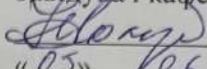


НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
 Наталія ГОЛУБ
«05» 106 2023 р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Біотехнології»
спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»
на тему: «Технологія ферментованого напою Комбуча з
використанням асоціації мікроорганізмів SCOBY. Дільниця
культивування»

Виконала:

студентка IV курсу, групи БМ-91
Клеймьонова Ірина Геннадіївна



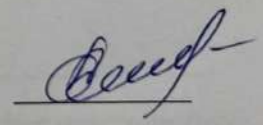
Керівник:

Доцент кафедри біоенергетики, біоінформатики
та екобіотехнології, к.т.н., с.н.с.
Маринченко Лоліта Вікторівна



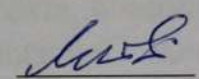
Консультант з проектування:

Професор кафедри біоенергетики, біоінформатики
та екобіотехнології, д.т.н., професор
Саблій Лариса Андріївна

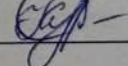


Рецензент:

Професор кафедри промислової біотехнології
та біофармації, д.ф.-м.н., професор
Литвинов Григорій Сергійович



Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студентка 

Київ – 2023 року

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет біотехнології і біотехніки

Кафедра біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології

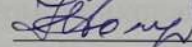
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Біотехнології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

Наталія ГОЛУБ
(ім'я прізвище)

« 7 » листопада 2023 р.

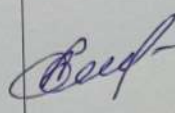
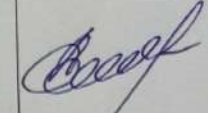
ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Клеймьоновій Ірині Геннадіївні

1. Тема проєкту «Технологія ферментованого напою Комбуча з використанням асоціації мікроорганізмів SCOBY. Дільниця культивування» керівник проєкту доцент КББЕ, к.т.н., с.н.с. Маринченко Лоліта Вікторівна, затверджені наказом по університету від «22» травня 2023 р. № 1888-с.
2. Термін подання студентом проєкту 05.06.2023
3. Вихідні дані до проєкту: продуктивність 150 тис. пляшок ферментованого напою на місяць
4. Зміст пояснювальної записки: характеристика біологічного агента, біохімічні основи виробництва, контроль виробництва, опис технологічної схеми, розрахунок обладнання для проведення технологічного процесу
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): креслення загального виду циліндро-конічного бродильного апарату (ЦКБА) – 1 арк. А1, технологічна схема – 1 арк. А1, апаратурна схема – 1 арк. А1.

6. Консультанти розділів проекту

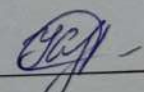
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Графічна частина дипломного проекту (проекткування)	д.т.н., проф. Саблій Л.А.		

7. Дата видачі завдання 17 квітня 2023 р.


Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Характеристика сировини, біологічного агента, обґрунтування технології	23.04.2023 р.	Виконано
2	Біохімічні основи технологічного процесу	30.05.2023 р.	Виконано
3	Технологічна схема	07.05.2023 р.	Виконано
4	Підбір та характеристика обладнання	19.05.2023 р.	Виконано
5	Складання апаратурної схеми	26.05.2023 р.	Виконано
6	Охорона праці та охорона довкілля	01.06.2023 р.	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	05.06.2023 р.	Виконано

Студент


(підпис) Ірина КЛЕЙМЬОНОВА

Керівник проекту


(підпис) Лоліта МАРИНЧЕНКО

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДП БМ91. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	65	
3	A1	ДП БМ91. 01.000 ТК	Технологічна схема	1	
4	A1	ДП БМ91. 02.000 ТК	Апаратурна схема	1	
5	A1	ДП БМ91. 03.000 ТК	Креслення циліндро-конічного бродильного апарату	1	

				ДП БМ91 00.000.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Клеймьонова І.Г.			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Маринченко Л.В.				1	65
Консульт.					«КПІ ім. Ігоря Сікорського» ФБТ, КББЕ гр. БМ-91	
Н/контр.						
Зав. каф.	Голуб Н.Б.					

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Технологія ферментованого напою Комбуча з
використанням асоціації мікроорганізмів SCOBY. Дільниця
культивування»

Київ – 2023 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 65 с., 3 рис., 8 табл., 39 посилань.

Метою дипломного проєкту є розробка технології отримання ферментованого напою Комбуча з використанням асоціації мікроорганізмів SCOBY (Symbiotic culture of bacteria and yeast).

Як сировину обрано суміш чорного та зеленого чаю, цукор та воду, а як біологічний агент – консорціум мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* (SCOBY).

Результати аналізу існуючих на цей час технологій отримання ферментованих напоїв та дослідження невеликої кількості підприємств, що займаються розробкою даної продукції в Україні, а також обґрунтування користі отриманого продукту для організму людини, свідчать про актуальність проєктування технології отримання ферментованого напою Комбуча для розширення кількості та асортименту таких напоїв.

Було обґрунтовано вибір технологічної схеми, охарактеризовано сировину, біологічний агент, наведено та описано схему перебігу біохімічних реакцій процесу, розраховано матеріальний баланс. Підібрано та розраховано основний апарат виробництва – циліндро-конічний бродильний апарат, об'ємом 1500 дм³. Розроблено технологічну та апаратурну схему отримання ферментованого напою Комбуча. Виконано креслення ЦКБА.

КОМБУЧА, ЧАЙНИЙ ГРИБ, SCOBY, ЕКСТРАКЦІЯ, БРОДІННЯ, ЧАЙ, СУСЛО, MEDUSOMYCES GISEVII.

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат	Реферат	Стадія	Арквш	Арквшів
Розробив		Клеймьонова І.Г.				Д	7	65
Перевірив		Маринченко Л.В.						
Т. Конврт.								
Н. Конврт.								
Затверд.		Голуб Н.Б..			КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ			

ABSTRACT

Explanatory note: 65 p., 3 figures, 8 tables, 37 references.

The purpose of the diploma project is to develop the technology for producing the fermented Kombucha beverage using the SCOBY (Symbiotic culture of bacteria and yeast) microorganisms association.

A mixture of black and green tea, sugar, and water were chosen as raw materials, and the *Medusomyces gisevii* (SCOBY) consortium of microorganisms was chosen as a biological agent.

The results of the analysis of currently existing technologies for the production of fermented beverages and the study of a small number of enterprises engaged in the development of these products in Ukraine, as well as the justification of the benefits of the resulting product for the human body, indicate the relevance of designing a technology for the production of fermented Kombucha beverage to expand the number and range of such beverages.

The choice of the technological scheme was substantiated, the raw materials and biological agent were characterised, the scheme of the biochemical reactions of the process was presented and described, and the material balance was calculated. The main production apparatus – a cylindrical-conical fermentation apparatus with a volume of 1500 dm³ – was selected and calculated. A technological and hardware scheme for the production of fermented Kombucha beverage was developed. The CCT was designed.

KOMBUCHA, TEA FUNGUS, SCOBY, EXTRACTION, FERMENTATION,
TEA, WORT, MEDUSOMYCES GISEVII.

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розробив		Клеймьонова І.Г.			Реферат	Стадія	Аркши	Аркшів
Перевішив		Маринченко Л.В.				Д	8	65
Т. Контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Голуб Н.Б.						

ЗМІСТ

ВСТУП	14
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ	16
1.1. Характеристика сировини	16
1.2. Обґрунтування вибору технології	18
1.3. Характеристика біологічного агента – асоціації мікроорганізмів SCOBY	23
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	29
2.1. Схема перебігу процесів	29
2.2. Характеристика кінцевого продукту	30
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	37
3.1. Матеріали основні та допоміжні	37
3.2. Контроль виробництва	39
3.3. Матеріальний баланс	40
3.4. Опис технологічного процесу	41
РОЗДІЛ 4. ПІДБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ	46
4.1 Розрахунок продуктивності відділення ЦКБА та кількості апаратів ..	47
4.2 Визначення основних розмірів ЦКБА	48
4.3 Тепловий розрахунок	50
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	53
5.1 Охорона праці	53
5.2 Охорона довкілля	57
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62
ДОДАТОК А	67

					<i>ДП БМ91. 09.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Клеймьонова І.Г.</i>				<i>Зміст</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арквш</i>	<i>Арквшів</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Маринченко Л.В.</i>					<i>Д</i>	<i>9</i>	<i>65</i>
<i>Т. Контр.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря</i>		
<i>Н. Контр.</i>						<i>Сікорського, ФБТ</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Голуб Н.Б.</i>							

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

БАР – біологічно активні речовини

БЦ – бактеріальна целюлоза

ДР – допоміжні роботи

ЗВ – знешкодження відходів

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту

ОКБ – оцтовокислі бактерії

ПМВ – фасування продукції

ТП – технологічний процес

ЦКБА – циліндро-конічний бродильний апарат

SCOBY – symbiotic culture of bacteria and yeast (чайний гриб)

					ДП БМ ₀₁ . 09.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		10

ВСТУП

Актуальність теми. На цей час сфера харчування в Україні та світі фокусується на пошуку продуктів, котрі будуть поєднувати у собі відмінні смакові властивості, збалансований склад, максимальну користь для здоров'я та доступність для споживача за високої якості. Усі ці характеристики поєднують у собі ферментовані напої – продукти, утворені внаслідок життєдіяльності корисних мікроорганізмів. Одним з таких напоїв є Комбуча, що готується шляхом ферментації чаю (*Camellia sinensis*) симбіотичною культурою бактерій та дріжджів під назвою SCOBY (або чайний гриб) [1].

Ферментовані напої набули великої популярності у країнах Європи та Заходу, при чому виробники можуть дотримуватися різних технологій їх приготування. Поширеними є квас, водний кефір (тібікос), тепаче (на основі ананасових шкірок та тростинного цукру). Але Комбуча вважається найбільш розповсюдженим напоєм з великою варіацією рецептів її приготування. Технології можуть включати використання різних видів чаю та трав, різних варіантів підсолоджувачів, крім того, час приготування напою також впливає на органолептичні властивості. Одночасно з великою кількістю технологій, Комбуча має збагачений склад за рахунок активних сполук чаю та високий пробіотичний потенціал, що є результатом діяльності консорціуму мікроорганізмів, які зброджують його.

Комбуча – це відомий рецепт, який з кожним роком набуває все більшої популярності та попиту у світі, що спонукає її виробників шукати шляхи до удосконалення напою, стабілізації складу та підбору оптимальних умов для ферментації та вирощування асоціації мікроорганізмів. Тому організація та проектування виробництва ферментованого напою є **актуальним**, організація

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Вступ	<i>Стадія</i>	<i>Арквш</i>	<i>Арквшів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Клеймьонова І.Г.</i>					<i>Д</i>	<i>11</i>	<i>65</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Маринченко Л.В.</i>					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
<i>Т. Контр.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Голуб Н.Б..</i>							

нового виробництва дасть змогу розширити асортимент безалкогольних напоїв зі збагаченим складом на українському та світовому ринку.

