * 2,52} = 2,9699; \\ x_{\text{гарм}} &= \frac{2*0*14}{0+14} = 0, & y_{\text{гарм}} &= \frac{2*3,50*2,52}{3,5+2,52} = 2,9302. \end{aligned}$$

Знаходимо значення $x_{\text{ар}}, y_{\text{ар}}, x_{\text{геом}}, y_{\text{геом}}, x_{\text{гарм}}, y_{\text{гарм}}$ для зразку 2 :

$$\begin{aligned} x_{\text{ар}} &= \frac{0+12}{2} = 6, & y_{\text{ар}} &= \frac{3,50+2,51}{2} = 3,005; \\ x_{\text{геом}} &= \sqrt{0 * 12} = 0, & y_{\text{геом}} &= \sqrt{3,50 * 2,51} = 2,9639; \\ x_{\text{гарм}} &= \frac{2*0*12}{0+12} = 0, & y_{\text{гарм}} &= \frac{2*3,50*2,51}{3,50+2,51} = 2,9235. \end{aligned}$$

2. За даними табл. 4.1 знаходимо значення $y_{\text{ар}}^*, y_{\text{геом}}^*, y_{\text{гарм}}^*$, що відповідають значенням $x_{\text{ар}}, x_{\text{геом}}, x_{\text{гарм}}$. При цьому, якщо $x_{\text{ар}}$ (чи $x_{\text{геом}}, x_{\text{гарм}}$) збігається з табличним x_i , то відповідне значення $y_{\text{ар}}^*$ (чи $y_{\text{геом}}^*, y_{\text{гарм}}^*$) дорівнює y_i ; у противному разі $y_{\text{ар}}^*$ (чи $y_{\text{геом}}^*, y_{\text{гарм}}^*$) визначаємо, користуючись формулою лінійної інтерполяції:

$$y_{\text{ар}}^* = y_i - \frac{y_i - y_{i+1}}{x_{i+1} - x_i} \times (x_{\text{ар}} - x_i),$$

де $x_i, x_{i+1}, y_i, y_{i+1}$ – значення даних табл. 4.1 між якими знаходяться $x_{\text{ар}}$ ($x_i < x_{\text{ар}} < x_{i+1}$) та $y_{\text{ар}}^*$ ($y_i > y_{\text{ар}}^* > y_{i+1}$; $i = 1, 2, \dots, n - 1$).

Знаходимо значення $y_{\text{ар}}^*, y_{\text{геом}}^*, y_{\text{гарм}}^*$ для зразку 1:

Оскільки $x_{\text{ар}} = x_8$, то $y_{\text{ар}}^* = y_8 = 3,22$.

Оскільки $x_{\text{геом}} = x_1$, то $y_{\text{геом}}^* = y_1 = 3,50$.

Оскільки $x_{\text{гарм}} = x_1$, то $y_{\text{гарм}}^* = y_1 = 3,50$.

Знаходимо значення $y_{\text{ар}}^*, y_{\text{геом}}^*, y_{\text{гарм}}^*$ для зразку 2:

Оскільки $x_{\text{ар}} = x_7$, то $y_{\text{ар}}^* = y_7 = 3,19$.

Оскільки $x_{\text{геом}} = x_1$, то $y_{\text{геом}}^* = y_1 = 3,50$.

Оскільки $x_{\text{гарм}} = x_1$, то $y_{\text{гарм}}^* = y_1 = 3,50$.

3. Знаходимо величини: $\varepsilon_1 = |y_{\text{ар}}^* - y_{\text{ар}}|$, $\varepsilon_2 = |y_{\text{ар}}^* - y_{\text{геом}}|$,
 $\varepsilon_3 = |y_{\text{ар}}^* - y_{\text{гарм}}|$, $\varepsilon_4 = |y_{\text{геом}}^* - y_{\text{ар}}|$, $\varepsilon_5 = |y_{\text{геом}}^* - y_{\text{геом}}|$, $\varepsilon_6 = |y_{\text{гарм}}^* - y_{\text{ар}}|$,
 $\varepsilon_7 = |y_{\text{гарм}}^* - y_{\text{гарм}}|$ і серед них визначаємо мінімальне значення
 $\varepsilon_{\min} = \min \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_7\}$.

Знаходимо величини $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, \varepsilon_5, \varepsilon_6, \varepsilon_7$ і визначаємо ε_{\min} для зразку 1:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= |3,22 - 3,01| = 0,21, & \varepsilon_2 &= |3,22 - 2,9699| = 0,2301, \\ \varepsilon_3 &= |3,22 - 2,9302| = 0,2698, & \varepsilon_4 &= |3,50 - 3,01| = 0,49, \\ \varepsilon_5 &= |3,50 - 2,9699| = 0,5301, & \varepsilon_6 &= |3,50 - 3,01| = 0,49, \\ \varepsilon_7 &= |3,50 - 2,9302| = 0,5698, & \varepsilon_{\min} &= \varepsilon_1 = 0,21. \end{aligned}$$

Знаходимо величини $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, \varepsilon_5, \varepsilon_6, \varepsilon_7$ і визначаємо ε_{\min} для зразку 2:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= |3,19 - 3,005| = 0,185, & \varepsilon_2 &= |3,13 - 2,9639| = 0,2261, \\ \varepsilon_3 &= |3,13 - 2,9235| = 0,2665, & \varepsilon_4 &= |3,50 - 3,005| = 0,495, \\ \varepsilon_5 &= |3,50 - 2,9639| = 0,5361, & \varepsilon_6 &= |3,50 - 3,005| = 0,495, \\ \varepsilon_7 &= |3,50 - 2,9235| = 0,5765, & \varepsilon_{\min} &= \varepsilon_1 = 0,185. \end{aligned}$$

4. Вибираємо емпіричну формулу серед функцій 1-7.

Оскільки для всіх зразків квасного суслу $\varepsilon_{\min} = \varepsilon_1$, то емпірична формула буде однаковою для всіх них і матиме наступний вигляд:

1) $y = ax + b$ (лінійна).

Визначення параметрів емпіричної формули та отримання математичної моделі

Для визначення параметрів (коефіцієнтів) емпіричної формули зазвичай застосовують три методи: метод вибраних точок, метод середніх і метод найменших квадратів. Останній метод хоча і найбільш громіздкий, але він найточніший, тому його використовують під час оброблення дослідних даних високої точності, коли необхідно одержати дуже точні значення параметрів, отож застосуємо його.

Лінійна апроксимація за методом найменших квадратів

Знаходимо найближчий (апроксимуючий) багаточлен першого степеня $P_1(x) = a_0 + a_1 x_i$ такий, щоб квадратичне відхилення $S = \sum_{i=1}^n [P_1(x_i) - f(x_i)]^2$ було мінімальним. Підставляємо замість $P_1(x_i)$ та $f(x_i)$ $a_0 + a_1 x_i$ та y_i і отримуємо $S = \sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 x_i - y_i)^2$.

