

**Міністерство освіти і науки України**  
**Одеський національний технологічний університет**

ННІ Навчально-науковий інститут готельно-ресторанного і туристичного бізнесу та енології ім. О.О. Преображенського  
Кафедра Технології вина та сенсорного аналізу  
Ступінь вищої освіти Магістр  
Спеціальність 181 Харчові технології  
Освітня програма Технології продуктів бродіння, напоїв та виноробства



**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

на тему Удосконалення технології виробництва світлого пива з використанням тонко-ароматичного хмелю  
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки

Ладзинської Ю. Є  
(прізвище, ініціали)

Керівник

доц. Афанасьєва Т. М  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти:

проф. Самофатова В. А.  
(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**  
Рішення кафедри від 28.11.2024р., протокол № 4

Завідувачка кафедри ТВтаСА  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Оксана ТКАЧЕНКО  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2024 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ	<u>Навчально-науковий інститут готельно-ресторанного і туристичного бізнесу та енології ім.О.О.Преображенського</u>
Кафедра	<u>Технології вина та сенсорного аналізу</u>
Ступінь вищої освіти	<u>Магістр</u>
Спеціальність	<u>181 Харчові технології</u>
Освітня програма	<u>Технології продуктів бродіння, напоїв та виноробства</u>

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри ТВтаСА  
Оксана ТКАЧЕНКО

« 10 » 12 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ладзинська Юлія Євгенівна  
(П.І.П здбувача)

1. Тема роботи Удосконалення технології виробництва світлого пива з використанням тонко-ароматичного хмелю

Затверджена наказом ОНТУ від 13.11.2024 р. наказ 720-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 07.12.2024 р.

3. Вихідні дані роботи: хміль сорту Мандарина Баварія, солод, дріжджі пивоварні молочна кислота (згідно НД), експериментальні зразки

4. Перелік питань, які потрібно розробити: проаналізувати тенденції розвитку пивного ринку в Україні, Розділ 1 Науково-дослідна частина (скласти програму досліджень та обрати матеріали, методи та методики досліджень, оцінити результати), Розділ 2 Технологічна частина (розробити удосконалену технологічну схему виробництва пива, порівняти із традиційною), Розділ 3 Охорона праці, цивільний захист та екологія, Розділ 4 Техніко-економічні показники (провести маркетинговий аналіз та калькуляцію собівартості), Висновки та рекомендації, Список літератури

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосується їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економічна частина	проф. Самофатова В. А.	16.09.24	10.12.24

7. Дата видачі завдання 16.09.24 рік

Керівник \_\_\_\_\_ Афанасьєва Т.М.  
підпис

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Ладзинська Ю.Є.  
підпис

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Обґрунтування теми, формулювання мети кваліфікаційної роботи магістра	16.09.24-23.10.24	Виконано
2.	Аналітичний огляд літературних та патентних джерел	24.10.24-08.11.24	Виконано
3.	Проведення експериментальних досліджень	16.05.24 -18.11.24	Виконано
4.	Обробка результатів досліджень	19.11.24 -04.12.24	Виконано
5.	Економічні розрахунки	25.11.24 -04.12.24	Виконано
6.	Анотація, технологічна частина записки	04.12.24 -08.12.24	Виконано
7.	Охорона праці	25.10.24 -15.11.24	Виконано
8.	Робота над змістом пояснювальної записки, підготовка ілюстративного матеріалу	15.11.24-04.12.24	Виконано
9.	Задача роботи на захист	09.12.24	Виконано
10.	Захист КРМ	17.12.24	Виконано

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Ладзинська Ю.Є.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Афанасьєва Т.М.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач вищої освіти Ладзинська Ю.Є.  
ПІБ

\_\_\_\_\_  
Підпис

# **АНОТАЦІЯ**

## **на кваліфікаційну роботу магістра**

**на тему:** «Удосконалення технології виробництва пива з використанням тонко-ароматичного хмелю»

**Здобувач** Ладзинська Юлія Євгенівна

**Керівник** доцент Афанасьєва Т.М.

**Освітній ступінь** “Магістр”

**Спеціальність** 181 «Харчові технології»

**Освітня програма** Технології продуктів бродіння, напоїв та виноробства

**Кафедра** Технології вина та сенсорного аналізу

**Актуальність роботи.** Хміль є незамінною сировиною для виробництва пива, оскільки він суттєво впливає на органолептичні показники пива, надаючи гіркий смак і тонкий хмелевий аромат. Леткі речовини ефірної олії хмелю є джерелом дуже бажаної характеристики - аромату. Хімічні і біохімічні перетворення та втрати в процесі приготування пива, змінюють природній аромат олій хмелю, в результаті чого аромат в пиві явно відрізняється від аромату самого хмелю. Розуміння впливу процесу охмелення важливе для практичного застосування режимів у виробничих умовах. Тому, рекомендації, щодо можливості регулювання смако-ароматичних властивостей пива режимами охмелення суслу є актуальними.

Кваліфікаційна робота ґрунтується на систематизації та узагальненні інформаційних матеріалів, стосовно особливостей внесення хмелю для забезпечення ароматичних властивостей готового пива, міжгалузевого пошуку способу стабілізації продукту бродіння, обґрунтуванні змін в рецептурі, вибору режиму охмелення та стабілізації для забезпечення підвищеного вмісту ароматичних речовин хмелю в готовому пиві.

Технологічна частина включає опис актуальної технології виробництва пива, удосконаленої технології, актуальних заходів щодо контролю якості та безпеки на виробництві, а також додаткові заходи щодо контролю якості та безпеки при впровадженні запропонованої удосконаленої технології виробництва.

Розглянуті актуальні аспекти щодо охорони праці, цивільного захисту та охорони довкілля. Визначено необхідні заходи щодо охорони праці та охорони довкілля при впровадженні кожної запропонованої операції в рамках удосконаленої технології.

Проведений техніко-економічний розрахунок щодо змін в калькуляції готових продуктів, необхідних інвестицій та строку окупності проекту з альтернативним освітленням.

**Практичне значення одержаних результатів.** Обґрунтовано необхідність підкислення затору, зміну способу внесення хмелю. Досліджено можливість застосування альтернативного способу освітлення. Всі результати свідчать про одержання продукту з покращеними органолептичними властивостями.

**Апробація.** Доповідь на науковій конференції здобувачів вищої освіти ОНТУ, секція “Технології вина та сенсорного аналізу” (26 - 29 березня 2024 року, м.Одеса).

**Структура та обсяг роботи.** Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури з 44 найменування, в т.ч. 4 – іноземними мовами. Робота виконана на 103 сторінках друкованого тексту.

**Ключові слова:** хміль, сусло, пиво, охмелення, гіркі речовини, ефірна олія, аромат, кип'ятіння, освітлення.

## **ANNOTATION**

### **of master's thesis**

**Topic:** "Improvement of Beer Production Technology Using Fine-Aromatic Hops"

**Candidate:** Ladzynska Yuliia Yevhenivna

**Supervisor:** Associate Professor Afanasieva T.M.

**Degree:** Master

**Specialty 181:** Food Technologies

**Educational Program:** Technologies of Fermentation Products, Beverages, and Winemaking

**Department:** Technology of Wine and Sensory Analysis

**Relevance of the Work.** Hops are an indispensable raw material in beer production due to their significant influence on the beer's organoleptic properties, providing bitterness and a subtle hop aroma. The volatile compounds in hop essential oil are the source of the highly desirable aroma characteristics. During beer production, chemical and biochemical transformations, as well as losses, alter the natural aroma of hop oils, resulting in beer aroma distinctly different from that of the hops themselves. Understanding the effects of the hopping process is essential for the practical application of hopping regimes in production settings. Therefore, recommendations for controlling the beer's flavor and aromatic properties through wort hopping regimes are highly relevant.

This research is based on the systematization and generalization of information regarding the specifics of hop addition to ensure the aromatic properties of the final beer, the interdisciplinary search for fermentation product stabilization methods, the justification of recipe modifications, and the selection of hopping and stabilization regimes to enhance the content of hop aromatic compounds in the finished beer.

The technological part includes descriptions of the current beer production technology, the improved technology, current quality control and safety measures in production, and additional quality and safety measures when implementing the proposed improved production technology.

Relevant aspects of occupational safety, civil protection, and environmental protection are considered. The necessary measures for labor and environmental safety during the implementation of each proposed operation within the improved technology are defined.

A techno-economic calculation was performed concerning changes in the finished product cost, necessary investments, and the project's payback period when using an alternative clarification method.

**Practical Significance of the Results.** The research substantiates the necessity of mash acidification and changing the hop addition method. The possibility of applying an alternative clarification method was also explored. All results indicate obtaining a product with improved organoleptic properties.

**Presentation of Results.** The findings were presented at the scientific conference of higher education students of ONTU, section "Wine Technologies and Sensory Analysis" (March 26-29, 2024, Odesa).

The thesis consists of an introduction, 4 chapters, conclusions, and a list of references comprising 44 sources, including 4 foreign-language sources. The work spans 103 pages of printed text.

Keywords: hops, wort, beer, hopping, bitter compounds, essential oil, aroma, boiling, clarification.

## ЗМІСТ

ВСТУП	8
Розділ 1 Науково-дослідна частина	10
1.1 Аналітичний огляд літературних та патентних джерел	10
1.2 Методологія досліджень	26
1.2.1 Програма досліджень	26
1.2.2 Матеріали, методи і методика досліджень	28
1.3 Результати дослідження	34
1.3.1 Дослідження смако-ароматичних властивостей пива, виготовленого за актуальною технологією	34
1.3.2 Дослідження впливу вмісту молочної кислоти інтенсивність смако-ароматичних властивостей охмеленого суслу	35
1.3.3 Дослідження впливу способів внесення хмелю на смако-ароматичні властивості пива	37
1.3.4 Дослідження процесу дозрівання на органолептичні показники пива та стійкість	39
Висновки до розділу 1	42
Розділ 2 Технологічна частина	46
2.1 Загальна технологічна схема виробництва	46
2.2 Удосконалена технологічна схема виробництва	53
2.3 Контроль якості та безпечності на виробництві	57
2.3.1 Контроль якості на виробництві	57
2.3.2 Контроль безпечності на виробництві	73
2.4 Додаткові заходи щодо контролю якості та безпечності при впровадженні удосконаленої технології виробництва	75
Висновки до розділу 2	76
Розділ 3 Охорона праці, цивільний захист та екологія	77
3.1 Охорона праці в пивоварному цеху	77
3.2 Цивільний захист працівників	82
3.3 Охорона довкілля	84
3.4 Додаткові фактору впливу на працівників та довкілля при впровадженні удосконаленої технології виробництва	85
Висновки до розділу 3	85
Розділ 4 Техніко-економічна частина	87
Висновки до розділу 4	96
Висновки та перспективи подальших досліджень	97
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	100

					<i>KPM.TBmaCA.1.720-03.2.2</i>			
Зм	Арк	№докум.	Підпис	Дата	Удосконалення технології виробництва світлого пива з використанням тонко-ароматичного хмелю	Літ	Аркуш	Аркушів
Здобувач		Ладзинська Ю. Є.						
Консульт.							7	103
Керівник		Афанасьєва Т.М.				ОНТУ Кафедра ТВmaCA група ТВНз-60		
Н. Контр.								
Зав. Каф.		Ткаченко О.Б.						



## ВСТУП

Стрімкий розвиток крафтового сегменту пива на українському ринку формує більшу вибагливість споживачів до смаку ігристого напою. На сьогодні в Україні спостерігається тенденція до збільшення споживання дорогого крафтового пива, незважаючи на те, що на ринку широко представлені товари середньої та низької цінової категорії, які виробляються промисловими підприємствами [1].

Така тенденція свідчить про те, що ціна все менше стає (хоча глобально поки що залишається) ключовим параметром, за яким споживач обирає пиво. З огляду на актуальну ситуацію промислові виробники, які зацікавлені в розвитку і розширенні групи поціновувачів їхнього бренду, створюють нові сорти пива та покращують якість вже існуючих.

Швидкий ріст об'ємів крафтового виробництва та збільшення лояльності споживачів до високої ціни зумовлює актуальність пошуку рішень для ліквідації недоліків промислового виробництва, порівняно з крафтовим.

З економічної точки зору при виробництві пива важливим є найбільш ефективне використання сировини:

- із зернової сировини потрібно максимально екстрагувати сухі речовини;
- зі смако-ароматичної сировини потрібно не лише екстрагувати, а й утримати в продукті смако- та ароматоутворюючі компоненти.

При використанні нового виду сировини актуальним є створення умов для максимального розкриття смако-ароматичних властивостей та приготування гармонійного продукту, який відповідає очікуванням виробника та споживача.

Промисловим пивоварням важливо не тільки створити продукт з необхідними органолептичними характеристиками, а й досягти його стабільності. З метою стабілізації пива його фільтрують, або пастеризують. Обидві зазначені операції значною мірою впливають на смак. Тобто, стабілізація продукту погіршує його органолептичні властивості та суперечить необхідності утримання екстрагованих зі смако-ароматичної сировини компонентів.

Таким чином, актуальним питанням є стабілізація продукту без втрати необхідних смако-ароматичних характеристик.

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що для промислового пивоваріння на сьогоднішній день актуальним є:

1. Створення нових сортів пива в рамках існуючого бренду.
2. Використання нетипових для власного бренду смако-ароматичних поєднань.
3. Досягнення максимально ефективного екстрагування компонентів смако-ароматичної сировини.
4. Стабілізація готового продукту без втрати специфічних органолептичних властивостей.

## Розділ 1

### Науково-дослідна частина

#### 1.1 Аналітичний огляд літературних та патентних джерел

##### 1.1.1. Тенденції розвитку пивного ринку в Україні

Інтерес до пивної культури в Україні поступово набирає обертів - з'являється все більше пивних підприємств, ентузіастів та експертів, відкриваються тематичні пивні бари та паби, з'являються місцеві приватні пивоварні, в якомусь сенсі формується аудиторія.

Пиво є одним із найулюбленіших напоїв у всьому світі порівняно з будь-якими іншими алкогольними напоями та набуває величезної популярності, особливо серед міленіалів і покоління Z, завдяки різноманітним рецептам, різновидам і смаковим пропозиціям. Крім того, споживачі шукають інноваційні алкогольні напої з різними смаками, що сприяє зростанню світового ринку пива.

За даними сайту [fortunebusinessinsights.com](https://fortunebusinessinsights.com) ринок пива в світі буде постійно зростати (рис. 1.1.1).

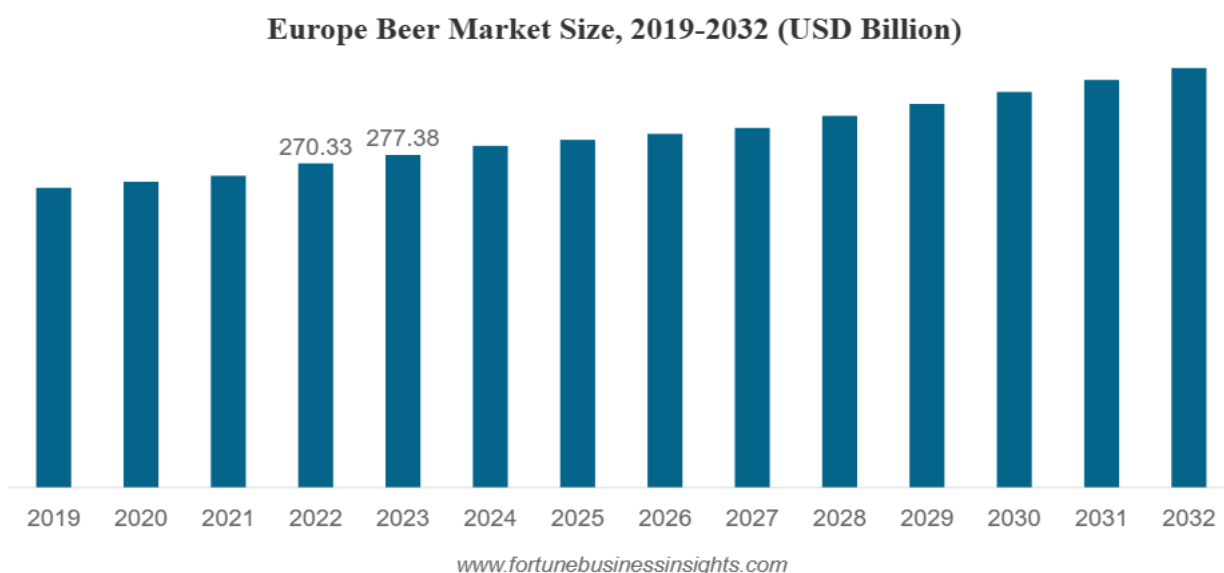


Рисунок 1.1.1 - Прогнозований зріст ринку пива в світі [2].

Згідно з дослідженням BarthaHaas, опублікованим на початку серпня, Китай залишається світовим лідером з виробництва пива [3].

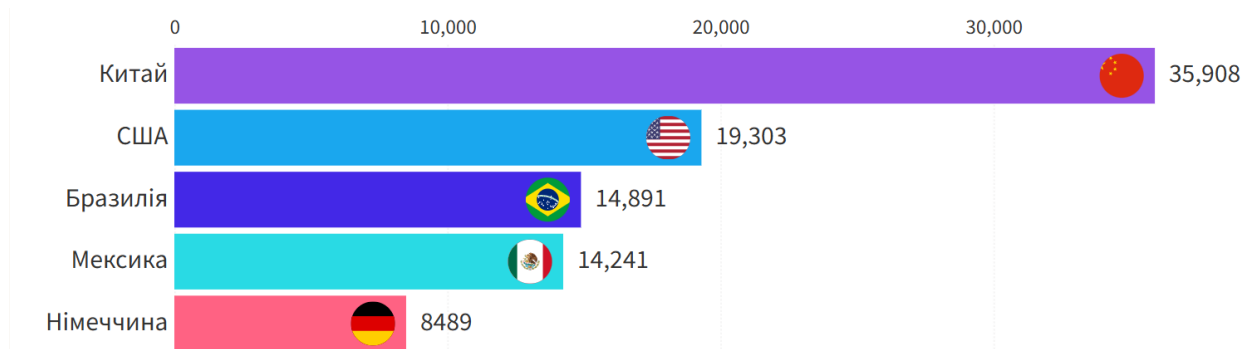


Рисунок 1.1.2 - Найбільші країни-виробники пива, млн. літрів

Розвиток пивного ринку України за останнє десятиліття відображає складну динаміку цієї галузі. Ринок пива виявив як і певний ріст та стабілізацію, обумовлені збільшенням обсягів споживання і розвитком крафтового сектору. Важливо відзначити, що зміни у споживчих уподобаннях в українському суспільстві мають великий вплив на цей ринок [1].

Ринок пива в Україні демонструє стабільне зростання в період з 2022 р. по 2024 р. За даними галузевої компанії «Укрпиво» за 10 місяців 2024 року (крім пива безалкогольного з вмістом спирту до 0,5 об. %) обсяг виробництва алкогольного пива склав 120,6 млн дал. Це становить 105,3 % від аналогічного періоду 2023 року [4].

За результатами опитування споживачів в Україні, основними поціновувачами пива є чоловіки у віці 25-44 роки, які мешкають у великих містах та мають середній рівень доходу.

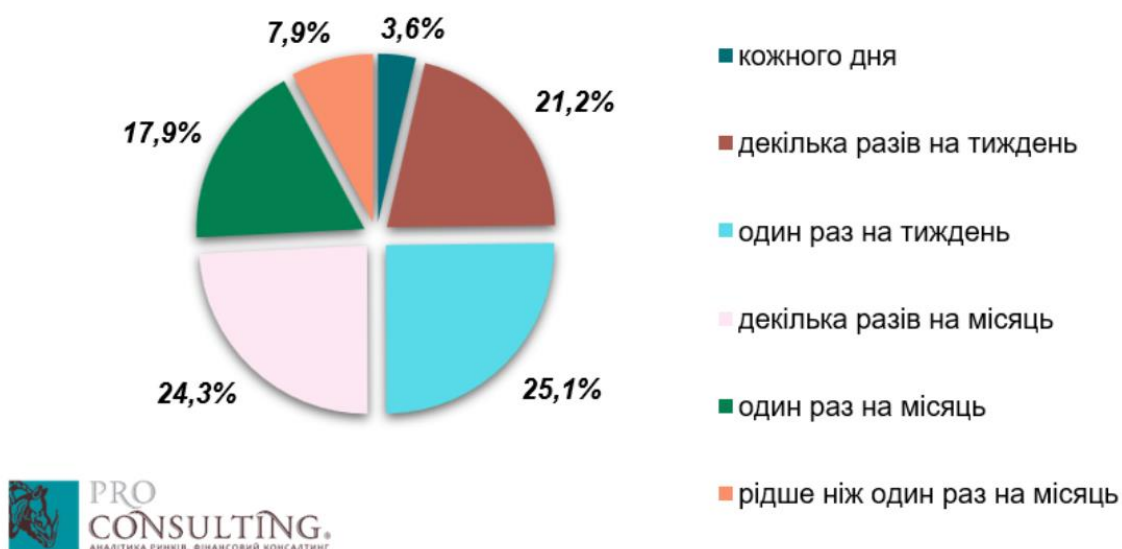


Рисунок 1.1.3 - Регулярність споживання пива [5]

Переважна більшість споживачів обирає пиво за смаком та якістю, проте у порівнянні з іншими чинниками, на вибір доволі сильно впливає бренд або торгова марка пива, цей показник посідає 3-є місце за впливом на вибір споживача. Споживачі купують пиво переважно в спеціалізованих магазинах або в закладах громадського харчування. Частка покупок он-лайн доволі незначна.

Простежується певна залежність смакових уподобань від статі респондента, так жінки частіше обирають солодкуватий та фруктових смак, а чоловіки – гіркі та кислі сорти. За популярністю стилів лідирують класичне світле пиво та сорти в стилі IPA.

Згідно з публікацією інтернет-видання delo.ua на сьогоднішній день спостерігається перерозподіл пивного ринку на користь регіональних пивоварень, оскільки на початку війни саме локальні пивоварні змогли закрити попит споживачів на даний вид продукту [6].

Промислове підприємство, яке розглядається в роботі відноситься саме до регіональних (локальних) пивоварень. Варто відзначити, що до даної категорії відносяться як промислові підприємства, так і крафтові пивоварні. Саме тому розгляд крафтового сегменту варто враховувати в питаннях стратегічного розвитку регіональних промислових підприємств.