Крім того, в результаті культивування симбіотичної асоціації утворюється бактеріальна целюлоза, яка не є цільовим продуктом, проте має властивості, які роблять її цінним компонентом багатьох товарів та продуктів медичної, харчової та біотехнологічної галузей, а також інших застосувань, наприклад, мікроелектроніки.

Метою дипломного проєкту є розробка технології отримання ферментованого напою Комбуча з використанням асоціації мікроорганізмів SCOBY.

Для досягнення поставленої мети були сформовані такі **завдання**:

- 1) провести науково-патентний огляд та описати характеристики цільового продукту та сировину для його отримання;
- 2) обрати та описати продуцент для виробництва ферментованого напою, особливості його культивування;
- 3) провести порівняння технологій та обґрунтувати вибір обраної технології отримання кінцевого продукту;
- 4) скласти та описати технологічну схему;
- 5) скласти апаратурну схему, підібрати обладнання, скласти матеріальний баланс виробництва;
- 6) виконати розрахунок обраного апарату; розробити креслення циліндро-конічного бродильного апарату (ЦКБА);
- 7) описати заходи з охорони праці та захисту довкілля.

					<i>ДП БМ₀₁. 09.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Лат</i>		12

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

1.1. Характеристика сировини

Комбуча являє собою напій, який отримують шляхом ферментації підсолоджененого чаю (*Camellia sinensis*) симбіотичним консорціумом бактерій та дріжджів (Symbiotic culture of bacteria and yeast – SCOBY) [2].

Уся сировина повинна відповідати вимогам чинної нормативної документації на конкретну продукцію.

До сировини, необхідної для отримання ферментованого напою, належить:

- **Чай.** Основними видами чаю, які використовуються у технології отримання Комбучі, є чорний та зелений, проте існують технології, у яких використовуються й інші види (різноманітні набори трав, чай Ройбуш, Сенча, білий та червоний, їх поєднання). Від типу чаю залежить склад біологічно активних сполук і, як наслідок, результуюча біологічна активність та харчова цінність напою [3].

Головними складовими, від яких залежить смак та основні властивості напою, є дубильні та ароматичні речовини, кофеїн і вітаміни, які містяться в чайному листі. Наявність у суслі складових чаю значно прискорює процес бродіння. Дубильні речовини чаю представлені танінами та катехінами. Вони утворюють приємно терпкий смак і яскравий колір. Танін, крім того, має Р-вітамінну активність. Кількість дубильних речовин в чорному чаї складає 8-12%, в зеленому – близько 20%. Різниця пояснюється тим, що в технології чорного чаю під час ферментації майже половина таніну втрачається [4].

Кофеїну в чаї міститься від 2 до 4%. Це алкалоїд, що має приємний гіркий смак і тонізуючу властивість на нервову систему і діяльність серця [5].

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Клеймьонова І.Г.</i>			<i>Розділ 1. Характеристика сировини, біологічного агента. Обґрунтування технології</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арквш</i>	<i>Арквшів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>				<i>Д</i>	<i>13</i>	<i>65</i>
<i>Т. Контр.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Голуб Н.Б.</i>						

Також наявні ароматичні сполуки (ефірні олії) у концентрації 0,02%. Вітаміни чаю представлені каротином, вітамінами B1, B2, PP, P і C. В чайному листі великий вміст вітаміну P. В організмі людини цей вітамін підвищує міцність капілярів, а також сприяє накопиченню вітаміну C [6].

Чай, який використовують для заварювання Комбучі, впливає на процес ферментації та зовнішні характеристики отриманого напою. Найбільш характерними сполуками чаю є катехіни, їх концентрації зменшуються протягом процесу ферментації напою, який готують на основі чорного чаю, внаслідок окислення, як і у випадку з вмістом кофеїну. Також присутні теарубігіни та теафлавіни (коричневі та жовті пігменти чаю), до того ж, в процесі бродіння концентрація останніх підвищується, а теарубігінів зменшується, внаслідок чого напій набуває світлішого кольору. Загалом, загальний вміст фенолів збільшується протягом процесу ферментації, а також підвищується антиоксидантна активність [7].

Деякі сполуки чаю можуть також мати інгібуючий ефект відносно певних дріжджів, оцтовокислих бактерій, інших мікроорганізмів та/або вірусів і найпростіших. На противагу цьому, кофеїн та інші ксантини можуть стимулювати синтез целюлози за допомогою оцтовокислих бактерій (ОКБ)[8].

- **Цукор.** Відіграє вирішальну роль у виробництві ферментованого напою, оскільки він є основним джерелом живлення для SCOBY під час ферментації. Цукор необхідний мікроорганізмам, що входять до складу гриба, для здійснення метаболічних процесів і перетворення його в різні корисні сполуки. Крім того, цукор у Комбучі є субстратом для виробництва ароматичних сполук, які сприяють унікальному смаку та аромату чайного гриба [8].

Тип цукру, який використовують, може впливати на смак і процес ферментації чайного гриба. Найчастіше у виробництві напою використовують білий цукор-пісок, оскільки він забезпечує стабільні результати і створює умови

					ДП БМ ₀₁ . 09.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

для збалансованої ферментації. Однак, альтернативні цукри, такі як тростинний цукор або мед, також можуть використовуватися, хоча вони можуть надавати різні смаки і потенційно впливати на процес ферментації. Штучні підсолоджувачі або замітники цукру, як правило, не рекомендуються, оскільки вони не забезпечують необхідного живлення для росту SCOBY [9].

- **Вода.** Вона необхідна для заварювання чаю, який слугує основою для Комбучі, для розчинення цукру та є основним середовищем протікання усіх процесів. Якість і склад води, яка використовується для заварювання чаю, може вплинути на смак і загальну якість напою [10].

Уся сировина, яка використовується в технології, є доступною та дешевою, її легко знайти, вона не потребує специфічних умов зберігання.

1.2. Обґрунтування вибору технології

Технологія отримання напою Комбуча не нова. Вона з'явилась у стародавньому Китаї та почала набувати поширення на Заході з 1939 року. Популярність ферментованих продуктів та напоїв зумовлюється зростанням інтересу до взаємозв'язку між мікробіомом Комбучі (культури *Medusomyces gisevii*) та користю для організму людини, а також підвищенням обізнаності споживачів щодо якості харчових продуктів.

Існують різноманітні технології та рецептури приготування напою Комбуча, які відрізняються пропорціями внесених чаю та цукру, їх видами, внесенням додаткових екстрактів (для отримання необхідних смакових характеристик, наприклад, внесення лікарських рослин, плодово-ягідних екстрактів), використанням різної температури культивування, використанням карбонізації, пастеризації [11].

В даній технології було обрано такі пропорції (на 1200 л вихідного суслу): 860 л води, 55 кг цукру, 1,7 кг чаю, 340 л культуральної рідини (закваски, яка містить культуру *Medusomyces gisevii*).

					ДП БМ ₀₁ . 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		15

Принципову технологічну схему приготування ферментованих напоїв надано на рисунку 1.

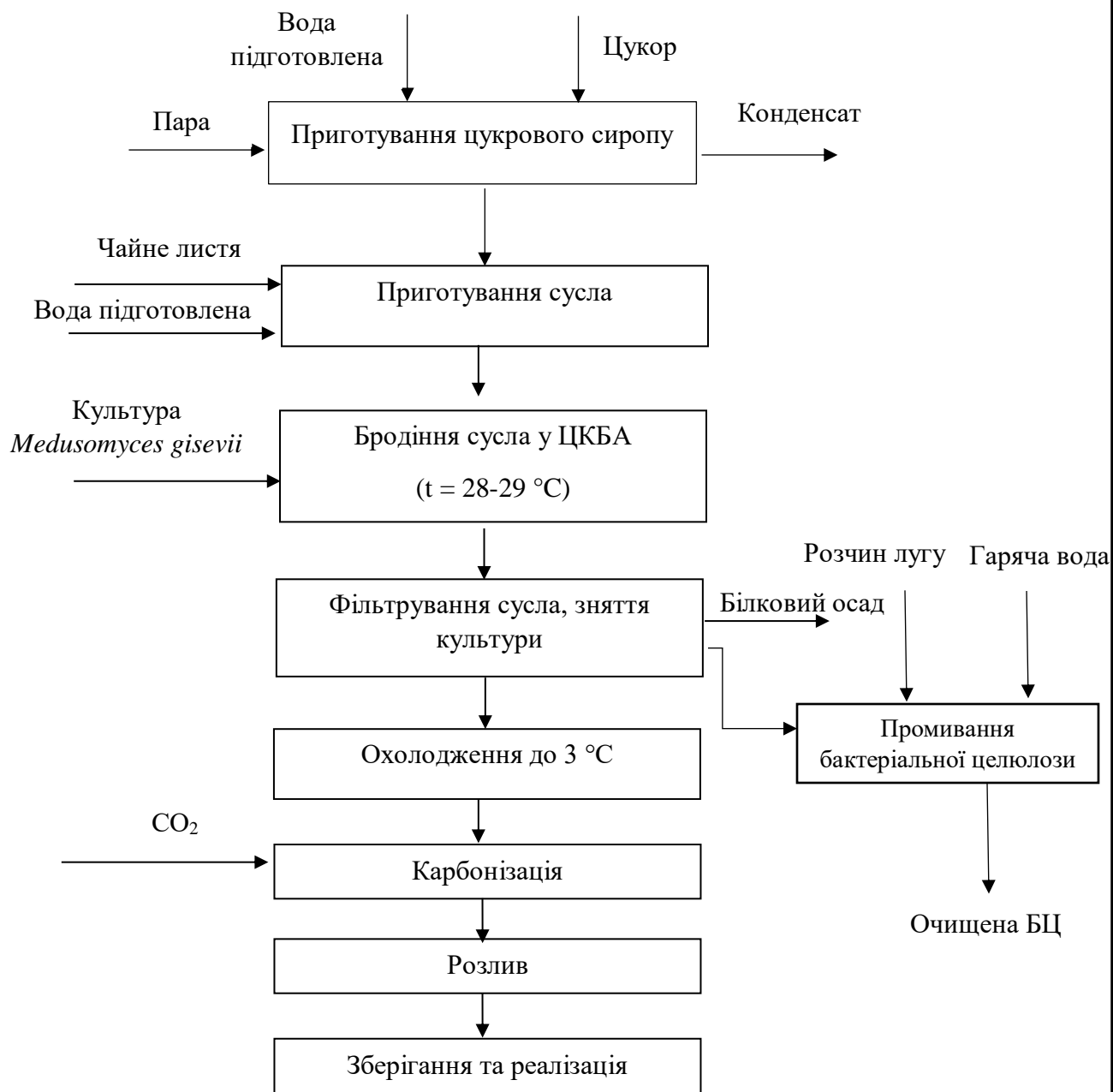


Рис.1 Принципова технологічна схема приготування напоїв на основі культури *Medusomyces gisevii*

Технологія включає такі етапи:

- приготування цукрового сиропу;
- проведення ряду послідовних екстракцій чайного листа: двох гарячих ($t = 92^{\circ}\text{C}$) та двох холодних ($t = 20^{\circ}\text{C}$);
- приготування сусла в купажній ємності (змішування екстракту чаю та цукрового сиропу);
- проведення бродіння у ЦКБА (внесення закваски культури *Medusomyces gisevii*, яку готують з основного сусла в розрахунку на 340 л готової культуральної рідини; культура *Medusomyces gisevii*, яка використовується для приготування закваски, поставляється з Державного депозитарію непатогенних культур мікроорганізмів України);
- зняття культури (чайного гриба, який сформувався на поверхні сусла та містить бактеріальну целюлозу);
- фільтрування сусла;
- охолодження сусла до 3°C ;
- карбонізація напою (CO_2 -газація);
- розлив та укупорення.

