

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

\_\_\_\_\_ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО  
(підпис)

«    » лютого 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

\_\_\_\_\_ Анатолій КУЦ  
(підпис)

«    » лютого 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА  
із спеціальності 181 «Харчові технології»  
(шифр та назва спеціальності)**

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»  
на тему: **Проект цеху ферментації пивзаводу потужністю 7 млн дал пива  
на рік з впровадженням інноваційних технологій**

Виконав: здобувач 3 курсу  
групи ЗТБ-3-1ск

Кузьменко Анастасія Миколаївна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник Бондар Микола Васильович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Анастасія КУЗЬМЕНКО

**Київ – 2023 р.**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства  
Освітній ступень – «бакалавр»  
Спеціальність – 181 «Харчові технології»  
Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології  
продуктів бродіння та виноробства

\_\_\_\_\_Анатолій КУЦ

28 жовтня 2022 року

## З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Кузьменко Анастасії Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Проект цеху ферментації пивзаводу потужністю 7 млн дал пива на рік з впровадженням інноваційних технологій»

Керівник роботи Бондар Микола Васильович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 31 жовтня 2022 року № 776-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 31 січня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

1. Норми технологічного проектування.
2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.
3. Потужність підприємства – 7 млн дал пива на рік.
4. Асортимент пива: Krombacher – 60 %, Guinness – 10 %, Fillou – 30 %.
5. Сировина, що використовується для виробництва пива: солод ячмінний світлий, темний та карамельний; рисова січка, ячмінь.
6. Продуктові розрахунки виконують на 100 кг зернової сировини, 1 дал пива та річну потужність.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) – Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трьома мовами). Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій. 3. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення. 7. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання – 22 червня 2022 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	10.10.22-15.11.22	
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	16.11.22-06.12.22	
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	<b>1-а атестація</b>	<b>07.12.22</b>	
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	07.12.22-30.12.22	
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	31.12.22-06.01.23	
9.	Охорона праці	07.01.23-15.01.23	
10.	Оформлення пояснювальної записки	16.01.23-30.01.23	
	<b>2-а атестація</b>	<b>31.01.23</b>	
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	31.01.23-03.02.23	
12.	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	04.02.23-07.02.23	
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

**Здобувач**

**Анастасія КУЗЬМЕНКО**

**Керівник роботи, доцент**

**Микола БОНДАР**

## АНОТАЦІЯ

Дослідження в роботі присвячено вивченню можливості використання молочної сироватки для активації культур пивних дріжджів, а також оцінці їх впливу на процес ферментації сусла та якість готового пива. Об'єктом дослідження служили сухі пивні дріжджі низового бродіння *Saccharomyces cerevisiae* штаму Saflager W-34/70 та суха молочна сироватка.

Для проведення головного бродіння, доброджування і дозрівання пива прийнято суміщений спосіб в апаратах великої одиничної потужності ЦКБА. Це забезпечує прискорення процесу у 2 рази, збільшення насиченості діоксидом вуглецю, стабілізацію органолептичних показників для кожної партії пива, економію капітальних витрат.

Показано доцільність використання інокуляту дріжджів, активованого молочною сироваткою, для інтенсифікації процесу зброджування пивного сусла, що дозволяє скоротити тривалість головного бродіння на 1,5 діб та збільшити ступінь зброджування екстракту, а також отримати готове пиво з меншим рівнем побічних продуктів. діацетил та ацетальдегід.

В пояснювальній записці наведені розрахунки продуктів, основних і допоміжних матеріалів, здійснено розрахунок та підбір обладнання, наведено схеми технохімічного та мікробіологічного контролю.

**Ключові слова:** молочна сироватка, пиво, пивне сусло, дріжджі, активність ферменту, бродіння, мальтаза, зимаза, видимий екстракт, ступінь зброджування.

					Анотація	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRACT

Research in the project is devoted to the study of the possibility of using milk whey for the activation of beer yeast cultures, as well as to the assessment of their influence on the fermentation process of wort and the quality of the finished beer. The object of the study was dry brewer's yeast of bottom fermentation *Saccharomyces cerevisiae* strain Saflager W-34/70 and dry milk whey.

For carrying out the main fermentation, fermentation and maturation of beer, a combined method is adopted in the devices of a large unit capacity of TsKBA. This ensures a 2-fold acceleration of the process, an increase in carbon dioxide saturation, stabilization of organoleptic indicators for each batch of beer, saving capital costs.

The expediency of using a yeast inoculum activated by milk whey to intensify the fermentation process of beer wort is shown, which allows to shorten the duration of the main fermentation by 1.5 days and increase the degree of fermentation of the extract, as well as to obtain finished beer with a lower level of by-products. diacetyl and acetaldehyde.

In the explanatory note, the calculations of products, main and auxiliary materials are given, the calculation and selection of equipment is carried out, the technochemical and microbiological control schemes are given.

Key words: milk whey, beer, beer wort, yeast, enzyme activity, fermentation, maltase, zymase, visible extract, degree of fermentation.

					<i>Анотація</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRACTO

La investigación del proyecto se dedica al estudio de la posibilidad de utilizar suero de leche para la activación de cultivos de levadura de cerveza, así como a la evaluación de su influencia en el proceso de fermentación del mosto y la calidad de la cerveza terminada. El objeto de estudio fue levadura de cerveza seca de baja fermentación *Saccharomyces cerevisiae* cepa Saflager W-34/70 y suero de leche en polvo.

Para llevar a cabo la fermentación principal, la fermentación y la maduración de la cerveza, se adopta un método combinado en los dispositivos de una gran capacidad unitaria de TsKBA. Esto asegura una aceleración del doble del proceso, un aumento en la saturación de dióxido de carbono, la estabilización de los indicadores organolépticos para cada lote de cerveza, ahorrando costos de capital.

Se muestra la conveniencia de utilizar un inóculo de levadura activado por suero de leche para intensificar el proceso de fermentación del mosto de cerveza, lo que permite acortar la duración de la fermentación principal en 1,5 días y aumentar el grado de fermentación del extracto, así como obtener cerveza terminada con un menor nivel de subproductos. diacetilo y acetaldehído.

En la nota explicativa se dan los cálculos de productos, materiales principales y auxiliares, se realiza el cálculo y selección de equipos, se dan los esquemas de control técnico y microbiológico.

Palabras clave: suero de leche, cerveza, mosto de cerveza, levadura, actividad enzimática, fermentación, maltasa, zimasa, extracto visible, grado de fermentación.

					Анотація	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>		8
<b>1</b>	<b>СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ</b>	10
1.1	Структура підприємства	10
1.2	Режими роботи	10
<b>2</b>	<b>ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВА З ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ</b>	12
2.1	Обґрунтування асортименту проектованої продукції	12
2.2	Принципова технологічна схема виробництва	14
2.3	Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва	15
2.4	Опис апаратурно-технологічної схеми	46
<b>3</b>	<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>	47
3.1	Характеристика проектованої продукції	47
3.2	Характеристика сировини	48
3.3	Характеристика основних і допоміжних матеріалів	56
<b>4</b>	<b>ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ</b>	57
4.1	Вихідні дані до технологічних розрахунків	57
4.2	Продуктові розрахунки	58
4.3	Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів	66
<b>5</b>	<b>РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ</b>	68
<b>6</b>	<b>ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>	72
<b>7.</b>	<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	77
	<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	84
	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	85

					Проект цеху ферментації пивзаводу потужністю 7 млн дал пива на рік з впровадженням інноваційних технологій			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Кузьменко А. М.</i>			<b>ЗМІСТ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуше</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар М. В.</i>					7	78
<i>Реценз.</i>						НУХТ, ННІХТ, ЗТБ-3-1ск, 2023		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Куц А.М.</i>						

## ВСТУП

Пивоваріння – один із найскладніших технологічних методів виробництва у харчовій промисловості. Перші згадки про це продукт почалися з XI століття. У Росії активне пивоваріння з'явилося вже з XII століття, а готовий продукт мав велику цінність. Для отримання високоякісного напою, потрібно враховувати багато факторів і прискіпливо вибирати інгредієнти. Перше виробництво пива з'явилося на території Азії з появою активного землеробства.

На даний момент є кілька базових способів отримання пива. Кожен виробник по-своєму визначає переваги та недоліки певних технологій і робить модифікації та вдосконалення їх для покращення якості та оригінальності продукції

Спиртове бродіння цукрів під дією ферментів дріжджів є основним процесом в виробництві пива. При бродінні проходить зміна хімічного вмісту сусла і перетворює його на ароматний, хмільний напій – пиво.

Дріжджі дуже важливі живі мікроорганізми. Вони задаються в охолоджене пивне сусло, в результаті чого вони починають споживати всі доступні цукри, отримані в процесі кип'ятіння, перетворюючи їх в спирт, CO<sub>2</sub>, та інші побічні продукти, що формують смако-ароматичний профіль майбутнього напою.

Дріжджі – речовина з мікроскопічних грибів, що викликає бродіння. З урахуванням технології бродіння в пивоварінні застосовують 2 види дріжджів:

1. Верхового бродіння (*Saccharomycetaceae cerevisiae*). Відбувається воно при температурі від 15 до 24 °С, утворюється при цьому значне кількість вищих спиртів та ефірів, це впливає на смакові якості та аромат пива.

2. Низового бродіння (*Saccharomycetaceae carlsbergensis*). Відбувається при температурах 4-9 С. Завдяки зниженим температурам вміст грибків, мікробів залишається мінімальним на відміну верхового бродіння. Це дозволяє збільшити термін придатності пива.