Згідно з дослідженнями О. Кобиліух та О. Гірної попит на преміальне пиво збільшується, тоді як зменшується споживання бюджетного пива. Споживач стає більш вибагливим до смаку та його різноманіттю в рамках одного бренду, що притаманно саме крафтовим виробникам [1]. Враховуючи дану тенденцію регіональні підприємства можуть пріоритезувати для певних видів своєї продукції органолептичні властивості, незважаючи на вищу вартість. Одним з варіантів досягнення цікавих для споживача органолептичних властивостей в готовому пиву є використання різноманітних видів хмелю.

### 1.1.2. Види пива та узагальнена технологія виробництва

Процес виробництва пива складається з наступних етапів: підготовка солоду та ячменю; дроблення солоду та ячменю; приготування затору (затирання); фільтрування затору; кип'ятіння сусла з хмелем; відділення сусла від хмелевої дробини; освітлення та охолодження сусла; зброджування пивного сусла; доброджування та дозрівання пива; освітлення пива та розлив.

Згідно нормативної документації, ДСТУ 3888:2015 “Пиво. Загальні технічні умови. З поправкою” [7] в Україні пиво розділяють на:

- залежно від кольору виробляють трьох типів: світле, напівтемне та темне, та пше-ниче — двох типів: світле та темне.
- фільтроване та нефільтроване (нефільтроване — на освітлене та неосвітлене);
- за способом обробки — на пастеризоване та непастеризоване;
- залежно від масової частки спирту, одержаного внаслідок бродіння охмеленого сусла, без його додавання, поділяють на безалкогольне та слабоалкогольне.

Сучасна класифікація пива - за способом бродіння (рис. 1.1.4).

Пиво низового бродіння створюється при низьких температурах (5-15 °C). Це дає йому легкий, чистий смак, прозорість і тривалий термін зберігання. Лагер та Пільзнер – класичні представники цього типу.

Пиво верхового бродіння – найстаріший вид пива, якому необхідні більш високі температури бродіння (15-20 °C). При верховому бродінні утворюється багато вищих спиртів та ефірів, що позначається на смаку та ароматі пива.

Окремо виділяють змішане бродіння (“ди́ке”). В цьому випадку бродіння відбувається під дією пивних дріжджів і мікроорганізмів, які потрапляють в проміжний продукт та приймають участь у зброджуванні екстракту. Передбачається тривале бродіння в відкритих чанах або дубових бочках при безпосередньому контакті сусла з деревиною і повітрям зовні. Так отримують кислі хмільні, а також змішані напої з фруктовими смаками.



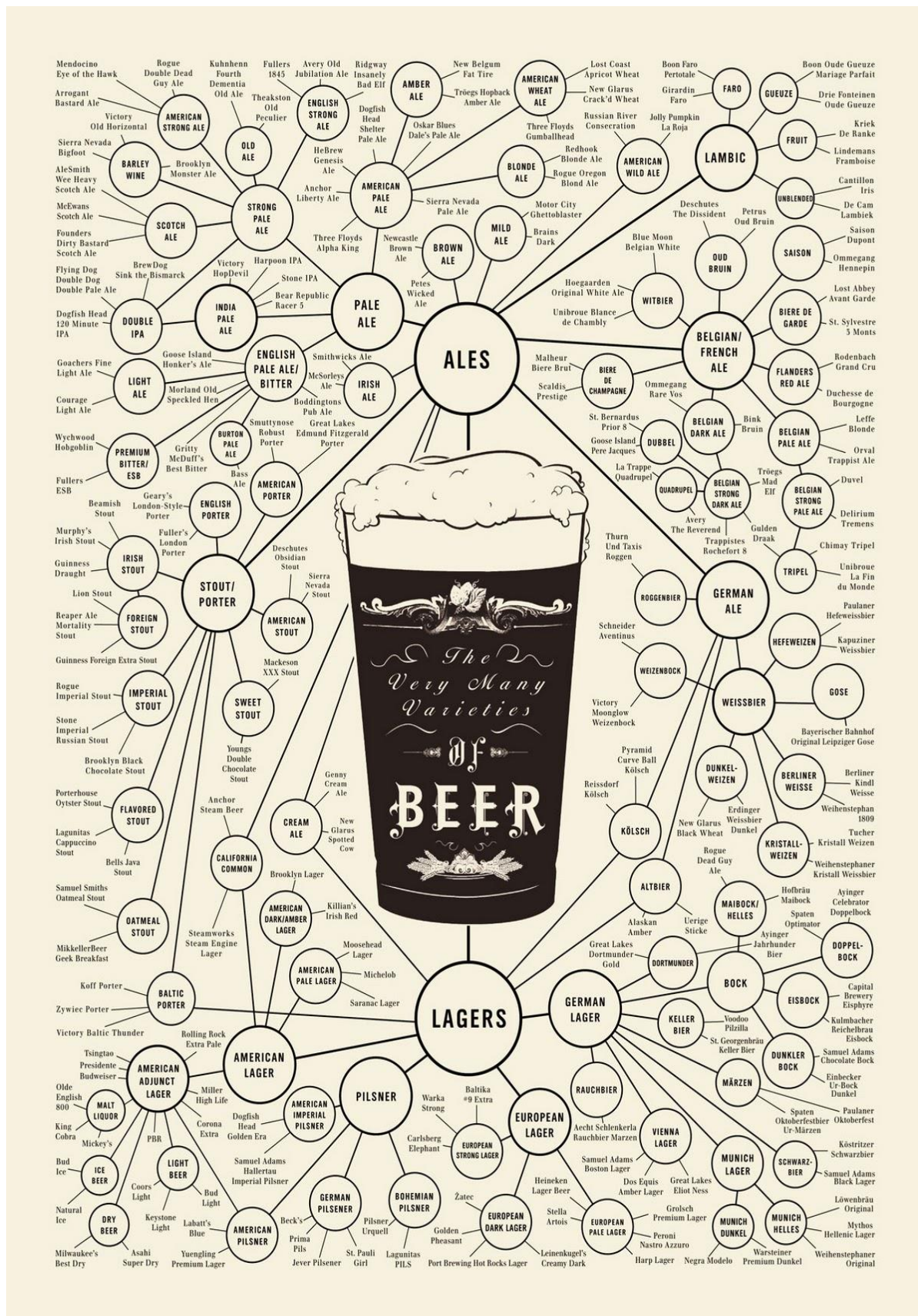


Рисунок 1.1.4 - Світова класифікація пива за стилями та способами бродіння [8]

Схема технології виробництва пива представлена на рисунку 1.1.5.

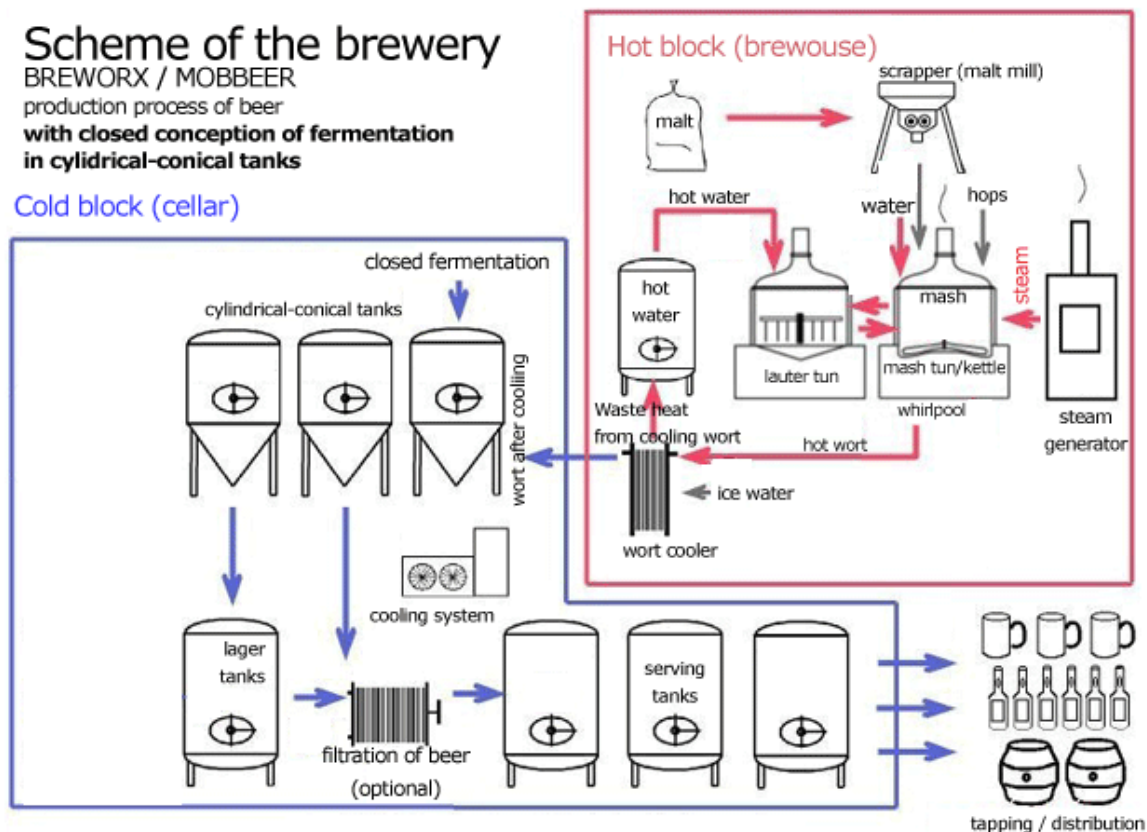


Рисунок 1.1.5 - Принципова схема виробництва пива

На смак готового пива впливає багато факторів: особливості сировини, специфічність проведення кожної технологічної операції, чистота технологічного обладнання. Неможливо виділити основні та другорядні фактори, оскільки кожен має ґрунтовну базу формування та результат впливу. Усі смакові компоненти, що знаходяться у пиві, діють разом і разом вони відповідальні сенсорне сприйняття продукту.

### 1.1.3 Хміль як основна смако-ароматична сировина

В фокусі даної роботи знаходиться хміль як смако-ароматична сировина, яка здатна суттєвим чином впливати на ідентичність смаку готового пива. Використання хмелю має велике значення для пивоваріння, оскільки речовини, що містяться в ньому, не тільки привносять характерний смак гіркоти, але і здатні



впливати на аромат, мікробіологічну стійкість, а також на піноутворення та помутніння[9]. Внесення ароматичних та смакових речовин хмелю в пиво вимагає ретельної оцінки – не тільки на аналітичному рівні, але й за допомогою органолептичних випробувань щодо інтенсивності та якості. Хмелевий аромат (аромат олії хмелю) характерний для пива, є найважливішим критерієм якості [10].

З ботанічної точки зору - це рослина, яка відноситься до роду виткових. У пивоварінні застосовують суцвіття жіночих рослин, яка мають назву хмелеві шишки. Хміль - дводомна вітрозапильна багаторічна рослина з розвиненою надземною частиною та потужною кореневою системою [11].

Сорти хмелю повинні відповідати багатьом критеріям, основні з яких це висока та стабільна врожайність, стійкість до хвороб та шкідників, придатність до інтенсивного механічного використання, наявність необхідних для пивоваріння речовин ( $\alpha$ -кислоти,  $\beta$ -кислоти, поліфеноли, ксантогумол). Сорти мають мати відмінні пивоварні властивості, можливість перероблятися у хмелепродукти, тривале зберігання без втрат речовин.

Будова шишки хмелю представлена на рисунку 1.1.6.



Рисунок 1.1.6 - Будова шишки хмелю: 1 - шишка хмелю; 2 - шишка хмелю в розрізі; 3 - лупулінові зерна; 4 - веретенце; 5 – пелюстки [12]

Кожна дозріла шишка, довжиною 3 - 7 см складається із пелюсток (покривних та приквіткових), на оболонках зав'язі, веретенці та на передквітниках

і передлистках формуються лупулінові залозки-зерна, в яких синтезуються смоли і ефірні олії, які виділяються під кутикулу. У зрілих шишках лупулінові залозки желеподібні та виділяють золотисто-жовтий секрет [12].

Шишки містять гіркі смоли та ефірні олії, що надають пиву гіркоту та ароматичні властивості. Основні властивості хмелевої шишки наведені в табл. 1.1.1.

Колір лупуліну є зовнішньою ознакою якості, а його кількість – ознакою продуктивності хмелю. Свіжі лупулінові зерна мають блискучу поверхню, яка з часом змінюється. Жовто-зелене забарвлення переходить у жовто-червоне, а згодом і в червоно-коричневе (у старого хмелю). Зміна кольору супроводжується втратою як блиску, так і аромату. Це зумовлюється процесами окислення цінних речовин хмелю, після чого він втрачає цінність для пивоваріння [13].

Склад хмелю та особливість застосування роблять вирішальний вплив на якість виробленого пива. Найважливішими складовими хмелю є гіркі смоли і ефірні олії, які і надають пиву особливу гіркоту і ароматичні властивості.

Таблиця 1.1.1 - Властивості хмелевої шишки

Частина шишки	Властивості
Плодоніжка	Має бути коротка.
Стрижень	Зигзагоподібний вигнутий стрижень.
Квітки	На кожному згині сидять майже невидимі квіти з великими пелюстками. Якщо хміль запліднений, тут утворюється насіння. Запліднений хміль має більш розкрити шишку.
Пелюстки	Жовто-зелене листя яйцеподібної форми. Пелюстки утворюють шишку.
Лупулін	Жовта клейка речовина, що міститься в прицвітній лусочці, яка розташована між стрижнем та пелюсткою. Лупулін містить всі компоненти хмелю, важливі приготування пива (крім дубильних речовин).

В таблиці 1.1.2 приведений хімічний склад висушених хмельових шишок.

Таблиця 1.1.2 - Хімічний склад висушених хмельових шишок

Назва компонента	Масова частка, %
Вода	10-14
Клітковина	12-16
Азотисті речовини	15-24
Безазотисті речовини	25-30
Зола	6-9
Хмелеві смоли	10-20
Альфа-кислоти	2-16
Бета-фракція	6-9
Гамма-тверді смоли	2-3
Поліфеноли (дубильні) речовини	2-5
Ефірні олії	0,2-0,38

В процесі виробництва пива задачу хмелю можна умовно розділити на 2 призначення:

- для гіркоти;
- для ароматики.

З точки зору гіркоти важливими компонентами хмелю є  $\alpha$ - та  $\beta$ -кислоти.  $\alpha$ -кислоти (гумулони) роблять найбільш вагомий внесок в “гіркому” охмеленні. Для отримання даної характеристики хміль повинен пройти тривалий контракт з суслом при кип'ятінні. В цьому процесі нерозчинні  $\alpha$ -кислоти ізомеризуються до розчинних ізо- $\alpha$ -кислот, які в свою чергу сприяють формуванню гіркоти.  $\beta$ -кислоти, які знаходяться в лупулінових залозах хмелю також приймають участь у формуванні гіркоти, але не в такій значній мірі, як  $\alpha$ -кислоти. Вміст  $\alpha$ - та  $\beta$ -кислот в пиві залежить від сорту та кліматичних умов вирощування. [14] Кількість хмелю, необхідну для отримання бажаного ступеня гіркоти розраховують за вмістом  $\alpha$ -кислоти.

Головним показником визначення типу хмелю, є співвідношення гірких бета-кислот до альфа-кислот. Для ароматичного хмелю воно є більш ніж 0,9, для гіркого — менше ніж 0,7.

- гірко-ароматичні - вміст  $\alpha$ -кислоти – 7...11%;
- тонко-ароматичні – вміст  $\alpha$ -кислоти – 2,5...7,5%.

Враховується також склад компонентів ефірної олії. Ароматичні властивості хмелю обумовлені наявністю ефірних масел. Їх вміст складає 0,5 - 1,2 %, залежно від сортових особливостей. Хмелева ефірна олія представляє собою суміш вуглеводнів, кисневих та сірковмісних компонентів. Вуглеводні складають 40-80% від загальної кількості олії. Основними компонентами хмелевих ефірних олій є мірцен, фарнезен, каріофілен та гумулен (табл. 1.1.3).

Таблиця 1.1.3 - Властивості вуглеводневих речовин хмелю

Речовина	Температура кипіння, °C	Поріг чутливості	Характеристика аромату
<b>β-мірцен</b> $C_{10}H_{16}$	166 – 168	0,40 мг/дм <sup>3</sup>	Гіркий ароматний, слабкий аромат хмелю, пряний, трав'яний
<b>β-каріофілен</b> $C_{15}H_{24}$	254 – 257	0,60 мг/ дм <sup>3</sup>	Пряний, благородний хмелевий аромат
<b>β-фарнезен</b> $C_{15}H_{24}$	260	0,65 мг/ дм <sup>3</sup>	Пряний, благородний хмелевий аромат
<b>α-гумулен</b> $C_{15}H_{24}$	263 – 266	0,80 мг/ дм <sup>3</sup>	Солодкуватий, пряний аромат
<b>лімонен</b> $C_{10}H_{16}$	176	0,01 мг/дм <sup>3</sup>	Свіжий цитрус
<b>β-оцимен</b> $C_{10}H_{16}$	176-178	40 мг/дм <sup>3</sup>	Квітковий, тропічний, зелений, терпкий та деревний
<b>β-пінен</b> $C_{10}H_{16}$	165-167	0,14 мг/дм <sup>3</sup>	Хвойний

**Мірцен.** Високолеткий та малорозчинний в негіркому пиві компонент. Частково втрачається на етапі переробки. Краще зберігається в гіркому пиві. Поріг смакового сприйняття - 30 - 100 мкг/дм<sup>3</sup>. Вміст в низькоохмеленому пиві - декілька мкг/дм<sup>3</sup>, в високоохмеленому - 20 - 200 мкг/дм<sup>3</sup>. Надає аромат від смолянистого, хвойного, трав'яного, зеленого і пряного до цитрусового та квітового тонів. Враховуючи леткість, для збереження мірценової ароматики варто застосовувати режим сухого охмелення. Таким чином утворюється аромат зеленого хмелю з цитрусовими тонами, хоча може утворитись хвойний відтінок. В ефірній олії його міститься від 28 до 72 %.

**Фарнезен.** В найменшій кількості серед інших компонентів міститься хмелі (до 1 %). Має високу температуру кипіння (95 - 125 °C). Надає аромат зеленого яблука, квітово-фруктовий, цитрусовий. При окисленні проявляється деревний і

навіть пліснявий запах. Швидко окиснюється і найкраще проявляється при пізньому внесенні, або при додаванні після кип'ятіння.

**Каріофілен.** Температура кипіння - 129 °С. У хмелевій ефірній олії його міститься від 10 до 23 %. Надає пряного аромату, землистих нот та тон деревини, властивий чорному перцю та гвоздиці. Також може надавати пиву виноградний, периковий або ванільний характер.

**Гумулен.** Традиційна олія благородних сортів хмелю. Надає трав'янистий смак та аромат. При нетривалому кипінні надає пиву легкий пряний присмак. Вміст в ефірній олії – від 9 до 60%

Вибір хмелю за описом смако-ароматичних характеристик пиву є розповсюдженим. Для надання цитрусових нот, зокрема, підходить хміль Мандарина Баварія. Даний сорт хмелю характеризується легкими фруктовими нотами з вираженим ароматом мандарини та цитрусу. Мандарина Баварія - це відносно молодий німецький вид хмелю, який був виведений в Хеллі у 2012 році. Виведення даного сорту було здійснено у зв'язку із запитом зі сторони крафтових пивоварів [15].

За складом компонентів ефірних олій його характеристика може виглядати наступним чином [16]:

- Гумулен - 5,1 %.
- Мірцен - 70 %.
- Каріофілен - 1,7 %.
- Фарнезен - 1 %.

Враховуючи характеристику компонентів ефірних масел хмелю можна зробити висновок, що результат охмелення на пряму залежить від відсоткового вмісту складових та підбору способу охмелення.

### 1.1.3. Хмелепродукти і їх використання у пивоварінні

Зберігання пресованих шишок хмелю потребує великих площ сировинного складу, у якому необхідно забезпечити сталі кліматичні умови. Крім того, використання пресованого хмелю створює на виробництві ризикову з точки зору

мікробіологічного забруднення зону (хмелевідціжувач). Тому на сьогодні ледола доля підприємств України та світу використовує у виробництві продукти переробки хмелю.

Основними продуктами переробки хмелю є:

- гранули типу 90, збагачені лупуліном,
- гранули тип 45, ізомеризовані гранули,
- екстракти: етанольні, вуглекислотні, ізомеризовані,
- хмельова олія,
- емульсії ефірних олій.

Переага використання хмелепрепаратів:

- завдяки застосуванню гомогенних хмелепродуктів можна отримати рівномірну гіркоту пива;
- хмелепродукти можна зберігати практично необмежений час;
- можна підвищити вихід гірких речовин;
- хмелепродукти вимагають менших витрат на їх транспортування та зберігання;
- завдяки застосуванню хмелепродуктів стають непотрібними хмелевідбірники;
- хмелепродукти можна дозувати автоматично.

Найбільшою популярністю користуються саме натуральні хмелепродукти - гранули, етанольні та вуглекислі екстракти. Найбільш раціональним способом переробки є саме гранулювання [12].

**Існує 2 види гранул хмелю:** тип 90 та тип 45 (рис. 1.1.7).

Гранули *тип 90* є ідентичними за хімічним складом до шишок хмелю. Це шишки хмелю висушені до вологості 7-9% і подрібнені на частинки розміром 1-5 мм. Гранули *типу 45* є гранулами з підвищеним вмістом лупуліну. Для цього перемелену сировину заморожують до мінус 35°C (щоб залози не лопнули) і чотириразово просіюють. В результаті відходи у вигляді листя і стрижнів відокремлюються, і виходить половина маси шишок з лупуліновими зернами. Необхідність їх виробництва виникла через те, що більшість сортів хмелю, які вирощуються в світі, мають низький вміст альфа-кислот [12].



Рисунок 1.1.7 - Гранули хмелю

**Екстракти хмелю** – це хмелепродукти, отримані із сировини шляхом екстракції, тобто вилучення із застосуванням органічного розчинника, який згодом видаляється. Екстракти хмелю мають високу концентрацію  $\alpha$ -кислоти – 20-40%. Застосування такого виду сировини не потребує кип'ятіння з суслом [17]. Таким чином простіше коригувати гіркоту на пізніх етапах пивоваріння.