Традиційно у технологіях приготування ферментованих напоїв на основі чайного гриба найчастіше використовується чорний чай, адже його склад дає змогу отримати напій з більш міцним та насиченим смаком, а сам процес ферментації є найбільш контрольованим та послідовним завдяки оптимальному вмісту танінів, азотистих сполук та мікроелементів, які підтримують ріст і активність бактерій та дріжджів у SCOBY. Поряд з цим зелений чай містить більшу кількість стабільних поліфенолів, які зберігаються в процесі ферментації (він набагато менше піддається реакціям окислення), а також має значні антиоксидантні властивості, порівняно з чорним чаєм. Тому було обрано

					ДП БМ01. 09.000 ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		17

технологію отримання напою із суміші чорного та зеленого чаю, у якій чорний чай забезпечує стабільність процесу бродіння і слугує джерелом поживних речовин для симбіотичної культури, що формує відмінні смакові характеристики одержаного продукту, а зелений чай надає напою посилені функціональні та антиоксидантні властивості [12].

Ряд послідовних екстракцій проводять у технології з метою максимального вивільнення активних речовин, що містяться у складі чайного листа (БАР, танінів, кофеїну тощо), і сприяє утворенню напою з більш яскравим смаком. Охолодження сула після ферментації сповільнює діяльність мікроорганізмів культури SCOBY та процеси бродіння в суслі, а карбонізація забезпечує більшу газацию, внаслідок чого формується напій з освіжаючим смаком.

Крім того, дана технологія передбачає як повторне використання утвореного чайного гриба для подальшого приготування заквасок культури *Medusomyces gisevii*, так і відділення утвореної біоплівки, що містить бактеріальну целюлозу з подальшою її обробкою для застосування в інших галузях промисловості.

Як метод очищення бактеріальної целюлози можна використовувати 0,5 М розчин NaOH, у якому вона витримується протягом 4 годин за температури 70 °С для видалення дріжджів та бактерій, прикріплених до волокон целюлози, з подальшим витримуванням бактеріальної целюлози (БЦ) у гарячій воді протягом 4 годин за температури 70 °С до зникнення забарвлення від компонентів чаю та до досягнення нейтрального рівня рН води [13]. Тобто, в результаті проведення технологічного процесу може бути отримано готовий до вживання ферментований напій Комбуча і бактеріальну целюлозу, що має потенціал до використання в медичній, біотехнологічній та інших сферах.

Дана технологія та пропорції сировини, які у ній використовуються,

					ДП БМ ₀₁ . 09.000 ПЗ	Анк.
Зм	Анк	№ докум	Підпис	Лат		18

продукують органічні кислоти та поверхневу плівку, які захищають від зовнішніх мікроорганізмів, за рахунок підкислення середовища та фізичного бар'єру, відповідно. Крім того, етанол, що виробляється дріжджами, стимулює бактеріальний целюлозосинтазний механізм утворення целюлозної плівки. Таким чином, ферментація чаю в процесі отримання Комбучі є чудовою можливістю для отримання БЦ завдяки взаємодії SCOBY [14,16].

Бактеріальна целюлоза є універсальним біополімером з антимікробною ефективністю і може бути успішно використана в терапевтичних підходах. Окрім біосумісності та здатності до біологічного розкладання, вона має численні переваги над рослинною целюлозою, такі як чистота (за рахунок відсутності лігніну та геміцелюлози у її складі), висока водопоглинальна здатність, висока кристалічність та ступінь полімеризації, висока пористість і проникність для газів і рідин, висока хімічна стабільність, а також висока міцність на розрив і механічна стійкість, що зробило цей природний полімер чудовим матеріалом для виготовлення перев'язувальних матеріалів, композитів, зубних імплантатів і гелів. Ця чиста форма целюлози має нульовий рівень токсичності і не має побічних ефектів [17, 18].

Властивості БЦ дають можливість використовувати її в різних галузях промисловості (харчовій, паперовій, косметичній, медичній): бактеріальну целюлозу можна використовувати в косметичних рецептурах для отримання стабільних емульсій "олія у воді", які не подразнюють шкіру, як основу для вологих пов'язок з контрольованим вивільненням ліків, у паперовій індустрії – для покращення блиску паперу та зменшення грамажу паперу та картонних виробів на його основі [19].

1.3. Характеристика біологічного агента – асоціації мікроорганізмів SCOBY

Чайний гриб – це природний симбіотичний консорціум оцтовокислих

					ДП БМ ₀₁ . 09.000 ПЗ	Анк.
Зм	Анк	№ докум	Підпис	Лат		20

бактерій і дріжджів, які формують культуру *Medusomyces gisevii*. Гриб являє собою зооглею у формі слизової шарувато-аморфної плівки (SCOBY – симбіотична культура бактерій та дріжджів), що складається з целюлози (також відома як біоплівка або пелікула). Ця зооглея формується на межі поділу повітря-рідина посудини для ферментації, її функція полягає у забезпеченні процесу бродіння для отримання Комбучі. Плівки утворюються шарами, причому той, що знаходиться ближче до поверхні, завжди є найновішим [9].

Штами мікроорганізмів, що формують плодове тіло гриба, можуть відрізнятися залежно від місця походження. Головними групами мікроорганізмів, що формують симбіоз, є дріжджі (*Brettanomyces bruxellensis*, *Candidastellata*, *Schizosaccharomyces ludwigii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Torulasporea delbrueckii*, *Zygosaccharomyces bailii*) та оцтовокислі бактерії (*Gluconacetobacter xylinus* або інші представники родів *Acetobacter*, *Gluconacetobacter*) [20].

Такий симбіоз забезпечує протікання процесу ферментації в суслі, що утворене з настою чаю та розчиненого в ньому цукру.

- Дріжджі

Є невід'ємною частиною чайного гриба, оскільки вони завжди присутні в процесі ферментації. Вже виявлено широке різноманіття дріжджів, що включає види родів *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Dekkera/Brettanomyces*, *Pichia* та ін.

Дріжджі – це еукаріотичні мікроорганізми, що належать до грибів. Вони нерухомі, діаметр близько 8 мкм, клітини сферичної або овальної форми. Вони є факультативними анаеробами, але потребують кисню для певних гідроксилювань, що підтримують ріст [21].

Оптимальні умови для росту:

- температура 20-30°C ;

					ДП БМ а1. 09.000 ПЗ	Анк
						21
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

– рН 4,5-7,0 (але багато видів дріжджів можуть рости і за рН 2,5).

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 [22].

Однією зі сполук, які можуть вироблятися дріжджами для підтримки відповідного внутрішнього окислювально-відновного балансу, є оцтова кислота, яка призводить до зниження рН під час спиртового бродіння дріжджів [21].

Види дріжджів можуть відрізнятися в різних продуктах з 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 [23].

Таблиця 1 – Поширені види дріжджів, виділені з комбучі, та їх метаболічні характеристики [23]

Вид	Морфологія	Характеристика
1	2	3
<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

1	2	3
<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.
<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

1	2	3
		низького рН, висока ефективність використання джерел азоту.

- Оцтовокислі бактерії

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*, *Gluconacetobacter* 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 [22].

Інші ОКБ, виділені з чайного гриба, включають *Bacterium (B.) gluconicum*, *Acetobacter (A.) aceti*, *Acetobacter (A.) pasteurianus*, *Glucobacter (G.) oxygendans*, *Acetobacter (A.) musti* і *Gluconobacter (G.) potus*. Нещодавно в чайному грибі були виявлені види *Komagataeibacter* та *Gluconoacetobacter*, включаючи *Komagataeibacter (K.) kombuchae*, *Komagataeibacter (K.) saccharivorans*, *Komagataeibacter (K.) rhaeticus*, *Gluconaceto-bacter (G.) sacchari* та *Gluconacetobacter sp* [23].

ОКБ – це грамнегативні бактерії, що належать до класу α -протеобактерій і родини ацетобактерій. Вони можуть бути рухливими, ширина близько 0,5 мкм, довжина 1-4 мкм, клітини від еліпсоїдної до паличкоподібної форми, не утворюють спори. Хоча вони є обов'язково аеробними, вони можуть виживати протягом тривалого часу в умовах низького вмісту кисню. Ці умови низького

вмісту кисню можуть призвести до життєздатного, але некультивованого стану, що ускладнює їхнє відновлення [7].

Оптимальні умови для росту:

- температура 25-30°C ;
- рН 5,0-6,5 (але багато хто з них росте і за рН 3,0-4,0 та й нижче).

Дослідні дані показують, що ОКБ, які входять до складу культури *Medusomyces gisevii*, мають потребу у вітамінах в живильному середовищі, що призводить до неможливості їх розвитку в мінеральних середовищах без вітамінів [23].

В цей час дріжджі, які присутні у SCOBY, забезпечують потребу ОКБ у вітамінах, що показує взаємовигідність такого симбіозу.