Для визначення a_0 і a_1 розв'язуємо нормальну систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial a_0} &= 2 \sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 x_i - y_i) * 1 = 0, \\ \frac{\partial S}{\partial a_1} &= 2 \sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 x_i - y_i) * x_i = 0. \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} a_0 n + a_1 \sum_{i=1}^n x_i &= \sum_{i=1}^n y_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 &= \sum_{i=1}^n x_i y_i. \end{aligned} \right\}$$

Систему розв'язуємо за схемою єдиного ділення (метод Гаусса або метод послідовного виключення невідомих). Знайдені значення коефіцієнтів a_0 і a_1 підставляємо у вираз $P_1(x) = a_0 + a_1 x_i$ і отримуємо конкретний вигляд

апроксимуючого багаточлена першого степеня $P_1(x)$, який і є математичною моделлю.

Визначаємо параметри емпіричної формули для зразку 1:

Для обчислення коефіцієнтів нормальної системи складаємо таблицю (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Обчислення коефіцієнтів нормальної системи

i	x_i	y_i	x_i^2	$x_i y_i$
1	0	3,50	0	0
2	1	3,50	1	3,5
3	2	3,50	4	7
4	3	3,46	9	10,38
5	4	3,41	16	13,64
6	5	3,37	25	16,85
7	6	3,31	36	19,86
8	7	3,22	49	22,54
9	8	3,11	64	24,88
10	9	3,04	81	27,36
11	10	2,95	100	29,50
12	11	2,86	121	31,46
13	12	2,73	144	32,76
14	13	2,64	169	34,32
15	14	2,52	196	35,28
Суми	105	47,12	1015	309,33

Тепер записуємо нормальну систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} 15a_0 + 105a_1 &= 47,12, \\ 105a_0 + 1015a_1 &= 309,33. \end{aligned} \right\}$$

Розв'язавши систему за схемою єдиного ділення отримуємо значення коефіцієнтів a_0 і a_1 :

$$a_0 = 3,6540, \quad a_1 = -0,0732.$$

Отже, шуканий апроксимуючий багаточлен має вигляд:

$$CP = 3,6540 - 0,0732 \tau - \text{математична модель зразку 1.}$$

Порівняємо табличні значення y_i ($i = 1, 2, \dots, 11$) з відповідними значеннями \bar{y}_i , обчисленими за математичною моделлю, тобто оцінімо точність лінійної апроксимації за методом найменших квадратів (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Оцінка точності лінійної апроксимації за методом найменших квадратів

i	x_i	y_i	\bar{y}_i	$\bar{y}_i - y_i$
1	0	3,50	3,65	0,15
2	1	3,50	3,58	0,08
3	2	3,50	3,51	0,01
4	3	3,46	3,43	-0,03
5	4	3,41	3,36	-0,05
6	5	3,37	3,29	-0,08
7	6	3,31	3,21	-0,1
8	7	3,22	3,14	-0,08
9	8	3,11	3,07	-0,04
10	9	3,04	2,99	-0,05
11	10	2,95	2,92	-0,03
12	11	2,86	2,85	-0,01
13	12	2,73	2,77	0,04
14	13	2,64	2,7	0,06
15	14	2,52	2,63	0,11

Отже, як видно з табл. 4.3 апроксимуючи дані математичною моделлю, отримуємо досить точну відповідність дослідним значенням СР (y_i).

Визначаємо параметри емпіричної формули для зразку 2:

Для обчислення коефіцієнтів нормальної системи складаємо таблицю (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Обчислення коефіцієнтів нормальної системи

i	x_i	y_i	x_i^2	$x_i y_i$
1	0	3,5	0	0
2	1	3,5	1	3,5
3	2	3,45	4	6,9
4	3	3,40	9	10,2
5	4	3,34	16	13,36
6	5	3,26	25	16,3
7	6	3,13	36	18,78
8	7	3,02	49	21,14
9	8	2,94	64	23,52
10	9	2,82	81	25,38
11	10	2,71	100	27,1
12	11	2,62	121	28,82
13	12	2,51	144	30,12
Суми	78	40,2	650	225,12

Тепер записуємо нормальну систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} 13a_0 + 78a_1 &= 40,2, \\ 78a_0 + 650a_1 &= 225,12. \end{aligned} \right\}$$

Розв'язавши систему за схемою єдиного ділення отримуємо значення коефіцієнтів a_0 і a_1 :

$$a_0 = 3,6224, \quad a_1 = -0,088.$$

Отже, шуканий апроксимуючий багаточлен має вигляд:

$CP = 3,6224 - 0,088 \tau$ - математична модель зразку 2.

Порівняємо табличні значення y_i ($i = 1, 2, \dots, 13$) з відповідними значеннями \bar{y}_i , обчисленими за математичною моделлю, тобто оцінімо точність лінійної апроксимації за методом найменших квадратів (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Оцінка точності лінійної апроксимації за методом найменших квадратів

i	x_i	y_i	\bar{y}_i	$\bar{y}_i - y_i$
1	2	3	4	5
1	0	3,5	3,62	0,12
2	1	3,5	3,53	0,03
3	2	3,45	3,44	-0,01
4	3	3,40	3,36	-0,004
5	4	3,34	3,27	-0,07
6	5	3,26	3,18	-0,08
7	6	3,13	3,09	-0,1
8	7	3,02	3,01	-0,01
9	8	2,94	2,92	-0,02
10	9	2,82	2,83	0,01
11	10	2,71	2,74	0,03
12	11	2,62	2,65	0,03
13	12	2,51	2,56	0,05

Отже, як видно з табл. 4.5 апроксимуючи дані математичною моделлю, отримуємо досить точну відповідність дослідним значенням CP (y_i).

Визначення середньої відносної похибки математичної моделі

Визначаємо середню відносну похибку математичної моделі між значеннями вихідної функції, знайденої за рівнянням (математичною моделлю), та експериментальними значеннями:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|\bar{y}_i - y_i|}{y_i}}{n} * 100\%$$

Визначаємо середню відносну похибку математичної моделі для зразку 1:

$$\Delta = \frac{0,1952}{15} * 100 = 1,30 \%$$

Визначаємо середню відносну похибку математичної моделі для зразку 2:

$$\Delta = \frac{0,1403}{13} * 100 = 1,08 \%$$

Отримано математичні моделі, які мають допустимі середні відносні похибки і показують залежність зменшення вмісту сухих речовин (CP) суслу від тривалості процесу бродіння.

5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) передбачає зростання показників здоров'я, зокрема тривалості життя. Поряд з цим, сучасні соціально-економічні умови зумовлюють погіршення загального стану здоров'я населення.

ВООЗ передбачає, що загальні тенденції у галузі здорового харчування сприяють швидкому розвитку технологій продуктів, які мають підвищену біологічну цінність для споживача.

Корисність безалкогольних ферментованих напоїв обумовлена наявністю біологічно активних речовин, які переходять з рослинної сировини та утворюються в процесі ферментації.