Аналіз сучасних систем класифікації пивоварних продуктів показав, що в них не звертається уваги на калорійність пива та пивних напоїв. Харчова цінність і калорійність повинні не просто відобразитися в як інформаційну цифру на сторінках нормативної документації та на етикетці, а стояти як один із ступенів класифікації продуктів пивоваріння. Відповідно з цим пунктом класифікації вони ділилися б на висококалорійні, середньокалорійні та низькокалорійні.

Класична технологія пивоварного виробництва, як правило, не дозволяє достатньою мірою використовувати та підтримувати на високому рівні активність дріжджів, від чого процеси протікають досить довго. Тому одним із важливих завдань сучасного виробництва пива є підвищення фізіолого-біохімічної активності культури пивних дріжджів з метою інтенсифікації

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Вступ	

головного бродіння сусла за умови збереження та покращення якості готової продукції [1].

Сьогоднішні споживачі зазвичай віддають перевагу пиву з нижчим вмістом алкоголю, глютену, цукру та вуглеводів у ньому, але при цьому без зниження органолептичних властивостей. Тому виробники скористалися можливістю для розширення асортименту продукції. Великі пивоварні підприємства лідирують у цій тенденції, а й крафтові пивоварні також беруть участь, пропонуючи споживачам свою продукцію.

Загальна схема попиту та пропозиції перебуває у центрі уваги кожної галузі. Сьогоднішні споживачі часто шукають продукти, які допомагають їм вести здоровий спосіб життя. Зростання попиту споживачів на продукцію з високими якісними показниками привело до еволюції скоригованої функціональності пива, пов'язаної зі здоров'ям і здоровим способом життя.

У пивоварінні актуальність активізації життєдіяльності дріжджів обумовлена такими факторами: використання солоду низької якості; розширення застосування заводами препаратів активних сухих дріжджів; присутність у сировині чужорідних речовин; зброджування пивного сусла з початковою високою екстрактивністю та ін [2].

В даний час для підвищення фізіологічної активності дріжджів та регуляції їх обмінних процесів все частіше застосовують активатори та харчові підживлення різного складу, що підвищують рівень метаболізму дріжджової культури та забезпечують відповідність її характеристик вимогам того або іншого виробництва. Як джерело біостимулюючих компонентів для дріжджів використовують різні групи рослинної, тваринної та мікробної нативної сировини, а також вторинні матеріальні ресурси галузей харчової та переробної промисловості [3–7].

Розвиток пивної промисловості дає широкі можливості для розширення асортименту продукції, поліпшення органолептичних властивостей та функціональності напою. Бажання вести здоровий спосіб життя, зниження негативного впливу пивної продукції на організм призвели до збільшення попиту на пиво з функціональними властивостями. На сьогоднішній день сучасні технології дають можливість на базі класичного пива виробляти різні сорти з додатковими функціональними властивостями, корисними для здоров'я людини та характеризують високими органолептичними показниками. Все це дозволило виробникам розробити різні рецептури нових видів пива, суттєво розширити ринок пивоварної промисловості та зробити пиво доступнішим для тих споживачів, які не вживали пивну продукцію раніше.

Мета цього дослідження: вивчення можливості використання молочної сироватки для активації культури пивних дріжджів, а також оцінка їхнього впливу на процес бродіння сусла та якість готового напою.

Роботу викладено на 69 сторінках і складається з 6 розділів, анотації, вступу та висновків. Графічний матеріал включає апаратно-технологічну схему варильного відділення пивзаводу потужністю 7 млн дал на рік, викладену на 1 аркуші А1 та демонстраційний плакат – 1 аркуш формату А1.

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

# 1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

## 1.1 Структура підприємства

Загальну структуру утворює сукупність всіх виробничих, невиробничих та управлінських підрозділів підприємств. До функціональних підрозділів відносяться такі:

- планово-виробничий відділ,
- відділ заробітної плати,
- відділ кадрів,
- відділ збуту і постачання,
- бухгалтерія,
- відділи головного механіка і головного пивовара.

Всі підрозділи функціонують за принципами збалансованої взаємодії для досягнення єдиного результату від діяльності підприємства в цілому. Організаційна структура управління заводу є лінійною.

Виробництву високоякісної продукції сприяє налагоджена робота пивзаводу. Організаційна структура забезпечує узгодженість окремих видів діяльності підприємства, та зусиль по виконанню основних завдань та цілей. Організаційна структура управління підприємством є лінійно функціональною, яка спирається на розподіл повноважень та відповідальності по функціях управління по горизонталі та прийняття рішення по вертикалі.

Загальну структуру утворює сукупність всіх виробничих, невиробничих та управлінських підрозділів підприємства. Управлінські підрозділи є також і функціональними, що виконують окрему функцію управління. До функціональних підрозділів відносяться: планово-виробничий відділ, відділ заробітної плати, відділ кадрів, відділ збуту і постачання, бухгалтерія, відділи головного механіка і головного пивовара.

Всі організаційні підрозділи функціонують за принципами збалансованої взаємодії для досягнення єдиного результату від діяльності підприємства в цілому. Виробнича структура пивзаводу представлена на рис. 1.1.

## 1.2 Режим роботи цеху

Підприємство працює 27 днів на місяць, 328 діб на рік.

Режим роботи підприємства двозмінний:

- I. зміна з 8.00 до 20.00 год.
- II. зміна з 20.00 до 8.00 год.

Зазвичай робочий тиждень не перевищує 40 годин. Робочим графіком передбачено обідню перерву тривалістю 40 хвилин і дві 30-хвилинні перерви на відпочинок, які використовуються в різних половинах робочої зміни. Тривалість робочого дня напередодні святкових і неробочих днів скорочується на одну годину.

					<b>СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

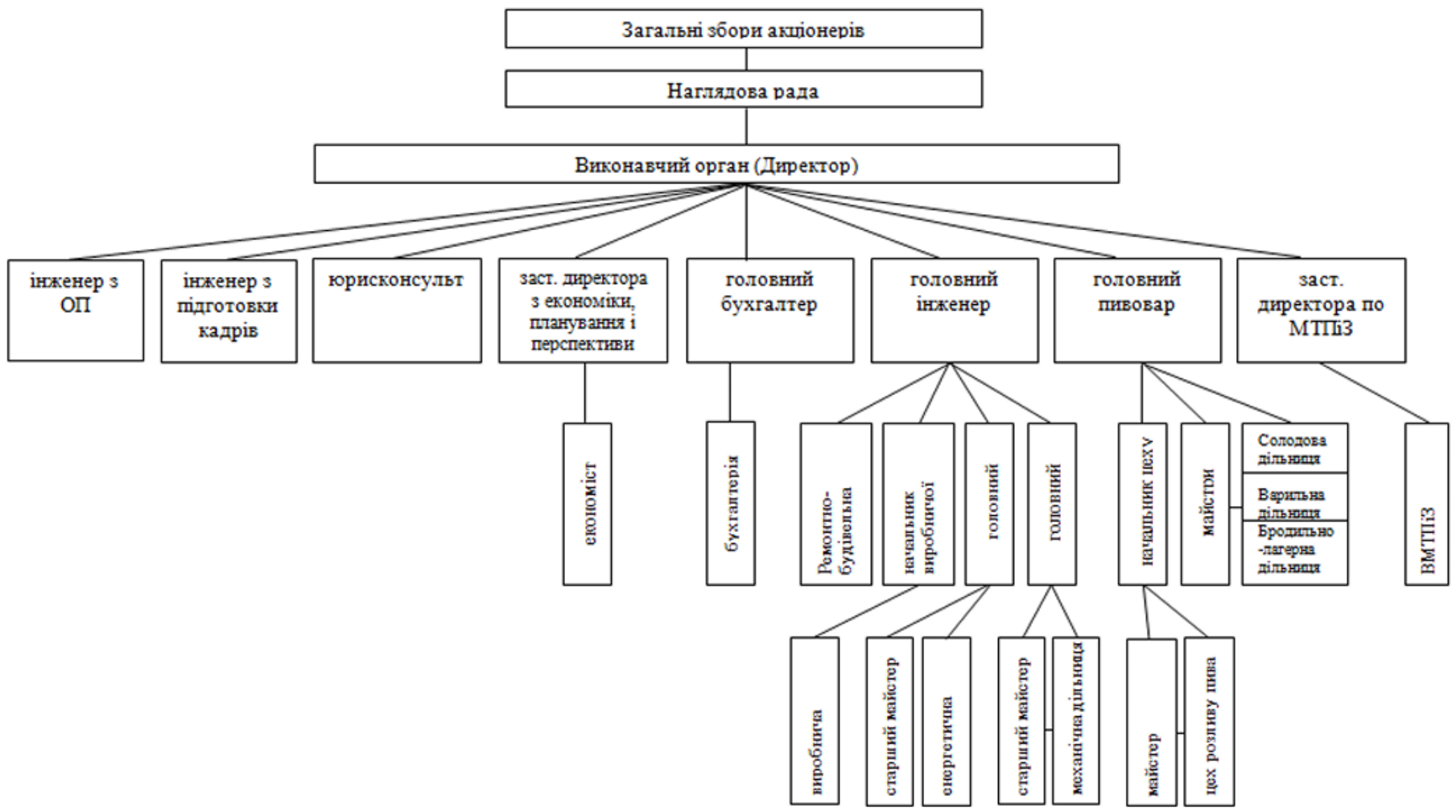


Рисунок 1.1 - Організаційна структура пивзаводу

## 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВА З ВПРОВАДЖЕННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

### 2.1 Асортимент проектованої продукції

Пиво — алкогольний напій, отриманий шляхом бродіння.