					ДП БМq1. 09.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм	Арк	№ докum	Підпис	Лат		

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1. Схема перебігу процесів

В процесі життєдіяльності культури *Medusomyces gisevii* у зброджуваному суслі проходять складні біохімічні процеси. Метаболічні перетворення, що відбуваються в процесі ферментації, представлені на рисунку 2. Вони включають декілька видів бродіння:

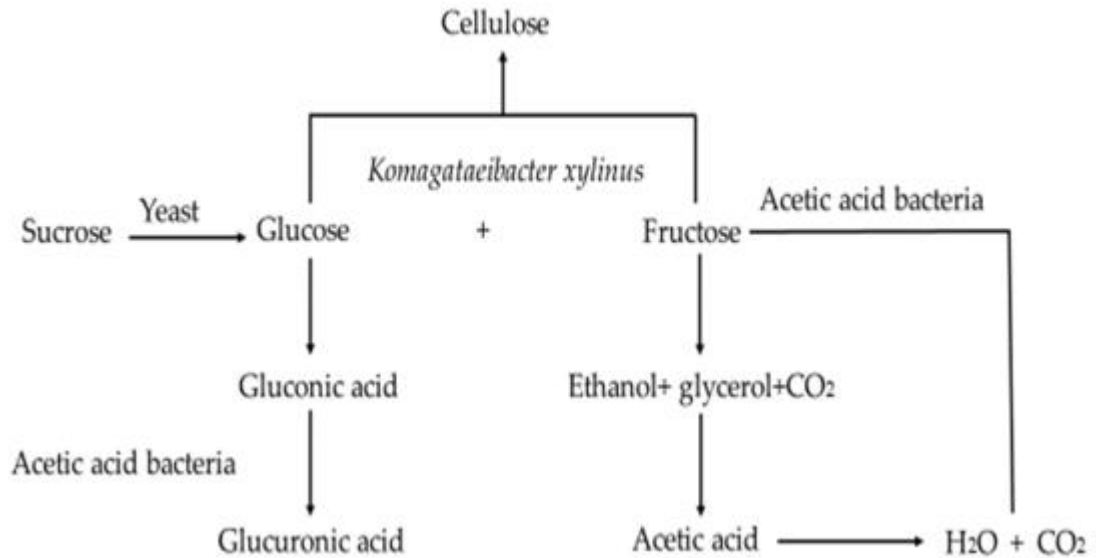


Рис. 2. Метаболічна активність дріжджів та ОКБ під час ферментації Комбучі [23]

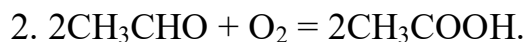
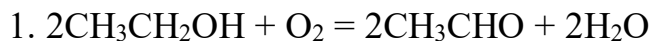
- Спиртове бродіння. Сахароза гідролізується дріжджовими клітинами до фруктози і глюкози, які метаболізуються дріжджами з утворенням етанолу і CO₂ [24]. На проміжних стадіях процесу утворюються пірвіноградна кислота (ПВК) і ацетальгід, а сумарна реакція має такий вигляд:



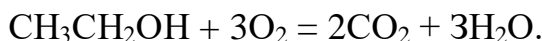
- Оцтовокисле бродіння. Це процес окислення етилового спирту мікроорганізмами до оцтової кислоти та води (перша стадія) з подальшим

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розробив		Клеймьонова І.Г.			Стадія	Арквш	Арквшів
Перевірив		Маринченко Л.В.			л	26	65
Т. Контр.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Н. Контр.							
Затверд.		Голуб Н.Б.					

окислюванням утвореної оцтової кислоти до діоксиду вуглецю і води (друга стадія). Відбувається внаслідок діяльності ОКБ роду *Acetobacter* [23].



Загальне рівняння оцтовокислого бродіння має вигляд:



- Глюконовокисле бродіння. Окрім оцтової кислоти, бактерії також виробляють глюконову кислоту шляхом окислення глюкози (рисунок 3) [25]. Під час цього процесу також утворюються деякі складні ефіри, які сприяють розвитку аромату напою.

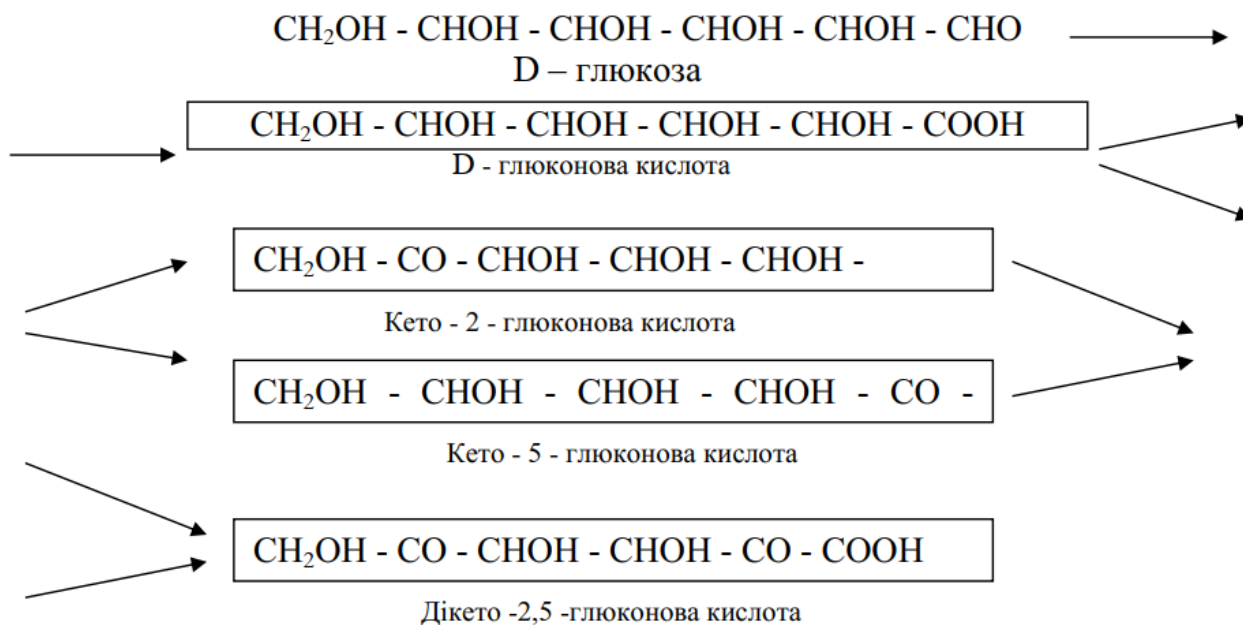


Рис. 3. Схема перетворення глюкози на глюконову кислоту [25]

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

2.2. Характеристика кінцевого продукту

Кінцевим продуктом технології є ферментований напій Комбуча, що виготовляється на основі суміші чорного за зеленого чаю та цукру.

Характеристика готової продукції здійснюється на основі розроблених технічних умов підприємства, яке виробляє цей продукт, відповідно до ДСТУ-Н 1.3:2015 «Національна стандартизація. Настанова. Технічні умови України».

Сфера застосування

Ферментований напій Комбуча виготовляють шляхом зброджування сусла, що готується на основі чайного настою з цукром, культурою *Medusomyces gisevii* (SCOBY) з подальшим фільтруванням, карбонізацією та розливом і є безалкогольним напоєм, готовим до вживання.

Основною сферою застосування напою Комбуча є харчова промисловість, де він використовується як функціональний напій зі збагаченим складом. Внаслідок ферментації утворюється ряд активних речовин, що містяться в кінцевому продукті та формують його органолептичні та фізико-хімічні показники. До них належать: незамінні амінокислоти (треонін, валін, ізолейцин, лейцин, триптофан, метіонін, лізин, гістидин, фенілаланін), вітаміни групи В (В2 (рибофлавін), В1 (тіамін), В9 (фолієва кислота), В6 (піридоксин), В12 (ціанокобаламін)), пектин, ферменти (протеази, амілази, оксидоредуктази тощо), кислоти (глюконова, оцтова, 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, знешкоджуючи токсичні речовини (наприклад, продукти розпаду білків), вступаючи з ними в реакції, а також відповідають за акумулювання енергії, утворення гормонів, антитіл, ферментів та їх транспортування [19, 26].

Вміст біологічно активних речовин, що входять до складу ферментованого напою, зброженого культурою *Medusomyces gisevii*, наведений у таблиці 2.

					ДП БМ01. 00.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм	Арк	№ доквм	Підпис	Лат		

Таблиця 2 – Вміст біологічно активних речовин, що входять до складу ферментованого напою, зброженого культурою *Medusomyces gisevii* [27]

Речовина	Одиниця вимірювання	Кількість
Оцтова кислота	мг%	0,05...1,13
Глюконова кислота	мг%	0,05...1,39
Глюкуронова кислота	мг%	0...1,1
Щавлева кислота	мг%	0,06...0,22
Лимонна кислота	мг%	0,054...0,16
Молочна кислота	мг/100 см ³	0,6
Яблучна кислота	мг/100 СР	15,2
Піровиноградна кислота	мг/100 СР	12,0
Янтарна кислота	мг/100 см ³	0,009...0,016
Етиловий спирт	об.%	0,15...0,7
Сахароза	%	0,74
Глюкоза	%	2,64
Фруктоза	%	2,2
Вітамін С	мг%	0,01...0,644
Вітамін В1 (тіамін)	мг%	0,0759
Вітамін В2 (рибофлавін)	мг/100 см ³	0,96
Вітамін В6 (фолієва кислота)	мг/100 см ³	0,23
Білки	%	0,03...5,24
Дубильні речовини	%	0,08

Технічні вимоги

Відповідно до ДСТУ 4069:2016 за органолептичними показниками напої бродіння, до яких належить ферментований напій Комбуча, повинні відповідати

					ДП БМ а1. 09.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

вимогам, зазначеним у таблиці 3.

Таблиця 3 – Органолептичні показники напоїв бродіння [28]

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина без сторонніх включень, не властивих продукту. Допускається опалесценція та наявність невеликого осаду, обумовлені особливостями використаної сировини
Смак і аромат	Освіжаючий кисло-солодкий смак. Смак та аромат зброженого напою, який відповідає смаку та аромату використаної сировини. Допускається дріжджовий смак та аромат
Колір	Обумовлений кольором використаної сировини – від світло-жовтого до темно-коричневого

За фізико-хімічними показниками напої бродіння повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 4.

Таблиця 4 – Фізико-хімічні показники напоїв бродіння [28]

Назва показника	Значення показника
Масова частка сухих речовин, %	Не менше 3,5
Об'ємна частка спирту, %, не більше	1,2
Кислотність, см ³ , 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ напою	Від 1,5 до 7,0
Масова частка діоксиду вуглецю, %	Не менше 0,30

Готовий ферментований напій Комбуча має характеристики, наведені у таблиці 5.

Таблиця 5 – Фізико-хімічні та органолептичні показники ферментованого напою Кобмуча з використанням асоціації мікроорганізмів SCOBY

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 листя. Можуть бути присутні дріжджові та оцтові присмаки та аромати
Масова частка сухих речовин, %	5±0,5
Кислотність, см ³ , 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ напою	2,4
Масова частка діоксиду вуглецю, %, не більше	0,45
Об'ємна частка спирту, %	0,2
Вміст цукру	5±0,1

Умови зберігання: зберігати за температури від 0 до 12 °С.

Термін придатності: 90 днів з дня розливу.

					ДП БМ01. 09.000 ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ докум.	Підпис	Дат		31

Вимоги до сировини

Для виготовлення ферментованого напою Комбуча використовують 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;
- культура мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* згідно з чинними нормативними документами.