За даними ВООЗ на ринку харчових продуктів, у т.ч. безалкогольних напоїв спостерігається тенденція розвитку виробництва напоїв функціонального призначення. В Україні та країнах ЄС є тенденція до створення і вдосконалення технологій ферментованих напоїв з використанням овочевої сировини, що може сприяти впровадженню високоякісних безалкогольних напоїв. Важливе значення має комплексне використання рослинної сировини із визначенням його визначальних компонентів, які зумовлюють функціональні властивості сировини і готової продукції. Визначення ефективності пропонуваніх пропозицій є вирішальним етапом для прийняття проектів до впровадження.

Значимість аналізу доцільності впровадження даного проекту зумовлена тим, що в умовах недостатніх фінансових надходжень в умовах крафтових виробництв, інвестиції, як правило, зумовлені позиковими коштами. Головну роль при цьому відіграють кредити банків або міжнародних фінансових організацій. Вони виставляють жорсткі вимоги до ефективності використання наданих ресурсів.

Досвід більшості країн світу переконливо свідчить, що дотримання послідовної комплексної державної політики у харчовій галузі дає позитивні результати у зниженні рівня захворюваності і поліпшенні показників здоров'я населення. Головними порушеннями у споживанні харчових продуктів українців є надлишок вуглеводів, недостатня кількість білків, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон. У більшості країн Європи, а також у США, Канаді, Японії проблеми харчування піднято на державний рівень. Тому у цих країнах досягнуто зниження загального рівня смертності, у т.ч. від серцево-судинних захворювань на 30...50 %.

У даній кваліфікаційній роботі передбачається підвищення якості безалкогольного ферментованого напою комбучі завдяки застосування інноваційної технології підготовки води. Такі напої можуть маркуватись, як напої спеціального призначення, оскільки підвищують загальний рівень здоров'я споживачів.

Впровадження описаних та запропонованих в роботі рішень дозволяє підвищити *соціальну ефективність* шляхом підвищення біологічної цінності

кінцевого продукту. Отриманий напій має не тільки високі споживчі характеристики, але й містить біологічно активні речовини, зокрема вітаміни, мінерали та ін.

Важливим стратегічним завданням на етапі розвитку підприємства пивобезалкогольної галузі є досягнення належного рівня його *економічної ефективності* як основи конкурентоспроможності на сучасному ринку.

В кваліфікаційній роботі після проведення аналітичного огляду літературних джерел та проведених експериментальних досліджень пропонуються рішення, що дозволять підвищити економічну ефективність виробництва ферментованого напою з використанням удосконаленої технології підготування води.

Таким рішенням є збільшення виробництва товарної продукції за рахунок збільшення попиту на високоякісну продукцію. Це дозволить збільшити оборотність обладнання, що проявиться у більших обсягах виробництва за однаковий період часу.

Щодо прибутковості виробництва розроблених напоїв необхідно зазначити, що продукти такого типу (направленого на зміцнення здоров'я) не можуть коштувати дешево, і покупець готовий сплачувати більше. Тому, випуск даної продукції необхідно супроводжувати потужною маркетинговою підтримкою. Отриманий безалкогольний напій містить біологічно активні речовини вихідної сировини та новоутворених у процесі її переробки, що визначає його як перспективний продукт оздоровчого призначення і сприятиме зміцненню здоров'я населення, підвищення захисних функцій організму людини.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. (Закон України “Про охорону праці” від 14.10.1992 №2694-12.) Закон України “Про охорону праці” від 14.10.1992 №2694-12 визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [65].

Під час аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що створюються проектованим пристроєм при його експлуатації необхідно розглянути наступні небезпеки.

Теплові небезпеки можуть бути створені такими факторами: деталями що нагрівається, нагрітим електролітом, електричними розрядами (іскрінням, дугами). Причиною нагріву окремих деталей та елементів апаратури можуть бути підвищені щільності струму в монтажних дротах, недостатня поверхня розсіювача; неправильний тепловий розрахунок, компоновка і монтаж елементів апаратури, електричні втрати в магнітопроводах, в діелектрику ізоляторів. Підвищена температура деталей крім небезпечності опіків і підвищення температури повітря шкідливо діє на ізоляційні матеріали, а також може бути причиною вибуху або пожежі.

Хімічні небезпеки пов'язані із застосуванням або виділенням в процесі роботи пристрою різних небезпечних і шкідливих речовин у твердому, рідкому, газо- або пароподібному стані (наприклад, пил фарби, пари лаків, розчинників).

Механічні небезпеки і шкідливість можуть створюватися наступними факторами: наявністю в конструкції рухомих або частин, що обертаються; вузлів та елементів, що є джерелом шуму, вібрації, ультразвуку або інфразвуку, що знаходяться під надлишковим тиском або глибоким вакуумом, а також можливістю руйнування окремих деталей і елементів обладнання. Можливі причини руйнування: великі швидкості обертання, високий тиск або глибокий вакуум, вибух як наслідок хімічних та інших процесів, невірний вибір матеріалу для деталей, елементів пристрою. Прикладом таких небезпек можуть слугувати руйнування місць з'єднань трубопроводів гідро або пневмопривіду, електричних конденсаторів, балонів з газом [27].

Небезпека електромагнітних випромінювань оптичного діапазону – інфрачервоного, видимого світлового, ультрафіолетового, лазерного – обумовлена наявністю в пристрої, що проектується приладів або елементів, що генерують ці випромінювання, і залежить від виду та параметрів опромінення, тривалості імпульсів, потужності випромінювання.

Небезпека електромагнітного опромінення (радіочастотного) під час роботи об'єкту, що проектується, залежить від довжини хвилі, потужності, тривалості впливу, дози опромінення. Генераторами

випромінювання можуть бути будь-які елементи, включені у високочастотний ланцюг (індуктори, фідерні лінії, нещільності у хвилеводах, трансформатори, антени, генератори надвисоких частот). Небезпека ураження електричним струмом визначається наступними факторами: родом струму (постійний, імпульсний, змінний), напругою, величиною струму, його частотою, а також наявністю залишкового заряду на конденсаторі, факторами середовища приміщення, режимом роботи нейтралі (середньої точки) джерела живлення. Можливі причини ураження: випадковий дотик до частин, що проводять струм та знаходяться під напругою; дотик до металевих частин електроустановок, які не проводять струм, або корпусів пов'язаного з електроустановками виробничого обладнання після переходу на них напруги із частин, що проводять струм ("пробой на корпус"); поява напруги в результаті помилкового вмикання, замикання або наведення напруги сусідніми установками; розряд блискавки в установку або поблизу неї; ураження через електричну дугу; дотик до конденсатора із залишковим зарядом; заряд статичної електрики; ураження кроковою напругою.