Згідно з ДСТУ 3139:2015 "Пивоваріння, терміни та визначення понять" пиво - напій слабоалкогольний, насичений діоксидом вуглецю, тонізуючий пінистий напій, що одержується під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами.

Пиво - всесвітньо відомий напій, і додавання до нього різних речовин, які мають функціональні властивості (трави, пробіотики та ін.), або видалення з нього алкоголю, глютену або вуглеводів може призвести до оптимального індивідуального напою, який сподобається кожному. Деякі з функціональних добавок до пива вже запущені у виробництво, але деякі, проте, все ще є предметом різних досліджень та наукових досліджень.

Процес виробництва світлого 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; дображивание та дозрівання пива; освітлення пива, розлив пива.

Класична технологія приготування світлого пива в залежності від його сорту складає 28-112 діб. При цьому найтривалішими стадіями виробництва є головне бродіння пивного сусла та, особливо, дображування молодого пива, що займають за часом приблизно 75-88% від загальної тривалості процесу приготування пива. Тому особливу увагу приділяють інтенсифікації саме цих технологічних стадій. До категорії «особливі сорти» належать види пива, незвичайні за складом або з різними добавками, а також споріднені напої на основі бродіння [3, 4, 5].

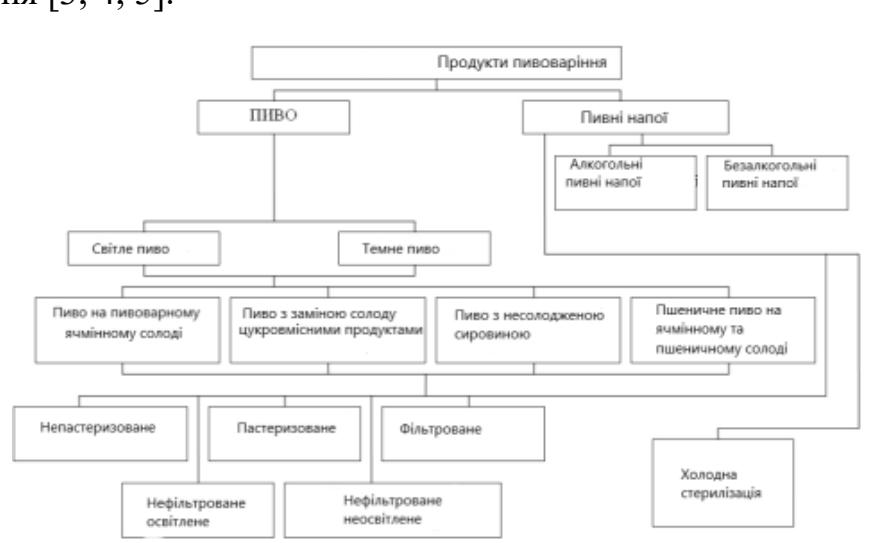


Рис 2.1 - Класифікація продуктів пивоваріння, складена на основі НД

На першому ступені класифікації розглядаються два великі класи товарів. Перший клас - пиво, тобто алкогольна продукція з вмістом етилового спирту, що утворився в процесі бродіння пивного сусла, яка виготовлена з пивоварного солоду, хмелю та (або) отриманих в результаті переробки хмелю продуктів (хмелепродуктів), води з використанням пивних дріжджів, без додавання етилового спирту, ароматичних та смакових добавок.

Другий клас – пивні напої, тобто алкогольна продукція із вмістом етилового спирту, що утворився в процесі бродіння пивного сусла, не більше 7 % обсягу готової продукції, що виготовлена з пива (не менше 40% обсягу готової продукції), та (або) приготованого з пивоварного солоду пивного сусла (не менше 40 % обсягу готової продукції), води з додаванням або без додавання зернопродуктів, цукоровмісних продуктів, хмелю та (або) хмелепродуктів, плодової та іншої рослинної сировини, продуктів їх переробки, ароматичних та смакових добавок, без додавання етилового спирту.

На третьому рівні класифікації розглядають чотири основні групи пива в залежності від сировини, яка використовується для варіння сусла: пиво на основі тільки пивоварного ячмінного солоду, пиво з частковою заміною солоду цукрозамінниками (не більше 20% солоду) . від маси заміненого солоду); пиво з частковою заміною солоду безкомпаундними зерновими матеріалами (не більше 20% від маси заміненого солоду); пиво пшеничне - пиво, до складу сировини якого входить пшеничний солод (не менше 50% від загальної кількості солоду). Кожну з чотирьох груп можна знайти в кожному сорті пива.

На четвертому рівні класифікації знаходяться пиво та пивні напої, які повторюють облік за способом обробки: непастеризоване, пастеризоване, фільтроване, нефільтроване освітлене, нефільтроване неосвітлене. Крім того, до пивних напоїв додається ще один метод обробки – холодна стерилізація, що робить продукт безпечним. Фільтроване пиво і пивні напої являють собою прозору пінисту рідину без осаду і сторонніх включень. Пастеризоване пиво і пивні напої отримують в результаті термічної обробки, мають підвищену біологічну стійкість. Нефільтроване пиво непрозоре і може містити дріжджовий осад. Концентрація дріжджових клітин у нефільтрованому освітленому пиві становить 0,5 млн./см<sup>3</sup>, в неосвітленому - 2 млн./см<sup>3</sup>. Пивний напій нефільтрований — непрозора або прозора піниста рідина з опалесценцією, без сторонніх включень, допускається осад і суспензії, що обумовлено особливостями використовуваної сировини.

Поряд з виробництвом традиційних сортів пива, які займають значну частину ринку, існує низка тенденцій розвитку нових сортів пива. Це робиться в першу чергу з економічних міркувань, щоб замінити частину ячмінного солоду іншими, більш дешевими натуральними продуктами. Кваліфікаційною роботою передбачено випуск пива Krombacher з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11 %, Guinness з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,5 %, Filloz з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15 %. Продуктивність заводу 7 млн. дал/рік.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У табл. 2.1 наведений асортимент та обсяг виробництва проєктованих сортів пива.

Таблиця 2.1 – Асортимент та обсяг виробництва проєктованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво на		Розливається у скляну пляшку місткістю 0,5 дм <sup>3</sup> , млн дал
		рік, млн дал	добу, тис. дал	
Krombacher	60	4,2	8,23	4,2
Guinness	10	0,7	1,38	0,7
Fillou	30	2,1	4,12	2,1
<b>Всього</b>	100	7	13,73	7

## 2.2 Принципова технологічна схема

Принципова технологічна схема приготування пивного сусла наведена на рис. 2.1.

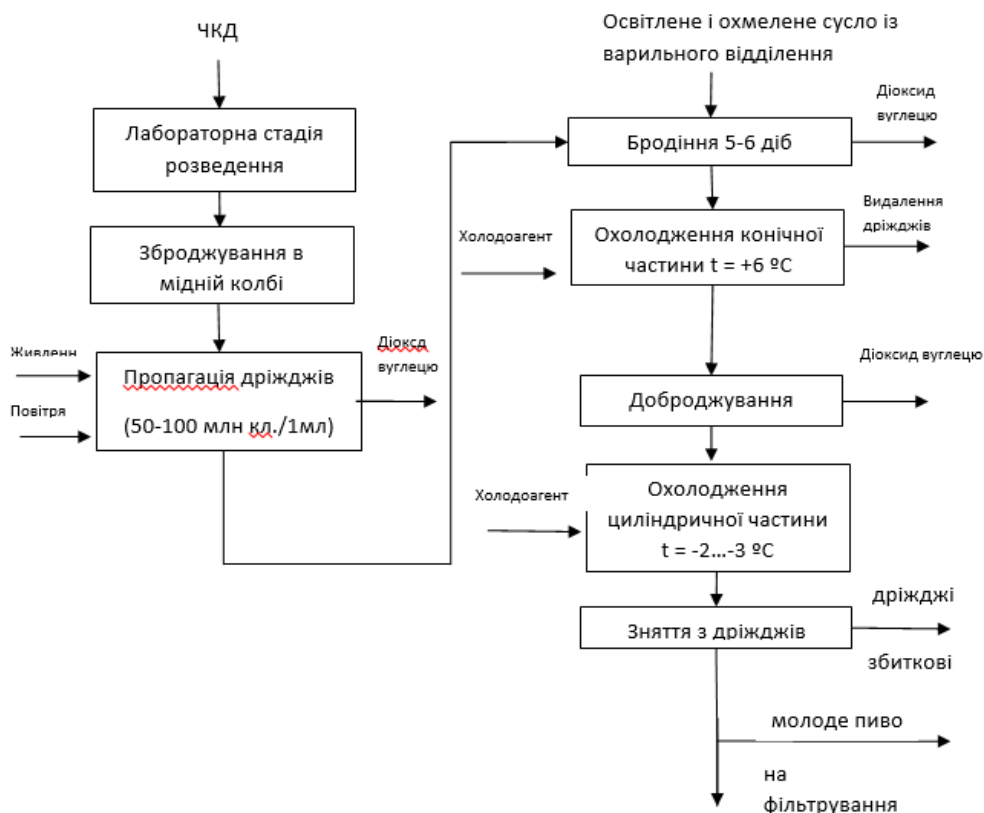


Рис. 2.2 – Принципова технологічна схема зброджування пивного сусла та доброджування пива

## 2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій

Гаряче охмелене сушло охолоджують до 4 ... 6 ° С і видаляють білки, що згорнулися. Охолодження сушла проводять у дві стадії: у 1 стадії відбувається осідання білків та освітлення сушла, а також потемніння за рахунок взаємодії цукрів та амінокислот. У 2 стадії протікають фізико-хімічні процеси: виділення білків, поглинання повітря, розчинення кисню та інших газів.