Вимоги до пакування

Ферментовані напої фасують у скляні пляшки різної місткості згідно з ДСТУ ГОСТ 10117.1-2003 та металеві банки різної місткості згідно з чинними нормативними документами або дозволені центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я [28].

Вимоги до маркування

Пляшки з напоєм маркують наклеюванням на кожну пляшку етикетки, виготовленої згідно з чинними нормативними документами, в якій зазначають:

- 1) назву ферментованого напою;
- 2) тип, групу безалкогольного напою;
- 3) склад ферментованого напою у порядку переваги вмісту інгредієнтів, зокрема харчових добавок та ароматизаторів, які використовують під час виробництва безалкогольних напоїв. Перед переліком інгредієнтів наводять заголовок: «Склад». У переліку інгредієнтів не зазначають речовини, використані як допоміжні матеріали під час виробництва

					ДП БМ_{q1}. 09.000 ПЗ	Анк.
Зм	Анк	№ докum	Підпис	Лат		32

безалкогольних напоїв. Дозволено не зазначати діоксид вуглецю, якщо вказано, що безалкогольний напій газований;

- 4) об'єм безалкогольного напою у дециметрах кубічних (дм³) або літрах (л) із зазначенням гранично-допустимих відхилів від номінального об'єму або нормативного документа, відповідно до якого їх встановлено, або зазначають знак відповідності «е» згідно з чинним законодавством;
- 5) кінцеву дату споживання безалкогольного напою «Вжити до (дата)» або «Придатний до (дата)», або дату виробництва (день, місяць, рік) та строк придатності (кількість днів або місяців, або років) спеціальними засобами у будь-якому місці спожиткової тари, зручному для читання інформації;
- 6) умови зберігання;
- 7) найменування та місцезнаходження і номер телефону виробника або гарячої лінії, фактичну адресу потужностей (об'єкта) виробництва;
- 8) номер партії виробництва;
- 9) поживну (харчову) цінність, кількість вуглеводів у грамах (г) на 100 грамів (г) або 100 кубічних сантиметрів (см³), або 100 мілілітрів (мл) напою. Поживну цінність приймають кількістю вуглеводів у грамах на 100 грамів (г) або 100 кубічних сантиметрів (см³), або 100 мілілітрів (мл) напою через відсутність білків та жирів в продукті;
- 10) енергетичну цінність (калорійність) у кілоджоулях (кДж) та/або кілокалоріях (ккал) на 100 грамів (г) або на 100 кубічних сантиметрів (см³), або на 100 мілілітрів (мл) продукту;
- 11) позначення нормативного документа, згідно з яким виготовлено напій [28].

					ДП БМ а1. 09.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Матеріали основні та допоміжні

Для отримання ферментованого напою Комбуча використовують чай, цукор, воду питну, для культивування – закваску з культури *Medusomyces gisevii*, для карбонізації – діоксид вуглецю. Основну та допоміжну сировину, матеріали та їх характеристики зазначено у таблиці 6.

Таблиця 6 – Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів

Найменування	Категорія і номер НТД, згідно якого перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки, та їх нормативне значення	Примітка
1	2	3	4
1. Основна сировина:			
1.1. Чай	ДСТУ 7174:2010 «Чай чорний байховий фасований. Технічні умови» [29]	Смак, аромат, колір завареного листа: Відповідає вимогам	Для екстракції, культивування
1.2. Цукор	ДСТУ 4623:2006 «Цукор білий. Технічні умови» [30]	Зовнішній вигляд: Білий, чистий без плям і сторонніх домішок Запах і смак: Солодкий без сторонніх запаху і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині Чистота розчину: Розчин цукру повинен бути прозорим, без нерозчинного осаду,	Для культивування механічних та інших домішок

						ДП БМ91. 09.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Розділ 3. Технологічна частина			Стадія	Арквш	Арквшів
Розробив	Клеймьонова І.Г.							Д	34	65
Перевірив	Маринченко Л.В.							КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Т. Контр.										
Н. Контр.										
Затверд.	Голуб Н.Б.									

1	2	3	4
4. Напівпродукти:			
4.1. Закваска <i>Medusomyces gisevii</i>	Згідно з виробничим регламентом	Мікробіологічна чистота	Для культивування

3.2. Контроль виробництва

Параметри контролю для контрольних точок технології та види контролю зазначені у таблиці 7.

Таблиця 7 – Точки і параметри контролю виробництва

Найменування стадії процесу, місце заміру параметра або відбору проби	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5
ДР 1.1 Санітарна підготовка виробництва	Чистота робочого одягу	Кожну операцію	Чистота	Візуально
ДР 1.2 Приготування дезинфікувальних та мийних розчинів	Концентрація розчинів	Кожну операцію	Хлорамін Б –5% СМЗ – 2%	Ваги, мірний посуд
ДР 1.3 Підготовка приміщень	Приміщення, запиленість	Кожну операцію	-	Візуально
ДР 1.4 Підготовка обладнання та комунікації	Чистота обладнання, вміст мікроорганізмів, герметичність	Кожну операцію	Стерильні, герметичні	Візуально, мікробіологічний аналіз, перевірка на герметичність
1	2	3	4	5
ДР 2.1 Підготовка води	Вміст мікроорганізмів, жорсткість	Кожну операцію	Відсутні, 7 ммоль/дм ³	Мікробіологічний аналіз, титрометричний
ДР 4 Приготування сула	Кислотність	Кожну операцію	pH 5,5	pH-метр
ДР 6 Приготування закваски	Кислотність, температура	Кожну операцію	pH 3, t = 25-28 °C	pH-метр, термометр,

					ДП БМ₀₁. 09.000 ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		36

1	2	3	4	5
ТП 7.3 Бродіння	Кислотність, температура, вміст цукру, титрована кислотність	Кожну операцію	pH 3, t = 25-28 °C, C = 4,9-5,1 од. (за рефрактометром)	pH-метр, термометр, рефрактометр, титрометричний аналіз
ПМВ 10 Пакування, маркування, відвантаження	Об'єм, цілісність	Кожну операцію	0,33 л, цілісні	Автоматично

3.3. Матеріальний баланс

Матеріальний баланс для стадій технологічного процесу з урахування втрат зазначено у табл. 8.

Таблиця 8 – Матеріальний баланс виробництва

Стадія	Використано				Отримано			
	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість			Назва кінцевого продукту або напівпродукту, відходів та витрат	Кількість		
		кг	шт	дм ³		кг	шт	дм ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДР 2.2 Приготування цукрового сиропу	Цукор білий	69,6			Цукровий сироп			366
	Вода питна			300	Втрати (1%)			3,6
ДР 3 Приготування екстракту чаю	Листя чаю чорного та зеленого	2,18			Екстракт чаю			717,7
					Відходи чайного листя			2,18
	Вода питна			725	Втрати (1%)			7,3
ДР 4 Приготування сусла	Цукровий сироп			366	Сусло			1231,3
	Екстракт чаю			717,7				
	Вода питна			160		Втрати (1%)		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДР 6 Приготування закваски	Сусло для закваски			340	Закваска			336,7
	Культура <i>Medusomyces gisevii</i>	0,1				Витрати (1%)		
ТП 7 Бродіння сусла	Сусло			891,3	Готовий напій			1215,7
	Закваска			336,7	Втрати (2%)			12,3
Всього:		3908,58 дм ³			Всього:		3908,58 дм ³	
ПМВ 10 Пакування, маркування, відвантаження	Скляні пляшки, місткістю 0,33 дм ³		3684		Упакований та промаркований продукт		3500	
	Етикетки		3684					
	Готові вироби (пляшка з етикеткою)		3684		Втрати при пакуванні (5%)		184	
Всього: готових виробів		3684 пляшок			Всього:		3684 готових виробів: 3500 пляшок, втрати 184 пляшки	

3.4. Опис технологічного процесу

Для одержання ферментованого напою Комбуча з використанням асоціації мікроорганізмів SCOBY проводять такі технологічні операції:

ДР 1 Санітарна підготовка виробництва.

ДР 1.1 Підготовка персоналу.

Кожен працівник перед влаштуванням на роботу має пройти медичний огляд, ознайомитися із санітарно-гігієнічними вимогами виробництва, а також має дотримуватися правил особистої гігієни. Працівники мають бути забезпеченими комплектами виробничого одягу та змінювати його в міру забруднення. Перед початком роботи працівники мають одягти чистий виробничий одяг, зібрати волосся, зняти з себе прикраси, вимити руки теплою

					ДП БМ_{01.09.000 ПЗ}	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38

водою з милом і продезінфікувати їх.

ДР 1.2 Підготовка дезінфекційних і мийних розчинів. Підготовка розчину Хлораміну Б та розчину мийного засобу.

Всі мийні, дезінфекційні розчини готує блок стерилізації. В реактори через дозатор, який встановлено на трубопроводі, надходить потрібна кількість мийного розчину та змішується з водою, яка дозується через датчик об'єму. Після 10хв перемішування отримують розчини для миття і дезінфекції обладнання та комунікацій [34].

Для миття та дезінфекції обладнання використовують 5% розчин Хлораміну Б. Розчин готують шляхом змішування 50 г Хлораміну Б та 950 мл води. Вода, що додається до Хлораміну, має температуру 50-60 °С. Приготований розчин зберігають у герметично закритому скляному посуді в прохолодному місці.

ДР 1.3 Підготовка приміщень.

Включає щоденне та генеральне прибирання, яке здійснюється відповідно до норм для приміщень класу С і D. Щоденне прибирання здійснюють шляхом обробки приміщень мийним засобом. Генеральне прибирання проводять один раз на 6 діб.

ДР 1.4 Підготовка обладнання та комунікації.

Обробка обладнання та комунікацій здійснюють до та після технологічного процесу. Підготовка обладнання та комунікацій складається з перевірки на герметичність, миття, ополіскування, стерилізації з контролем мікробіологічної чистоти. Для очищення технологічного обладнання, використовують 5%-й розчин хлораміну Б та інвентар призначені виключно для цих цілей.

Для миття обладнання через нього пропускають мийний засіб, після чого ополіскують очищеною водою. Перевірку на герметичність здійснюють за тиску 0,5 МПа протягом 30хв. Стерилізацію обладнання проводять шляхом подання

					<i>ДП БМ₀₁. 09.000 ПЗ</i>	<i>Алк.</i>
<i>Зм</i>	<i>Алк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Лат</i>		39

гострої пари при за температури 131 °С (тиску 0,6 МПа) тривалістю 30 хв. Конденсат, що утворився в процесі стерилізації, відправляється на знешкодження відходів [36].

ДР 2 Приготування робочих розчинів.

ДР 2.1 Підготовка води.

Підготовку питної води проводять шляхом кип'ятіння її за температури 100 °С для видалення гідрокарбонатної жорсткості.