#### **1.1.4. Вплив способів внесення хмелю в сусло і пиво на органолептичні показники якості готового напою**

За класичною технологією хміль задається на стадії кип'ятіння сусла або у вигляді одноразового засипу, або в кілька порцій (2-3). При цьому остання порція задається за 5-15 хвилин до кінця кип'ятіння або під час перекачування сусла в гідроциклонний апарат для зниження втрат ароматичних речовин.

При додаванні в кипляче сусло хмелю досягається ізомеризація  $\alpha$ -кислоти в ізо- $\alpha$ -кислоту, завдяки чому пиво набуває бажаної гіркоти. При цьому важливо дотримуватись визначеного технологією регламенту задачі хмелю, який враховує:

- дозування;
- момент внесення;
- спосіб внесення.

Необхідно враховувати, що додані гіркі речовини не повністю залишаються у готовому пиві - вони частково втрачаються у процесі виробництва. Ступінь



ізомеризації  $\alpha$ -кислоти в ізо- $\alpha$ -кислоту зі збільшенням тривалості кип'ятіння збільшується, але швидкість ізомеризації знижується. Навіть через 2 год кип'ятіння повна ізомеризація не завжди досягається. Розчинність  $\alpha$ -кислоти зі збільшенням значення рН зростає. Внесені гіркі речовини хмелю тільки частково переходять у пиво. При цьому вихід гірких речовин хмелю залежить від технології (тривалості кип'ятіння, величини тиску, рН) [14].

Для розробки регламенту внесення хмелю слід визначити:

- якими порціями слід вносити хміль;
- коли вносити ці порції;
- які сорти вносити спочатку, а які кінці кип'ятіння

Якщо застосовують кілька сортів, то завжди спочатку вносять гіркий хміль, щоб максимально використовувати під час переробки його високий потенціал  $\alpha$ -кислоти. Перше внесення хмелю служить для надання гіркоти. Хміль з найкращим ароматом (ароматичний) доцільно вносити в останню чергу. Ароматичний хміль вносять в кінці кип'ятіння або у вірпул. При внесенні ароматичного хмелю у вірпул рекомендується підтримувати температуру сусла 80 °С. Тим самим зберігаються бажані для того чи іншого сорту пива цінні хмелеві олії [14].

Якщо хміль вносять саме таким чином, в результаті отримують цілу низку переваг:

- покращення властивостей піни;
- підвищений вихід ізо- $\alpha$ -кислоти;
- збільшення частки ароматичних компонентів хмелю;
- збільшення вмісту неізомеризованої  $\alpha$ -кислоти (близько 2,7 мг/дм<sup>3</sup>) і, отже, підвищення мікробіологічної стабільності [14].

Для пива з невеликим вмістом гірких речовин та приглушеним хмелевим ароматом хміль частіше вносять за один прийом *на початку кип'ятіння сусла*. Іноді його вносять через 5-10 хв після початку варіння, щоб ініціювати коагуляцію білків і цим трохи знизити втрати гірких речовин при утворенні суспензій гарячого сусла. При цьому можна отримати специфічний смак більш круглу гіркоту пива.



Існує спосіб *поетапного внесення хмелю*, у два прийоми: 70-80% задається на початку кип'ятіння або через 10- 20 хв після його початку, а 30-20% – за 10-30 хв до закінчення кип'ятіння.

Для переходу хмелевих олій з ароматичних екстрактів смол у форму, розчинну в пиві, ефективним може виявитися *раннє внесення хмелю перед кип'ятінням* або попередня термообробка (щоб уникнути осадження екстракту) в ємності для дозування хмелю протягом 1-2 год при температурі 70°C [14].

Останнім часом завдяки розвитку крафтового пивоваріння відроджуються старі способи охмелення сусла – охмелення першого сусла (first wort hopping) і охмелення затору (mash hopping).

Оскільки леткі речовини ефірної олії хмелю значною мірою втрачаються через окислення під час кип'ятіння сусла, хмелеві гранули додають приблизно за 10 хв. перед кінцем кип'ятіння в сусловарильний апарат (тобто *«пізнє» охмелення*), а іноді хміль навіть додають на стадії освітлення сусла, щоб надати пиву інтенсивний аромат хмелю. Цей аромат пізнього охмелення зазвичай характеризується квітковим-цитрусовим букетом.

*Охмелення в гідроциклонному апараті.* Іноді хміль задають після кип'ятіння в гаряче сусло під час його обертання у вірпулі. За цей час хміль встигає запаритися у гарячому суслі та рівномірно розподіляється по всьому його об'єму. Така технологія дозволяє максимально ароматизувати сусло хмелем, тому що через відсутність кип'ятіння аромат не випаровується.

Найбільш цінними для пивоваріння, які надають пиву особливої гіркоти і максимального збереження ароматичних компонентів є традиційне (раннє та пізнє охмелення в сусловарильному апараті та охмелення у вірпулі).

*Сухе охмелення* на етапі доброджування і дозрівання дозволяє пивоварам максимізувати аромати хмелю та видалити хміль перед розливом у тару. Більшість пивоварів не додають хміль на ферментацію, оскільки більша частина хмелю може бути абсорбована дріжджами, знижуючи ефективність сухого охмелення. При використанні ЦКБА дріжджі можуть бути зібрані в конусі і видалені перед додаванням хмелю [18].

В рамках технології пивоваріння практикується операція з підкислення затору. Підкислення проводять до рівня 5,2...5,4 одиниць рН з метою інтенсифікації роботи ферментів при затиранні [14]. Разом з тим, розглядаючи вплив якості води на смак пива, варто відзначити, що іонний склад має значення.

#### **1.1.4 Підкислення сусла в пивоварінні**

Зокрема, у смакоутворенні важливу роль відіграє показник рН сусла, а, відповідно, і його кислотність [19]. Таким чином, операція підкислення затору несе подвійне значення: вплив на роботу ферментів та вплив на смако-ароматичні властивості готового продукту. Для підприємств, які не практикують підкислення затору варто розглядати питання підкислення при використанні нової сировини.

#### **1.1.5 Стійкість і стабілізація пива та продуктів бродіння**

Зріле виброджене пиво необхідно стабілізувати для подальшої реалізації. Дана операція дає позитивні показники щодо стійкості готового продукту.

Тим не менше, стабільність частіше пріорітезується і варто виділити 2 найпоширеніших способи стабілізації:

- фільтрування;
- пастеризація.

Розповсюджений спосіб фільтрування з використанням діатоміту. Такий спосіб забезпечує значне видалення дріжджів зі збродженого пива і забезпечує продовження процесу його зберігання. На відміну від пива, яке прийнято називати «живим», фільтроване через діатомітовий шар пиво має підвищену мікробіологічну та колоїдну стійкість. Ще кращі результати щодо стійкості показує пиво, для стабілізації якого використовують обробку на сепараторі, додатки до діатоміту (сілікагелі) та трап-фільтри [20].

Пастеризація передбачає нагрівання пива до 55 – 70 °С протягом визначеного часу. Хоча сучасні технології дозволяють проводити пастеризацію без зміни органолептичних властивостей, для такого стану речей пиво повинно бути

попередньо підготовлене. Зміну смаку в пиві викликає високий вміст мальтотріози, білкових речовин [21]. Тобто, порівнюючи пастеризацію з лагерним пивом, яке попередньо не фільтрували, вона несе значний вплив на органолептичні показники готового продукту.

Хоча стабільність готового продукту є необхідною, використання фільтрувальних матеріалів та пастеризації зумовлює зменшення фізіологічної цінності та погіршення органолептичних якостей продукту [22, 23].

Основною задачею для досягнення мікробіологічної стійкості є відділення дріжджової клітини від пива. Така необхідність виникає не лише у пивоварів, а і у виноробів. Зокрема, при виробництві шампанського зброжене сухе вино розливають у пляшки, додають тиражну суміш, яка складається з лікеру (цукрового сиропу) та дріжджів та закупорюють.

Важливими є 2 деталі: корок повинен мати внутрішній ущільнювач, а пляшки після закупорювання повинні бути розміщені «кришкою вниз» під кутом 45 °С. В процесі зберігання пляшки регулярно повертають на четверть обороту за годинниковою стрілкою і різко на 1/8 проти. Дані умови та процес забезпечують стягування дріжджів у внутрішній ущільнювач корка.

Після завершення ремюажної витримки пляшку розкорковують та під тиском дріжджова, зібрана в ущільнювач відділяється від основного продукту [24].

Відділення дріжджів від продукту забезпечує підвищену мікробіологічну стабільність продукту, що робить його більш конкурентоспроможним на ринку.

## **1.2 Методологія досліджень**

### **1.2.1 Програма досліджень**

Програма дослідження представлена на рисунку 1.2.1.

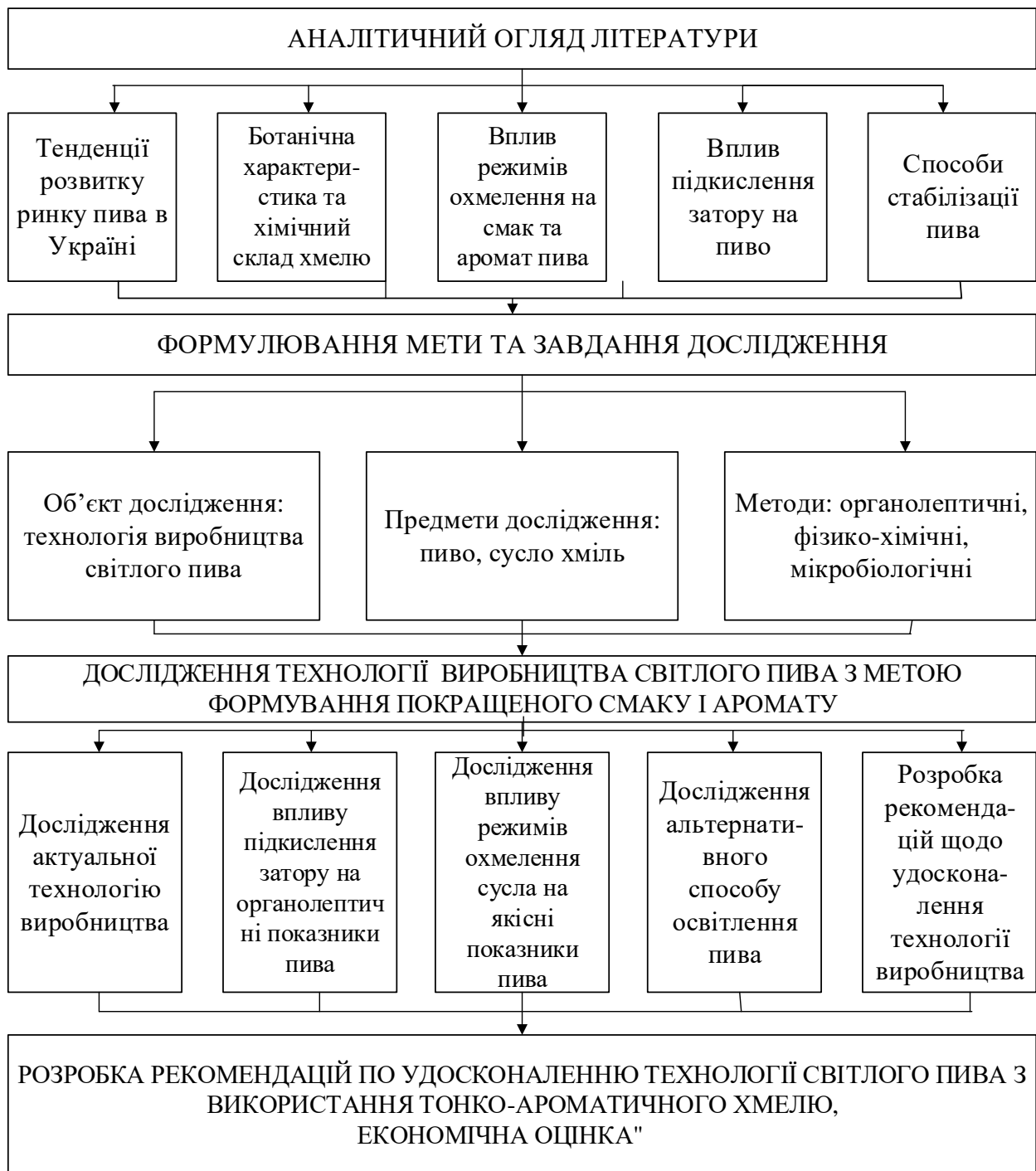


Рисунок 1.2.1 - Програма дослідження

На першому етапі проводили літературні дослідження з таких питань: вирощування та ботанічна характеристика хмелю, його хімічний склад та властивості, використання хмелепродуктів у пивоварінні, вплив способів охмелення на смак і аромат пива.

На другому етапі сформулювали мету, задачі досліджень, а також обирали об'єкти і методи випробовувань.

*Об'єкт дослідження:* технологія виробництва світлого пива низового бродіння.

*Предмет дослідження:* органолептичні показники пива, показники стабільності.

*Мета дослідження:* удосконалення технології виробництва світлого пива з підкресленням органолептичних властивостей, які надає йому тонко-ароматичний хміль Мандарина Баварія (Mandarina Bavariya).

*Завдання дослідження:*

1. Провести аналіз літературних джерел щодо складу та властивостей тонко-ароматичних хмелів, зокрема хмелю Мандарина Баварія.
2. Провести аналіз існуючої технології виробництва пива.
3. Визначити технологічні параметри, які впливають на органолептичні показники та потребують зміни для удосконалення якості готового продукту.
4. Провести аналіз органолептичних показників якості готового пива з використанням хмелю Мандарина Баварія.
5. Порівняти органолептичні характеристики пива виготовленого за загальноприйнятими схемами та при використанні хмелю сорту Мандарина Баварія.
6. Провести апробацію визначених технологічних змін у виробничому процесі.
7. Розробити рекомендації щодо необхідних додаткових заходів для впровадження запропонованої технології.
8. Провести техніко-економічний аналіз результатів.
9. Сформулювати висновки та перспективи подальших досліджень.

Дослідження проводились на базі підприємства ПрАТ “Славутський пивоварний завод”.

### **1.2.2 Матеріали, методи та методики дослідження**

Для виробництва продуктів, які були досліджені, використовувалась наступна сировина та метаріали:

1. Підготовлена (зnezалізнена) вода (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [25].
2. Солод ячмінний вищого сорту з відповідними показниками якості, визначеними ДСТУ 4282:2018 [26].

3. Гранульований хміль Мандарина Баварія (Mandarina Bavariya).

Тип 90, 2023 року врожаю, згідно ДСТУ 7028:2009 [27].

Вміст альфа-кислот - 7,2 %.

Вміст b-кислоти: - 5,9%.

Когумулон: - 31-35% .

Олія: - 2,1 - 2,3 мг / 100 грам сухого хмелю.

Хміль Мандаріна Баварія - виведений у Німеччині в 2012 році. Кінцевою метою селекціонерів було виведення нового сорту з максимальним цитрусовим ароматом і високим вмістом олії в хмелі, з чим вони впоралися на відмінно. *Аромат:* лимон, папайя, мандарин, грейпфрут, манго. *Застосування:* Ароматичний хміль, дуже ароматний як для європейського хмелю, часто застосовується для сухого охмелення для надання пиву унікального аромату. *Використання:* Всі сорти пива.

4. Дріжджі низового бродіння *Saccharomyces cerevisiae* раса RH. Клітини овальні або округлі, 7,8 -9,6 мкм; розташовуються поодинокі, парами або короткими ланцюжками, сильнозброджуючі, кінцевий ступінь зброджування 80 – 85 %. Добре освітлюють пиво, середньостійкі до інфекцій, температура головного бродіння 10 – 12 °С [28].

5. Кислота молочна, згідно ДСТУ 4621:2006 [29].

В рамках даної роботи було проведено дослідження підготовленого сусла, пива низового бродіння (лагерного), освітленого та фільтрованого.

Для проведення аналізів використовувався ряд методів для визначення показників якості. Перелік методів та методик визначення представлений в таблиці 1.2.1.

*Метод органолептичної оцінки* ґрунтується на візуальному оцінюванні зовнішнього оформлення, зовнішнього вигляду, прозорості, смаку і аромату пива органолептично. Органолептичні властивості пива і відповідність його конкретному виду визначають за 25-бальною шкалою. Згідно з цією шкалою ,за відмінної оцінки пиво повинно отримати таку кількість балів у розрізі показників якості: прозорість – 3, колір – 3, смак – 5, хмельова гіркота – 5, аромат – 4, піна та насиченість діоксидом вуглецю – 5 [30,31].

Таблиця 1.2.1 – Методи та методики визначення якісних показників

Показник	Метод	Методика
Смак	Органолептичний	Внутрішньо затверджений Порядок дегустації ДСТУ 3888:2015 [30] ДСТУ 7103:2020 [31]
Аромат		
Колір		
Хмельова гіркота		
Піноутворення		
pH	Потенціометричний	ДСТУ 4852 [32]
Титрована кислотність	Титрометричний	ДСТУ 4852 [32]
Залишковий екстракт	Дистиляційний, пікнометричний	ДСТУ 7104:2023 [33]
Ступінь зброджування	Дистиляційний, пікнометричний	Методика визначення ступеня зброджування [34]
Стійкість	Візуальний	ДСТУ 4850:2020 [35]

Випробування. Зовнішній вигляд пива визначають візуально на відповідність вимогам нормативних документів на готову продукцію.

Зовнішній вигляд та прозорість пива, визначають у склянці, в яку його попередньо переливають і розглядають у прохідному світлі.

Аромат і смак пива визначають органолептично, одразу після наливу проби за температури  $(12,0 \pm 2,0) ^\circ\text{C}$  у дегустаційний келих. Оцінюють відповідність аромату і смаку вимогам нормативного документа для даного типу пива.

*Визначення якості піноутворення (висота піни та піностійкість).* Сутність методу ґрунтується на вимірюванні висоти і стійкості піни в пиві, налитому впевну місткість з певної висоти за температури  $(12 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Для визначення висоти піни і піностійкості стакан зовнішнім діаметром 70-75 мм і висотою 105-110 мм встановлюють на штатив з кільцем, укріпленим на стійці штатива горизонтально

на такій висоті, щоб відстань від верхньої площини кільця до краю склянки дорівнювала 25 мм. При наливанні пива в стакан горловина пляшки має лежати на кільці штатива так, щоб пиво наливалось в центр склянки. Пиво наливають в приймач спокійно, не нахиляючи пляшку, до досягнення піною краю склянки (повний збіг площини піни з площиною краю склянки). У момент утворення різкого розмежування між шаром піни і пивом негайно вимірюють лінійкою висоту шару піни в міліметрах, одночасно включають секундомір і стежать за осіданням піни. Секундомір зупиняють при появі в шарі піни розрідження до поверхні пива або спадання шару піни по всій поверхні до утворення плівки. Піностійкість виражають цілим числом хвилин або округлюючи отриманий результат до 30 с. Результату виміру висоти піни виражають у “мм”, заокруглюючи отримане значення до останньої вагової цифри 0 або 5 [30,31].

Повнота смаку, колір, аромат, піноутворення були визначені органолептичним методом. Досліджувані зразки були представлені внутрішній дегустаційній комісії. Дегустаційна оцінка проводиться відповідно до внутрішньо затвердженого Порядку дегустації. Бальна оцінка проводилась за критеріями, представленими в таблиці 1.2.2.

Для оцінки необхідних (притаманних) смако-ароматичних властивостей, отриманих завдяки використанню хмелю Мандарина Баварія використовувались характеристики кола ароматів, представлені на рисунку 1.2.2. Розробка єдиної термінології та об'єднання загальних понять у формі колеса ароматів та смаків пива, робить проведення органолептичної оцінки пива більш упорядкованим. Оцінка хмелевого аромату пива до сих пір обмежувалася найчастіше такими характеристиками: фруктовий, квітковий, цитрусовий, трав'янистий, пряний хмелевий, а також деякими особливими відтінками характерними для певного сорту. Ці відтінки оцінюються за шкалою інтенсивності від нуля до п'яти. Вони виявляються у хмелі та у пиві залежно від моменту внесення хмелю [9]. Зокрема для досліджуваного хмелю притаманним та бажаним є фруктовий та цитрусовий аромат.



Таблиця 1.2.2 – Критерії оцінювання показників при дегустації

Показник	Органолептична характеристика	Бальна оцінка
Прозорість (оцінюється лише для фільтровано го пива)	Прозоре з блиском	3 (відмінно)
	Прозоре без блиску, поодинокі дрібні зависи (пилоподібні)	2 (добре)
	<del>Слабоопалесцентне</del>	1 (задовільно)
	Дуже опалесцентне, каламутне	0 (незадовільно)
Колір	Відповідає типу пива, знаходиться на мінімально встановленому рівні для даного типу	3 (відмінно)
	Відповідає типу пива, знаходиться на середньому рівні	2 (добре)
	Відповідає типу пива, максимально допустимий для даного типу пива	1 (задовільно)
	Не відповідає типу пива	0 (незадовільно)
Аромат	Відмінний аромат, відповідає типу пива	4 (відмінно)
	Добрий аромат, що відповідає типу пива, але недостатньо виражений	3 (добре)
	В ароматі помітні сторонні відтінки	2 (задовільно)
	Виражені сторонні відтінки	1 (незадовільно)
Показник	Органолептична характеристика	Бальна оцінка
Прозорість (оцінюється лише для фільтровано го пива)	Прозоре з блиском	3 (відмінно)
	Прозоре без блиску, поодинокі дрібні зависи (пилоподібні)	2 (добре)
	<del>Слабоопалесцентне</del>	1 (задовільно)
	Дуже опалесцентне, каламутне	0 (незадовільно)

Продовження таблиці 1.2.2

Колір	Відповідає типу пива, знаходиться на мінімально встановленому рівні для даного типу	3 (відмінно)
	Відповідає типу пива, знаходиться на середньому рівні	2 (добре)
	Відповідає типу пива, максимально допустимий для даного типу пива	1 (задовільно)
	Не відповідає типу пива	0 (незадовільно)
Аромат	Відмінний аромат, відповідає типу пива	4 (відмінно)
	Добрий аромат, що відповідає типу пива, але недостатньо виражений	3 (добре)
	В ароматі помітні сторонні відтінки	2 (задовільно)
	Виражені сторонні відтінки	1 (незадовільно)



Рисунок 1.2.2 – Коло ароматів

Визначення водневого показника (рН). Значення рН в досліджуваних зразках було визначено потенціометричним методом за допомогою лабораторного рН-метра.

Визначення масової концентрації титрованих кислот. Метод заснований на нейтралізації кислоти, що міститься в зразку, гідроксидом натрію (гідроксидом калію) в присутності фенолфталеїну до появи рожевого забарвлення.