Основу технології отримання пива складає спиртове бродіння, при якому цукор перетворюється на спирт та вуглекислий газ [7].

Існує два способи ведення головного бродіння: з розброджуванням в чанах попереднього бродіння і без нього. Проводять головне бродіння у відкритих або закритих чанах, без тиску. У пиві знаходиться велика кількість дріжджів. При такій кількості дріжджів, якщо вести бродіння до повного зброджування, то в пиві утворюється велика кількість продуктів обміну дріжджів, які негативно впливають на смак пива. Тому головне бродіння закінчують, коли у молодому пиві залишається 1–1,5 % цукру.

Відбір мікроорганізмів-продуцентів для бродіння пива. Серед біологічних об'єктів, вивчення яких послужило основою розвитку сучасної біотехнології, лідирують дріжджі-сукроміцети. Особливий інтерес до них пов'язаний з особливостями обміну речовин. Наявність у дріжджах двох шляхів енергообміну – анаеробного (гліколіз) та окисного, кожен з яких може реалізовуватися як окремо, так і відбуватися одночасно, послужила основою для отримання продуктів бродіння, зокрема пива, та біомаси хлібопекарських дріжджів.

Для створення високоефективних харчових технологій на основі культивування дріжджів необхідно знати особливості їх метаболізму та фізіології. На основі цих знань можна реалізувати потенціал дріжджів для підвищення ефективності процесу накопичення біомаси в будь-якій галузі біотехнології, де використовуються сукроміцетові дріжджі, зокрема у виробництві пекарських дріжджів, пивоварінні, виноробстві та біосинтезі етанолу. [5].

Збагачення пивного сушла стимуляторами зростання та бродіння є одним з перспективних напрямів інтенсифікації виробництва. Як активатори можуть бути використані комплексні препарати, отримані на основі дріжджів (як у попередньому випадку), так і стимулятори рослинного походження. Зокрема, запропоновано спосіб інтенсифікації бродіння пивного сушла з використанням як активатор БАД, отриманої із солодки щетинистої стевії та батату культурного [7]. Хімічний склад даної добавки представлений вуглеводами, флавоноїдами, поліфенолами, пектиновими речовинами, карбоновими кислотами, каротиноїдами. При внесенні БАД у бродяче солодове сушло, відсоток мертвих дріжджових клітин знижується на 35-45%, частка клітин з глікогеном зростає на 28-40%, порівняно з контролем.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлено, що застосування препарату дозволяє підвищити ступінь зброджування на 10-20% і збільшити вміст етанолу в пиві в середньому на 15-25%. Тривалість процесу головного бродіння скорочується на 1-1,5 діб, дображивання - на 3-4 діб.

**Дріжджі** – це одноклітинні мікроорганізми, які забезпечують процес бродіння. Дріжджі використовуються для приготування не лише пива, а й хліба, вина, квасу. У пивоварінні використовуються спеціальні раси дріжджів. Розрізняють дріжджі верхового та низового бродіння. Пивні дріжджі завжди повинні бути мікробіологічно чистими, швидко зброджувати сусло й осідати на дно, утворювати чисте освітлене пиво з повним смаком та ароматом.

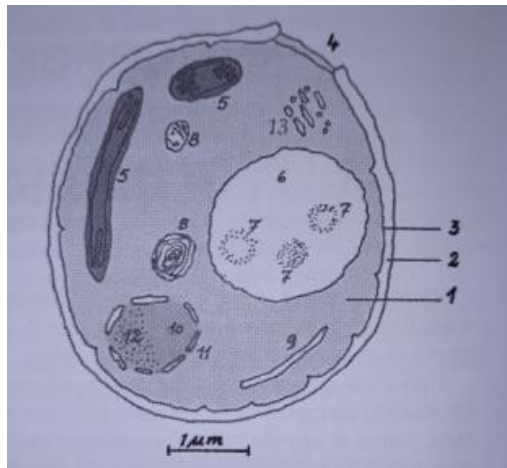


Рис 2.2- Будова дріжджової клітини: 1 – цитоплазма, 2 – клітинна стінка, 3- клітинна мембрана, 4- рубець, 5 – мітохондрія, 6 – вакуоля, 7 – гранули поліметафосфата, 8 – ліпідні гранули, 9 – ендоплазматичний ретикулум, 10 – клітинне ядро, 11 – ядерна мембрана, 12 – ядрце, 13 – апарат Гольджи.

Хімічний склад дріжджів: вода — 74 %, білки — 12,7 %, жири — 2,7 %, клітковина — 2,1 %, мінеральні речовини (кальцій, калій, фосфор, магній, алюміній, сірка, залізо та ін.), вітаміни В1, В2, пп.

Стан дріжджів визначається термінами життєздатності та життєдіяльності. Життєздатність визначається кількістю мертвих або живих клітин, а життєздатність є показником фізіологічної активності живих клітин.

На життєздатність і життєдіяльність клітин впливають такі параметри, як умови зберігання дріжджів, умови бродіння, фактори стресу, які впливають на клітини під час бродіння, умови видалення та характеристики штаму дріжджових клітин [1].

Фізіологічний стан пивних дріжджів оцінюють різними методами - життєздатність дріжджів можна визначити або шляхом вимірювання концентрації внутрішньоклітинних компонентів (запасного глікогену, кількості стерину або АТФ), або шляхом оцінки метаболічної активності. Останній оцінюється різними способами, включаючи вимірювання окислювальної здатності, виробництва іонів магнію, середнього віку клітин, внутрішньоклітинного рН, швидкості утилізації цукру, утворення етанолу, вивільнення CO<sub>2</sub>, споживання кисню та активності ферментів.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірка сили підкислення — це метод, який вимірює зниження значення позаклітинного рН дріжджової суспензії до (спонтанне зниження) і після додавання глюкози. Рівень спонтанного підкислення є показником вмісту глікогену, а рівень індукованого глюкозою підкислення є показником швидкості гліколітичного шляху. Цей метод корисний, швидкий і зручний для визначення життєздатності дріжджових клітин.

До найбільш поширених у вітчизняній літературі досліджуваним фізичним факторам росту та розвитку культури *Saccharomyces cerevisiae* відноситься КВЧ-випромінювання, при якому авторами розробки пропонується оптимальна величина електромагнітних коливань. При цьому спостерігається покращення всіх показників зростання культури, включаючи концентрацію біомаси [1]. Згідно з іншими дослідженнями, сприятливий вплив на фізіологічну активність пивоварних дріжджів надають ультразвукові коливання на рівні 44 кГц [2].

В останні роки у харчовій промисловості найбільше значення має вигляд *Saccharomyces cerevisiae*, до якого відносяться дріжджі, які використовують у хлібопечення, пивоваріння, виноробство, у виробництві квасу та спиртовому виробництві.

Одним із шляхів підвищення ефективності технологічних процесів у виробництві пива є використання активних сухих препаратів пивних дріжджів (АСДП). Однак життєздатність таких дріжджів у більшості випадків знижується. Тому їх потрібно як повторно активувати, так і активувати перед бродінням. Для активізації життєдіяльності сухих дріжджів як під час зброджування сусла, так і під час зберігання використовують харчові добавки різного складу (одно- та багатокомпонентні), що поєднують мінеральні та органічні речовини [1]. Застосування цих препаратів прискорює зброджування сусла, запобігає уповільненню і зупинці бродіння, скорочує тривалість процесу, сприяє глибокому зброджуванню екстракту, підвищує стійкість дріжджів до автолізу. Проте більшість запропонованих препаратів містять мінеральні речовини. у вигляді неорганічних сполук (діамоній фосфат, калій метабісульфіт, цинк сульфати марганцю, калій хлорид), що небажано з гігієнічної точки зору при виробництві харчових продуктів.

Метою даної роботи дослідження цеху ферментації в цілому, і зокрема впровадження інноваційних технологій зброджування сусла та доброджування пива.

*Дріжджі німецької раси* – високозброджуючі дріжджі низового бродіння, які функціонують при температурі 6...12 °С. В кінці головного бродіння флокулюють, утворюючи густий осад. Бродильну активність визначають по ступеню бродіння, яка становить 80...85 %.

*Safelager W 34/70* – високоякісні лагерні дріжджі низового бродіння дозволяють виробляти добре збалансоване пиво з фруктовим і квітковим ароматом, з відмінною питкістю і з тонким смаком.