Для підготовки питної води проводять її пом'якшення від солей тимчасової жорсткості. Для цього воду кип'ятять протягом 1 години. Осад, що утворився йде на знешкодження.

ДР 2.2 Приготування цукрового сиропу.

Цукровий сироп готують шляхом змішування 69,6 кг цукру з 300 дм³ води. Утворений розчин гомогенізують у реакторі, фільтрують на пластинчастому фільтрі для видалення дрібних частинок та охолоджують до 20°С на пластинчастому теплообміннику.

ДР 3 Приготування екстракту чаю.

Очищення чайного листя відбувається промиванням його підготовленою водою. Ряд екстракцій відбувається в екстракторі з вмонтованою мішалкою. Спочатку в апарат засипають 2,18 кг чаю та додають воду (200 дм³ для гарячих екстракцій та 162,5 дм³ для холодних). Відбувається послідовно дві гарячі та дві холодні екстракції. Загальний об'єм доданої води для екстракцій – 725 дм³. Гарячі екстракції відбуваються за температури 92 °С протягом 30 хв кожна, холодні – за температури 20°С протягом 2 год кожна. Екстракт після кожної екстракції перекачують через пластинчастий фільтр до збірника. Тверді відходи передають на знешкодження.

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Лат		40

ДР 4 Приготування сусла.

Для приготування сусла у реактор з вмонтованою мішалкою подають готовий цукровий сироп та екстракт чаю. Сусло до необхідного об'єму доводять підготовленою водою (160 дм³) та гомогенізують за рН 5,5.

ДР 5 Приготування закваски.

Сусло від ДР 4 подають в ЦКБА, вносять культуру *Medusomyces gisevii*. Культивування проводять протягом 7 днів. Температура 25-28 °С, рН протягом культивування знижується до 3.

ТП 6 Бродіння сусла.

ТП 6.1 Заповнення апарату.

Сусло від ДР 4 подають в ЦКБА.

ТП 6.2 Охолодження сусла.

Сусло охолоджується до температури 25-28 °С за рахунок етиленгліколю у сорочці ЦКБА.

ТП 6.3 Бродіння.

До охолодженого сусла вносять закваску від ДР 5. Температура культивування 25-28 °С, тривалість – 7-14 діб. В процесі культивування контролюють показники рН та вмісту цукру. Закінчення бродіння відбувається тоді, коли вміст цукру становитиме 4,9-5,1 од. (за рефрактометром).

ТП 6.4 Охолодження.

Отриманий продукт охолоджують до 3 °С подачею в сорочку апарату етиленгліколю.

ТП 6.5 Вилучення культури.

Культуру мікроорганізмів у формі чайного гриба, який знаходиться на поверхні рідини, вручну вилучають з ЦКБА та передають на подальшу обробку або зберігання.

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Лат		41

ТП 7 Фільтрування.

Отриманий у ЦКБА продукт фільтрують через грубий фільтр у другий ЦКБА і подають на карбонізацію.

ТП 8 Карбонізація.

Карбонізація відбувається безпосередньо в ЦКБА, для чого від колектора через карбонізатор подається CO₂.

ПМВ 9 Пакування, маркування, відвантаження.

ПМВ 9.1 Накопичення продукту.

Напій після карбонізації подається у збірник для подальшого розливу.

ПМВ 9.2 Розлив, укупорення та етикетування.

Готовий напій подається на розлив у скляні пляшки місткістю 0,33 дм³.
Кожна пляшка проклеюється етикеткою.

ЗВ 10 Знешкодження відходів.

Рідкі відходи від ДР 1.3, ДР 1.4, ДР 3.1.1, тверді відходи від ДР 2.1, ДР 3.1.1, ДР 3.6, ТП 7, ПМВ 9 та конденсат від ДР 2.3.2 знешкоджуються та йдуть на повторне використання або на відповідні полігони.

					<i>ДП БМ91. 09.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		42

РОЗДІЛ 4. ПІДБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

Найбільш поширеним апаратом для отримання ферментованих напоїв у виробничих масштабах є циліндро-конічний бродильний апарат.

Циліндро-конічний бродильний апарат (ЦКБА), також відомий як циліндро-конічний танк (ЦКТ) широко використовується в процесі ферментації різних напоїв, включаючи Комбучу. Він виготовляється з верхньою частиною у вигляді циліндра, а з нижньою – у вигляді конуса. Використання резервуарів ЦКБА має ряд переваг над іншими формами ферментаційних ємностей [37].

Конічна форма резервуара дає змогу ефективно видаляти дріжджі, які під час бродіння разом з іншими твердими речовинами осідають на дно резервуара під дією сили тяжіння. Конічне дно дає змогу легко збирати і видаляти осад, полегшуючи відділення готового продукту від небажаних частинок.

Форма апарату дає змогу зручно збирати і відбирати зразки ферментованої рідини. Нижній вихід або клапан конуса дає змогу контролювати і точно збирати рідину, не порушуючи осад. Ця особливість спрощує процес перенесення ферментованого чайного гриба в посудини для вторинної ферментації або передавати на розлив.

Також ЦКБА сприяє природному освітленню рідини. Коли осад осідає на дні конуса, освітлена рідина стає більш доступною для екстракції. Це приводить до отримання більш прозорого та візуально привабливого кінцевого продукту.

Танки часто оснащуються охолоджувальними сорочками або системами контролю температури, що дає змогу точно регулювати температуру ферментації. Ця характеристика особливо важлива для виробництва ферментованих напоїв, оскільки підтримання постійної та оптимальної температури ферментації має вирішальне значення для життєдіяльності SCOBY і розвитку смаку напою.

					<i>ДП БМ91. 09.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	<i>Розділ 4. Підбір та характеристика обладнання</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арквш</i>	<i>Арквшів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Клеймьонова І.Г.</i>				<i>Д</i>	<i>43</i>	<i>65</i>
<i>Перевішив</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ</i>		
<i>Т. Контр.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Голуб Н.Б.</i>						

Резервуари ЦКБА доступні в різних розмірах, від невеликих для домашнього пивоваріння до великих комерційних розмірів. Така масштабованість дає змогу виробникам Комбучі адаптуватися до своїх виробничих потреб, будь то невеликі експерименти або велике виробництво.

Циліндрична форма основної частини резервуара разом з похилим конічним дном полегшує ретельне очищення та санітарну обробку. Гладкі поверхні та відсутність гострих кутів мінімізують ймовірність розмноження мікроорганізмів і полегшують підтримання відповідної мікробіологічної чистоти середовища для ферментації [37].

За допомогою ЦКБА можна значно прискорити процес ферментації сусла, збільшуючи обсяги виробництва.

4.1 Розрахунок продуктивності відділення ЦКБА та кількості апаратів

Процес бродіння проводять в ЦКБА.

За місяць завод випускає 150 тисяч пляшок місткістю 0,33 дм³, тобто 49500 дм³ (4950 дал). На добу випускається 4950/30 = 165 дал/добу. Режим роботи – 300 діб на рік. Тоді річна продуктивність становить:

$$Q = 165 \cdot 300 = 49500 \text{ дал/рік.}$$

Загальна місткість апаратів бродіння становить $V_a = 1500 \text{ дм}^3$ (150 дал), коефіцієнт заповнення – 0,8, тобто корисна місткість становить:

$$V_{a \text{ кор}} = 1500 \cdot 0,8 = 1200 \text{ дм}^3 \text{ (120 дал).}$$

Кількість апаратів N , од розрахуємо за формулою [37]:

$$N = \frac{Q}{V_a \cdot Z'}$$

де Q – продуктивність апарату, дал;

Для визначення конструктивних розмірів класичних (серійних апаратів бродіння), як правило, приймають діаметр (2,4; 2,2; 2,0 м, щоб можна було скомпонувати їх з сіткою колон бм споруди) і розраховують довжину.

Прийmemo, що діаметр основи $D = 1,15$ м.

Висота конусної частини ЦКБА, h_k , м, у разі діаметру 1,15 м становитиме:

$$h_k = 1,15 \cdot 0,6 = 0,69 \text{ м}$$

Об'єм конусної частини ЦКБА, V_k , м³, становить:

$$V_k = \frac{0,69}{3} \cdot \pi \cdot 0,575^2 = 0,24$$

Якщо відомий діаметр апарата, то згідно з відомою пропорцією

$$D:\text{висота сусли} = 1:1,5,$$

(висота сусли – циліндр, що вміщає об'єм сусли), знайдемо висоту танку із врахуванням його конусної висоти [34]:

$$h = 1,5 \cdot 1,15 = 1,725 \text{ м}$$

А без конусу:

$$h_u = 1,725 - 0,69 = 1,035 \text{ м}$$

Тобто це корисна висота циліндричної частини ЦКБА, h_n повна висота із врахуванням коефіцієнта заповнення:

$$h_n = \frac{1,035}{0,8} = 1,29 \text{ м}$$

Загальна висота ЦКБА, $h_{заг}$, м:

$$h_{заг} = 0,69 + 1,29 = 1,98 \text{ м}$$

Об'єм циліндричної частини, V_c , м³, розраховуємо за формулою:

$$V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h_c$$

Отримуємо

$$V_c = 3,14 \cdot 0,575^2 \cdot 1,29 = 1,34 \text{ м}^3$$

Приймаємо до установки апарати місткість 1500 дм³ ССТ-1500 ТермоПаб.

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Лат		46

Площа поверхні теплообміну сорочки, S_c , м², становить:

$$S_c = 2\pi r \cdot h_{\text{ц}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,575 \cdot 1,29 = 4,7$$

4.3 Тепловий розрахунок

Об'єм сусла становить 120 дал, масова частка сухої речовини вихідного сусла $E = 5\%$, екстракт збродженого сусла $e = 0,3\%$. Приймаємо, що в процесі збродження 1 кг екстракту в перерахунку на сахарозу виділяється 236 кДж теплоти. Загальну кількість теплоти визначаємо за формулою [37]:

$$Q = 236 \cdot \left(\frac{E}{100} - \frac{e}{100} \right) \cdot V \cdot 10 \cdot d,$$

де d – відносна густина сусла (1,01);

10 – коефіцієнт перерахунку декалітрів у дм³.

Тоді кількість теплоти, що виділяється в процесі збродження, Q , кДж, становить

$$Q = 236 \cdot \left(\frac{5}{100} - \frac{0,3}{100} \right) \cdot 120 \cdot 10 \cdot 1,01 = 13443,5$$

Кількість теплоти, яку потрібно відвести для охолодження сусла, кДж, знаходимо за формулою [37]:

$$Q_{\text{ох}} = G \cdot c \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}),$$

де G – кількість сусла, кг;

c – питома теплоємність охолоджуваного продукту, кДж/(кг·К);

$t_{\text{п}}$, $t_{\text{к}}$ – температура продукту відповідно початкова (28) і кінцева (3), °С.