Небезпека займання, вибухонебезпечної суміші та пожежонебезпечних матеріалів і речовин в приміщенні, де експлуатується пристрій, що проектується, може створюватися електричними іскрами, дугами, полум'ям, нагрітими частинами і деталями апаратури. Можливі причини виникнення цих факторів: перегрів деталей внаслідок помилок проектування, коротке замикання, іскріння в контактах (реле, вимикачі, колектори та кільця двигунів, індуктори, пускачі), тривалі перевантаження, великі перехідні опори. У більшості випадків у технологічного обладнання, що проектується, використовуються відносно низькі напруги і малі потужності, однак і вони можуть становити значну вибухо-, пожежо-небезпечність, якщо є паро-, газоабо пилоповітряні вибухонебезпечні суміші. Інші фізичні небезпеки, наприклад, пил, вода, низька температура, іонізуюче випромінювання також можуть мати місце в деяких спеціальних пристроях.

Психофізіологічні небезпеки можуть бути обумовлені наступними причинами: невдала компоновка пристрою в цілому або пульта керування, невдале розташування органів керування, невідповідність необхідних рухів при обслуговуванні фізіологічним можливостям та антропометричним даним людини-оператора, розміщення індикаторів поза оптимальною зоною інформаційного поля, надмірність інформації, дефіцит часу для прийняття рішень чи дій з управління, велике напруження уваги, зору, слуху, та іншими факторами.

Під час проектування об'єкту можуть бути виявлені і інші небезпеки, які також повинні бути проаналізовані. З урахуванням наведених вихідних даних і виявлених конкретних небезпек та шкідливих умов, які має (або які створює) пристрій, що проектується, необхідно визначити розрахунками або вимірюваннями їх якісну і кількісну характеристику. Для кожного із проаналізованих вище факторів, на основі діючих нормативних документів встановлюється їх гранично допустимі рівні (ГДР), гранично допустимі концентрації (ГДК) або межі зміни для конкретних умов експлуатації. Шляхом

зіставлення проєктованих або очікуваних рівнів і концентрацій з їх ГДР (або ГДК), або іншими нормативами робиться висновок щодо їхньої небезпеки чи шкідливості і висновок необхідності технічних, організаційних та інших заходів щодо усунення або зниження їх впливу на працюючих, та недопущення надзвичайних (аварійних) ситуацій.

Протипожежний захист – це система технологій і заходів, які призначені для захисту приміщень, горючих матеріалів, об'єктів нерухомості від пожеж. Протипожежна безпека дозволяє знизити або виключити можливість горіння об'єктів, побудованих із застосуванням горючих матеріалів. Всі методи протидії спалахів поділяють на пасивні або профілактичні (зменшують ймовірність виникнення загорянь) і активні (рятують людей від опіків, тобто надають безпосередню захист від вогню).

Пасивні (профілактичні) методи Щоб захиститися від пожежі сучасні будівельники при будівництві будинків використовують спеціальні рідини, якими просочують тканини, штукатурки, дерево і жаростійкі фарби. Найчастіше подібні заходи в умовах пожежі не запобігають загоряння, але зате підвищують стійкість матеріалів перед вогнем. В умовах тривалого впливу високих температур при пожежі можуть пошкоджуватися навіть металоконструкції.

Щоб уникнути можливої пожежі застосовують такі заходи:

- електропроводку ізолюють (так як коротке замикання може стати основною причиною загоряння) ;
- тільки по негорючих підставах прокладають кабелі та проводи;
- встановлюють автоматичні запобіжники і УЗО;
- електричну і газову плиту ізолюють від дерев'яних меблів;
- розетки, розташовані на зовнішніх стінах і в санвузлах, ізолюють від вологи;
- свічки запалюють в свічниках;
- для гасіння сигарет використовують скляні попільнички.

Активні методи захисту Для швидкого реагування на будь-яке загоряння створюються спеціальні мобільні бригади пожежної охорони. Безпосередній захист людини від пожежі ділиться на захист від небезпечних факторів пожежі та захист від високих температур.

Перший випадок є більш небезпечним для здоров'я і життя людини, особливо небезпечним фактором вважається монооксид вуглецю. Для захисту від опіків фахівці стали випускати спеціальний термоізолюючий одяг пожежного - БОЗ, ізолюючі апарати і протигази на стислому повітрі, а також капюшони за типом протигазів, які фільтрують повітря.

Планувальні рішення будівель є одним з найважливіших засобів захисту людей від небезпечних факторів пожежі. У зовнішніх огорожувальних конструкціях повинні знаходитися спеціальні лампочки, які через отвори висвітлюють територію при евакуації людей і майна. Для довгих і неосвітлених коридорів потрібно організувати димовидалення з усіх шляхів евакуації людей. Системи підпору повітря і димовидалення потрібно запускати за допомогою системи пожежної сигналізації.

Гасіння пожежі (активна боротьба з вогнем) проводиться вогнегасником, піском, глиною та іншими негорючими матеріалами, які б змогли перешкодити поширенню вогню. Якщо в будинку, де виник вогонь, є автоматична система пожежогасіння, то потрібно негайно її активувати для гасіння пожежі.

Для захисту документів і цінних речей від вогню використовуються вогнетривкі сейфи.

Система пожежної сигналізації Система пожежної сигналізації – це перелік технічних засобів, які призначені для обчислення факторів пожежі, обробки, збору, формування, реєстрації та передачі сигналів про пожежу, іншої інформації, а при необхідності, передачі сигналів на управління протипожежного захисту, електротехнічним, технологічним та іншим обладнанням. Будь-яка система пожежної сигналізації включає в себе датчики і сповіщувачі, які виявляють задимлення в автоматичному режимі, приймально-контрольну апаратуру, яка обробляє інформацію датчиків, а також периферійні пристрої. В даний час існують три види систем пожежної сигналізації: адресна, радіальна і адресноаналогова [27].

До засобів протипожежного захисту відносять всю сукупність технологій, способів і заходів, що вживаються і використовуваних для захисту від пожежі. Мета їх, при всій різноманітності, зводиться до того, щоб повністю виключити або максимально зменшити можливість втрати в результаті пожежі наявних об'єктів, конструкцій, матеріалів, які можуть постраждати від вогню.

Розрізняють пасивні методи захисту, активні та профілактичні. Пасивні методи захисту мають на увазі запобігання самого виникнення пожежі, мінімізацію ймовірності самого його розгоряння. Активні методи включають ті, які робляться для порятунку людей і матеріальних цінностей.

Профілактичні методи захисту від пожежі Для захисту різних конструкцій від полум'я вогнезахисними рідинами просочуються дерев'яні конструкції, наявні на об'єкті тканини. Використовуються також спеціальні фарбувальні склади і вогнезахисні штукатурки.

Дія вогнезахисних складів засноване на їх властивості забезпечити ізоляцію матеріалу від впливу високої температури. Навіть якщо пожежа виникла, обробка вогнезахисними складами успішно запобігає загорянню захищеної конструкції. Крім того, стійкість до впливу полум'я захищеної конструкції різко зростає. Тривала дія вогню і високої температури здатна зашкодити навіть сталеві несучі конструкції, так що ризиком навіть їх пошкодження не можна повністю знехтувати.