Важливим критерієм оцінки бродильних властивостей дріжджів є зменшення вмісту екстрактивних речовин під час головного бродіння, яке має проходити повільно і постійно.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

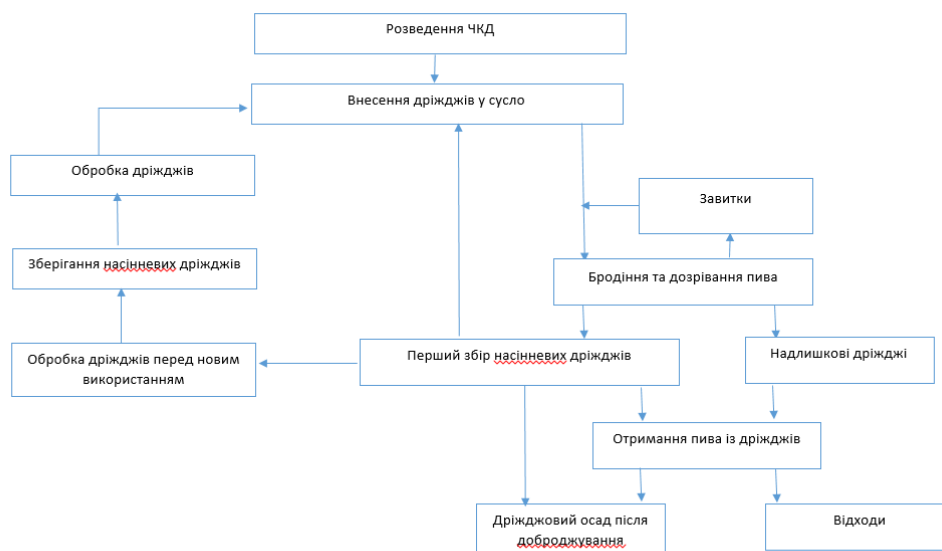


Рис 2.3 – Використання дріжджів на виробництві

Під час бродіння значення рН повільно знижується — (від 5,0 у вихідному суслі до 4,57...4,64 у молодому пиві) і під кінець бродіння набуває стабільних значень.

Підвищення рН вказує на початок автолізу дріжджів. Зниження величини рН має проходити помірно й одночасно по всьому об'єму сусла, що сприяє випаданню в осад хмелевих смол і білково-дубильних сполук, наявність яких у готовому пиві не бажана.

У разі автолізу дріжджів параметри якості пива знижуються. Зокрема, змінюється колір пива, з'являється дріжджовий різкуватий присмак, гіркота стає більш вираженою з появою залишкової, падає смакова стабільність через зниження відновлювальних процесів. рН пива підвищується за рахунок виділення основних амінокислот, через відсутність процесів відновлення вміст діацетилу зростає, погіршується колоїдна і біологічна стійкість, у великій кількості з'являється інфікована мікрофлора, виникають проблеми з фільтруванням. Кількість дріжджових клітин у зваженому стані збільшується у процесі головного бродіння до 60...80 млн клітин/см<sup>3</sup>, під час доброджування поступово зменшується — до 15...20 млн клітин/см<sup>3</sup>, а при перекачування пива на фільтрування стає близько 2 млн клітин/см<sup>3</sup> [11].

*Об'єкт дослідження – сухі пивні дріжджі Saflager раси W-34/70 (виробництво Франції). Середовищем для обробки дріжджової культури, а також для зброджування служило охмелене пивне сусло екстрактивністю 12%.*

**Культивування дріжджів [11].** Розведення чистої дріжджової культури проводилось у лабораторних умовах у кілька етапів (рис 2.3)

Підготовчий етап. Виготовляється пересівання чистої культури дріжджів з косяка з нативною культурою в пробірки із задалегідь підготовленим скошеним середовищем сусло агар. Пробірки встановлюються в термостат для культивування за температури 24 °С протягом 48 год

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

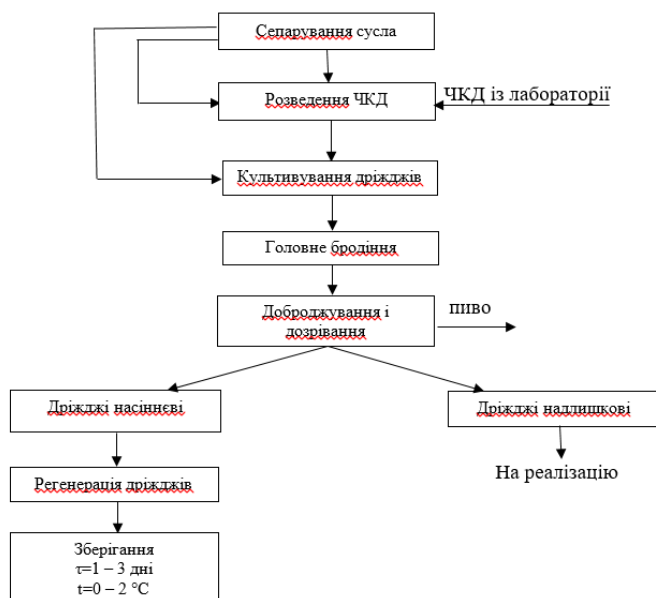


Рис. 2.3– Принципова технологічна схема розведення чистої культури дріжджів

I етап розведення. У пробірки з культурою на скошеному агарі додають по 5 мл стерильного сусла, одержують завись отриманої культури та передають її у колби на 30 мл. Ставлять колби на 30 мл в термостат з вибраним температурним режимом на 24 год.

II етап розведення. Гомогенізують культуральну рідину в колбах на 30 мл легкими рухами, що похитують і, дотримуючись умов стерильності, передають її у колби на 180 мл. Колби на 180 мл ставлять у термостат з обраним температурним режимом 24 год.

III етап розведення. Гомогенізують культуральну рідину у колбах на 180 мл користувалися стандартним методом підрахунку у камері Горяєва.

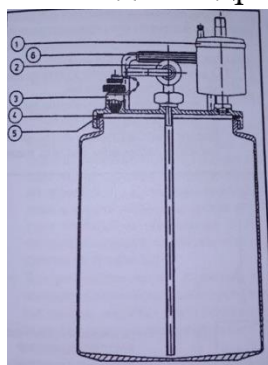


Рис 2.4 – Колба Карлсберга: 1 – фільтр для стерилізації повітря, 2 – пробовідбірник, 3 – штуцер для пересівання культури з резиновою мембраною, 4,5 – ущільнення різьбового з'єднання, 6 – ручна для транспортування

4 етап. На 5-у добу культуральну рідину в колбі місткістю 1000 мл за таких же умов гомогенізують у шейкері, визначають показники якості дріжджових клітин, і, дотримуючись умов стерильності, культуру переносять у колбу об'ємом 2000 мл.

5 етап. На 6-ту добу здійснюють ті ж маніпуляції, що і на попередньому етапі, однак, потім вміст переносять у колбу на 18 л, куди додають

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підживлення для дріжджів та проводять аерацію при температурі 20 °С протягом 10 хв при 120 хв<sup>-1</sup> [5].

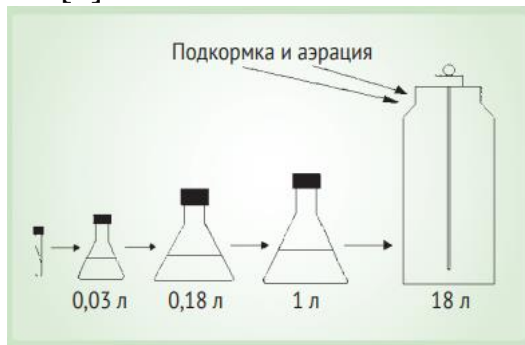


Рис 2.5 - Класична схема розведення чистої культури дріжджів (20 °С, 10 хв, 120 хв<sup>-1</sup>)

Для нормального розмноження дріжджі потребують кисню. При наявності кисню утворюються ненасичені жирні кислоти, що йдуть на будівництво клітинної речовини. Якщо сусло не аерувалося або недостатньо аерувалося, то:

- дріжджі відчувають нестачу ненасичених жирних кислот;
- стадія розмноження клітин дріжджів завершується раніше;
- виникають порушення зброджування сусла, збільшується час бродіння;
- значно зростає кількість мертвих клітин дріжджів.

Нестача кисню в суслі протягом кількох циклів бродіння наводить до дегенерації дріжджів. Дріжджі після бродіння відчувають недостатній вміст кисню і при зберіганні автолізується швидше, ніж дріжджі, зняті після нормального бродіння. Важливо те, що 80% труднощів під час проведення бродіння пов'язане з недостатнім вмістом кисню в суслі.

Наявність кисню – найважливіший чинник, що впливає на розмноження дріжджів. Завдяки диханню дріжджі отримують можливість активізувати обмін речовин та розмножуватися. Однак наявність цукру в середовищі перешкоджає диханню та спонукає до бродіння (ефект Кребтрі), у зв'язку з чим не можна посилити розмноження дріжджів, дедалі більше збільшуючи аерацію. З появою клітини починається будівництво та збереження фосфоліпідів, які є головними компонентами подвійної клітинної мембрани. Завдяки кисню частина жирних кислот переводиться в ненасичені кислоти, які мають більше низькою точкою плавлення та сприяють кращому проникненню речовин крізь мембрану. Кисень необхідний і для синтезу стеринів, який, з одного боку, тісно пов'язаний із зростанням дріжджів, а з іншого – зі збагаченням клітини глікогену [7]. Між синтезом ліпідів та ефірів існує зворотна залежність: поки утворюються ліпіди (за наявності кисню), не відбувається виникнення ефірів.

Наявність амінокислот і мікроелементів, що містяться в суслі, та мінеральних речовин достатньо для бродіння, але коли дріжджі розмножуються, вони потребують набагато більшої кількості амінокислот та мікроелементів. Цих речовин не вистачає, так що навіть за дуже інтенсивної аерації розмноження припиняється при досягненні концентрації приблизно в 100 млн КУО/мл живильної середовища. Лімітуючим фактором є насамперед

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вміст амінокислот у суслі (200–240 мг/л), з яких не всі можуть асимілюватися дріжджами (Наприклад, пролін). У той же час надмірно високий вміст кисню призводить до утворення зайвого обсягу біомаси культури, що призводить до підвищеної концентрації метаболітів клітини негативно впливали на смак та аромат пива або пивного напою (альдегіди, вищі спирти, ефіри та ін.). Враховуючи цей факт дуже важливо контролювати на початку бродіння наявність кисню у суслі. Нижнім кордоном слід вважати 8-10 мг O<sub>2</sub>/л сусла. Можна виходити з того, що внесений кисень буде використаний протягом кількох годин і не вплине на смакову стабільність пива.