Залишковий екстракт та ступінь зброджування визначались методом перегонки зразків з подальшими розрахунками.

Стійкість пива визначалась шляхом розміщення зразків в термостат та щоденного візуального моніторингу змін.

### **1.3 Результати досліджень**

#### **1.3.1 Дослідження показників якості пива, виготовленого за актуальною технологією**

Нефільтроване розлите пиво, виготовлене за актуальною технологією, яка представлена в підрозділі 2.1 було оцінено внутрішньою дегустаційною комісією. Оцінка проводилась відповідно до Положення про дегустаційну комісію підприємства. З огляду на те, оцінювалось пиво нефільтроване, була використана 22-бальна шкала, середні бали відповідають наступним значенням:

- 9...12 – незадовільно;
- 12...15 – задовільно;
- 16...19 – добре;
- 20 – 22 – відмінно.

Результати представлені в таблиці 1.3.1.

Примітки членів дегустаційної комісії та загальні обговорення свідчать про те, що в загальному пиво має добрі органолептичні показники, однак, хміль Мандарина Баварія, який використовується при виробництві даного виду пива, не проявляється так, як цього очікували. Цитрусовий аромат не виражений, відповідно, пиво схоже на базовий класичний лагер.

Таблиця 1.3.1 – Загальні результати дегустації пива, виготовленого за класичною технологією

Колір (0-3)	Аромат (1-4)	Смак (2 – 5)	Хмельова гіркота (2 – 5)	Піно- утворення (2 - 5)	Загальний бал
3	2	4	5	4	18 (добре)

Примітки членів дегустаційної комісії та загальні обговорення свідчать про те, що в загальному пиво має добрі органолептичні показники, однак, хміль Мандарина Баварія, який використовується при виробництві даного виду пива, не проявляється так, як цього очікували. Цитрусовий аромат не виражений, відповідно, пиво схоже на базовий класичний лагер.

### 1.3.2 Дослідження впливу молочної кислоти на інтенсивність смако-ароматичних властивостей охмеленого сусла

Для проведення дослідження було приготоване лабораторне сусло за методикою ДСТУ 4282:2018 [3].

Всього було підготовлено 4 зразки з різною концентрацією внесеної молочної кислоти, дані представленні в таблиці 1.3.2. Підкислення проводили молочною кислотою під час затирання на етапі підвищення температури до 63 °С.

мл 0,1 NaOH / 100 мл

Таблиця 1.3.2 – Характеристика зразків сусла

Номер зразка	Об'єм зразка затору, мл	Об'єм молочної кислоти, мл	pH сусла, од. pH	Титрована кислотність сусла, мл 0,1 NaOH / 100 мл
1/1	400	0	5,79	1,2
1/2	400	0,05	5.7	1,3
1/3	400	0,1	5,63	1,4
1/4	400	0,15	5.55	1.5

В кожен із зразків було внесено хміль Мандарина Баварія за 10 хвилин до кінця кипіння. Метою роботи дегустаційної комісії було визначення оптимальної концентрації внесення молочної кислоти для підкислення сусла та виявлення зразка, в якому найбільш виражені очікувані смако-ароматичні властивості використаного в дослідженні сорту хмелю. Очікуванням є виражений фруктовий, мандариновий цитрусовий аромат, який гармонійно доповнює гіркоту.

Оцінка проводилась за показниками аромату та повноти смаку. З огляду на показники, які були визначені (колір та аромат), отримані середні бали в результаті дегустації зразків відповідають наступним значенням:

- 3...4 балів – незадовільно;
- 5...6 балів – задовільно;
- 7...8 бали – добре;
- 9 балів – відмінно.

Сумарні результати дегустації представлені в таблиці 1.3.3.

Таблиця 1.3.3 – Результати дегустаційної оцінки зразків

Номер зразка	Аромат (1 - 4 балів)	Смак (2 – 5 балів)	Середній бал
1/1	2	3	5 (задовільно)
1/2	3	3	6 (задовільно)
1/3	4	5	9 (відмінно)
1/4	4	5	9 (відмінно)

Дегустаційною комісією було відмічено, що в зразках 1/3 та 1/4 найбільше виражені ароматичні та смакові властивості, притаманні хмелю Мандарина Баварія, зразки отримали оцінку «відмінно». Враховуючи результати оцінки зразків дегустаційною комісією, було прийнято рішення про підкислення затору, відповідно до зразку 1/3. Зразок 1/4, в якому найкраще проявлені ароматичні властивості, має виражений кислий смак, що не відповідає уявленню дегустаційної комісії про даний сорт пива.

У виробничих умовах налив складає 40 гл. Відповідно, було проведено перерахунок кількості молочної кислоти, необхідної для підкислення затору у

виробничих умовах:

400 мл – 0,1 мл

40 гл (4000000 мл) - 1000 мл

### **1.3.3 Дослідження впливу способу внесення хмелю на смако-ароматичні властивості пива**

Для проведення досліду було підготовлено 2 зразки підкисленого сусла (за результатом досліду 1).

При виробництві зразка № 2/1 була дотримана класична рецептура та технологія виробництва (2.1.1). Тонко-ароматичний хміль (3,5 кг на 70 гл гарячого сусла) було внесено за 10 хв до завершення кипіння.

При виробництві зразка № 2/2 в класичну технологію було внесено зміну щодо задачі тонко-ароматичного хмелю. Ідентичну порцію хмелю було внесено після завершення процесу кипіння в сусловарильний котел. Далі сусло додатково настоювали 10 хв.

Для чистоти експерименту в усі зразки були задані дріжджі 3-ої генерації з ідентичними показниками якості та кількості. Були дотримані ідентичні умови бродіння та доброджування:

- Температура головного бродіння – 10 °C.
- Тривалість головного бродіння – 7 діб (зниження видимого екстракту до 5,2 %).
- Витримка в лагерному танку – 28 діб.

Дегустація зразків проводилась дегустаційною комісією підприємства. Зразки були оцінені на етапі завершення лагерного дозрівання (28 днів). Оцінка проводилась за показниками, актуальними для нефільтрованого пива: колір, аромат, повнота смаку, хмелева гіркота та піноутворення. Оцінка проводилась відповідно до Положення про дегустаційну комісію підприємства. З огляду на оцінювані показники середні бали відповідають значенням:

- 9...12 – незадовільно;
- 12...15 – задовільно;

- 16...19 – добре;
- 20...22 – відмінно.

Результати дегустації представлені в таблиці 1.3.4.

В результаті дегустації було встановлено, що характерні органолептичні характеристики, які надає хміль Мандарина Баварія були яскраво виражені в зразку 2/2, який отримав 21 бал, що відповідає значенню «відмінно» (рис. 1.3.1).

Таблиця 1.3.4 – Результати дегустаційної оцінки зразків з різними режимами охмелення

№ зразка	Колір (0 - 3)	Аромат (1 - 4)	Смак (2 - 5)	Хмельова гіркота (2 - 5)	Піно- утворенн я (2 - 5)	Середній бал
2/1	3	2	5	4	4	18 (добре)
2/2	3	4	5	4	5	21 (відмінно )

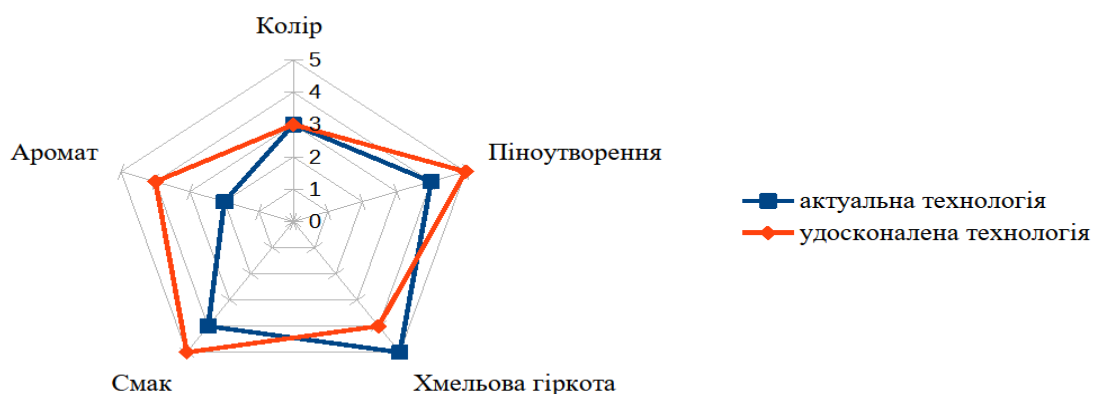


Рисунок 1.3.1 - Порівняльна характеристика зразків пива, виготовленого за актуальною та удосконаленою технологією

Відповідно, режим задачі тонко-ароматичного хмелю після кип'ятіння з додатковим настоюванням визначений як більш ефективний.

Крім того, дослід № 2 дозволив об'єктивно для витриманого лагерного пива оцінити результат дослід 1. В рамках обговорення відмічено, що проявлення ароматичних властивостей в зразках 2/1 та 2/2 проявлено краще, ніж при виробленні пива без підкислення суслу.

### *Висновок*

В результаті проведених досліджень було визначено оптимальний об'єм молочної кислоти для проведення підкислення затору та обрано ефективний режим задачі тонко-ароматичного хмелю Мандарина Баварія. Отримані результати дають змогу максимально ефективно використовувати найдорожчу сировину у виробництві пива.

### **1.3.4 Дослідження процесу дозрівання на органолептичні показники пива та стійкість**

Для проведення дослід 1 лагерне пиво було поміщено в пляшки, які витримують високий тиск. Пляшки закоркували кронен корком з довгим пластиковим ущільнювачем (бідюль). Пиво в пляшках було поміщено на експериментальну установку, у якій пляшка знаходилась під кутом близько 45°, фото установки представлене на рисунку 1.3.2.

Тару та корки було оброблено дезінфекційним розчином з метою знезараження. Пробовідбірний кран знезаражували шляхом фломбування, після чого було здійснено розлив зразків в попередньо оброблену тару. Зразки були розлиті з лагерного танку на 23-ій день витримки, закупорені та розміщені на експериментальній установці. Пляшки щоденно прокручували на 1/4 обороту з метою стягування дріжджового осаду в пластиковий ущільнювач.

На 5-ий (зразок 3/1), 10-ий (зразок 3/2) та 15-ий (зразок 3/3) день проводилось розкорковування 2-ох пляшок з метою зняття дріжджового осаду. З однієї пляшки відбиралась проба для проведення лабораторного аналізу. Пляшки повторно



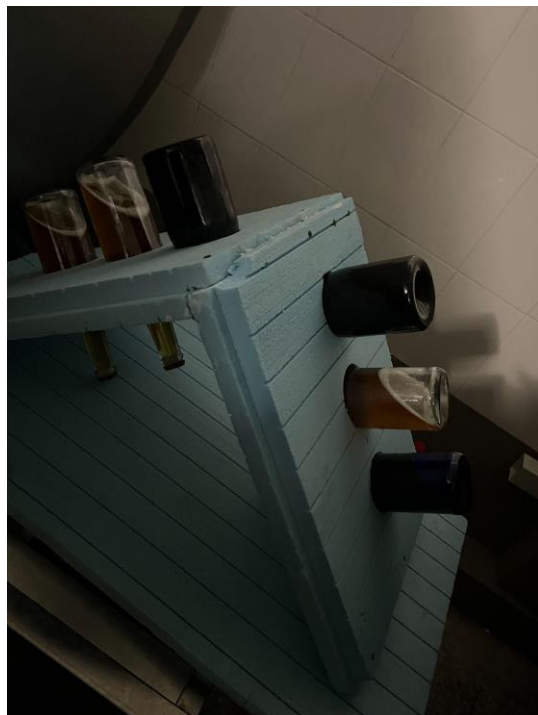


Рисунок 1.3.2 – Експериментальна установка для дозрівання та освітлення пива

закупорювали, одна з них була представлена на внутрішній дегустації, інша – відправлялась в термостат для визначення стійкості.

Оцінка результату дослідження проводилась шляхом дегустації, на якій було представлено 3 експериментальні зразки та контрольний (пиво, фільтроване на кізельгуровому фільтрі). Оцінка проводилась відповідно до Положення про дегустаційну комісію підприємства. З огляду на оцінювані показники та кількість дегустаторів, загальний бал має значення:

- 9...12 – незадовільно;
- 12...15 – задовільно;
- 16...19 – добре;
- 20...22 – відмінно.

Дані щодо дегустаційної оцінки експериментальних зразків та контролю представлені в таблиці 1.3.5.

Таблиця 1.3.5 – Результати дегустаційної оцінки зразків досліду 3

№ зразка	Колір (0 - 3)	Аромат (1 - 4)	Смак (2 - 5)	Хмельова гіркота (2 - 5)	Піноутво- рення (2 - 5)	Середній бал
3/1	3	3	3	4	4	17 (добре)
3/2	3	4	4	4	4	19 (добре)
3/3	3	4	5	5	4	21 (відмінно)
Контроль	3	2	4	5	5	19 (добре)

За результатами досліджень побудовано діаграму (рис. 1.3.3)

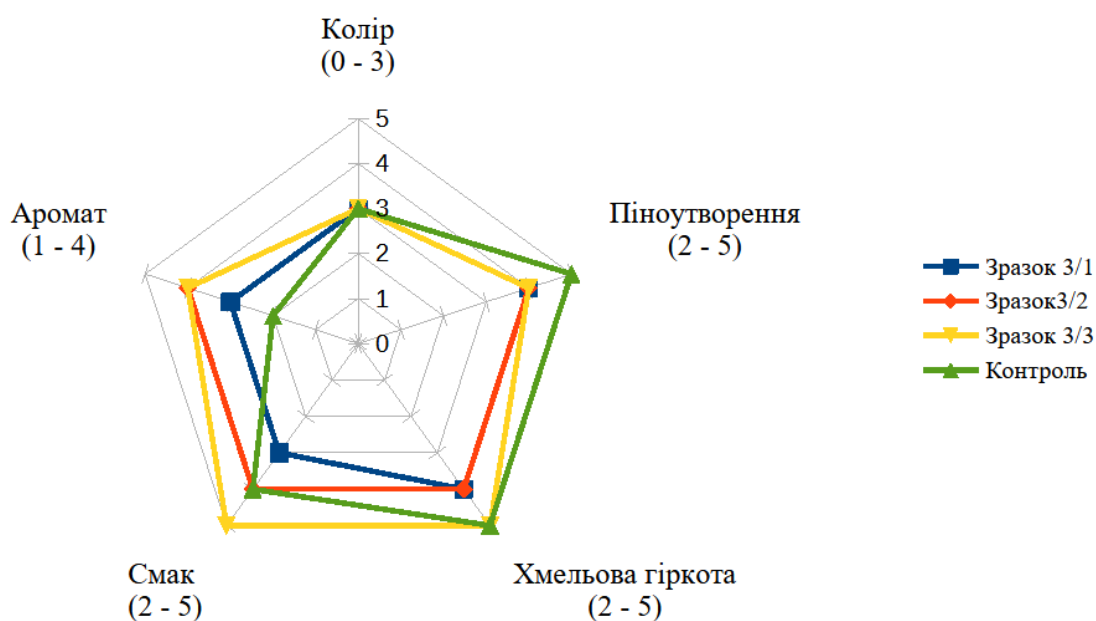


Рисунок 1.3.3 - Діаграма якісних характеристик досліджуваних зразків пива

В результаті дегустації було визначено, що експериментальні зразки 3/2 та 3/3 мають кращі органолептичні показники в порівнянні з контрольним. Зразок 3/1 має гірше піноутворення, що може бути пов'язано з необхідністю пристосуванням дріжджів до зміни умов, а також нетривалою витримкою після впливу фактору зменшення піни (розлив в пляшки).

*Фізико-хімічний аналіз.* В рамках фізико-хімічного аналізу зразків було визначено показники титрованої кислотності, кінцевого ступеня зброджування, вмісту залишкового екстракту та об'ємний вміст алкоголю. Експериментальні зразки порівняно за відповідними показниками з контрольним зразком.

Контрольний зразок – розлите, попередньо фільтроване на кізельгуровому фільтрі пиво. Дані щодо фізико-хімічного аналізу представлено в таблиці 1.3.6.

Таблиця 1.3.6 – Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків

№ зразка	Сумарна витримка на доброджуванні, діб	Титрована кислотність, мл 0,1N NaOH/100 мл	Ступінь зброджування, %	Вміст залишкового екстракту, %	Вміст алкоголю, об. %
3/1	28	1,5	43,45	6,616	3,298
3/2	33	1,6	47,53	6,235	3,465
3/3	38	1,6	48,25	6,125	3,585
Контроль	28	1,6	48,57	6,096	3,610

В результаті фізико-хімічного аналізу встановлено, що пиво в експериментальних та контрольному зразках мають однакові показники кислотності. Ступінь збродження, залишковий екстракт, об'ємний вміст алкоголю зразка 3/1 свідчать про найменше збродження. Разом з тим зразки 3/2, 3/3 та контроль зброджені краще, але незначною мірою відрізняються за даним показником.

*Мікробіологічний аналіз.* В рамках мікробіологічного аналізу було проведено мікроскопію для визначення кількості дріжджових клітин в пиві. Експериментальні зразки порівняли з контрольними зразками. Контрольний зразок 1 – лагерне пиво до проведення експерименту. Для відбору контрольного зразка пробовідбірний кран обробили шляхом фломбування, після чого пиво було розлите в стерильну пляшку. Контрольний зразок 2 – розлите, попередньо фільтроване на кізельгуровому фільтрі пиво. Дані щодо мікробіологічних показників та стійкості представлені в таблиці 1.3.7.

Визначено, що кількість дріжджових клітин в експериментальних зразках пива прямопропорційно знижується зі збільшенням тривалості витримки (рис. 1.3.4).

Таблиця 1.3.7 – Мікробіологічний аналіз та стійкість дослідних зразків

№ зразка	Витримка в пляшці, діб	Кількість дріжджових клітин, клітин/мл	Стійкість, діб
3/1	5	150 тис	6
3/2	10	40 тис	9
3/3	15	20 тис	15
Контроль 1	0	390 тис	3
Контроль 2	-	Не виявлено	16

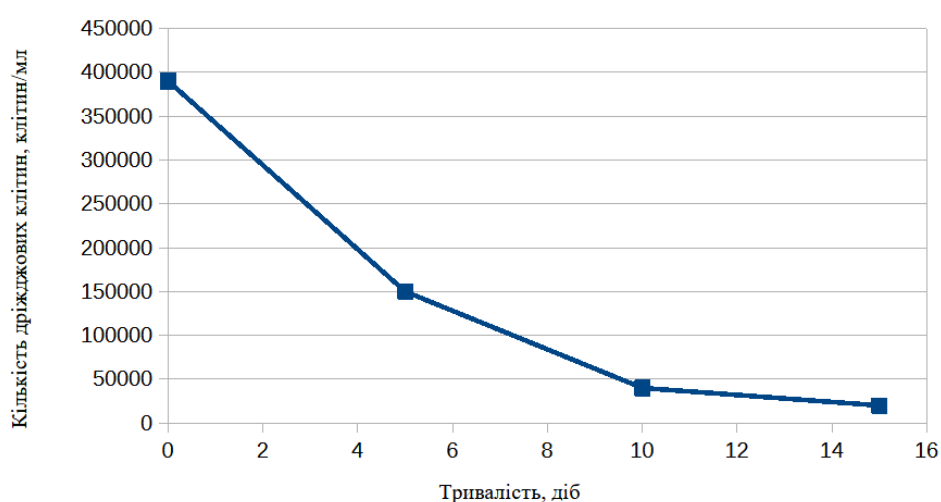


Рисунок 1.3.4 - Динаміка кількості дріжджових клітин в дослідних зразках

Фізико-хімічний та мікробіологічний аналіз слід розглядати комплексно в контексті стійкості пива. Хоча ступінь зброджування і залишковий екстракт в зразках 3/2 та 3/3 є практично однаковими, нижчий вміст дріжджових клітин в зразку 3/3 в результаті забезпечує тривалішу стійкість. В порівнянні з контрольним зразком 2, стійкість експериментальних зразків є меншою.

## Висновки до розділу 1

Огляд та аналіз літературних джерел показав, що хміль надзвичайно складна сировина, загальна кількість хмелевих сполук становить не менше 440. Кількісний вміст та якісний склад гірких речовин, ефірної олії і фенольних сполук в шишках хмелю залежить від селекційного сорту, погодних умов в період формування і дозрівання шишок, кількості внесених мінеральних добрив.

При виборі способу охмелення важливо розглядати сортові особливості та склад хмелю. Хімічний склад хмелю, зокрема вміст ефірної олії, гірких речовин та поліфенолів безпосередньо впливають на якість пива та залежать від сорту, району вирощування, погодних умов і можуть змінюватися, тому варто досліджувати дози та режими внесення хмелю. Характер хмелевого смаку та аромату на сьогодні далекий від повного розуміння. Аромат, який є характерним для традиційного пива чи виготовленого за певною технологією та рецептурою є предметом дискусії пивоварів і досі.

Аналіз літературних джерел дозволив сформулювати мету і завдання досліджень роботи. Мета: удосконалення технології виробництва світлого пива з підкресленням органолептичних властивостей, які надає йому тонко-ароматичний хміль Мандарина Баварія.

В результаті проведених дослідів було обрано оптимальну кількість молочної кислоти для підкислення суслу та підібраний ефективний режим охмелення. Підкислення в об'ємі 1000 мл (1 л) на 40 гл наливу та використання настійного способу охмелення дозволило підкреслити органолептичні властивості пива, які йому надає хміль Мандарина Баварія.

Оптимальне підкислення та використання настійного способу охмелення суслу лягли в основу удосконалення технології виробництва світлого пива з використанням тонко-ароматичного хмелю.

Експериментальний спосіб доброджування позитивно відобразився на органолептичних показниках пива. Використання даного способу є інноваційним та ефективним в рамках збереження смакових та органолептичних властивостей. Виявлена закономірність: чим довше пиво витримувалось в пляшці – тим менша

кількість дріжджових клітин залишалась в пиві і, відповідно, тим більший показник стійкості мав готовий продукт. Стійкість експериментальних зразків є меншою за стійкість пива, фільтрованого через кізельгуровий фільтр, однак зразок, витриманий 15 діб в пляшці має вищий показник стійкості, ніж лагерне пиво та зразки, витримані 5 та 10 діб у аналогічних умовах.