Обов'язкова профілактична міра - захист та ізоляція наявної в будівлі електропроводки. Ця елементарна міра дозволяє знизити ризик короткого замикання і загоряння через нього. Всі проводи та кабелі повинні бути прокладені тільки по негорючих каналах або підстав. Установка приладів УЗО теж дозволяє істотно знизити ризик замикання, для цієї мети служать і автоматичні запобіжники. Також всі наявні на об'єкті електро- і газові плити повинні бути ізольовані від дерев'яних поверхонь і меблів. Всі розетки повинні бути захищені від можливого попадання вологи.

Активні методи захисту від пожежі У число активних методів захисту включається створення служб і штабів пожежної охорони. Їх призначення – оперативне реагування на випадки пожежі. Створені служби повинні володіти мобільністю [28].

Всі активні методи захисту можна розділити на методи захисту від високих температур і методи захисту від інших небезпечних факторів, що викликаються вогнем. Найнебезпечніший з них - чадний газ, що утворюється в великій кількості при горінні, і небезпечний для людини. Пожежні, зайняті гасінням вогню, мають ізоляційний костюм, спеціальні фільтруючі апарати, капюшони, протигazi. Для порятунку людей найважливішим буде наявність на кожному об'єкті детально розробленого плану-схеми евакуації. Всі евакуаційні шляхи повинні бути вільні, евакуаційні виходи повинні мати освітлення, віконні прорізи виготовлені із матеріалів які легко можна розбити. Евакуаційні сходи по можливості повинні мати природне освітлення, на ній повинні бути вікна. У разі їх відсутності там повинна бути робоча система вентиляції та димовидалення. Причому спрацьовувати система вентиляції повинна відразу ж в момент включення пожежної сигналізації.

Для активної боротьби з вогнем використовують спеціальні засоби пожежогасіння. До них відносяться вогнегасники будь-яких видів і типів (порошкові і вуглекислотні). Також до засобів пожежогасіння відносять пісок і інші матеріали, які можуть перешкоджати поширенню полум'я і займання конструкцій і матеріалів.

Основними способами гасіння є:

- Вода, яка може подаватися у вогонь пожежі цільними або розпорошеними струменями ;
- Піни (повітряно-механічні та хімічні різної кратності) ;
- Інертні газові розріджувачі (діоксид вуглецю, азот, аргон, водяна пара, димові гази);
- Гомогенні інгібітори - з низькою температурою кипіння;
- Гетерогенні інгібітори - порошки для гасіння вогню;
- Комбіновані суміші.

Гасіння водою речовин, що вступають з нею в реакцію (металевого калію, кальцію, карбїду кальцію, магнію, його сплавів в роздробленому стані і сумішей цих металів з окислювачами не допускається. Для гасіння електроустаткування, що знаходиться під напругою, застосування води забороняється.

Не можна гасити струменем води палаючий бензин, ацетон, скипидар, спирт, гас, мазут, мастила – так як ці речовини спливають на поверхню води і продовжують горіти. Гасити ці речовини слід розпорошеною водою. Гасіння піною більш ефективніший засіб гасіння. Вона легка, володіє величезною проникаючою здатністю. Піна незамінна при гасінні пожеж в великих резервуарах з горючими рідинами. Вода тоне в горючої рідини, а піна накриває полум'я і гасить його.

Водяну пару застосовують для гасіння пожеж в приміщеннях об'ємом до 500 м². Пара зволожує палаючі предмети і знижує концентрацію кисню.

Для гасіння пожеж застосовують вуглекислий газ, азот. З огляду на те, що цей газ важкий і стелиться по землі, концентрація його в нижній частині приміщення буде вищою, що сприяє ефективному гасінню пожежі. Зазвичай вуглекислий газ подають у вогнище пожежі з залізничних цистерн або балонів.

Азот легший за повітря, переходить в рідкий стан при дуже низькій температурі (-195,8°C), тому його доставляють в район пожежі для гасіння в спеціальних машинах-ємностях.

7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Цивільна оборона України є системою органів управління, сил і засобів, що створюються для організації та забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру.

Серед багатьох функцій цивільної оборони на підприємстві важливе місце посідає захист виробничого персоналу та населення від наслідків надзвичайних ситуацій.

Надзвичайна ситуація – це є порушення нормальних умов життя й діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели до людських та матеріальних утрат.

Щороку в Україні від надзвичайних ситуацій (в тому числі аварії на виробництві) гине більше 70 тис. осіб.

Щороку, в тому числі за останні роки в Україні виникає до 500 надзвичайних ситуацій техногенного походження.

Тому з метою захисту здоров'я і життя виробничого персоналу, а також для запобігання значних матеріальних втрат при аварії, даною кваліфікаційною роботою пропонується основну увагу приділити розробці плану по локалізації надзвичайних ситуацій і аварій, а саме оперативній її частині.

У Законі України «Про правові засади цивільного захисту» визначено: цивільний захист (ЦЗ) є системою організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів, які здійснюються органами центральної та місцевої влади, органами місцевого самоврядування, підпорядкованими їм силами і засобами, підприємствами, установами та організаціями незалежно від форми власності, добровільними рятувальними формуваннями, що забезпечують виконання цих заходів з метою запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій, які загрожують життю і здоров'ю людей, завдають матеріальних збитків у мирний час та особливий період.

З метою ефективної реалізації завдань цивільного захисту, зменшення матеріальних витрат та недопущення шкоди об'єктам, матеріальним і культурним цінностям та докільню в разі виникнення надзвичайних ситуацій центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підпорядковані їм сили і засоби, підприємства, установи та організації незалежно від форми власності, добровільні рятувальні формування здійснюють наступні заходи у сфері цивільного захисту.

Для захисту від зараження РР, НХР, БЧ на підприємствах пивобезалкогольної промисловості завчасно проводиться ремонт виробничих і складських приміщень, визначаються і, відповідним чином, обладнуються водні джерела, призначені для використання у надзвичайній ситуації.

Підприємства з виробництва безалкогольних напоїв за специфікою своєї діяльності є об'єктами підвищеної небезпеки, тому не виключається імовірність виникнення на них різноманітних аварійних ситуацій.

У випадку виникнення аварійних ситуацій, які пов'язані з викидом (вилівом) небезпечних речовин існує загроза того, що виробничий персонал підприємства опиниться у зонах надзвичайної ситуації.

Від своєчасного оповіщення виробничого персоналу про загрозу або фактичне виникнення надзвичайної ситуації залежить ефективність здійснення заходів захисту і мінімізації негативних наслідків.

Для ефективного виконання вищезазначених заходів на підприємстві завчасно повинна бути розроблена інструкція чергового диспетчера на випадок аварії із викидом СДОР.

На підприємствах, де неможливо здійснити герметизацію складських та інших приміщень, потрібно передбачити накривання харчової сировини захисними матеріалами: брезентом, прогумованою тканиною, поліетиленовими плівками високої цупкості товщиною не менше 0,15 мм або іншими підручними засобами.