В процесі збродження з урахуванням втрат утворюється 1215,7 дм³ сусла, або 121,6 дал. Густина продукту з масовою часткою сухих речовин 5% становить 1,01 кг/дм³.

Тоді маса сусла, G , кг, становить:

$$1215,7 \cdot 1,01 = 1227,9$$

					ДП БМ ₀₁ . 09.000 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Сусло охолоджується етиленгліколем протягом 3 годин.

Кількість теплоти, яку треба відвести за 1 год, $Q_{ох}$, кДж, становить

$$128662,5/3 = 42874,2$$

Середня різниця температур

$$\begin{array}{ccc} & \text{Сусло} & \\ & \longrightarrow & 3 \\ 28 & & \\ & \longleftarrow & 2 \\ & \text{Етиленгліколь} & \\ 17 & & \end{array}$$

Найбільша різниця температур, Δt_b , °С, становить

$$(28 + 17) : 22,5$$

Найменша різниця температур, Δt_m , °С, становить

$$(3 + 2) : 2,5$$

Середня різниця температур, Δt_{cp} , °С, становить

$$\Delta t_{cp} = \frac{22,5 - 2,5}{2,3 \cdot \lg\left(\frac{22,5}{2,5}\right)} = \frac{20}{2,195} = 9,1$$

Коефіцієнт теплопередачі приймаємо $K = 1676$ кДж/(м²·год·К).

Поверхня теплообміну F , м², становить

$$F = \frac{42874,2}{1676 \cdot 9,1} = 2,8.$$

Розрахована площа поверхні теплообміну сорочки для обраного апарату складає 4,7 м², яке є більшим значенням за вище розраховане, що свідчить про можливість експлуатації вибраного апарату.

					ДП БМ01. 09.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Охорона праці

В Україні з 22 листопада 2002 року діє нова редакція Закону "Про охорону праці" зі змінами та доповненнями. Цей закон, разом з «Кодексом законів про працю України», є основною законодавчою базою у сфері охорони праці. Він доповнюється нормативно-правовими актами про охорону праці, які є стандартами, правилами, нормами та іншими документами, що мають силу закону і є обов'язковими для виконання всіма установами та працівниками України.

Закон України "Про охорону праці" визначає основні положення реалізації конституційного права працівника на охорону його життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних державних органів відносини між роботодавцем і працівником у галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і забезпечує єдиний підхід до організації охорони праці в Україні.

Виробнича лабораторія повинна бути сухою, світлою, добре вентильованою, мати доступ до природного газу та води, пристрій для її відведення.

Вологе прибирання лабораторії повинно проводитися двічі на день. Підлогу, стіни та меблі слід регулярно пилососити та протирати дезінфікуючими розчинами: 2...3% розчином соди, 0,5...3% розчином хлораміну [**Error! Reference source not found.**].

Шкідливим фактором є вплив навколишнього середовища на людину, що призводить до професійних захворювань. На працівників поширюються норми параметрів мікроклімату повітря робочої зони, затверджені Міністерством охорони здоров'я України 23 вересня 1993 року № 5.05.07.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ДП БМ91. 09.000 ПЗ		
Розробив		Клеймьонова І.Г.			Стадія	Арквш	Арквшів
Перевішив		Маринченко Л.В.			Л	50	65
Т. Контр.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Н. Контр.							
Затверд.		Голуб Н.Б.					

Одним із найбільших розповсюджених факторів, які впливають на людину, є шум.

Засоби захисту від шуму:

- Використання засобів індивідуального захисту;
- Дистанційне управління, що виключає передачу шуму на робочі місця;
- Приміщення, в якому розміщене обладнання з підвищеним шумом, повинні бути ізольовані і обладнаними засобами шумоізоляцією [38].

Освітлення на робочих місцях регламентується ДБН В.2.5.28–2006.

За видом джерела світла, що використовується, освітлення може бути природним (сонячним), штучним (лампи розжарювання або газорозрядні) та суміщеним (коли у світлі години доби використовують обидва джерела світла одночасно). Система загального освітлення призначається для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою.

В хімічній лабораторії дозволяється працювати тільки за наявності припливно-витяжної вентиляції, обладнаних витяжних шаф, спецодягу, засобів індивідуального захисту, пожежогасіння і аптечки першої допомоги.

Щоб запобігти небезпеці працівників від дії електричного струму, необхідно застосовувати засоби та способи захисту, які передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилами техніки безпеки електроустановок споживачів» [38].

Згідно з ПУЕ хімічну лабораторію можна віднести до категорії приміщень з підвищеною небезпекою.

До засобів захисту від електричного струму відноситься:

- захисне заземлення;
- подвійна ізоляція;
- напруга не вище 12 В;

					<i>ДП БМ_{01.09.000 ПЗ}</i>	Авк.
Зм.	Авк.	№ докum.	Підпис	Дат		51

- гумові килими, які мають знаходитися біля щитків на землі, а коробки щитка мають бути закриті на ключ.

Леткі речовини і розчинники, які застосовуються в лабораторіях (спирт, етиловий ефір та інші), є легко займистими і несуть велику небезпеку. Пари деяких з них легко займаються, за відповідній концентрації парів летких розчинників в повітрі може утворитися вибухова суміш. Через це під час нагрівання або кип'ятіння летких розчинників не можна користуватись нагрівальними приладами з відкритим полум'ям [39].

Всі роботи, що пов'язані із застосуванням вогне- і вибухонебезпечних речовин, проводять у витяжній шафі.

Не можна користуватись водою для того, щоб гасити леткі розчинники, які загорілись, тому що цим можна викликати ще більше розповсюдження пожежі. Вогнище пожежі, що утворилося, ліквідують накриттям палаючої поверхні щільною тканиною, вологою ганчіркою або засипають його піском [39].

Приготування цукрового сиропу, робочих розчинів та суслу необхідно здійснювати у закритих апаратах (реакторах), які обладнані механічними перемішувачами.

Бродильне відділення має бути оснащено припливно-витяжною вентиляцією, приладом для вимірювання вмісту діоксиду вуглецю, не менше ніж двома шланговими протигазами і двома запобіжними лямковими поясами зі страхувальними канатами [39].

Вимоги безпеки під час розливу безалкогольних напоїв, мінеральних та інших вод:

1. Для обладнання, яке працює в комплектації з іншими апаратами в нерозривному комплексі, необхідно розробити інструкції з охорони праці під час роботи на такому обладнанні на підставі заводських інструкцій з експлуатації обладнання.

					<i>ДП БМ_{q1}. 09.000 ПЗ</i>	Арк.
						52
Зм	Арк	№ доквм	Підпис	Лат		

2. Лінія розливу повинна бути оснащена сигналізацією, яка забезпечує подачу попереджувального сигналу про пуск лінії.

3. Пляшккомийні машини мають бути обладнані місцевою механічною витяжною вентиляцією і місцевими витяжками для видалення надлишкового тепла і вологи від мийних машин.

4. Завантаження склопосуду в мийні машини і його вивантаження, а також приготування і подавання мийних засобів до них мають бути механізованими.

5. Для вилучення розбитих пляшок і уламків скла з пляшккомийної машини необхідно використовувати спеціальний інвентар (скребки, щипці, щітки і гаки).

6. Склобій, який утворюється в процесі розливу, необхідно видаляти лише після повної зупинки обладнання у спеціально обладнані ящики, використовуючи захисні рукавички та окуляри. Ящики для збирання склобою мають бути встановлені в зонах його можливого утворення.

7. У випадку застосування синтетичних клейких речовин працівники, які обслуговують етикетувальне устаткування, повинні бути забезпечені відповідними ЗІЗ.

8. На ділянці мийки ємностей мають бути встановлені відсмоктувачі в місцях виділення вологи.

9. Мийні машини мають бути оснащені дистанційними термометрами для контролю температури мийних розчинів у ваннах, а також приладами для автоматичного контролю та регулювання концентрації мийних розчинів і мати місцеві відсмоктувачі пари, що виділяється.

10. Контроль шприцювання пляшок повинен проводитися через кришки оглядових отворів, виготовлених з прозорого матеріалу, який не утворює різучих і колючих уламків у разі руйнування. .

11. Автомат з формування пакетів на піддонах (палет) повинен бути забезпечений фотоблокуванням від випадкового проникнення працівника в зону

					<i>ДП БМ_{01. 09.000 ПЗ}</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		53

дії робочих механізмів з боку виходу готового пакета.

12. Миття резервуарів необхідно механізувати. Для резервуарів слід передбачити мийні головки або переносні мийні пристрої.

14. Під час пропарювання резервуарів має бути забезпечене місцеве видалення пари безпосередньо з резервуара.

15. Навантаження ємностей на автомашину проводиться за допомогою підіймача або з рампи, висота якої має відповідати висоті кузова автомашини [39].

5.2 Охорона довкілля

До питань охорони навколишнього середовища, що виникають на етапі експлуатації підприємств з виробництва напоїв бродіння, відносяться насамперед такі:

- споживання енергії;
- споживання води;
- стічні води;
- тверді відходи та побічні продукти;
- викиди в атмосферу.

Для технологічних процесів виробництва ферментованих напоїв характерним є досить інтенсивне споживання як електричної, так і теплової енергії.

Теплова енергія споживається в бойлерах для пари, який використовується головним чином для варіння сусла і нагрівання води у варильному цеху і в цеху розливу. Найбільшим споживачем електричної енергії, як правило, є технологічна система охолодження, проте істотна частка споживання електроенергії може припадати на варильний та розливний цехи, а також на установку для очищення стічних вод.

Для зниження електроспоживання доцільно користуватися наступними рекомендаціями:

					ДП БМq1. 09.000 ПЗ	Арк.
						54
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Лат		

Серед інших видів використання дріжджів – приготування дріжджового екстракту, дріжджових таблеток, косметичних та лікарських засобів;

- Видалення паперової маси, що утворюється при змиванні етикеток із повернутих пляшок. За наявності технічної та економічної можливості таку паперову масу доречно повторно використовувати чи компостувати. Якщо паперова маса містить велику кількість каустичних засобів, що застосовуються при промиванні, або важких металів з друкарської фарби, її слід направляти на полігон для поховання відходів;

- Повторне використання склобою з повернутих пляшок для виробництва нової склотари.

					<i>ДП БМ91. 09.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						56
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Лат</i>		

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було розроблено технологію отримання ферментованого напою Комбуча з використанням асоціації мікроорганізмів SCOBY.

1. Проведено науково-патентний огляд та визначено, що ферментований напій типу Комбуча виготовляють шляхом зброджування сусла, що готують на основі чайного настою з цукром; отриманий напій містить амінокислоти, вітаміни, органічні кислоти та інші біологічно активні речовини; утворена бактеріальна целюлоза може бути використана для інших застосувань.