Використання дослідженого методу освітлення можливе як альтернативний варіант завершення технологічного процесу виробництва пива. Такий продукт має кращі органолептичні властивості.

Враховуючи виявлений недолік (нижча стійкість, ніж в фільтрованому пиві) перспективи подальших досліджень слід розглядати з точки зору заходів, які дозволять його усунути, або нівелювати.

## Розділ 2

### Технологічна частина

#### 2.1 Загальна технологічна схема виробництва

Загальна технологічна схема виробництва пива світлого з використанням тонко-ароматичної сировини представлена на рисунку 2.1.1.

*Опис загальної технологічної схеми виробництва.*

##### 2.1.1 Зберігання та підготовка солоду.

Солод зберігається на складі солоду. Зі складу його передають в великий бункер місткістю 6 т. Задана (необхідна для однієї варки) кількість солоду надходить в проміжний бункер, де зберігається до початку процесу подрібнення.

Подрібнення. Дана операція проводиться на 2-валковій дробарці з метою подрібнення солоду на фракції з відповідними оптимальними значеннями:

- лузга та крупна крупка (55 %);
- мілка крупка (28 %);
- мука та пудра (17%).

*Опис загальної технологічної схеми виробництва.*

Вказані оптимальні значення можуть відрізнятися від реальних з невеликим відхиленням. Відповідність фактичного кількісного співвідношення фракцій дає змогу ефективно екстрагувати компоненти солоду та належним чином провести процес фільтрування затору. Подрібнений солод є засипом.

##### 2.1.2 Вода та водопідготовка.

На підприємстві передбачене централізоване водопостачання. Технологічна вода проходить попереднє очищення на механічному знезалізнюючому фільтрі.

Технологічна вода зберігається в двох баках, які обладнані нагрівальними змійовиками. Передбачено 2 шляхи надходження підготовленої води в варильне відділення:

1. На пряму в баки 1 та 2.

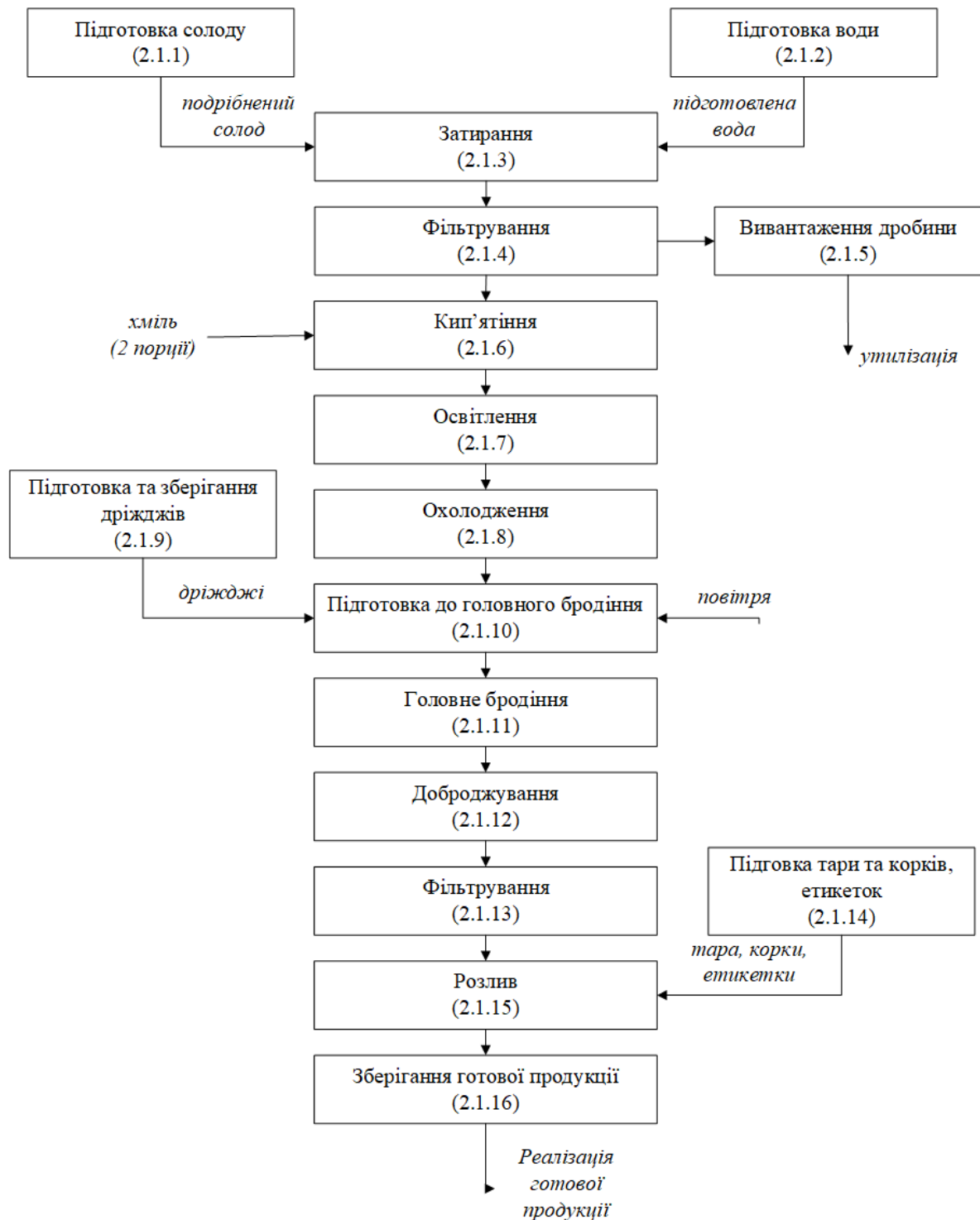


Рисунок 2.1.1 - Загальна векторна технологічна схема виробництва

## 2. Через теплообмінник в бак 2.

Другий шлях задіюється в процесі охолодження сусла, оскільки вода є додатковим холодоносієм при проведенні даної технологічної операції. Тобто, вже нагріта підготовлена вода, яка виконує технічну функцію, перекачується в бак, з якого її використовують в якості технологічної.



Воду використовують як налив (подається в заторний котел) та промивну (подається в фільтр-чан).

### 2.1.3 Затирання.

Затирання проводиться в заторному котлі з метою ферментативного гідролізу та екстрагування компонентів солоду. Під час процесу затирання мішалка працює постійно, крім витримки амілазної паузи. Підігрівання проводиться з динамікою 1 °C/хв.

В заторний котел подається вода з температурою 48 °C, коли кількість води в котлі досягає значення 1000 л, починається засипання подрібненого солоду. Гідромодуль затирання – 1:3. Процес затирання представлений в таблиці 2.1.1.

Таблиця 2.1.1 – Температурні паузи процесу затирання

Пауза	Температура, °C	Тривалість, хв
Цитолітична	48	15
Білкова	53	20
Мальтозна	63	40
Амілазна	72	30 (45; 60)
Меш-аут	78	0

Після надходження засипу та наливу в заторний котел затор підігрівається та витримується цитолітична пауза. При температурі 48 °C ефективно працюють цитолітичні ферменти, зокрема,  $\beta$ -глюканаза. Таке розщеплення необхідне для подальшої ефективної екстракції крохмалю, а також зменшення потенційно небезпечного фактору утворення термоактивного  $\beta$ -глюкану. По завершенню цитолітичної паузи затор підігрівається до 53 °C. При витримці даної температури ефективно працюють протеолітичні ферменти, які розщеплюють білок. Білок в процесі затирання розщеплюється на амінокислоти та більш висомолекулярні фрагменти. Амінокислоти є харчуванням для дріжджів, які забезпечують в подальшому процес бродіння. Високомолекулярні фрагменти білків зумовлюють піну пива.

Наступний етап – мальтозна пауза, яка проводиться при температурі 63 °C. При даній температурі активно працює  $\beta$ -амілаза, яка гідролізує крохмаль до

мальтози та мільтотріози. Мальтозу називають цукром головного бродіння, мільтотріозу – цукром доброджування. На відповідних назвам етапах дріжджі проводять розщеплення відповідних цукрів.

Після проведення мальтозної паузи затор підігрівається до 72 °С. На даному етапі активно працює  $\alpha$ -амілаза. Даний фермент гідролізує крохмаль до глюкози. Після базової витримки амілазної паузи (30 хв) проводиться йодна проба. Для отримання справедливих результату йодної проби необхідне розшарування затору, тому мішалка на даній паузі не працює.

Проведення йодної проби. Проба на йод проводиться з метою оцінки оцукрювання затору. Для даного випробування з затору відбирають 4 краплі зразка, охолоджують та додають 2 краплі розчину КІ. Оцінка результату та подальше ведення процесу визначається таблицею 2.1.2.

Таблиця 2.1.2 – Оцінка йодної проби

Колір	Значення результату	Дія
Синій	Наявність крохмалю	Додаткова витримка протягом 15 хв
Червоний	Наявність високомолекулярних декстринів	Додаткова витримка протягом 15 хв
Жовтий (без зміни кольору розчину йоду)	Відсутність реакції	Підігрівання

Якщо в результаті йодної проби було виявлено наявність крохмалю, або високомолекулярних декстринів – затор додатково витримується ще 15 хв при температурі 72 °С, по завершенню додаткової витримки йодна проба проводиться повторно. Даний процес триває до відсутності реакції (згідно з таблицею 2.1.2), після чого температуру затору збільшують до 78 °С.

78 °С - температура, при якій концентрований затор стає менш в'язким, що необхідно для інтенсифікації процесу фільтрування. З іншого боку при даній температурі не інактивується  $\alpha$ -амілаза, яка необхідна для подальшого гідролізу крохмалю, екстракція якого проходить в процесі фільтрування затору.

#### *2.1.4 Фільтрування*

Фільтрування проводиться у фільтр-чані. Метою даного технологічного процесу є екстракція компонентів зернового засипу та розділення твердої та рідкої фаз затору. Перед перекачуванням затору у фільтр-чан підситовий простір заповнюють технологічною водою з температурою 78 °С.

Розшарування. Перекачаний у фільтр-чан затор залишають на 30 хв без руху для осідання твердих частин на дно фільтр-чану.

Освітлення. Проводиться насосом мутного сусла. Оператор аналізує процес освітлення через індикаторне скло: коли сусло за візуальною оцінкою стало прозорим – процес завершують.

Фільтрування 1 сусла. Проводиться до визначеного об'єму заповнення сусловарильного котла. При досягненні даного об'єму перекачування припиняється.

*1 промивні води.* Технологічна вода з температурою 78 °С надходить у фільтр-чан, після чого верхній шар переміщується з метою покращення процесу екстракції. Після цього проводиться освітлення, аналогічно до освітлення 1 сусла. Освітлені 1 промивні води перекачують до визначеного об'єму у сусловарильний котел. *2 промивні води.* Процес проводиться аналогічно до попереднього.

#### *2.1.5 Вивантаження дробини*

Дробину вивантажують в бункер для дробини, де вона накопичується та передається фермерському господарству.

#### *2.1.6 Кип'ятіння*

Процес кип'ятіння проводиться в сусловарильному котлі з метою коагуляції білка та надання специфічних смакових та ароматичних властивостей, зумовлених хмелем. Головною умовою для ефективної коагуляції білка є забезпечення інтенсивного кип'ятіння. Хміль задають в 2 порції: 1 – для гіркоти; 2 – для ароматики. Для безпечного додавання хмелю в сусловарильному котлі передбачені спеціальні баки. Перша порція хмелю кипить не менше 1 год, друга – 10 хв. Окрім явної функції надання хмелем гіркоти та ароматики для готового продукту, дана сировина дає консервуючий ефект, що є важливим для слабоалкогольного напою.

По завершенню кип'ятіння сусло перекачують в гідроциклонний апарат.

### *2.1.7 Освітлення*

Процес освітлення проводиться в гідроциклонному апараті. Метою даного процесу є відділення коагульованого білка від сусла. Конструкцією гідроциклонного апарату передбачено правильний тангенціальний вхід, за рахунок чого сусло, яке перекачується з сусловарильного котла, закручується, що сприяє зосередженому осадженню коагульованого білка на дні обладнання. Після повного перекачування сусла його залишають в гідроциклонному апараті ще на 20 хв.

### *2.1.8 Охолодження*

Охолодження сусла – підготовчий до бродіння етап. Оскільки освітлене в гідроциклонному апараті сусло має високу температуру, її потрібно знизити до температури головного бродіння. Охолодження проводиться в потоці під час перекачування освітленого сусла з гідроциклонного апарату в відкритий бродильний чан.

### *2.1.9 Підготовка дріжджів*

Підприємство закуповує чисту культуру дріжджів. Розведення проводиться в лабораторних, а в подальшому у виробничих умовах.

Лабораторний етап розведення ЧКД. Триває 5 днів, проводиться в стерильному боксі мікробіологічного кабінету:

1. ЧКД + 10 мл сусла.
2. ЧКД + 100 мл сусла.
3. ЧКД + 1 л сусла.
4. ЧКД + 3 л сусла.
5. ЧКД + 8 л сусла.

На 6 день ЧКД передають на виробництво. В дріжджовому відділенні передбачена окрема ємність, в якій проводиться розведення ЧКД, додавання сусла проводиться наступним чином:

1. Додавання 1/3 ємності сусла (день 1).
2. Додавання 2/3 ємності сусла (день 2).
3. Додавання сусла до повного вмісту ємності (день 3).
4. Зливання зброженого сусла та додавання свіжого (після зброджування).

5. Зливання збродженого сусла та додавання свіжого (після зброджування).

6. Зливання збродженого сусла та додавання свіжого (після зброджування).

7. Переведення в чан + 25 гл сусла (після зброджування).

8. ЧКД + 45 гл сусла (на наступний день).

9. ЧКД + 60 гл сусла (на наступний день).

10. Зняття 1 генерації дріжджів, переведення в дріжджову ванну.

#### *2.1.10 Підготовка до головного бродіння*

Охолоджене сусло перекачується в бродильний чан. Кінець гусака встановлюється на розсіювач, за рахунок чого сусло аерується. Паралельно оператор задає дріжджі у визначеній кількості. Кількість дріжджів залежить від результатів якісного та кількісного мікробіологічного аналізу.

#### *2.1.11 Головне бродіння*

Головне бродіння проходить в чанах відкритого типу, які оснащені охолоджуючими змійовиками. На даному технологічному етапі зброджується основна кількість цукрів сусла в першу чергу глюкоза, далі – мальтоза. Головне бродіння проходить за температури 8 °С. Використовують дріжджі низового бродіння. Головне бродіння триває 9 - 10 днів. За цей час проходить ряд біохімічних перетворень, в результаті яких сусло перетворюється на молоде пиво. Візуально у відкритому чані можна спостерігати 4 етапи головного бродіння:

1. Забіл.
2. Стадія низьких завитків.
3. Стадія високих завитків.
4. Дека.

При досягненні вмісту сухих речовин 5 % молоде пиво охолоджують (для цього і передбачені змійовики) та проводять перекачування в лагерний танк.

#### *2.1.12 Доброджування*

Доброджування проводиться в лагерному танку. Температура в лагерному відділенні – 2 – 4 °С, температура пива при цьому не перевищує 6 °С. Даний

технологічний етап проводиться з метою подальшого зброджування цукрів дріжджами, надання фінальних органолептичних властивостей та насичення пива вуглекислим газом.

Процес доброджування контролюють аналізом тиску в танку, який повинен складати 0,65 бар. При даному тиску та температурі приміщення лагерного відділення 2 - 4 °С. Тиск в танку повинен бути сталим, що досягається шляхом налаштування шпунт-апарата.

Наявність шпунт-апарата передбачена конструкцією лагерного танка. Налаштування шпунт-апарата проводять наступним чином:

1. Аналіз актуального тиску в лагерному танку (повинен складати 0,65 бар).
2. При виявленні занадто високого тиску – стравлювання надлишкового вуглекислого газу через повітряну трубку.
3. При необхідності - прокручування шпунта. Залежно від необхідності ослаблення, або затягування.
4. Аналіз зміни тиску на наступний день.

Сталий тиск забезпечує необхідне насичення продукту вуглекислим газом, що важливо як для органолептики, так і для стійкості готового пива.

Загальна витримка пива в лагерному танку складає від 28 до 40 днів.

### *2.1.13 Фільтрування*

Фільтрування проводиться на пластинчастому фільтр-пресі, завантаженому фільтрувальними матеріалами: фільтр-картоном та кізельгуром. Метою даного процесу є відділення дріжджів від пива. Саме процес фільтрування сприяє збільшенню стійкості готового продукту. Застосування кізельгуру в процесі фільтрування пива можна розділити на 2 призначення: як намівний шар та як дозування. Кількість кізельгуру, який застосовується для намівання є сталим значенням, оскільки розраховується на площу фільтрувального картону. Для намівання використовують грубу та середню фракцію кізельгуру: 11 кг та 11 кг відповідно. Кількість кізельгуру, який використовують для дозування, розраховують, залежно від об'єму пива, який будуть фільтрувати. Для дозування

застосовують середню і тонку фракцію кізельгуру. Загальна вага кізельгуру на дозування – 150 г/гл. З цієї кількості 30 % - середня фракція, а 70 % - тонка фракція.

Швидкість намівання кізельгуру – 90 гл/год. Швидкість фільтрування – 60 гл/год. Для спостереження за коректним веденням технологічного процесу фільтрування фільтр-прес обладнаний манометрами на вході та виході з фільтра та індикаторним склом. Різниця тисків на вході та виході не перевищує 1,5 бар. Тиск на виході з фільтра поступово збільшується (біля 0,1 бар/годину) – це свідчить про нормальне протікання процесу. Через індикаторне скло спостерігають прозоре пиво без опалу.

Фільтроване пиво надходить в фарфас, де зберігається до розливу.

#### *2.1.15 Розлив*

Розлив пива проводиться в 4 види тари: кег, ПЕТ, скло та ж/б пляшка. Для проведення розливу на будь-якій лінії проводиться її попередня обробка, підготовка, в фарфас подається надлишковий тиск 2,3 атм. *Розлите пиво зберігається на складі готової продукції (2.1.16).*

## 2.2 Удосконалена технологічна схема виробництва

Удосконалена технологічна схема виробництва представлена на рисунку 2.2.1.

В результаті проведення дослідної частини роботи було запропоновано внесення змін в рецептуру, а саме, додавання молочної кислоти в об'ємі 1 л. Крім того, режим ароматичного охмелення був змінений на настоювання замість задачі в кінці кипіння сусла.

Досліджений альтернативний спосіб освітлення пива протягом 15 днів витриманого в плящі входить в удосконалену технологію виробництва як можливий варіант завершення процесу виробництва, оскільки не вимагає задіювання всього об'єму пива в лагерному танку.

Опис змін в удосконаленій технологічній схемі виробництва відповідно до пунктів на рисунку 2.2.1 представлений нижче.

Удосконалена технологічна схема виробництва відрізняється від загальної зміною режиму задачі ароматичної порції хмелю. Якщо в класичній технології 2 (ароматична) порція хмелю задається за 10 хв до кінця кипіння, то в даному випадку хміль задається після зупинки подачі пару в сусловарильний котел (фактично після завершення процесу кипіння). Це зумовлює введення нового процесу - настоювання (2.3.7). Також кінці кип'ятіння (2.3.6) за удосконаленою технологією проводять підкислення сусла.

На 23 день лагерної витримки удосконалена технологія передбачає розгалуження: за однією віткою проводять технологічні операції, аналогічно до загальної технології, за другою наявні нові операції.

До нових операцій відноситься розлив (2.3.14), освітлення (2.3.15), зняття осаду та додаткове закупорювання (2.3.16, 2.2.17). Опис нововведених операцій на «холодному етапі» представлений в підрозділі 1.3.3.



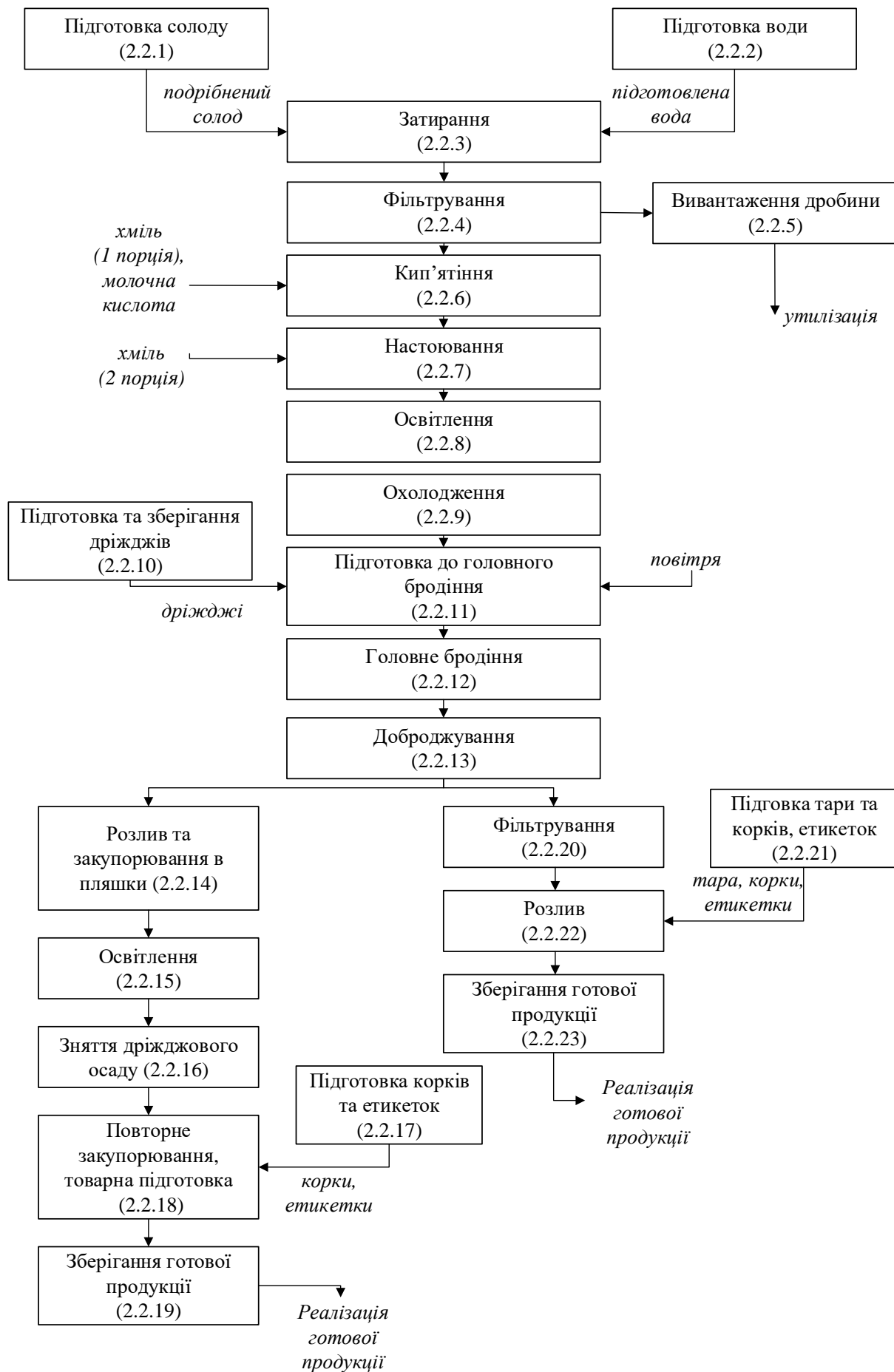


Рисунок 2.2.1 – Векторна схема удосконаленої технології виробництва

## 2.3 Контроль якості та безпечності на виробництві

### 2.3.1 Контроль якості на виробництві

Контроль якості здійснює виробнича лабораторія відповідно до затверджених схем фізико-хімічного і мікробіологічного контролю.