Негерметизоване виробниче обладнання слід по можливості замінити закритим, наприклад відкриті бродильні чани – закритими бродильними апаратами, холодильні тарілки — відстійними баками, відкриті холодильники - закритими тощо. У приміщеннях бродильного відділу, цехів доброджування і дріжджового відділу, для забезпечення надійного захисту приміщень ремонтують термоізоляційні двері. Для зберігання на спеціальних складах такої сировини, подібної до хмелю, доцільне її брикетування у поліетиленову плівку, яка забезпечує захист від проникання РР, ОР і БЧ, а також зберігання хмелевого екстракту у бідонах типу молочних [29].

Захист допоміжних матеріалів здійснюється зберіганням їх у сухих чистих приміщеннях, які щільно зачиняються. Такими допоміжними матеріалами є: фільтрувальні матеріали – кізельгур, перліт, фільтр маса, картон фільтруючий, марля, бязь, фланель; матеріали для приготування клею (декстрин), кронен-корки, етикетки; рукави напірні, всмоктувальні та гумо тканинні.

Для захисту від РР, ОР і БЧ фільтрувальні матеріали потрібно зберігати у складських приміщеннях. Кізельгур отримують і зберігають в тканинних мішках, оброблених нітролаком або у багатошарових паперових мішках, перліт — у поліетиленових мішках.

Надійний захист від РР і БЧ забезпечує пакування фільтрувальної маси у вигляді опресованих квадратних пластин по 50 шт. в тюки, загорнуті в кілька шарів паперу і обшиті мішковиною.

Зберігання у негерметичних приміщеннях складів таких фільтрувальних матеріалів, як марля, бязь, фланель в обшитих тканиною тюках, забезпечує захист від РР. Для захисту від ОР і БЧ необхідно передбачити додаткове їх укриття полімерною плівкою, брезентом або крафт-папером.

Кронен-корки застосовують для закупорювання пляшок з безалкогольними напоями. Зберігають її в чистих, сухих складських приміщеннях у закритих фанерних ящиках або у багатошарових крафт-мішках. Фанерні ящики не забезпечують повного захисту, тому до них необхідно заготовляти тенти брезентові або з полімерної плівки. Надійним захистом від

РР і БЧ є багатошарові крафт-мішки. Вони значно знижують проникнення парів.

Етикетки необхідно зберігати в закритих приміщеннях за певних умов повітряного середовища ($T = 16...18 \text{ }^\circ\text{C}$) та вологості повітря 60...65 %. Зберігати етикетки необхідно на полицях-стелажах. Кожна партія етикеток повинна бути з биркою, на якій вказують найменування, якість, дату надходження партії на склад. Складати їх потрібно у стопки заввишки не більше 0,5 м і запаковувати в кілька листів крафт-паперу [29].

Для захисту місцевих джерел водопостачання від зараження РР і ОР, БЧ необхідно провести ряд заходів, а саме: відновити всі недіючі водозбірні споруди, які можуть служити резервними джерелами подачі води; артезіанські свердловини обладнати насосами. Якщо для відкачування води використовують ерліфти, їх слід оснастити допоміжними пристроями (фільтрами) для ретельної очистки повітря, щоб не допустити проникнення БЧ, РР, ОР в артезіанські отвори.

Для забезпечення захисту місткостей із запасом води потрібно:

- всі водонапірні баки, резервуари з питною водою і водозбірники з мінеральною водою щільно закрити, оснастити закриваючими кришками, а також повітряно-водними трубками (дихальними клапанами) з фільтрами;
- на вентиляційних витоках і на кінцях переливних труб обладнати захисні ковпаки і решітки для захисту резервуарів з водою від проникнення у них гризунів і комах;
- заготовити запас реагентів для знезараження води (вапно хлорне, коагулянти);
- заготовити захисні матеріали (брезент або полімерну плівку);
- обладнати каптаж мінерального джерела загороджувальною спорудою (типу будки), що гарантує не проникнення ОР і БЧ;
- здійснювати систематичне очищення водяного баку жорсткими щітками і речовиною для дезінфекції (вапняним молоком) з наступним ретельним промиванням їх водою;

На виробництві ферментованих напоїв накриванню захисними тентами підлягає таке технологічне обладнання:

відділення ферментації: дріжджові ємності, циліндрично-конічні бродильні танки;

фільтрувальне відділення: сепаратори, фільтри;

цех розливу: розливні, укупорювальні, бракеражні, етикетувальні автомати, ізобарометричний апарат для розливу напоїв, діжко-мийна машина;

ділянка приймання посуду і тари: пляшки, діжки, кеги, ящики по можливості зберігають у закритому приміщенні або накривають брезентом. Діжки закривають шпунтом і зберігають шпунтом вниз. Влітку цистерни заливають водою, а взимку - накривають брезентом (кран і кришку) [29].

Установлюють суворий контрольний режим. Посилують охорону складів і водо-джерел. Здійснюють поповнення запасів мийних і знезаражувальних речовин, а також приводять у готовність дегазаційні

майданчики, камери, обмивальні пункти, санпропускник. Виробничі лабораторії приводять у повну готовність до роботи в умовах надзвичайної ситуації.

Для заводів, які мають залізничні шляхи, пристанційні бази, ячмінь і солод рекомендується транспортувати безтарним способом.

Підвищують надійність захисту транспортних засобів методом ущільнення прогумованими прокладками вагонів, ізотермічних автомашин, автопивовозів.

Повітрязабірні жалюзні отвори солодосушарок захищають шторами із прогумованого брезенту або щільними віконницями.

Отвори повітрозмішувальних камер сушарок перекривають герметичними клапанами. Всі повітровивідні шахти закривають клапанами або брезентовими чохлами.

Всі віконні прорізи коридорів і лицеві двері солодосушарок закривають склоблоками і віконницями [29].

За сигналами ЦЗ припиняється робота на всіх виробничих ділянках і особовий склад заводу, вільний від виконання спеціальних робіт, укривається у сховищах.

Робітники та службовці, призначені на спеціальні роботи, діють за передчасно розробленими інструкціями. Для захисту сировини від зараження приводять в дію всі пристрої в складських та інших виробничих приміщеннях, які забезпечують надійний захист, закривають захисними матеріалами відкриті ділянки.

Відкачування води із артезіанських свердловин, особливо з ерліфтовим обладнанням, припиняється. Водонапірні башти і заводські резервуари, заповнені водою, закривають щільними кришками або накривним матеріалом, і доступ до цих запасів води суворо обмежується. Після виконання передбачених конкретними інструкціями робіт призначені для їх проведення особи укриваються у сховищах і перебувають там до сигналу "Відбій небезпеки" або одержання спеціального дозволу на вихід із сховища [29].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами проведених аналітичних та експериментальних досліджень зроблено такі висновки:

1. За результатами аналітичних досліджень підтверджено, що склад безалкогольного ферментованого напою комбуча представлений широким спектром біологічно активних речовин. Мікробний склад культури *Medusomyces gisevii* представлений як дріжджами, так і бактеріями різного таксономічного складу. Чайна сировина є джерелом біологічно-активних речовин, що зумовлює її використання у виробництві ферментованого напою комбуча. Технологія напою комбуча потребує удосконалення способу водопідготовки.