При розведенні чистої дріжджової культури в лабораторних умовах оптимальною температурою інкубації є температура 20...25 °С. Надалі, при низовому бродінні в циліндроконічному танку, що застосовуються низькі температури завжди нижче температурного оптимуму для ферментів дріжджів.

При внесенні дріжджів без підготовки у холодне сусло при сильному охолодженні вони «зазнають шоку» і починають виділяти у зовнішнє середовище амінокислоти та нуклеотиди. Розмноження та бродіння їх сповільнюється чи зовсім припиняється.

Дріжджі дуже чутливі до стрибкоподібного зниження температури (холодний шок) [8]. При бродінні під тиском у танку за допомогою шпунт-апаратів підтримується надлишковий тиск від 0,2 до 1,8 бар, завдяки чому в пиві підвищується концентрація діоксиду вуглецю. При цьому на дріжджі діють стресові фактори – не лише підвищений статичний тиск, але і зростання парціального тиск CO<sub>2</sub>.

Стан дріжджів визначається термінами життєздатність та життєвість. Життєздатність визначається числом мертвих чи живих клітин, а життєвість – це міра фізіологічної активності живих клітин.

На життєвість та життєздатність клітин впливають такі параметри як режим зберігання дріжджів, умови бродіння, стресові фактори, що впливають на клітини під час бродіння, умови знімання, а також штамові особливості дріжджових клітин [1].

Фізіологічний стан пивних дріжджів оцінюється різними методами - життєстійкість дріжджів можна визначити або шляхом вимірювання концентрації внутрішньоклітинних компонентів (резервного глікогену, кількості стерину або АТФ), або шляхом оцінки метаболічної активності. Останню оцінюють різними способами, включаючи вимірювання окисної здатності, продукування іонів магнію, середнього віку клітин, внутрішньоклітинного значення рН, швидкості утилізації цукрів, утворення етанолу, вивільнення CO<sub>2</sub>, споживання кисню та активності ферментів.

Тест сили підкислення – це метод, який вимірює зниження значення позаклітинного рН дріжджової суспензії до (спонтанне зниження) та після додавання глюкози. Рівень спонтанного підкислення є індикатором вмісту глікогену, а індукований глюкозою рівень підкислення є індикатором швидкості проходження гліколітичного шляху. Цей метод є корисним, швидким та зручним для визначення життєздатності дріжджових клітин.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В останні роки у харчовій промисловості найбільше значення має раса *Saccharomyces cerevisiae*, до якого відносяться дріжджі, які використовують хлібопечення, пивоваріння, виноробство, у виробництві квасу та спиртовому виробництві.

Дослідження дріжджів за спадковими ознаками дозволяють зробити висновок, що дріжджі, що викликають процес бродіння, ставлячись до виду *Saccharomyces cerevisiae*, є мутантами з частково втраченими ознаками, селекціонованими при певних умов чи певних субстратах [3]. Дріжджі належать до царства грибів *Mycota*, відділу справжніх грибів *Eumycota*. Залежно від того, чи здатні дріжджі розмножуватися статевим шляхом, їх можна віднести до двох класів: класу аскоміцетів та класу дейтеромицетів. Невелика частина дріжджів відноситься до класу базидіомицетів. Так як дріжджі відрізняються по своїми культуральними властивостями від грибів, існують їх окремі класифікації. Так, існує окрема класифікація досконалих (спорогенних) дріжджів – класифікація Кудрявцева. За цією класифікацією дріжджі відносяться до класу аскоміцетів, порядку одноклітинних грибів - дріжджів, який включає три сімейства: цукроміцетів, шизосахаромицетів та цукромікодів. Сімейства розрізняються формою клітин, способом вегетативного розмноження.

*Saccharomyces cerevisiae* широко використовується в пивоварінні (разом з деякими іншими видами: *Saccharomyces carlsbergensis* та *Brettanomyces sp.*) та відомий як «дріжджі верхнього бродіння», через те, що звичайно спливає на поверхню ємності протягом бродіння. Пиво, при виготовленні якого використовувалися дріжджі верхнього бродіння, називається елем, тому ці дріжджі інколи називаються «елевими». Ці дріжджі не в змозі споживати деякі цукри, в результаті чого пиво стає більш солодким та «фруктовим».

Одним із напрямів підвищення ефективності технологічних процесів у виробництві пива є використання препаратів активних сухих пивоварних дріжджів (АСДП). Однак життєздатність таких дріжджів у більшості випадків знижена. Тому перед бродінням їх необхідно як реактивувати, а й проводити активацію. Для активізації життєдіяльності сухих дріжджів як у процесі бродіння сусла, так і при зберіганні використовують харчові підживлення різного складу (одно-і багатокomпонентні), що поєднують у собі мінеральні та органічні речовини [1]. Застосування цих препаратів прискорює розбраження сусла, запобігає уповільненню та зупинці бродіння, скорочує тривалість процесу, сприяє глибокому збродженню екстракту, збільшує стійкість дріжджів до автолізу.

Однак до складу більшості запропонованих препаратів входять мінеральні речовини у формі неорганічних сполук (діамонійфосфат, метабісульфіт калію, сульфати цинку та марганцю, хлорид калію), що з гігієнічної точки зору у виробництві харчових продуктів небажано.

Метою даної роботи - дослідження цеху ферментації в цілому, і зокрема впровадження інноваційних технологій зброджування сусла та доброджування пива.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Дріжджі німецької раси* – високоброджуючі дріжджі низового бродіння, які функціонують при температурі 6...12 °С. В кінці головного бродіння флокулюють, утворюючи густий осад. Бродильну активність визначають по ступеню бродіння, яка становить 80...85 %.

*Safelager W 34/70* – високоякісні лагерні дріжджі низового бродіння дозволяють виробляти добре збалансоване пиво з фруктовим і квітковим ароматом, з відмінною питкістю і з тонким смаком.

Важливим критерієм оцінки бродильних властивостей дріжджів є зменшення вмісту екстрактивних речовин під час головного бродіння, яке має проходити повільно і постійно.

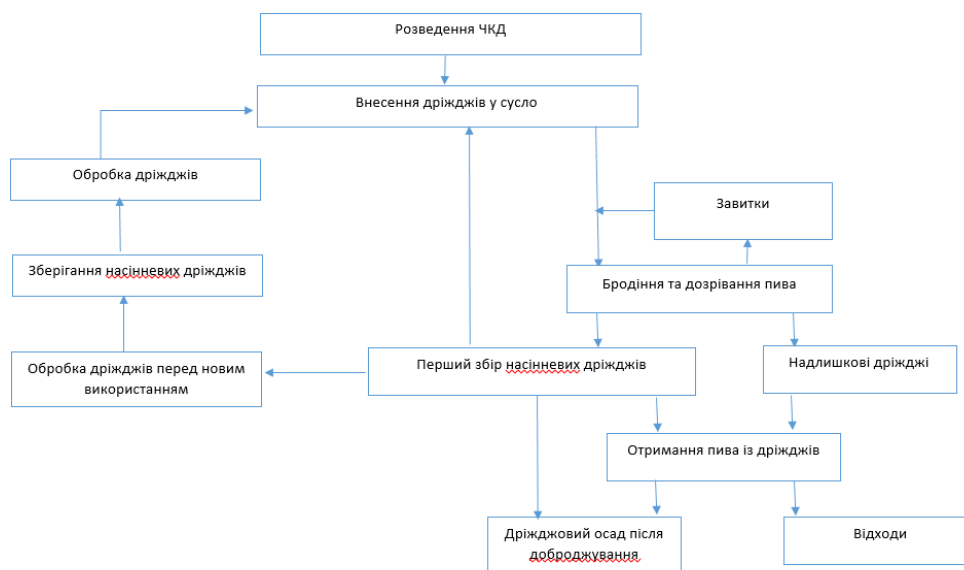


Рис 2.5 – Використання дріжджів на виробництві

Під час бродіння значення рН повільно знижується — (від 5,0 у вихідному суслі до 4,57...4,64 у молодому пиві) і під кінець бродіння набуває стабільних значень.

Підвищення рН вказує на початок автолізу дріжджів. Зниження величини рН має проходити помірно й одночасно по всьому об'єму сусла, що сприяє випаданню в осад хмелевих смол і білково-дубильних сполук, наявність яких у готовому пиві не бажана.

У разі автолізу дріжджів параметри якості пива знижуються. Зокрема, змінюється колір пива, з'являється дріжджовий різкуватий присмак, гіркота стає більш вираженою з появою залишкової, падає смакова стабільність через зниження відновлювальних процесів. рН пива підвищується за рахунок виділення основних амінокислот, через відсутність процесів відновлення вміст діацетилу зростає, погіршується колоїдна і біологічна стійкість, у великій кількості з'являється інфікована мікрофлора, виникають проблеми з фільтруванням. Кількість дріжджових клітин у зваженому стані збільшується у процесі головного бродіння до 60...80 млн клітин/см<sup>3</sup>, під час доброджування поступово зменшується — до 15...20 млн клітин/см<sup>3</sup>, а при перекачування пива на фільтрування стає близько 2 млн клітин/см<sup>3</sup> [11].