Фізико-хімічний контроль структурно поділяється на вхідний контроль, контроль параметрів технологічного процесу та контроль готової продукції. Схеми фізико-хімічного контролю представлені в таблицях 2.1, 2.2, 2.3.

Схема мікробіологічного контролю представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.3.1 – Вхідний фізико-хімічний контроль

Об'єкт	Показник	Періодичність	Метод визначення
Солод	Зовнішній вигляд	В кожній партії	Візуально
	Колір, смак, запах	В кожній партії	Органолептичний
	Наявність сертифіката якості, протоколів по показниках безпеки: - мікотоксини: Афлатоксин В1, Токсин Т2+ НТ2	В кожній партії	Наявність
	Прохід через сито 2,2х20 мм	В кожній партії	ДСТУ 4282 [26]
	Масова доля смітної домішки	" - "	ДСТУ 4282 [26]
	Кількість зерен: мучнистих, скловидних, темних	" - "	ДСТУ 4282 [26]
	Масова частка вологи	" - "	ДСТУ 4282 [26]
	Тривалість оцукрення	" - "	ДСТУ 4282 [26]
	Екстрактивність	" - "	ДСТУ 4282 [26]
	Лабораторне сушло: Колір Кислотність Прозорість Ступінь розчинення	" - "	ДСТУ 4282 [26]

Продовження таблиці 2.3.1

Вода питна	Органолептичні показники: запах, колір, каламутність  Протокол фізико – хімічних досліджень води питної  Протокол фізико –хімічних досліджень (повний виробничий контроль) в т.ч токсичні елементи: Pb, Cu, Zn, As, Cd, Co	Постійно оператор на робочому місці  1раз у квартал   1р на рік, або за вимогою	Операційний контроль на робочому місці  Протокол досліджень Славутського УВКГ  Протокол досліджень акредитованої лабораторії (надає УВКГ)
Вода технологічна (після ХВО)	Колір, прозорість, жорсткість	Кожної зміни	Візуально Титруванням термометром
Цукор	Цілісність пакування, маркування фасованих одиниць продукції, наявність сертифікату якості/сертифіката відповідності	В кожній партії	Наявність
	Вміст сухих речовин	В середній пробі від партії	ДСТУ 3659 [36]
	Масова частка вологи	"_"	ДСТУ 3659 [36]
	Колір, запах, смак	"_"	ДСТУ 4623 [37]
	Показники безпеки згідно Сертифіката відповідності чи наданих протоколів випробувань	В кожній партії	Сертифікат відповідності, Протоколи випробувань
Гранули хмелю	Цілісність пакування	Всі фасовані одиниці	Візуально
	Аромат, колір	В середній пробі від партії при прийманні	ДСТУ 7028 [27]
	Зараженість пліснявою та шкідниками	"_"	ДСТУ 7028 [27]
	Масова частка вологи	"_"	ДСТУ 7028 [27]
	Наявність сертифікатів якості	В кожній партії	Наявність
Пляшки скляні (нова тара)	Тип, колір, стан поверхні скла (потертість)	В кожній партії при прийманні	Візуально
	Прилипи скла, посічки, іногородці включення, відкриті, закриті пухирі	"_"	"_"
	Середня вага	"_"	"_"
	Повна місткість	"_"	"_"
	Показники безпеки відповідно до висновку СЕЕ	В кожній партії	Сертифікат (посвідчення) якості Висновок СЕЕ

Продовження таблиці 2.3.1

Пляшки скляні (зворотня тара)	Зовнішній вигляд та чистота зовнішньої та внутрішньої поверхні	В кожній партії	Візуально згідно вимог до якості зворотної тари
	Форма, тип (Євро-2)	“_”	“_”
КЕГ зворотній	Зовнішній вигляд, деформації та чистота зовнішньої поверхні, наявність маркування, пломби підприємства	В кожній партії	Візуально згідно вимог до якості зворотної тари
Преформа з ПЕТф	Зовнішній вигляд. Колір	В кожній партії	Візуально
	Вага, г	В кожній партії	Візуально
	Цілісність пакування	В кожній партії	Візуально
	Наявність сертифікату якості Показники безпеки згідно висновку СЕЕ	В кожній партії	Наявність Висновок СЕЕ
Пляшка ПЕТ	Зовнішній вигляд Запах. Форма. Колір	В кожній партії	ТУУ 22.2-21334136-001:2021
	Маса	В кожній партії	ТУУ 22.2-21334136-001:2021
	Геометричні розміри	В кожній партії	ТУУ 22.2-21334136-001:2021
	Номінальна місткість	1 раз на квартал	ТУУ 22.2-21334136-001:2021
	Повна місткість	1 раз на квартал	ТУУ 22.2-21334136-001:2021
	Герметичність	В кожній партії	ТУУ 22.2-21334136-001:2021
	Міцність на удар при вільному падінні	1 раз на півріччя	ТУУ 22.2-21334136-001:2021
	Відхилення паралельності площини торця горловини пляшки до площини дна	1 раз на півріччя	ТУУ 22.2-21334136-001:2021
	Відхилення від перпендикулярності вертикальної вісі пляшки по відношенню до площини дна	1 раз на півріччя	ТУУ 22.2-21334136-001:2021
	Наявність сертифікату якості Показники безпеки згідно висновку СЕЕ	В кожній партії	Наявність Висновок СЕЕ
Банка алюмінієва для напоїв	Зовнішній вигляд Форма.	В кожній партії	
	Маса	В кожній партії	
	Геометричні розміри	В кожній партії	
	Нанесена інформація (Маркування) на банці	В кожній партії	Згідно вимог чинного законодавства
	Наявність сертифікату якості Показники безпеки	В кожній партії	Наявність сертифікату якості

Продовження таблиці 2.3.1

Кришки - ПЕ для закупорювання пляшок ПЕТ, - Алюміні єві для банок алюмінієвих	Наявність сертифікату якості, висновку СЕЕ	В кожній партії	Наявність
	Маркування та цілісність пакування	В кожній партії	Візуально
	Зовнішня /внутрішня поверхня кришки, маса	В кожній партії	Візуально
	Показники безпеки згідно висновку СЕЕ	В кожній партії	Висновок СЕЕ
Кроненкорки	Наявність посвідчення про якість, гігієнічного висновку	В кожній партії	Наявність
	Маркування та цілісність пакування	В кожній партії	Візуально
	Зовнішній вигляд, логотип	В кожній партії	Візуально
	Показники безпеки згідно висновку СЕЕ	В кожній партії	Висновок СЕЕ
Плівка ПЕ термозбіжна багатошарова	Маркування та цілісність пакування	В кожній партії	Візуально
	Зовнішній вигляд, логотип	В кожній партії	Візуально
	Наявність сертифікату якості Показники безпеки згідно висновку СЕЕ	В кожній партії	Наявність Висновок СЕЕ
Етикетка (та плівка ПП з друком для)	Зовнішній вигляд, наявність інформації по маркуванню, позначення алергенів	В кожній партії при прийманні	Згідно з чинним законодавством та оригінал -макетом
	Наявність посвідчення про якість	В кожній партії	Наявність
Клей для етикеток	Наявність посвідчення про якість	В кожній партії	Наявність
	Маркування та цілісність упаковки	В кожній партії	Візуально
Чиста культура дріжджів	Наявність паспорта на культуру	В кожній партії	Візуально
	Маркування та цілісність пакування	В кожній партії	Візуально
Фільтрувальни й картон	Наявність сертифікатів якості та гігієнічних висновків	В кожній партії	Наявність
	Маркування та цілісність пакування	В кожній партії	Візуально
	Показники безпеки згідно висновку СЕЕ	В кожній партії	Висновок СЕЕ
Фільтрувальні матеріали (кізельгури)	Наявність сертифікатів якості та гігієнічних висновків	В кожній партії	Наявність
	Маркування та цілісність пакування	В кожній партії	Візуально
	Показники безпеки згідно висновку СЕЕ	В кожній партії	Висновок СЕЕ

Продовження таблиці 2.3.1

Мийно – дезінфекційні засоби	Наявність сертифікатів якості /висновку СЕЕ/паспорта безпеки/свідчення про реєстрацію	В кожній партії	Наявність
	Маркування, цілісність пакування	В кожній партії	Візуально
Ферментні препарати	Наявність протоколів досліджень по фізико – хімічних показниках та показниках безпеки	В кожній партії	Наявність
	Маркування, цілісність упаковки	В кожній партії	Візуально
	Показники безпеки згідно Звіту Державного управління справами медицини	В кожній партії згідно протоколу досліджень	Протокол досліджень/ Звіт
Вуглекислота	Наявність сертифікатів якості /висновку СЕЕ	В кожній партії	Наявність

Таблиця 2.3.2 – Фізико-хімічний контроль параметрів технологічного процесу

Об'єкт	Показник	Періодичність	Метод визначення
Хміль гранульований	Температура та вологість повітря в хмелевому складі	1 раз на 10 днів	Візуально за допомогою гігрометра
	Наявність плісняви	При передачі на виробництво	Візуально
Допоміжні матеріали при передачі на виробництво	Наявність маркування, контроль термінів придатності	При передачі на виробництво	Візуально
Солод	Масова частка вологи	Один раз на місяць	ДСТУ 4282 [26]
	Зараженість шкідниками, пліснявілі зерна		ДСТУ 4282 [26]
	Смітна домішка		ДСТУ 4282 [26]
	Тривалість оцукрення		ДСТУ 4282 [26]
	Екстрактивність		ДСТУ 4282 [26]
	Вміст дрібних зерен (прохід через сито 2,2x20 мм)		ДСТУ 4282 [26]
	Якість лабораторного суслу (прозорість, кислотність, рН, колір, кінцева ступінь зброджування)		ДСТУ 4282 [26]
	Ступінь розчинення		ДСТУ 4282 [26]

Продовження таблиці 2.3.2

Подрібнений солод	Співвідношення фракцій помелу	Один раз на декаду, або по потреби	Методична інструкція «Якість подрібнення солоду у варочному цеху»
Затор, сусло з фільтр чана, сусло після Вірпула	Кислотність, рН	При потребі	Методична інструкція Аналіз якості сусла у варочному цеху
Охмелене сусло із сусловарильного котла	Масова частка сухих речовин	1раз на 10днів	Методична інструкція Аналіз якості сусла у варочному цеху
	Повнота оцукрення		
	Кислотність, рН	3 кожної варки	
Молоде пиво	Температура	При передачі на доброджування	Термометром
	Освітлення		Візуально
	Видимий екстракт		Цукроміром
Лагерне пиво	Прозорість, смак, аромат	Перед подачею на фільтрування	ДСТУ 7103 [31]
	Кислотність, рН	Один раз на тиждень та перед подачею на фільтрування	ДСТУ 4852 [32]
	Масова частка спирту, дійсного екстракту, сухих речовин	Перед подачею на фільтрування	ДСТУ 7104 [33]
Розчин на пляшкомийній машині	Концентрація розчину лугу	Під час кожного розливу	Інструкція по визначенню концентрації лужного розчину для мийки пляшок, КЕГів
	Температура розчину лугу	Під час кожного розливу	Візуально
Розчин на КЕГовій установці	Температура розчину лугу	Під час кожного розливу	Візуально
	Концентрація розчину лугу	Під час кожного розливу	Інструкція по визначенню концентрації лужного розчину для мийки пляшок, КЕГів
	Температура води	Під час кожного розливу	Візуально

Продовження таблиці 2.3.2

Розчини на лініях ПЕТ та ж/б банки	Концентрація дезінфікуючого розчину	Під час кожного розливу	Інструкція по визначенню концентрації розчину пероксиду водню для мийки ПЕТф пляшок
Змивна вода після обробки обладнання	Залишки деззасобу	Оператори на робочих місцях- постійно. Технолог -1 р. на тиждень	Індикаторні смужки або якісні реакції

Таблиця 2.3.3 – Фізико-хімічний контроль готової продукції

Об'єкт	Показник	Періодичність	Метод визначення
Пиво з пляшки, КЕГи, ПЕТ, алюмінієвої банки	Зовнішнє оформлення, наявність обов'язкової інформації на маркуванні, маркування алергенів	В кожній партії	Візуально
	Наявність сторонніх включень		„_“
	Смак та аромат		ДСТУ 7103 [31]
	Піноутворення		ДСТУ 7103 [31]
	Масова частка спирту, дійсного екстракту і сухих речовин в початковому суслі		ДСТУ 7104 [33]
	Кислотність, рН		ДСТУ 4852 [38]
	Колір		ДСТУ 4852 [38]
	Повнота наливу		ДСТУ 7103 [31]
	Визначення об'єму пива в КЕГах		МВВ 03-01-02 «Визначення об'єму пива в бочках з нержавіючої сталі ваговим методом»
	Вміст вуглекислоти		ДСТУ 4850 [35]
	Стійкість		ДСТУ 4850 [35]
	Герметичність закупорювання		ДСТУ 7103 [31]
	Показники безпеки: - пестициди (алдрін, гептахлор) - радіонукліди ( Cs, Sr) - ГМО	1р/рік	Дослідження проводять спеціалізовані лабораторії акредитовані в установленому порядку



Під час проведення контролю якості готової продукції застосовуються плани  
вибіркового контролю із застосуванням статистичних методів згідно ДСТУ 4853.

Таблиця 2.3.4 – Схема мікробіологічного контролю виробництва

Об'єкт	Точка відбору проб	Метод аналізу	Поживне середовище	Показник	Об'єм матеріалу	Температура інкубації	Тривалість	Періодичність	Допустимий результат
Вода питна для виробництва	Основні лінії подачі води	Згідно МВ «Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води»		Загальне мікробне число,	1,0мл	30°C	48 год	1 раз на місяць	Не більше 100 в 1 см <sup>3</sup>
				Загальні колі форми	100мл	30°C	24 год		Не допуск.
				E. coli	100мл	30°C	48 год		Відсутність
				Ентерококки	100мл				Відсутність
				Наявність помутніння	10	28 ± 1°C	5 діб	1 раз на тиждень	Не менше 5 діб
Сусло	Після теплообмінника	Стійкість суслу Глибинний посів на щільні середовища	СПА	МАФАМ	1,0	24 ± 1°C	48 год	1 раз на тиждень	<300 КУО/см <sup>3</sup>
			СА з бромкрезоловим зеленим, або UBA	Дріжджі	1,0	24 ± 1°C	96 год	1 раз на тиждень	Відсутні
				Кислотоутворюючі бактерії	1,0	30 ± 1°C	72 год	1 раз на тиждень	Відсутні

Продовження таблиці 2.3.4

Сусло при розведенні ЧКД	Із стерилізатора після охолодження	Глибинний	СПА або МПА	МАФАМ	1,0	30 <sub>-</sub> + 1°С	48 год	Кожна партія	Відсутні
			СА з бромкрезоловим зеленим, або UBA	Дріжджі	1,0	24 <sub>-</sub> + 1°С	96 год	Кожна партія	Відсутні
				Кислотоутворюючі бактерії	1,0	24 <sub>-</sub> + 1°С	48 год	Кожна партія	Відсутні
Чиста культура дріжджів	При розведенні	Мікроскопіювання		Морфологія				Під час розведення ЧКД та вибірково	Відповідася расі
				Нежиттєздатні клітини					< 1 %
				Наявність бактерій					Відсутні
				Наявність диких дріжджів					Відсутні
				Кількість дріжджових клітин				За необхідністю	Фактична кількість

Продовження таблиці 2.3.4

Дріжджі, ЧКД	При розведенні	Поверхневий посів	Агар MRS, NBB	МКБ	0,1	27 <sup>+</sup> 1°С	6 діб	При підозрі на наявність бактерій	Відсутні
			СА/УВА з бромкрезолом ім зеленим і актидіоном	Кислото утворюючі бактерії	0,1	24 <sup>+</sup> 1°С	96 годин		
			СА з кристал фіолетовим, або середовище Тейлора	Дикі дріжджі роду Sacharomy - ces	0.1	24 <sup>+</sup> 1°С	48годин		
			Середовище з лізином, або УВА	Дикі дріжджі, які не віднос. До роду Sacharomy -ces	0,1	24 <sup>+</sup> 1°С	2 дні – 5 днів		
		Поверхневий посів			0,1	24 <sup>+</sup> 1°С	48 год	При підозрі на наявність бактерій	Відсутні

Продовження таблиці 2.3.4

Насіннєві дріжджі	Ємності для дріжджів	Мікроскопювання	Морфологія							Щоденно в процесі зберігання	Відпо-відає расі
			Нежиттєздатні клітини								Не більше 5 %
			Вміст глікогену								> 70%
			Наявність бактерій								Не більше 1%
			Наявність диких дріжджів								Відсутні
		Поверхневий посів на щільні середовища	Агар MRS , NBB	МКБ	0,1	27 <sup>+</sup> 1 <sup>°C</sup> <sub>-</sub>	6 діб	При підозрі на наявність бактерій	Відсутні		
			CA/UBA з бромкрезоловим зеленим і актидіоном	Кислото утворюючі бактерії	0,1	24 <sup>+</sup> 1 <sup>°C</sup> <sub>-</sub>	96 годин				
			CA з кристал фіолетовим, або середовище Тейлора	Дикі дріжджі роду Sacharomyces	0,1	24 <sup>+</sup> 1 <sup>°C</sup> <sub>-</sub>	48годин				
					0,1	24 <sup>+</sup> 1 <sup>°C</sup> <sub>-</sub>	48 годин				

Продовження таблиці 2.3.4

Насіннєві дріжджі			Середовище з лізином	Дикі дріжджі, які не відносяться до роду <i>Sacharomyces</i>	0,1	24 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1°С <sub>-</sub>	2-5 діб	При підозрі на наявність диких дріжджів	Відсутні
	Поверхневий посів на щільні середовища	або UBA			0,1	24 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1°С <sub>-</sub>	48 годин		
Пиво молоде та готове не фільтроване	Мікроскопіювання			Наявність сторонньої мікрофлори: Бактерії				1 раз за цикл роботи, або за необхідності	Менше 1 %
				Дикі дріжджі					Менше 1 %
				Кількість дріжджових клітин в 1 см <sup>3</sup>					Фактична кількість
				МКБ	0,1	27 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1°С	6 діб	За необхідн.	Відсутні
	Поверхневий посів на щільні середовища	Агар MRS або NBB СА з бромкрезолом зеленим і актидіоном	Кислотоутворюючі бактерії	0,1	24 <sup>+</sup> <sub>-</sub> 1°С	96 год			<100 КУО/см <sup>3</sup>

Продовження таблиці 2.3.4

Пиво молоде та готове нефільтро- ване	3 бродильних чанів та лагерних танків	Поверхне вий посів на щільні середови- ща	СА з кристаліч- ним фіолето- вим, або середовище Тейлора	Дикі дріжджі роду Sacharomy- -ces	0,1	24 <sup>+</sup> 1°C <sub>-</sub>	48годин	Відсутні	
			Середовище з лізином	Дикі дріжджі, які не віднос.до роду Sacharomy- -ces	0,1	24 <sup>+</sup> 1°C <sub>-</sub>	2-5 діб	При підозрі на наявність диких дріжджів	Відсутні
			або UBA						
			Готова продукція	3 лінії розливу	Стойкість	Термостату- вання	Наявність помутнін- ня		20 <sup>+</sup> 2°C
Глибинний посів	СПА (МПА)	МАФАМ			1,0	30 <sup>-</sup> 1°C	48 годин	2 рази на місяць для кожного сорту пива	<500 КУО/см³
Посів у рідке середови- ще	Середовище Кода або Кесслера з лактозою	БГКП			3-10 см зале- жно від сорту пива	37 <sup>+</sup> 1°C <sub>-</sub>	24 годин		
								Відсутні в 1 см³, або 10 см³ залежно від сорту	

Продовження таблиці 2.3.4

Пляшки, КЕГ	Пляшки з транспорте ра до розливу; після миття перед заповненням	Глибинний посів	СПА	МАФАМ	1,0	$30_{-}^{+}$ 1°C <sub>-</sub>	48 годин	1 раз на тиждень	<100 КУО/см <sup>3</sup> (на одиницю)
Закупорювальні засоби (змив з 5-10 одиниць)	З бункера	Глибинний посів	СПА	МАФАМ	1,0	$30_{-}^{+}$ 1°C <sub>-</sub>	48 годин	1 раз на тиждень	<100 КУО/см <sup>3</sup> (на одиницю)
Стисле повітря	З повітропроводів	Сидементацийний	СПА (МПА)	МАФАМ	Експозиція 5, 10 чи 15 хв	$30_{-}^{+}$ 1°C <sub>-</sub>	24-48 годин	1 раз на місяць, за необхідності частіше	Не більше 50 колоній на 1 чашці
			СА	Дріжджі плісняви	Експозиція 1 хв	$24_{-}^{+}$ 1°C <sub>-</sub>	48 – 72 годин		<15 КУО
Повітря робочої зони	Виробничі приміщення	Сидементацийний	СПА (МПА)	МАФАМ	Експозиція 5, 10 чи 15 хв	$30_{-}^{+}$ 1°C <sub>-</sub>	24-48 годин	1 раз на місяць, за необхідності частіше	<50 КУО
			СА	Дріжджі плісняви	Експозиція 1 хв	$24_{-}^{+}$ 1°C <sub>-</sub>	48 – 72 годин		<15 КУО



Продовження таблиці 2.3.4

Ефективність санітарної обробки технологічного обладнан., (змивна вода)	Технологічне обладнання, комунікації	Мікроскопіювання		Наявність сторонньої мікрофлори	1,0	$30^+_{-1}^{\circ}\text{C}_{-}$	48 годин	Після миття бродильних ємностей	Відсутня
		Глибинний посів	СПА (МПА)						
								1 раз на 2 тижні (вибірково), або за потребою	<100 КУО

### 2.3.2 Контроль безпеки на виробництві

На підприємстві впроваджена система НАССР, діє сертифікація за ISO 22000, функціонує внутрішня група безпеки. Кожен етап виробництва від надходження сировини до зберігання готової продукції на складі контролюється виробничою лабораторією, або оператором відповідної лінії.