2. Обрано технологію отримання ферментованого напою Комбуча, яка включає такі пропорції сировини: 860 дм³ води, 55 кг цукру, 1,7 кг листя чаю; надлишкову бактеріальну целюлозу передають на подальшу обробку.

3. Продуцентом, який використовують для приготування закваски, є зоогля *Medusomyces gisevii* (симбіотична культура бактерій та дріжджів – SCOBY), яка складається з оцтовокислих бактерій та дріжджів.

4. Розроблено та описано технологічну схему, яка складається з таких основних етапів технологічного процесу: приготування екстракту чаю подвійною гарячою та подвійною холодною екстракцією, приготування сусла купажуванням екстракту чаю та цукрового сиропу, приготування закваски, бродіння сусла протягом 14 діб за температури 28-29 °С і початкового рН 5,5, фільтрування, карбонізація.

5. Як основний апарат розраховано, обрано та виконано креслення циліндро-конічного бродильного апарату (ЦКБА) ССТ-1500 ТермоПаб загальним об'ємом 1,5 м³, робочим – 1,2 м³.

6. Розроблено апаратурну схему виробництва.

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Висновки	Стадія	Арквш	Арквшів
Розробив		Клеймьонова І.Г.				Д	57	65
Перевірив		Маринченко Л.В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Т. Контр.								
Н. Контр.								
Затверд.		Голуб Н.Б.						

7. Описано заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища.

					ДП БМ _{а1} . 09.000 ПЗ	Арк.
						58
Зм	Арк	№ доквм	Підпис	Лат		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Batista, P.; Penas, M.R., Pintado, M.; Oliveira-Silva, P. Kombucha: Perceptions and Future Prospects. *Foods* 2022, 11, 1977.
2. Markov, S.L.; Jerinić, V.M.; Cvetković, D.D.; Lončar, E.S.; Malbaša, R.V. Kombucha-functional beverage: Composition, characteristics and process of biotransformation. *Hem. Ind.* 2003, 57, 456–462.
3. Dutta, H., & Paul, S. K. (2019). Kombucha Drink: Production, Quality, and Safety Aspects. *Production and Management of Beverages*, 259–288.
4. Gaggia, F., Baffoni, L., Galiano, M., Nielsen, D., Jakobsen, R., Castro-Mejía, J., ... Di Gioia, D. (2018). Kombucha Beverage from Green, Black and Rooibos Teas: A Comparative Study Looking at Microbiology, Chemistry and Antioxidant Activity. *Nutrients*, 11(1), 1.
5. Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A Review on Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 538–550.
6. Jayabalan, R., Marimuthu, S., & Swaminathan, K. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chemistry*, 102(1), 392–398.
7. Antolak, H.; Piechota, D.; Kucharska, A. Kombucha Tea — A Double Power of Bioactive Compounds from Tea and Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts (SCOBY). *Antioxidants* 2021, 10, 1541.
8. David Laureys, Scott J. Britton & Jessika De Clippeleer (2020): Kombucha Tea Fermentation: A Review, *Journal of the American Society of Brewing Chemists*.

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Список використаних джерел					
<i>Розробив</i>	<i>Клеймьонова І.Г.</i>							<i>Стадія</i>	<i>Арквш</i>	<i>Арквшів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Маринченко Л.В.</i>							<i>Д</i>	59	65
<i>Т. Кондр.</i>								КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
<i>Н. Кондр.</i>										
<i>Затверд.</i>	<i>Голуб Н.Б.</i>									

9. Coelho, R. M. D., Almeida, A. L. de, Amaral, R. Q. G. do, Mota, R. N. da, & Sousa, P. H. M. de. (2020). Kombucha: Review. International Journal of Gastronomy and Food Science, 22, 100272.

10. 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.

11. Прибильський В. Л. Розробка ефективних технологій біологічно активних ферментованих напоїв : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.07. Київ, 2004. - 41 с.

12. Vargas, B. K., Fabricio, M. F., & Záchia Ayub, M. A. (2021). Health effects and probiotic and prebiotic potential of Kombucha: A bibliometric and systematic review. Food Bioscience, 101332.

13. Petrosian A. Production of bacterial cellulose from kombucha SCOBY: optimization of the bioprocess and industrial application : дис. канд. / Petrosian Artem – Bragança, 2021. – 77 с.

14. De Andrade Arruda Fernandes, I., Pedro, A. C., Ribeiro, V. R., Bortolini, D. G., Ozaki, M. S. C., Maciel, G. M., & Haminiuk, C. W. I. (2020). Bacterial cellulose: From production optimization to new applications. International Journal of Biological Macromolecules.

15. Gallegos, A. M. A., Herrera Carrera, S., Parra, R., Keshavarz, T., & Iqbal, H. M. N. (2016). Bacterial Cellulose: A Sustainable Source to Develop Value-Added Products – A Review. BioResources, 11(2), 5641-5655.

16. Zhu, C., Li, F., Zhou, X., Lin, L., & Zhang, T. (2013). Kombucha-synthesized bacterial cellulose: Preparation, characterization, and biocompatibility evaluation. Journal of Biomedical Materials Research Part A, 102(5), 1548–1557.

17. Abeer, M. M., Mohd Amin, M. C. I., & Martin, C. (2014). A review of bacterial cellulose-based drug delivery systems: their biochemistry, current approaches

					ДП БМ01. 09.000 ПЗ	Анк
Зм	Анк	№ доквм	Підпис	Лат		60

and future prospects. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 1047–1061.

18. Bacterial cellulose films production by Kombucha symbiotic community cultured on different herbal infusions [Електронний ресурс] // ScienceDirect. – 2022.

– Режим доступу до ресурсу:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814621023529>.

19. Raghavendran, V., Asare, E., & Roy, I. (2020). Bacterial cellulose: Biosynthesis, production, and applications. Advances in Microbial Physiology.

20. Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Schuler-Schmid, U., & Teuber, M. (1995). Microbiology and Fermentation Balance in a Kombucha Beverage Obtained from a Tea Fungus Fermentation. Systematic and Applied Microbiology, 18(4), 590–594.

21. Walker, G., & Stewart, G. (2016). Saccharomyces cerevisiae in the Production of Fermented Beverages. Beverages, 2(4), 30.

22. 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 Microbial. 2014, 38, 171–178.

23. Wang, B.; Rutherford-Markwick, K.; Zhang, X.-X.; Mutukumira, A.N. Kombucha: Production and Microbiological Research. Foods 2022, 11, 3456.

24. Walker, G. M., & Walker, R. S. K. (2018). Enhancing Yeast Alcoholic Fermentations. Advances in Applied Microbiology.

25. Katznelson H, Tanenbaum SM, Tatum EL (1953) Glucose, gluconate and 2-ketogluconate oxidation by Acetobacter melanogenum. J Biol Chem 204:43–59.

26. Cetojevic-Simin D.D., Bogdanovic G.M., Cvetkovic D.D., Velicanski A.S. (2008). Antiproliferative and antimicrobial activity of traditional Kombucha and Satureja montana L. Kombucha. Journal of BUON – Novi Sad: Zerbinis Medical Publications, 13, 395–401.

27. Martínez Leal, J., Valenzuela Suárez, L., Jayabalan, R., Huerta Oros, J., &

					ДП БМ 01. 09.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *СуТА - Journal of Food*, 16(1), 390–399.

28. ДСТУ 4069:2002 Напої безалкогольні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2002-10-01]. Київ: Держстандарт України, 2002. 12с. (Національний стандарт України).

29. ДСТУ 7174:2010 Чай чорний байховий фасований. Технічні умови

30. ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови

31. Державні санітарні правила і норми СанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено наказом МОЗ України 12.05.2010 № 400. — Зареєстровано Мінюстом України 01.07.2010 №452/17747. — (Нормативний документ Мінохорони здоров'я України).

32. ДСТУ 4817:2007. Діоксид вуглецю газоподібний і скраплений. Технічні умови.

33. ТУ 6.01-4689387-16-89 Хлорамін Б технічний.

34. ДСТУ 2972:2010 Засоби мийні синтетичні порошкоподібні. Загальні технічні вимоги та методи випробовування.

35. ДСТУ ГОСТ 10117.1–2003 Пляшки скляні для харчових рідин. Загальні технічні умови.

36. Домарецький В. А., Прибильський В.Л., Михайлов М.Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв з рослинної сировини / За ред. В.А.Домарецького. Підручник – Вінниця: NOVA КНУНА, 2005. – 408 с.

37. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах/А. Є. Мелетьєв, В. А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук [та ін.]// Під ред. А. Є. Мелетьєва. - К. : НУХТ. - 2007. - 256 с.

38. Основи охорони праці: підручник для студентів вищих навчальних закладів освіти харчової промисловості / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф.

					ДП БМ _{q1} . 09.000 ПЗ	Анк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		62

Степанець та ін. // Під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка - К.: Основа, 2000. - 416 с.

39. Про затвердження Правил охорони праці для працівників виробництва солоду, пива та безалкогольних напоїв: наказ Міністерства соціальної політики України від 18.04.2017 р. №635. *Офіційний вісник України*. 2017 р. №47. С. 131.

					ДП БМ91. 09.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Лат		63

ДОДАТОК А
Специфікація обладнання

Позиція	Позначення	Найменування	К-сть	Примітки
1	2	3	4	5
Д-1 Д-3 Д-6 Д-9 Д-16 Д-19 Д-26 Д-27 Д-30 Д-31 Д-33 Д-34 Д-38 Д-41 Д-42		Дозатор ваговий	15	Збірний
Р-2 Р-4		Апарат з механічним перемішуючим пристроєм	4	Продуктивність мішалки 1 кВт.
Ф-5 Ф-11 Ф-21		Мембранний фільтр	3	Збірний
З-7 З-14 З-17 З-24		Збірник	4	Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т
Н-8 Н-12 Н-15 Н-18 Н-22 Н-25 Н-29 Н-36 Н-40 Н-43		Насос відцентровий	10	Потужність: 20 кВт Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т

1	2	3	4	5
P-10 P-20 P-28		Апарат з механічним перемішуючим пристроєм та сорочкою	3	Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т Продуктивність мішалки 1 кВт.
T-13 T-23		Теплообмінник пластинчастий	2	Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т
КТ-13.1 КТ-20.1 КТ-23.1 КТ-32.1 КТ-35.1 КТ-39.1	TE	Термометр манометричний	6	Збірний
КТ-20.2	PE	Манометр	1	Збірний
КТ-32.2 КТ-35.2 КТ-39.2	QE	pH-метр	3	Збірний
ЦКБА-32 ЦКБА-35 ЦКБА-39		Циліндро-конічний бродильний апарат	3	Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т
Ф-37		Фільтр пластинчастий	1	Збірний
Ф-42		Фільтр свічковий кізельгуровий	1	Збірний
К-44		Карбонізатор	1	Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т
T-45		Буферний танк	1	Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т