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним із підходів для підвищення рентабельності сучасного промислового пивоваріння є ферментація сусла з високим вмістом нескладеного зерна. Однак вміст поживних речовин, передбачених для дріжджів у цих методах, часто недостатньо для досягнення задовільного результату бродіння та якості продукту. Дріжджові екстракти можуть оптимізувати ці процеси ферментації, оскільки вони забезпечують безліч необхідних поживних речовин для дріжджів, таких як вільний а-аміний азот, мінерали та вітаміни, або створюють додаткову користь для продукту внаслідок їх антиоксидантних властивостей. При виробництві пива велика кількість фізіологічно активних компонентів екстракту дріжджів стимулює ферментативну активність дріжджів, прискорюючи процес бродіння. До того ж окремі поживні речовини дріжджового екстракту впливають на вторинний метаболізм дріжджів і, отже, загальний смак пива.

**Зброджування пивного сусла.** В технології пивоваріння застосовують різні способи зброджування пивного сусла: періодичні, напівбезперервні, циклічний і безперервні [11].

Розглянемо спочатку відомі періодичні: спосіб Натана різновидом якого є бродіння – доброджування в сучасних апаратах ЦКБА.

Оскільки бродіння сусла та доброджування пива – найбільш тривалі процеси у виробництві пива, вони вимагають застосування великої кількості ємностей та великих виробничих площ. Для вирішення цієї проблеми перспективно використання танків великої місткості (діаметром 4-8 м та висотою 7-10 м), що мають ізоляцію і зовнішнє охолодження, а саме, циліндроконічних танків ЦКТ, забезпечених двома-трьома охолодними сорочками на циліндричній частині та одній – на нижній конічній частині. В такому апараті можна поєднувати головне бродіння та дображивання пива. Заміна класичної схеми роздільного бродіння в горизонтальних бродильних та табірних танках на циліндроконічні танки дозволить скоротити займану виробничу площа; застосувати економічне та результативне миття апарату; спростити процес знімання дріжджів; скоротити продуктові втрати; скоротити енерговитрати; автоматизувати процес бродіння та дображивання; інтенсифікувати виробництво пива. Ефект використання ЦКТ полягає також у збільшенні гідростатичного тиску стовпа пива, яке сприяє прискореному накопиченню в ньому CO<sub>2</sub> при дображиванні, а це, у свою черга, впливає формування органолептичного букета пива [10,11].

Виробництво пива із суміщенням бродіння і доброджуванням, котра запозичена від способу Натана і допрацьована, застосовується для виготовлення великої кількості сортів пива.

Циліндроконічні танки виготовляються з верхньою частиною у вигляді циліндра, а з нижньою - у вигляді конуса (рис. 2.6). Така форма дає можливість добре й повно відокремлювати від пива осілі дріжджі, а також поліпшує спустошення та мийку танка. Розміри ЦКТ залежать від потужності варильного відділення. За основу приймається, що один танк повинен уміщати

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

максимум половину виробленого в добу сусла. Вільний простір для піни в ЦКТ повинен становити не менш 18-25% від обсягу початкового сусла.

Для обслуговування, контролю та безпечної експлуатації танка встановлюються наступні елементи:

1. устаткування для наповнення й спорожнення ЦКТ;
2. запобіжна арматура;
3. контрольні прилади;
4. система СІР.[3]

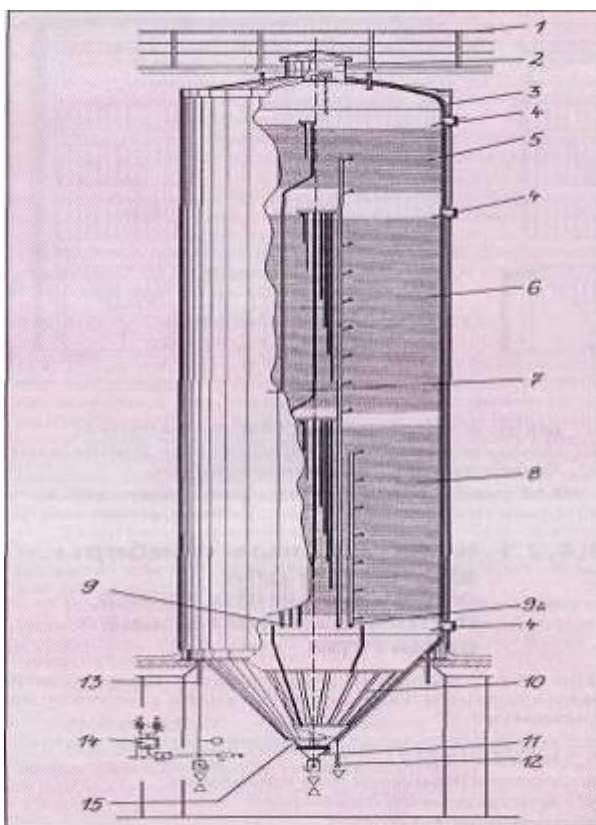


Рис. 2.6 — Циліндроконічний танк (ізоляція частково видалена):

1 - площадка для обслуговування; 2 - купол танка з арматурою; 3 - труби з кабелем і дренажною трубою, прокладені під ізоляцією; 4 - гніздо для термометра; 5 - мала зона охолодження для доброджування; 6, 8 - зони охолодження для бродіння; 7 - ізоляція; 9 - з'єднання для підведення рідкого аміаку, із клапанами; 9а - відвід аміаку, що випарувався; 10 - конусна зона охолодження; 11 - конусний патрубок з люком обслуговування; 12 - пробний кран; 13 - що подає й відводить із купола труба (СО<sub>2</sub>; повітря; СІР); прокладена під ізоляцією; 14 - шпунт-апарат; 15 - вимірник рівня. [2]

1) класичний метод. Охоложене до температури 9 °С сусло подається в конусну частину ЦКТ, де протягом перших двох діб температура бродіння сусла самовільно підвищується з 9 °С до 12 °С. При досягненні видимого екстракту в пиві від 4,5% до 4,0% ССВА переводять в режим накопичення СО<sub>2</sub> і поступово охолоджують до 1 °С.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) холодний режим бродіння. Максимальна температура цього способу становить 11 °С. При досягненні в пиві видимого екстракту від 4,5 до 4,0 %, ЦКБА переводять у режим накопичення CO<sub>2</sub> і різко охолоджують до мінус 1 °С;

3) теплий режим бродіння ведуть при максимальній температурі 16 °С. При досягненні у пиві видимого екстракту від 4,5% до 4,0 %, ЦКБА переводять у режим накопичення CO<sub>2</sub> та плавно охолоджують до 2 °С.

Видимий ступінь зброджування аналізували за видимим екстрактом, виміряним цукроміром у зразках зброджуваного сусла за наявності в них спирту та діоксиду вуглецю [10]. Отримані результати зміни показників видимого екстракту пивного сусла за різних умов бродіння відображені на рисунку 1.3

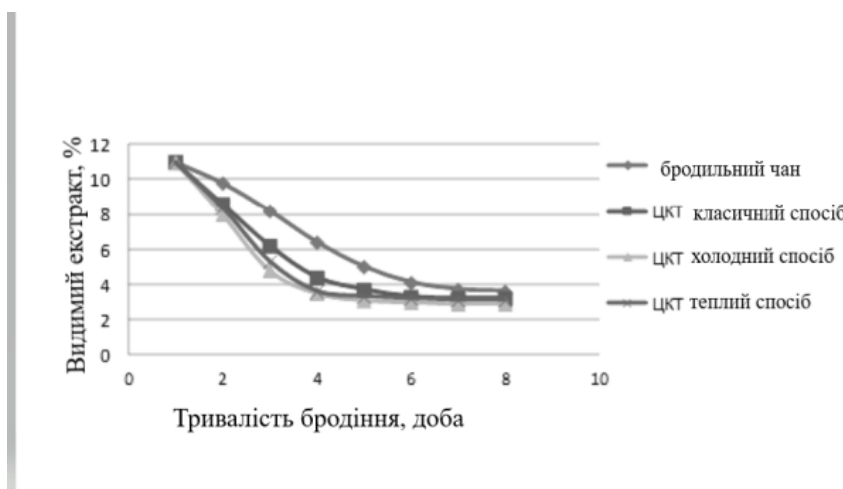


Рис 2.7 - Динаміка зміни видимого екстракту пивного сусла в залежності від способу бродіння

З малюнка 1 видно, що процес зброджування екстрактивних речовин сусла початковою екстрактивністю 11% у ЦКБА при холодному та теплому режимах бродіння завершувався вже на четверту добу при зниженні видимого екстракту до 3,5 % та 3,6 % відповідно. Процес бродіння в ЦКБА класичним способом закінчувався п'ятими добу при вмісті видимого екстракту – 3,7%, а в бродильному чані – лише на сьому добу цей показник становив 3,7%.

При отриманні світлого пива важливе значення має збереження прозорості напою, що безпосередньо з його стійкістю. Стійкість напою характеризує його здатність протистояти помутнінню (або утворення осаду – характерної для напою опалесценції). Під стійкістю розуміють час на добу, протягом якого напій залишається прозорим (або без осаду) при 20°С.

При цьому максимальний видимий ступінь зброджування пивного сусла було відзначено на четверту добу у зразків у ЦКБА при холодному та теплому режимах бродіння і склала 68,2 % та 67,3 % відповідно.

Прискорення процесу бродіння в ЦКТ ймовірно обумовлено, в першу чергу, конструктивними особливостями циліндро-конічного танка, які сприяють інтенсивному природному перемішуванню сусла, що зброджується.

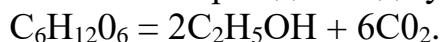
*В даній роботі запропоновано спосіб бродіння в ЦКБА «теплим» способом.*

### **Процеси, що відбуваються при бродінні сусла**

При спиртовому бродінні в суслі протікають біологічні, біохімічні, фізико-хімічні процеси.