Для кожного етапу контролю затверджені відповідні методики аналізу. При виявленні невідповідностей виробнича лабораторія, або оператор лінії повинен повідомити керівнику підрозділу про невідповідність, на що, проводиться визначена коригувальна дія.

В рамках НАССР плану визначено 2 контрольні критичні точки: миття зворотньої тари на пляшкомиї машині та миття КЕГ на лінії розливу КЕГ. Моніторинг ККТ проводиться відповідно до затвердженої робочої інструкції. Параметри, робочі межі та критичні межі щодо контролю контрольних критичних точок представлені в таблиці 2.3.5.

Таблиця 2.3.5 – Критичні та робочі межі параметрів ККТ

Параметри, що контролюються	Критична межа	Робочі межі
1. МАФМ	100	0-100
	КУО/см <sup>3</sup>	
2. Концентрація розчину лугу для:		
- КЕГ установки	1,8 %	<u>1,8- 2,5 %</u>
- пляшко мийній машині	1,2%	1,2-2,0%
		( в залежності від забрудненості тари)
3. Електропровідність розчину лугу для ПММ	100mS	100- 150 mS
4. Температура розчину лугу		
- на КЕГ установці	80 °C	80 – 85 °C
- на пляшко мийній машині	75 °C	75 – 90 °C

### Продовження таблиці 2.3.5

5. Тиск води		
- на КЕГ установці	0,2 МПа	0,2-0,3 МПа
- на пляшко мийній машині	50 кПа	50-100 кПа
6. Тиск пари		
- на КЕГ установці	0,05 МПа	0,05 - 0,15 МПа
- на пляшко мийній машині	0,4 МПа	0,4 - 0,6 МПа
7. Тиск повітря		
- на КЕГ установці	0,4 МПа	0,4 - 1,0 МПа
8. Температура води		
- на КЕГ установці	50 °С	50 - 60 °С

Керування небезпечними чинниками проводиться шляхом дотримання необхідної концентрації миючого розчину луку та температурних режимів миття тари. Визначені відповідальні виконавці моніторингу контрольних критичних точок:

- Оператор пляшкомильної машини – слідкує візуально за ефективністю миття, тиском та температурою мийного розчину.
- Оператор лінії КЕГ розливу – слідкує за тиском та температурою мийного розчину.
- Технолог лабораторії – визначає концентрацію робочих розчинів.
- Мікробіолог – проводить посіви та їх аналізує.

Усі результати моніторингу фіксуються в відповідних Журналах контролю.

При виявленні невідповідності встановленим нормам відповідальна за моніторинг особа повідомляє керівника підрозділу, коригувальні дії в можливих ситуація визначені робочою інструкцією контролю ККТ.

### 2.3.3 Додаткові заходи щодо контролю якості та безпеки при впровадженні удосконаленої технології виробництва

Удосконалена технологія передбачає 6 нових дій:

1. Підкислення затору.
2. Настоявання ароматичної порції хмелю в сусловарильному котлі.
3. Розлив та закупорювання лагерного пива.
4. Освітлення в пляшці.
5. Розкорковування (зняття дріжджового осаду).
6. Фінальне закупорювання та етикетування.

**Підкислення затору** передбачає внесення порції молочної кислоти в сусло.

Дана операція потребує:

1. Вхідний контроль молочної кислоти (наявність сертифікату якості).
2. Використання градуйованого лабораторного циліндра операторами дробарного та варильного відділення для внесення фіксованого об'єму молочної кислоти, оскільки її концентрація впливає на якість.

**Настоявання** хмелю для проводиться при температурі 100 °C і не потребує введення додаткового контролю, або аналізів.

**Розлив та закупорювання** потребує:

1. Проведення вхідного контролю нового виду тари на корків.
2. Попереднього контролю кількості дріжджових клітин в лагерному пиві для прогнозування тривалості витримки для освітлення в пляшці.
3. Аналізу концентрації розчину, яким обробляються пляшки та корки, документального фіксування даного показника.

**Освітлення** потребує:

1. Моніторингу цілісності пляшок та герметичності закупорювання з документальною фіксацією.
2. Візуального контролю освітлення.

**Розкорковування** є швидким процесом (тривалість - декілька секунд), після якого відразу проводиться фінальне закупорювання. Після проведення фінального закупорювання виникає необхідність:

1. Візуального контролю за цілісністю скляної тари після проведення даної операції з документальною фіксацією.

Операцію розкорковування слід розглядати як потенційну контрольну критичну точку, оскільки існує ризик биття скляної тари.

## **Висновки до розділу 2**

В розділі 2 представлена загальна технологічна схема виробництва світлого пива з використанням тонко-ароматичного хмелю, схеми фізико-хімічного та мікробіологічного контролю на виробництві. Представлена удосконалена схема виробництва пива світлого з використанням тонко-ароматичного хмелю, яка розроблена на основі дослідів, описаних в розділі 1.

Нова схема передбачає підкислення сусла, зміну режиму ароматичного охмелення з класичного на настійний, а також можливість розгалуження технологічної схеми з застосуванням альтернативного освітлення частини виробленого пива в скляній пляшці.

Впровадження удосконаленої технології потребує додаткових операцій щодо контролю якості та безпечності готового продукту, зокрема, проведення вхідного контролю нової тари та корків, контролю концентрації розчину, яким обробляється тара та корки, контроль за освітленням (візуальний та мікробіологічний) та контроль за цілісністю тари перед розливом та після фінального закупорювання.

## Розділ 3

### Охорона праці, цивільний захист та екологія

Охорона праці на підприємстві займає базове місце на ряду з контролем санітарного стану виробництва, оскільки являє собою систему заходів, які спрямовані на збереження здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Закон України «Про охорону праці» (із змінами) чинний від 15.11.2024 №2694-XII поширюється на всі організації, підприємства та установи, незалежно від форми власності. Закон передбачає, що при укладанні трудового договору працівник має бути проінформований під розписку про умови праці, наявність на робочому місці, де він буде працювати, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, та можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника та його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах. Працівник має правовідмовитись від дорученої роботи, якщо створилась виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я [39].

#### 3.1. Аналіз потенційно-небезпечних та шкідливих факторів

Згідно із санітарними вимогами для кожного робочого місця нормується:

- повітряробочоїзони;
- мікроклімат;
- загазованість;
- запиленість;
- шум;
- вібрація;
- освітленість;
- випромінювання;
- забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями.

Основною шкідливістю варильного цеху є виділення теплоти та вологи.

Для того, щоб зменшити кількість теплоти, яка виділяється у навколишнє середовище, проводиться теплоізоляція гарячих поверхонь обладнання й трубопроводів і системи вентиляції.

Бродильне відділення розміщують в окремому охолоджуваному приміщенні. Зовнішня поверхня бродильних чанів має бути ізольована теплонепроникними матеріалами. Низька температура в бродильному цеху забезпечується використанням охолодженого агента, що циркулює в системі ребристих труб. На холодній поверхні цих труб конденсується волога, яка при цьому висушується. Конденсат із поверхні труб потрапляє вниз у місця проходу обслуговуючого матеріалу, забруднюючи приміщення.

Відстань між виступаючими частинами обладнання з урахуванням проходів для людей повинна бути не менше 0,8 м, а для обладнання підвищеної небезпеки/швидко обертаючих, нагрітих, або які є під тиском/ця відстань збільшується до 1,5...2,0 м. Відстань між рядами обладнання повинна бути не менше 1,5 м. Слід також передбачити додаткову площу для постійного робочого місця обслуговуючого персоналу і ремонту обладнання. Наприклад, відстань між конвеєром та стіною при наявності робочих місць повинна бути не менше 1,4 м, а при відсутності їх 1,0 м. Обладнання необхідно розташовувати з урахуванням доступу для прибирання і дезінфекції. Технічні рішення з питань гігієни праці та виробничої санітарії.

Мікроклімат, або метрологічні умови виробничих приміщень, визначаються такими параметрами: температурою повітря в приміщенні, відносною вологістю повітря, рухливістю повітря тощо. Вентиляція виробничих приміщень і герметизація обладнання, забезпечує в зоні перебування працюючих, стан повітряного середовища, який відповідає вимогам санітарних норм. У виробничих приміщеннях вентиляція припливно - витяжна механічна і природна, та розрахована на виділення надлишків тепла і вологи, а також видалення шкідливих виділень обладнання, механізмів та інше.

**Мікроклімат виробничих приміщень** нормується в залежності від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і

періоду року [40]. Значні коливання параметрів мікроклімату можуть призвести до порушення терморегуляції організму та порушення системи кровообігу, загальної слабкості. Норми параметрів мікроклімату наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Норми параметрів мікроклімату

Професія	Категорія	Температура, °C		Відносна вологість, ф, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична
Апаратник виробництва дріжджів	Па	Холодний період року					
		18-20	21-23	40-60	65	0,2	0,3
		Теплий період року					
		21-23	27-29	49-69	75	0,3	0,4
Апаратник процесу бродиння	Па	Холодний період року					
		18-20	21-23	40-60	65	0,2	0,3
		Теплий період року					
		21-23	27-29	40-60	75	0,3	0,4

На безпечність роботи також впливає і **якість освітлення**. Природне освітлення виробничих приміщень світлом неба, особливо прямим сонячним світлом, може здійснюватися через віконні прорізи, ліхтарі, що встановлені на покритті виробничих будівель). Відділення має природне освітлення, одностороннє бічне. Штучне освітлення здійснюється за допомогою електричних джерел світла в темні години доби [41]. Вимоги до штучного та природного освітлення виробничих приміщень приведені в таблиці 3.2:

Таблиця 3.2 - Значення показників освітлення для виробничих приміщень

Найменування приміщень, виробництв	Найменування професій	Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість (штучне), лк
					Мінімальне
					При загальному освітленні При газорозрядних лампах
Бродильний цех	Оператор бродильного цеху	Малої точності	V+1	Б	100



**Шум.** Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються за [42]. Гранично допустимий рівень шуму (ГДР) на постійних робочих місцях та на території підприємства не повинен перевищувати 80 дБ. ГДР на робочих місцях треба знижувати в залежності від важкості та напруженості роботи. Не дозволяється перебування в зоні що працює з рівнем звукового тиску понад 135 дБ в будь-якій октавній смузі. Шум у відділенні не перевищує нормативний. У бродильному відділенні шум створюють насоси, аератор та ЦКБА, рівень шуму не перевищує 50 дБ [40].

**Вібрація.** Гігієнічне нормування вібрації передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкостей в м/с. Вібрація на робочих місцях не повинна перевищувати гранично допустимі рівні, що їх наведено у [43]. У бродильному відділенні працівники найменше підлягають впливу шуму і вібрацій у порівнянні з іншими цехами на виробництві. Відділення майже повністю автоматизоване і не потребує тривалого контакту працівників з обладнанням.

Всі працівники підприємства, зокрема працівники пивоварного цеху, проходять необхідні інструктажі з охорони праці:

- Первинний – при влаштуванні на роботу.
- Повторний – періодично, відповідно до чинних вимог.
- Позаплановий – при виникненні нещасного випадку на підприємстві, або в галузі.

- Цільовий – при переведенні на інше робоче місце, або перед виконанням робіт, які потребують наряду-допуску.

Залежно від виду інструктажу, його проводить інженер з охорони праці, або керівник підрозділу (для пивоварного цеху – головний пивовар).

Робітник повинен:

- знати та виконувати вимоги нормативних актів з охорони праці;
- виконувати тільки доручену роботу, яка входить до його компетенції;
- дотримуватись правил внутрішнього трудового розпорядку;
- виконувати роботу обережно та згідно з інструкцією;

- робоче місце та територію тримати в порядку та чистоті;
- дбайливо ставитись до устаткування, інструментів, пристроїв, матеріалів;
- зберігати свої особисті речі у спеціально відведених місцях.

Структурування небезпечних та шкідливих чинників в пивоварному цеху доцільно прив'язати до зони відповідальності операторів. Оскільки в пивоварному цеху роботу виконують оператори варильного та дробарного відділення, а також оператори бродіння та фільтрування пива, небезпечні та шкідливі фактори можна групувати:

1. Небезпечні та шкідливі фактори дробарного та варильного відділення.
2. Небезпечні та шкідливі фактори бродильного, лагерного та фільтрувального відділення.

Шкідливі фактори виробничого середовища поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та фактори трудового процесу.

У дробарному та варильному відділеннях визначені наступні шкідливі та небезпечні фактори:

- Фізичні: шум, підвищена температура робочої зони, підвищена вологість повітря, запиленість повітря робочої зони, машини та механізми, що рухаються.
- Хімічні: робота з концентрованими розчинами.
- Психофізіологічні: виконання паралельно-послідовних процесів.

У бродильному, лагерному та фільтраційному відділеннях визначені наступні небезпечні та шкідливі фактори:

- Фізичні: низька температура, висока вологість, підвищений вміст CO<sub>2</sub>, підвищений, або понижений рух повітря, відсутнє природне освітлення, надлишковий тиск в посудині під тиском, роботи на висоті.
- Хімічні: робота з концентрованими розчинами.

Відповідно до особливостей роботи та визначених небезпечних та шкідливих факторів в інструкціях з охорони праці передбачені заходи з техніки безпеки перед початком роботи, під час роботи, після роботи та у разі виникнення аварійних ситуацій.

Заходи з техніки безпеки при обробці технологічних ємностей та при роботі з мийними системами визначені в відповідних інструкціях, затверджених на підприємстві.

Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій, треба дотримуватись таких вимог:

- не залишати працююче устаткування без нагляду та не допускати до роботи на ньому осіб, які не пройшли навчання;
- перед роботою перевірити справність обладнання та інструментів;
- не наступати на переносні електричні приводи, які знаходяться на підлозі, а також не доторкатися до неізольованих або пошкоджених проводів;
- не ремонтувати самостійно обладнання, яке вийшло з ладу;
- не виконувати роботи, які не входять у ваші обов'язки.

### **Пожежна безпека**

В цехах опрацьована інструкція щодо заходів пожежної безпеки і схеми евакуації людей з приміщення та вона вивішена на видному місці. Для приміщень кількість евакуаційних виходів дорівнює двом, а час, необхідний для евакуації не обмежується.

Наші цехи забезпечені первинними засобами пожежогасіння. До них належать: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інструмент (гаки, лом, сокири тощо).

## **3.2 Цивільний захист працівників**

**Цивільний захист** — це державна система органів управління, сил і засобів, для організації і забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру. Система цивільного захисту суб'єкта господарської діяльності

будується на основі Закону України "Про цивільну оборону України", "Положення про цивільну оборону України" та інших нормативно-правових актів з метою захисту робітників, службовців і населення, яке мешкає у відомчому житловому фонді або попадає у зону ураження від об'єкта.

В рамках цивільного захисту на підприємстві діє затверджена Інструкція з техногенної безпеки, цивільного захисту та дій в надзвичайних ситуаціях. Крім того, діє затверджений Графік об'єктових навчань.

Інструкція з техногенної безпеки, цивільного захисту та дій в надзвичайних ситуаціях включає інформацію щодо:

1. Дій в надзвичайних ситуацій в зонах бойових дій:
  - у разі виникнення надзвичайних ситуацій або в зоні бойових дій;
  - в зоні бойових дій, або в надзвичайній ситуації за участі озброєних людей;
  - під час обстрілу стрілецькою зброєю;
  - під час артобстрілів;
  - під час артилерійських обстрілів системами залпового вогню.
2. Дій разі виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру:
  - під час сильного вітру (смерчу, шквалу);
  - під час урагану (бурі, грози, зливи, блискавки);
  - під час землетрусу, обвалу будівлі;
  - під час лісових пожеж;
  - під час повені, паводок, затоплення;
3. Дій під час виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру:
  - при аварії (катастрофі на хімічно небезпечних об'єктах;
  - при аварії на залізничному або автомобільному транспорті під час перевезення небезпечних вантажів;
  - при ураженні небезпечними хімічними речовинами;
  - при радіаційній небезпеці;
4. Дій під час аварій на системах життєзабезпечення:

- при відключенні теплопостачання;
  - при відключенні електропостачання;
  - при відключенні водопостачання;
  - при аварії в мережі газозабезпечення.
5. Правила безпечного поводження на воді.

### 3.1 Охорона довкілля

Діяльність підприємства передбачає утворення речовин, які потрапляють в атмосферне повітря. При проведенні каустичної варки утворюються забруднюючі атмосферу пари, діяльність котельні передбачає спалювання природного газу, або пелетів, діяльність ремонтно-механічної дільниці (зокрема зварювальні та токарні роботи) також зумовлює утворення атмосферних викидів.

На усі утворені в результаті діяльності виробництва види атмосферних викидів підприємство має відповідні дозволи.

Стічні води, утворені в результаті технологічної та нетехнологічної діяльності проходять 3-ступеневу очистку та зливаються в річку, розташовану поряд. Відповідний спуск стічних вод в природне джерело здійснюється за наданим дозволом. Щоквартально акредитована на виконання відповідних робіт лабораторія (місцеве водопровідно-каналізаційне господарство) проводить аналіз фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості очищених стічних вод та їх відповідність встановленим державним нормам. Щорічно проводиться аналіз по токсикологічним показникам.

В результаті прямої технологічної та додаткової діяльності підприємства утворюються наступні відходи:

- пивна дробина (IV клас);
- склобій (IV клас);
- металобрухт (IV клас);
- шини (IV клас);
- масло моторне (II клас);

- ПЕТ-пляшки (IV клас);
- плівка (IV клас);
- папір (IV клас);
- картон (IV клас).

Усі відходи виробництва декларуються в Електронній базі відходів. У підприємства укладені договори зі спеціальними органами, які мають ліцензію для переробки (реалізації) відповідних відходів.

### **3.2 Додаткові фактору впливу на працівників та довкілля при впровадженні удосконаленої технології виробництва**

Фактори впливу на працівників та навколишнє середовище при впровадженні удосконаленої технології виробництва пива представлені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Фактори впливу на працівників та навколишнє середовище при впровадженні удосконаленої технології виробництва

Операція	Вплив на працівника	Вплив на навколишнє середовище	Необхідність додаткових дій щодо інформування/декларування
Підкислення затору	Робота з концентрованими речовинами	-	-
Розкупорювання пляшки	Ризик травмування	Утворення склобою	Зміни в Інструкції з охорони праці

### **Висновки до розділу 3**

Діяльність пивоварного виробництва чинить вплив на працівників, які приймають участь в технологічному процесі та навколишнє середовище. Необхідність контролю даних впливів зумовила державне регулювання питань з охорони праці, цивільного захисту та впливу діяльності підприємств на навколишнє середовище.

На підприємстві, яке розглядається в роботі, діють затверджені інструкції з охорони праці та цивільного захисту, впроваджені заходи щодо зменшення впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників.

Усі викиди в навколишнє середовище (в атмосферу та придню водойму) зафіксовані та контрольовані, наявний дозвіл на їх проведення. Відходи виробництва декларовані та проходять необхідну утилізацію організаціями, які мають на це дозвіл.

Впровадження удосконаленої технології зумовлює розгляд потенційного впливу нововведених операцій на працівників та навколишнє середовище. Визначено:

1. Введення нового режиму охмелення (настоювання) не визначає дану операцію, як таку, що несе небезпечний та шкідливий вплив на операторів та навколишнє середовище.

2. Підкислення суслу визначено небезпечним хімічним фактором - робота з концентрованими розчинами. Оскільки Інструкція з охорони праці оператора дробарного та варильно відділення (який виконує дану операцію) передбачає такий вплив, введення підкислення не потребує додаткового документального супроводу.

3. Операція розкорковування несе потенційну небезпеку як фізичний фактор, який може призвести до травмування. Відповідно, впровадження даного методу потребує внесення змін до Інструкції з охорони праці працівників, які будуть закріплені за даним процесом.

4. Використання скляних пляшок тягне за собою утворення склобою, однак, оскільки такий відход вже задекларований та розроблена процедура утилізації - це питання не потребує додаткового документального супроводу.

## Розділ 4

### Техніко-економічна частина

Впровадження удосконаленої технології виробництва світлого пива з використанням тонко-ароматичного хмелю включає наступні зміни:

1. Зміну режиму задачі хмелю.
2. Додавання молочної кислоти в затор.
3. Проведення альтернативного освітлення.

Додавання молочної кислоти та проведення альтернативного освітлення потребує змін в калькуляції ціни продукту та капіталовкладень.

Калькуляція готового продукту, розлитого в ПЕТ-тару представлена в таблиці 4.1. В калькуляції використаний розрахунок на 1000 дал готового пива. Об'єм пива в ПЕТ-пляшці – 1 л (0,1 дал).

Таблиця 4.1 – Калькуляція оптової ціни готового продукту, виробленого за класичною технологією (розлив в ПЕТ пляшку)

Сировина/забезпечення/заробітна плата	Од	Ціна, грн	Норма витрат	Сума, грн
Сировина				
Солод	кг	28239,0	1,878	25973,04
Цукор	кг	17,95	15,6	280,02
Хміль	кг	233	11,3	2625,91
Кізельгур	кг	50,82	35,20	1788,86
Фільтркартон	кг	218,48	0,9	196,63
Етикетка	шт	0,20	10029	2005,80
Кришка	т.шт	0,24	10030	2407,2
Пляшка	шт	3,75	10050	37687,5
Клей казеїновий	кг	221,53	0,40	88,61
Пакувальні матеріали				820
Загальна сума витрат на сировину				73873,57



Продовження таблиці 4.1

Змінні витрати	
Заробітна плата	16186
Нарахування	2470
Електроенергія	16535
Вода + каналізація	1529
Теплоенергія	9421
Загальна сума змінних витрат	46141
Інші витрати	
Амортизація	3033
Заробітна плата (адміністрація, безпека, експедиція)	32125
Матеріали	6490
Енергоносії	4756
Інші витрати	2196
Разом витрат	168614
Прибуток	51 %
Сума	85993
Оптова ціна	254607
Акциз	29312
ПДВ	56783,8
Відпускна ціна	340702,8
Відпускна ціна 1 пляшки	34,1

Відпускна ціна 1000 дал пива, розробленого за актуальною технологією складає 340702,8 грн. Відпускна ціна 1 пляшки пива, розлитого в ПЕТ-тару (1 л) складає 34,1 грн.