2. Встановлено вплив складу води на показники сусла і готового напою. Визначено, що на стадії водопідготовки у технології комбучі ефективним є використання активного вугілля зі шкарлупи кокосу із мікропорами розміром 20 мкм із застосуванням попереднього механічного фільтрування.

2. Запропоновано спосіб водопідготовки із використанням фільтрувальних та каталітичних матеріалів, що дозволяє знизити жорсткість води у 3,8 рази, перманганатну окиснюваність у 5,2 рази, сухий залишок у 2 рази, вміст заліза на 60 %, хлору залишкового вільного на 88 %.

3. Досліджено показники комбучі, приготовленої на основі підготовленої за удосконаленням способом води із використанням чорного та зеленого чаю. Рекомендовано приготування комбучі на основі чорного чаю.

4. Розроблено принципову технологічну схему приготування комбучі за удосконаленою технологією водопідготовки.

5. Розроблено математичну модель оптимізації технологічного процесу зброджування сусла.

6. Визначено соціально-економічну ефективність роботи, що полягає у підвищенні якості конкурентно-спроможних напоїв оздоровчого спрямування.

7. Запропоновано заходи щодо охорони праці та цивільного захисту на підприємствах з виробництва напоїв, зокрема ферментованого напою комбучі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Івахненко О. Л., Стрілець О. П., Стрельников Л. С. Ферментовані напої. Актуальність та перспективи створення. Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна. С.353. URL: <http://91.234.42.22/bitstream/123456789/12011/1/353%281%29.pdf> (дата звернення 12.11.23 р.)
2. Що таке ферментовані продукти і чому їх варто всім, хто мріє про струнку фігуру. URL: <https://social.org.ua/17449-shcho-take-fermentovani-produkti-i-chomu-yikh-varto-vsime-khto-mriie-pro-strunku-figuru.html> (дата звернення 15.09.2023).
3. Вітряк, О. П. Удосконалення технології безалкогольних напоїв. Бродіння з використанням нетрадиційних культур мікроорганізмів: автореф. дис. кандидата техн. наук / О. П. Вітряк. – Київ. – 2002. – 22 с.
4. Перспективи та проблеми виробництва ферментованих напоїв в Україні. URL: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/14298/1/_doc%20%281%29.pdf (дата звернення 16.09.2023).
5. Прибильський В.Л., Вітряк О.П. Дослідження динаміки процесу зброджування суслу культурою *Medusomyces gisevii* // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: УДУХТ. – 2000. – Вип. 45. – С. 79-83.
6. Maggia, F.; Baffoni, L.; Galiano, M.; Nielsen, D.S.; Jakobsen, R.R.; Castro-Mejia, J.L.; Bosi, S.; Truzzi, F.; Musumeci, F.; Dinelli, G.; et al. Kombucha beverage from green, black and rooibos teas: A comparative study looking at microbiology, chemistry and antioxidant activity. *Nutrients* 2019, 11, 1.
7. O. Dulka, V.Prybyl'skyi, O. Fedosov, S. Olijnyk, A. Kuts, L. Sharan, I. Koretska, I. Tiurikova. Innovative technology of water preparation for the production of fermented beverage kombucha. *Journal of Chemistry and Technologies* Vol. 31 No. 1 (2023). С. 82-91.
8. Ivanisova, E.; Menhartova, K.; Terentjeva, M.; Harangozo, L.; Kantor, A.; Kacaniova, M. The evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha tea beverage. *J. Food Sci. Technol.* 2020, 57, 1840–1846.
9. О.С. Дулька, В.Л. Прибильський, О.Б. Шидловська Розробка інноваційної технології ферментованого напою комбуча для крафтових підприємств закладів ресторанного господарства. Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції», 8 листопада 2022 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2022 р. – С. 124-126.
10. Jakubczyk, K.; Kaldunska, J.; Kochman, J.; Janda, K. Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea. *Antioxidants* 2020, 9, 447.

11. Kovalenko, H. A., Bezusov, A. T., Vietrov, D. I., Postol N. A. (2011). Rozrobka tekhnolohii vodopidhotovky dlia vyrobnytstva chainykh napoiv. Naukovi pratsi ONAKHT, vol. 40, p. 2, 66–71.
12. Marsh, A.J.; O’Sullivan, O.; Hill, C.; Ross, R.P.; Cotter, P.D. Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple Kombucha (tea fungus) samples. *Food Microbiol.* 2014, 8, 171–178.
13. Technological aspects of kombucha, its applications and the symbiotic culture (SCOBY), and extraction of compounds of interest: A literature review. *Trends Food Sci. Technol.* 2021, 110, 539–550.
14. Біологічні та фізико-хімічні основи харчових технологій: монографія / В.А. Домарецький та ін. // під ред. д-ра техн. наук, проф. В.А. Домарецького. – Київ: Фенікс, 2011. 704 с.
15. Ферментовані напої: між традиціями та інноваціями. Fresh MAG. URL: <https://blog.liebherr.com/holodilna-tehnika/ua/2021/08/06/fermentovani-napoiv/> (дата звернення 15.09.2022).
16. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов та ін. // за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. — Київ: НУХТ, 2012. 487 с.
17. О. Дулька, В. Прибильський, Т. Іщенко, О. Федосов, І. Карсим Вплив солей жорсткості на показники чайних напоїв у закладах індустрії гостинності. V Міжнародна науково-практична конференція «ЄВРОПЕЙСЬКІ ВИМІРИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ», 1 червня 2023 р. – К.: НУХТ, 2023 р.
18. Ветров, Д.І. Удосконалення технології водопідготовки для приготування напоїв з чайної сировини.: дис. кандидата техн. наук / Ветров Д.І. – Одеса. – 2013. – 172 с.
19. Ветров, Д.І. Функціональні напої - корисний продукт сучасності [Текст] / Д.І. Ветров, Н.А. Постол // Зб. наук. праць молодих учених, аспір. та студ. / Мін. осв. і науки України. – Одеса: 2010. – Том 2. – С. 122.
20. Zaveri N.T. Green tea and its polyphenolic catechins: medicinal uses in cancer and noncancer applications // *Life Sci.*, 2006. 78. P. 2073-2080.
21. NISHIMURA M., ISHIYANA K., WATANABE A., KAWANO S., MIYASE T., SANO M. Determination of theaflavins including methylated theaflavins in black tea leaves by solid-phase extraction and HPLC analysis // *J. Agric. Food Chem.*, 2007, 55. 7252-7257.
22. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. Чинний від 28.12.2019.
23. Дулька, О. С. Удосконалення технології хлібного квасу з використанням підготовленої води та нового штаму дріжджів: автореф. дис. кандидата техн. наук / О. С. Дулька. – Київ. – 2019. – 24 с.
24. Цукор білий. Технічні умови. Із Поправками та Зміною № 1: ДСТУ 4623:2006. Чинний від 01.01.2008.
25. Мелетьєв, А.Є. Технологія продуктів бродіння і напоїв: українсько-російський тлумачний словник. — Київ: НУХТ. 2011. 192 с.
26. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові

технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс]: / уклад. А.М. Куц, В.Л. Прибильський, М.В. Білько. Київ: НУХТ, 2022. 66 с.

27. Методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» дипломного проекту, магістерської роботи для студентів спеціальності 7.05170112, 8.05170112 «Технології харчування» денної та заочної форм навчання / уклад. В. С. Гуць, О. А. Коваль. Київ: НУХТ, 2014. 67 с.

28. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні: Зареєстровано в міністерстві в міністерстві юстиції України: 04.11.04 за №1410/10009.

29. НПАОП 0.00-1.27-09. Правила з безпечної експлуатації системвентиляції у хімічних виробництвах: Зареєстровано в міністерстві юстиції України 27.10.09 за №988/17004

30. Основи охорони праці: підруч. / М.П. Купчик та ін. // під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка. Київ: Основа, 2000. 416 с.

31. Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях: Закон України від 25 вер. 2012р. №1648. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1648-12#n17> (дата звернення 25.01.2021)

32. Цивільна оборона [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту з цивільної оборони для студентів всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / уклад. О. В. Хіврич, В. А. Заєць. Київ: НУХТ, 2009. 17 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/219--08A.pdf> (дата звернення 07.02.2021).

ДОДАТКИ

Додаток А. Робоча програма кваліфікаційної роботи

Затверджено на засіданні
кафедри біотехнології продуктів
бродіння і виноробства НУХТ,
протокол № 1 від «30» серпня 2023 р.
Зав. кафедри _____ Анатолій КУЦ
31 серпня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

кваліфікаційної роботи на тему:

«Дослідження та удосконалення способів підготовки води у технології
комбучі»

1 ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ ВОДИ У ТЕХНОЛОГІЇ КОМБУЧІ (аналітичний огляд)

- 1.1 Характеристика комбучі, як перспективного ферментованого напою
- 1.2 Характеристика культури мікроорганізмів *Medusomyces gisevii*
- 1.3 Характеристика процесу ферментації сусла культурою *Medusomyces gisevii*
- 1.4 Характеристика чайної сировини у виробництві ферментованого напою комбуча
- 1.5 Характеристика способів водопідготовки у технологіях ферментованих напоїв

2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

- 2.1 Вибір матеріалів досліджень
- 2.2 Підбір методів досліджень
- 2.3 Методика досліджень

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ НА ПРОЦЕС ФЕРМЕНТАЦІЇ СУСЛА КУЛЬТУРОЮ *MEDUSOMYCES GISEVII* (експериментальна частина)

- 3.1. Підбір матеріалів для обробки води у виробництві комбучі в крафтових умовах
- 3.2 Дослідження зміни фізико-хімічних показників води за різних способах водопідготовки
- 3.3 Вплив підготовленої води на показники сусла
- 3.4 Вплив підготовленої води на динаміку зміни концентрації сухих речовин і титрованої кислотності при зброджуванні сусла культурою *Medusomyces gisevii*
- 3.5 Розробка технологічної схеми приготування ферментованого напою з використанням підготовленої води

4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

5. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

7. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Здобувач _____ Сергій ПРОКОПИШИН
Керівник, д.т.н, проф. _____ Віталій ПРИБИЛЬСКИЙ

Додаток Б. Публікації

Olha Dulka, Vitalii Prybyl'skyi, Oleksii Fedosov, Serhii Prokopyshyn. Influence of water hardness on the process of fermentation by *medusomyces gisevii* consortium. *Faculty of Food Engineering, Stefan cel Mare University of Suceava, The International Conference "Biotechnologies, Present and Perspectives" Suceava, 9th Edition, 15 December 2023, Romania: C. 27.*

The International Conference
“Biotechnologies, Present and
Perspectives”
Suceava, Romania
*9th Edition,
15th December 2023*

ABSTRACTS

<https://fiajournal.usv.ro/conference2023/>

ISSN 2068 - 0819

***INFLUENCE OF WATER HARDNESS ON THE PROCESS
OF FERMENTATION BY MEDUSOMYCES GISEVII
CONSORTIUM***

Olha Dulka¹, Vitalii Prybyl'skyi¹,
Oleksii Fedosov², Serhii Prokopyshyn¹
¹*National University of Food Technology, Ukraine*
²*"Rosiana" LLC, Ukraine*
* olga.ds210791@gmail.com

Abstract:

According to Zion Market Research, the global kombucha market in 2016 was valued at approximately 1.062 billion US dollars and is expected to reach approximately 2.5 billion in 2022 with an annual increase of about 25.0%

It is believed that kombucha has the healing and preventive properties: improves the activity of the gastrointestinal tract, inhibits putrefactive microflora, strengthens intestinal peristalsis, normalizes stomach acidity.

The basis for the production of kombucha is water. The technology of fermented drinks, as a rule, does not involve additional water treatment. However, the chemical composition of the source water has a significant impact on the technological process and indicators of the finished product. Based on the results of studies of the dynamics of wort fermentation, it was established that high water hardness negatively affects the fermentation process by *Medusomyces gisevii* culture and worsens the organoleptic qualities of the finished drink. It was established that the most intensive fermentation process occurred from the fourth to the eighth day, which can be explained by the logarithmic phase of growth of yeast cells as a component of the *Medusomyces gisevii* consortium.

It was found, that the high water hardness had a negative effect on the fermentation caused by the *Medusomyces gisevii* yeast culture and made the organoleptic qualities of the finished drink worse. There was defined the correlation between water indicators, wort fermentation dynamics and organoleptic evaluation of finished drinks.

Key words: *non-alcoholic fermented drinks; kombucha; Medusomyces gisevii; wate.*



Universitatea
Ștefan cel Mare
Suceava

Faculty
of Food
Engineering



CERTIFICATE

Organizing Committee Acknowledges

the participation of

Olha Dulka¹, Vitalii Prybylskyi¹, Oleksii Fedosov², Serhii Prokopyshyn¹

¹National University of Food Technology, Ukraine

²"Rosiana" LLC, Ukraine

with the paper

**INFLUENCE OF WATER HARDNESS ON THE PROCESS OF
FERMENTATION BY MEDUSOMYCES GISEVII CONSORTIUM**

at the

International Conference

BIOTECHNOLOGIES, PRESENT AND PERSPECTIVES

December 15th, 2023

Suceava, Romania

Organized by Faculty of Food Engineering

DEAN

Prof. Ph. D. Eng. Mircea-Adrian OROIAN



www.fia.usv.ro