В рамках розрахунку вартості готового продукту, розробленого за запропонованою в роботі технологією варто розглянути 2 варіанти калькуляції, які передбачають принципову технологічну відмінність:

1. Без застосування альтернативного способу освітлення.
2. При застосуванні альтернативного способу освітлення.

Це пов'язано з тим, що альтернативний спосіб освітлення є низькопродуктивним для пивоваріння методом. З іншого боку обґрунтована необхідність виробництва пива з покращеними органолептичними показниками свідчить про потребу практичного випробування продажу відносно невеликих партій такого продукту.

При виробництві готового продукту без застосування альтернативного способу освітлення необхідно вводити додаткову витрату на молочну кислоту (для підкислення затору).

**Виробництво пива за удосконаленою технологією без використання альтернативного освітлення** передбачає включення в калькуляцію витрати на молочну кислоту. Для виробництва даного продукту не потрібна закупівля додаткового обладнання.

Ціна 1 кг молочної кислоти складає 102 грн, норма витрат при виробництві 1000 дал пива – 1,7 кг. Відповідно, сума витрат на молочну кислоту при виробництві 1000 дал пива складає 173,4 грн.

Таблиця 4.2 - Калькуляція вартості готового продукту при застосуванні удосконаленої технології без використання альтернативного освітлення (розлив в ПЕТ-пляшку).

Сировина/забезпечення/заробітна плата	Од	Ціна, грн	Норма витрат	Сума, грн
Сировина				
Солод	кг	28239,0	1,878	25973,04
Цукор	кг	17,95	15,6	280,02
Хміль	кг	233	11,3	2625,91
Молочна кислота	кг	102	1,7	173,4
Кізельгур	кг	50,82	35,20	1788,86
Фільтркартон	кг	218,48	0,9	196,63

Продовження таблиці 4.2

*KPM. TBmaCA.1.720-03.2.2*

Арк.

89

Етикетка	шт	0,20	10029	2005,80
Кришка	т.шт	0,24	10030	2407,2
Пляшка	шт	3,75	10050	37687,5
Клей казеїновий	кг	221,53	0,40	88,61
Пакувальні матеріали				820
Загальна сума витрат на сировину				74046,97
Змінні витрати				
Заробітна плата				16186
Нарахування				2470
Електроенергія				16535
Вода + каналізація				1529
Теплоенергія				9421
Загальна сума змінних витрат				46141
Інші витрати				
Амортизація				3033
Заробітна плата (адміністрація, безпека, експедиція)				32125
Матеріали				6490
Енергоносії				4756
Інші витрати				2196
Разом витрат				168788
Прибуток				51 %
Сума				86082
Оптова ціна				254870
Акциз				29312
ПДВ				56836,4
Відпускна ціна				341018,4
Відпускна ціна 1 пляшки				34,2

Виходячи з результату наведеної калькуляції, використання молочної кислоти піднімає відпускну ціну однієї ПЕТ-пляшки на 10 копійок.

**Впровадження технології з альтернативним освітленням** потребує капіталовкладень, на матеріали для виготовлення установок освітлення, а також на тару та корки. Ціни на матеріали та загальні витрати на виробництво 10-ти установок представлені в таблиці 4.3. Дані установки дадуть можливість освітлювати 240 пляшок (168 л пива) за 15 днів. Виготовлення установок може бути проведене штатним теслярем, ремонтно-механічна дільниця має в наявності все необхідне обладнання.

Таблиця 4.3 – Інвестиції в основні виробничі фонди для застосування альтернативного освітлення

Матеріал	Кількість, шт	Ціна, грн	Сума, грн
Фанера	20	180	3600
Саморізи	200	0,53	106
Сума капіталовкладень			3706

Витрати на електроенергію, заробітну плату важко оцінити в рамках представлених даних щодо актуальної калькуляції, тому при розгляданні необхідних змін в калькуляції вони залишились сталими. Калькуляція нового продукту з використанням технології альтернативного освітлення представлена в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Калькуляція пива, отриманого при застосування технології альтернативного освітлення

Сировина/забезпечення/заробітна плата		Од		Ціна, грн	Норма витрат	Сума, грн
	Сировина					
Солод		кг		28239,0	1,878	25973,04
Цукор		кг		17,95	15,6	280,02

Продовження таблиці 4.4

Хміль	кг		233	11,3	2625,91
Молочна кислота	кг		102	1,7	173,4
Корок з ущільнювачем	шт		2,93	10000	29300
Кронен-корок	шт		1,71	10000	17100
Пляшка	шт		32	14286	457152
Клей казеїновий	кг		221,53	0,40	88,61
Пакувальні матеріали					820
Загальна сума витрат на сировину					533513
Змінні витрати					
Заробітна плата					16186
Нарахування					2470
Електроенергія					16535
Вода + каналізація					1529
Теплоенергія					9421
Загальна сума змінних витрат					46141
Інші витрати					
Амортизація					3033
Заробітна плата (адміністрація, безпека, експедиція)					32125
Матеріали					6490
Енергоносії					4756
Інші витрати					2196
Разом витрат					581850
Прибуток					51 %
Сума					296744
Оптова ціна					878594
Акциз					29312
ПДВ					181582
Відпускна ціна					1089488
Відпускна ціна 1 пляшки					76,3

Відпускна ціна однієї пляшки, місткістю 0,7 л становить 76,3 грн. Потенціал початкової потужності (першої партії) альтернативного освітлення – 240 пляшок (168 л) за 15 днів.

### Розрахунок окупності інвестицій

Для розрахунку окупності інвестицій були використані дані з сьогоденних вказівок [44].

1. Прогнозований прибуток з 1 партії виробництва:

$$\Pi_{1 \text{ пар}} = \frac{V_{1 \text{ пар}} * \Pi_{\text{кал}}}{10000 \text{ л}} \quad (4.1)$$

де  $V_{1 \text{ пар}}$  – об'єм пива, отриманий з першої партії, л;

$\Pi_{\text{кал}}$  – калькуляційний прибуток з 10000 л пива, грн;

10000 л – об'єм пива, на який проводилась калькуляція.

$$\Pi_{1 \text{ пар}} = \frac{168 * 296744}{10000} = 4985,3 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на додаткові матеріали (тару та корки) на виробництво 1 партії виробленого пива:

$$B_{\text{дод.а}} = \frac{V_{1 \text{ пар}} * B_{\text{сум.кал}}}{10000 \text{ л}} \quad (4.2)$$

де  $V_{1 \text{ пар}}$  – об'єм пива, отриманий з першої партії, л;

$B_{\text{сум.кал}}$  – калькуляційна сума витрат на пляшки та 2 види корків, грн;

1000 л - об'єм пива, на який проводилась калькуляція.

$$B_{\text{дод}} = \frac{168 * 503552}{10000} = 8459,7 \text{ грн}$$

3. Розрахунок неактуальних витрат при виробництві в перерахунку на об'єм, отриманий з 1 партії виробництва нового продукту. Такими статтями є кізельгур, фільтркартон, корки, пляшки.

$$B_{н/а} = \frac{V_{1 \text{ пар}} * B_{н/а.сум.кал}}{10000 \text{ л}} \quad (4.3)$$

де  $V_{1 \text{ пар}}$  – об'єм пива, отриманий з першої партії, л;

$B_{н/а.сум.кал}$  – калькуляційна сума витрат, яких не буде при виробництві пива з альтернативною технологією освітлення, грн;

1000 л - об'єм пива, на який проводилась калькуляція.

$$B_{н/а} = \frac{168 * 40085,7}{10000} = 673,43 \text{ грн}$$

Розрахунок додаткових витрат на виробництво 1 партії пива з використанням альтернативного освітлення:

$$B_{дод.а} = B_{дод} - B_{н/а} \quad (4.4)$$

$$B_{дод.а} = 8459,7 - 673,43 = 7786,3$$

Таблиця 4.5 – Дані для визначення строку окупності впровадження альтернативного освітлення

Показник	Сума капіталовкладень (обладнання), грн	Сума додаткових постійних витрат для виробництва 1 партії, грн	Прибуток з 1 партії виробництва, грн	Тривалість 1 виробничого циклу альтернативного освітлення, діб	Термін придатності готового продукту, діб
Значення	3706	7786,3	4985	15	15
Примітка	-	Вкладено в собівартість	-	-	-

Розрахунок інвестицій на впровадження у виробництво:

$$I_{\text{вир}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}} \quad (4.5)$$

де  $I_{\text{овф}}$  – інвестиції в основні виробничі фонди;

$I_{\text{ок}}$  – інвестиції в оборотні кошти.

Інвестиції в основні виробничі фонди в рамках даної роботи – це інвестиції в матеріали на виготовлення установок для освітлення, які складають 3706 грн.

Інвестиції в оборотні кошти - ціна на додаткові матеріали, необхідні для виготовлення 3-ьох партій нового продукту.

$$I_{\text{вир}} = 3706 + 7786,3 * 3 = 27064,9 \text{ грн}$$

Розрахунок строку окупності проводився в місяцях, оскільки максимальний термін отримання прибутку з дня початку альтернативного освітлення становить 30 днів.

$$T_{\text{ок}} = \frac{I_{\text{вир}}}{\Pi} \quad (4.6)$$

де  $\Pi$  – прибуток з однієї партії виробництва, грн.

$$T_{\text{ок}} = \frac{27064,9}{4985} = 5,4 = 6 \text{ місяців}$$

Термін окупності інвестицій в запропонований проект складає 6 місяців.

Загальні економічні показники запропонованого проекту представлені в таблиці 4.6

Реалізація готового продукту може проводитись в фірмових магазинах. Просування нового продукту можливе на майданчиках місцевих соціальних медіа (реклама у власних профілях).



Таблиця 4.6 – Загальні економічні показники проекту

Інвестиції, грн	Прибуток за 1 виробничий цикл, грн	Тривалість періоду «виробничий цикл – отримання прибутку», місяців	Термін окупності інвестицій, місяців
27064	4985	1	6

Перевагою нового продукту для споживача є покращені органолептичні властивості, збереження фізіологічної користі та преміальний вигляд. Донесення до споживача дійсних умов альтернативного освітлення повинно викликати підвищений інтерес до даного продукту та позитивно вплинути на розвиток бренду.

#### Висновки до розділу 4

В рамках техніко-економічної частини досліджено зміну в калькуляції при виробництві продуктів за удосконаленою технологією. При застосуванні запропонованого в роботі варіанта без використання альтернативної технології освітлення відпускна оптова вартість однієї ПЕТ-пляшки зростає на 10 копійок.

Для впровадження у виробництво продукту, який передбачає застосування альтернативного освітлення необхідні інвестиції в матеріали для виробництва установок альтернативного освітлення, нового виду тари та корків. Сума інвестицій складає 27064. За умови успішної реалізації готового продукту термін окупності інвестицій становитиме 6 місяців.

Перспективою подальшого впровадження запропонованого продукту на ринок за умови отримання сталого попиту є розгляд можливості організації оглядових секцій з альтернативним освітленням у фірмових магазинах.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В рамках дітературного огляду було проведено аналіз інформації щодо тенденцій розвитку ринку пива в Україні, який демонструє високий попит на продукт, а також стрімкий розвиток крафтового сегменту. Різноманіття смаків крафтового пива зумовлює актуальність пошуку нових смакових поєднань і для промислових підприємств, які зацікавлені не тільки у виробництві доступного для усіх продукту, а і в утриманні конкурентоспроможності за органолептичною привабливістю для споживачів в реаліях актуальної ситуації на ринку.

Розглянуті в дипломному проєкті хімічний склад та властивості хмелю як одного з основних смако- та ароматоутворюючих компонентів пива свідчать про необхідність адаптації технології виробництва окремих сортів пива під сортові особливості використаної сировини. Зокрема, в роботі розглянуто сорт хмелю Мандарина Баварія, який за характеристиками повинен давати для пива цитрусовий та мандариновий аромат. Дані органолептичні особливості зумовлені високим вмістом фарнезену у складі ефірних олій даного виду хмелю, який в свою чергу є дуже летким. Крім того, звернена увага на необхідність контролю рН суслу як фактора, який впливає значною мірою на смак готового пива.

Визначено головну умову мікробіологічної стабільності готового пива – це відділення дріжджової клітини від продукту. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що поширені способи стабілізації – фільтрування та пастеризація впливають на смак готового продукту. Тому було прийнято рішення міжгалузевого пошуку рішень щодо відділення дріжджових клітин від продукту. Зокрема, розглянуто техніку ремюажу, дегоржажу як спосіб освітлення та стабілізації.

З огляду на отриману інформацію з літературних джерел та аналізу актуальної технології виробництва світлого пива з використанням хмелю Мандарина Баварія було визначено необхідні та можливі для реалізації досліди.

В результаті проведення дослідної частини було визначено:

1. Оптимальний об'єм молочної кислоти для підкислення суслу, який складає 1 л на 40 гл початкового наливу.

2. Порівняння результату використання настійного та класичного способів охмелення, в результаті якого визначено, що настійний спосіб охмелення забезпечує краще збереження аромату, притаманному хмелю Мандарина Баварія.

3. Проведено експеримент з альтернативним доброджування пива по типу ремюажу, дегоржажу. В результаті даного експерименту визначено, що пиво, доброджене та освітлене таким способом протягом 15 днів має кращі органолептичні показники, ніж контрольний зразок, який був фільтрований через кізельгуровий фільтр, в той же час, маючи наближений показник стійкості.

На основі отриманих результатів досліджень було розроблено удосконалену технологію виробництва пива з використанням тонко-ароматичного хмелю, в результаті якої отримано продукт з підкресленими органолептичними властивостями, яких надає пиву хміль Мандарина Баварія. В удосконалену технологію було включене підкислення затору, зміну режиму ароматичного охмелення з кип'ятіння на настоювання, а також можливість розгалуження технологічного циклу на 23-ій день лагерної витримки.

На основі запропонованої технології розроблені рекомендації щодо введення нових необхідних заходів в рамках контролю якості та безпечності продукту і охорони праці та навколишнього середовища.

Проведений техніко-економічний аналіз запропонованого проекту.

Перспективами подальших досліджень є:

1. Дослідження можливості та проведення сухого охмелення хмелем Мандарина Баварія.

2. Дослідження можливості заморожування дріжджового осаду для ефективнішого відділення дріжджових клітин при розкорковуванні пляшки в рамках альтернативного освітлення

3. Порівняння органолептичних, мікробіологічних показників та показників стійкості пива, отриманого в результаті альтернативного освітлення з

нефільтрованим пивом, виробленим в ЦКБА.

4. Динамічне дослідження органолептичних змін в пиві, витриманому протягом повного циклу доброджування на установці альтернативного освітлення.

5. Розгляд можливості проведення запропонованого способу альтернативного освітлення у «відкритому режимі» для споживачів як маркетингового інструменту, який може привернути увагу до бренду.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. О. Кобиліух. Сучасні тренди та перспективи розвитку ринку пива в Україні / О. Кобиліух, О. Гірна. – 2023. – №24. URL: <file:///C:/Users/Dell/Downloads/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F.pdf> (дата звернення 22.09.24)
2. Beer Market Size, Share & Industry Analysis, By Type (Lager, Ale, Stouts, and Others), By Packaging (Glass Bottle and Metal Can), By Distribution Channel (On-trade and Off-trade), By Production (Macro brewery and Microbrewery), By Category (Standard and Premium), and Regional Forecast, 2024-2032 URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/beer-market-102489> (дата звернення 22.09.2024 р.)
3. Які країни виробляють найбільше пива станом на 2024 рік. URL: <https://biz.liga.net/ua/all/infographic-of-the-day/infografica/yaki-krainy-vyrobliaiut-naibilshe-pyva-standom-na-2024-rik> (дата звернення 12.10.2024 р.)
4. Обсяг виробництва пива за 10 місяців 2024 року. URL: <http://ukrpivo.com/obsyag-virobnitstva-piva-za-10-misyatsiv-2024-roku/> (дата звернення 20.11.2024 р.)
5. Аналіз ринку крафтового пива в Україні та країнах ЄС. 2024 рік [Електронний ресурс] // PRO CONSULTING. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-kraftovogo-piva-v-ukraine-2024-god>. (дата звернення 20.11.2024 р.)
6. Безалкогольний тренд та конкуренція з крафтом. Як розвивається ринок пива в Україні [Електронний ресурс] // delo.ua. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://delo.ua/agro/bezalkogolnii-trend-ta-konkurenciya-z-kraftom-yak-zaraz-rozvivajetsya-rinok-piva-v-ukrayini-430243/> (дата звернення 20.09.2024 р.)
7. ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови. З поправкою»
8. Інтернет джерело URL: <https://i.ebayimg.com/images/g/ZFoAAOSwxH1T8xJ0/s-l1600.jpg> (дата звернення 15.11.2024)

9. Шмид К. «Колесо» ароматов и вкусов для органолептических ощущений / Кристина Шмид, Сандро Кокуцца. // Brauwelt. Мир пива и напитков. – 2016. – №4. – С. 143–145.
10. Scott Janish. The New IPA: Scientific Guide to Hop Aroma and Flavor / Scott Janish., 2019. – 259 с.
11. Біологічні особливості хмелю та агроєкологічне обґрунтування його вирощування в умовах житомирської області - В.О. Цибульський, П. П. Надточій, В. П. Сухораба, Т. М. Ратошнюк, Т. М. Мислива, Н. В. Цибульський - с. 34-35 , Житомир, 2022
12. Проценко Л. В. та ін. Методологія оцінювання хмелю і хмелепродуктів: монографія/за ред//Л. В. Проценко. Житомир: Рута. 2020.
13. Аналіз впливу різних факторів на оцінювання інтенсивності гіркоти екстракту хмелю - Запорожець Ю.В., Бурлака Т.В. URL: <http://surl.li/fhvpvby> (дата звернення 2.11.2024)
14. Кунце В. Технология солода и пива / Кунце В., Мит Г., пер. С нем. – СПб: “Профессия”, 2010. – 1100 с.
15. Mandarina Bavaria URL: [https://www.castlemalting.com/Publications/HopProducts/MandarinaBavaria\\_CMSpecA.pdf](https://www.castlemalting.com/Publications/HopProducts/MandarinaBavaria_CMSpecA.pdf) - специфікація товару (дата звернення 15.10.2024)
16. Mandarina Bavaria hops URL: <http://surl.li/jzumgc> - специфікація товару (дата звернення 15.10.2024)
17. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини [Текст] : підручник / В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський, М. Г. Михайлов ; за ред. В. А. Домарецького ; Нац. ун-т харч. технологій. — Вінниця : Нова кн., 2005. — 408 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONANT-cnv.BibRecord.30486>
18. Samp, E. (2010). Influence of Cardiolipin on Lager Beer Dimethyl Sulfide Levels: A Possible Role Involving Mitochondria. Journal of the American Society of Brewing Chemists ASBC. <https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2010-0803-01> (дата звернення 25.10.2024)

19. Вода у виробництві пива: основні вимоги до водопідготовки [Електронний ресурс] // Технології та інновації. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://techdrinks.info/voda-u-vyrobnytstvi-pyva-osnovni-vymogy-do-vodopidgotovky>. (дата звернення 14.10.2024)

20. Герез, А., О. Дулька, і В. Прибильський. Шляхи підвищення стійкості пива. Збірник наукових праць ЛОГОС, Лютий 2021, с.35-36. doi:10.36074/logos-05.02.2021.v3.09. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/article/view/8474/8441> (дата звернення 20.09.2024)

21. Таран М.Ю. Дослідження процесу охолодження пляшок в тунельному пастеризаторі : магістерська робота. НУХТ, Київ, 2023. 89 с. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d69e1580-9139-4ab8-90ae-025fab0ffe9c/content> (дата звернення: 25.10.2024)

22. Основи технології пивоваріння. Електронний навчальний посібник - К. О. Самойчук, А. А. Пупинін URL: [https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv\\_18/page16.html](https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_18/page16.html) - 3.1 Фільтрування пива

23. Хімічний склад і якість пива, склад пива [Електронний ресурс] // Agua-life. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/qdgcil>. (дата звернення 7.11.2024)

24. Олександр Волков. Технологія ремюажу, дегоржажу, дозажу у виробництві домашніх ігристих вин. URL: <https://rakitov.com.ua/uk/articles-uk/tehnologiya-remyuazha-i-degorzhazha-v-prigotovlenii-domashnix-igristykh-vin/> (дата звернення: 25.10.2024).

25. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»

26. ДСТУ 4282:2018. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні вимоги

27. ДСТУ 7028:2009. Хміль гранульований. Загальні технічні вимоги

28. Дріжджі URL: <http://surl.li/udeoyo> (дата звернення 3.11.2024)

29. ДСТУ 4621:2006 Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови

30. ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови. З поправкою
31. ДСТУ 7103:2020 Пиво. Методи визначення органолептичних показників, об'єму продукції та герметичності закупорювання
32. ДСТУ 4852:2023 Пиво. Методи визначення кислотності
33. ДСТУ 7104:2023 Пиво. Методи визначення спирту, дійсного екстракту та розраховування сухих речовин у початковому суслі
34. Інструкція по технохімічному контролю пивоварного виробництва. Методика визначення ступеня зброджування.
35. ДСТУ 4850:2020 Пиво. Методи визначення масової частки діоксиду вуглецю та стійкості
36. ДСТУ 3659:2023 Цукор. Метод визначення вологості за втратою маси під час висушування
37. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Загальні технічні вимоги
38. ДСТУ 4852:2023 Пиво. Методи визначення кислотності
39. Закон України "Про охорону праці"
40. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
41. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення
42. ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку
43. ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»
44. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни "Інноваційний менеджмент з КР" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 181 "Харчові технології" для галузі знань 18 "Виробництво та технології". Ступінь вищої освіти магістр / Г. В. Карпінська ; відп. за вип. Н. Й. Басюркіна ; Каф. управління бізнесом. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 22 с