Живильні речовини, що поступають в дріжджові клітини з сусла, під дією ферментів перетворюються на різні проміжні продукти, що витрачаються на спиртове бродіння, і зростання дріжджів (біологічний процес) відбувається в початковій стадії зброджування пивного сусла і закінчується задовго до кінця бродіння.

Основним біохімічним процесом бродіння є перетворення зброджуваних цукрів на етиловий спирт і діоксид вуглецю:



При зброджуванні сусла розчинені білкові речовини частково денатурують, а потім флокулюють (злипаються) і осідають. Осідають також поліфенольні речовини. Утворення етилового спирту, ефірів, зниження рН сприяє коагуляції високомолекулярних речовин сусла.

Діоксид вуглецю, який утворюється при бродінні, спочатку розчиняється в зброджуваному суслі, а потім (після насичення сусла) починає виділятися.

При бродінні приблизно на 1/3 зменшується вміст поліфенольних речовин.

**Вивантаження дріжджів із ЦКБА [11].** Дріжджі потрібно вилучати так часто, наскільки це можливо. Для цього є свої причини:

- культура осідає не рівномірно через турбулентні потоки, які виникають при головному бродінні, тобто на поверхні молодого пива спостерігається висока концентрація клітин. Навіть при холодній витримці спостерігається явище збурювання дріжджів – завдяки теплим потокам в конусній частині апарата;

- дріжджі по ходу дозрівання виділяють в пиво азотовмісні низькомолекулярні речовини, які не споживаються ними повторно, а лише негативно впливають на стійкість піни;

- при дозрівання та холодній витримці дріжджі виділяють протеїназу, яка розчеплює композиції білків;

- поганий стан клітин призводить до їх автолізу, рН підвищується й крім того утворюються комплекси протеїнів, глікогену і маннану, які розчиняються та призводять до помутніння напою, погіршення його фільтрування;

- біомаса, що в конусі, знаходиться під впливом парціального тиску діоксиду вуглецю. Тиск стовпа рідини клітини витримують краще, ніж дію діоксиду вуглецю.

**Методи збору.** Із конуса дріжджі можна збирати за допомогою тиску стовпа рідини або насосом, який буде підтримувати потік постійним (мембранні, гвинтові, ексцентрові гвинтові) [3].

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливо, щоб біомаса поступово сповзала й горизонтальна межа між пивом і дріжджами залишалась постійною; коли утвориться воронка – пиво може засмоктати. Це стосується і роботи насосів (потрібно щоб вони працювали в пульсуючому режимі).

*Переваги застосування ЦКБА:*

- різке скорочення процесу – в 2 рази;
- механізоване миття і дезинфекція (розміри, гладка поверхня);
- суттєве покращання умов праці (всі механізми, пристрої в нижній частині);
- температура приміщення, де відбуваються всі процеси комфортна для людини;
- зниження капітальних витрат;
- ефективне використання виробничої площі;
- збільшення потужності;
- підвищується якість за рахунок збільшення об'єму партії пива, її якість стає стабільною (зокрема вміст CO<sub>2</sub> збільшується за рахунок додаткового надлишкового тиску, P = 5...7 МПа і висоти стовпа рідини). Але підвищений тиск є недобрим для дріжджів. Хімічний зв'язок здійснюється довго при дозріванні при низьких температурах. Тому тут буде менше хімічного зв'язку. Є небезпека “біжучого пива” при розливі;
- вихід незв'язаного CO<sub>2</sub>. Тому пиво перед розливом слід добре охолодити.

*Прискорення процесу досягається за рахунок:*

- підвищеного рівня конвекції і масообміну;
- збільшення норми дріжджів на бродіння;
- збільшення температури бродіння (12...13.5<sup>0</sup>C). Це добре для дріжджів тому що утворюється більше осадових дріжджів (не в 2 рази приріст дріжджів, а в 4...5 разів);
- підвищене накопичення біомаси. Це слід враховувати при розрахунках. Для покращання життєдіяльності дріжджів у сусло додатково додають повітря, особливо на перших варках. Але дріжджі треба міняти кожні 5...6 генерацій.

Іншим технічним рішенням підвищення стійкості пива є використання «гідроколоїдів». Термін «гідроколоїди» охоплює полісахариди та протеїни, які в наші дні широко використовуються в різних галузях промисловості, наприклад, для загущення та гелеутворення. водяних розчинів; стабілізації пін, емульсій та суспензій; уповільнення та повного запобігання кристалізації льоду та цукру; регулювання аромату та ін. [13].

Одним із застосовуваних гідроколоїдів є хітозан – деацетильоване похідне хітіна. Висока реакційна здатність; розчинність у доступних та дешевих розчинниках; іонообмінні, хелатоутворюючі та комплексоутворюючі властивості; антибактеріальна, антивірусна та імуностимулююча активність роблять хітозан привабливим матеріалом для практичного застосування. Унікальні властивості цього полімеру зумовлюють його застосування в

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

харчовій промисловості як консервант, емульгатор, загусника та структуроутворювача. Широко використовується хітозан у косметичній промисловості та медицині. Високі сорбційні властивості дозволяють використовувати хітозан при очищенні води [14,15].

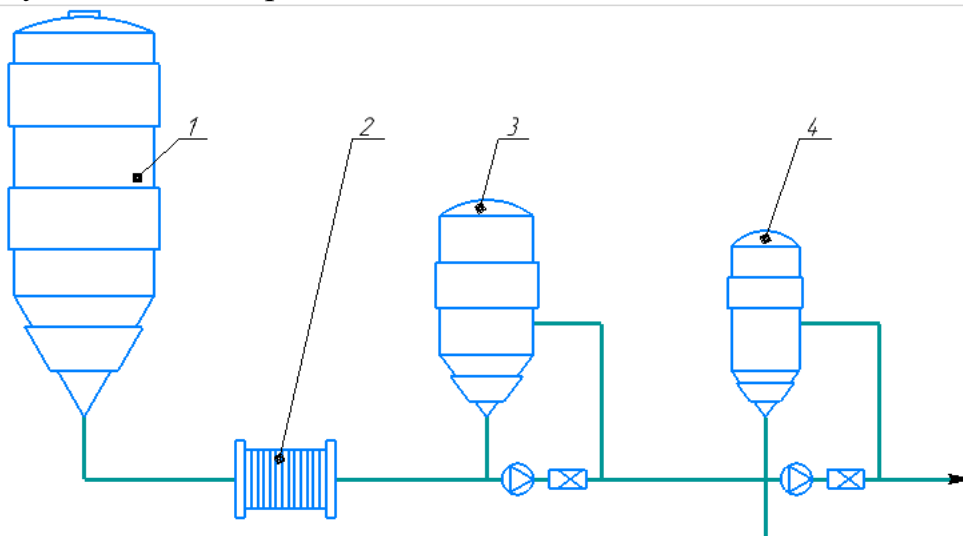


Рис 2.8 – Збір дріжджів із ЦКБА: 1- ЦКБА, 2 – теплообмінник, 3 – танк для зберігання дріжджів, 4 – танк для надлишкових дріжджів.

Тривалість головного бродіння 4...5 діб, 1...2 доби – затухання бродіння, 5 діб останніх – дозрівання[11].

**Доброджування і дозрівання пива [15].** Індикатором дозрівання пива є розщеплення діацетилу, загальна кількість якого має стати не більше 0,15 мг/дм<sup>3</sup>. Коли його вміст досягне необхідного значення, кінчну частину ЦКБА охолоджують етиленгліколем від температури мінус 5 °С до температури мінус 1 °С. Процес доброджування триває 5...7 діб. Саме тоді формується аромат і смак пива.

Протягом даного процесу і обов'язково перед фільтрацією здійснюють підйоми дріжджів.

Нефільтроване дозріле пиво подається на сепаратор для відділення залишку дріжджів. Саме на сепаратор можуть дозувати першу і останню фракцію фільтрування, яка не пройшла по густині по 10...20 % до об'єму всієї партії пива. Після чого пиво перекачують у буферну ємність для нефільтрованого пива, яка використовується для того, щоб уникнути гідравлічних ударів, з якої далі пиво перекачують на фільтрування.

Саме в цей момент зазвичай зі збірника в пиво дозуються силікагелі. Це стабілізуючі речовини, які зв'язують білки, які викликають помутніння, але майже не діють на позитивно впливаючі на піну фракції. Їх додають в кількості 20-70 г/гл.

Силікагелі виготовляються із сірчаної кислоти і натрієвого рідкого скла. Перевагу надають частинкам розміром 8...20 мкм з порами розміром 3...3,5 мкм, бо саме вони мають оптимальну здатність адсорбувати білки, що викликають помутніння.

### **Використання молочної сироватки для активації дріжджів.**

Слід зазначити, що штам Saflager W-34/70 має високу спиртостійкість, швидко зброджує пивне сусло, дріжджі добре флокулюють та мають високу бродильну активність.

Як джерело ростових речовин і біостимулятор фізіолого-біохімічних показників пивних дріжджів використовували суху молочну сироватку, попередньо розведену водою до концентрації сухих речовин 5 %, з вмістом лактози 3,4 %.

На першому етапі досліджень проводили попереднє зброджування сухих дріжджів за методикою, запропонованою Л. В. Пермяковою [2], згідно з якою після регідратації дріжджів у пивному суслі (1 : 10) при температурі  $5 \pm 1$  °C протягом 30 хв., проводили їх активацію на величину додаткового додавання до досліджуваних зразків молочної сироватки в різних співвідношеннях: дріжджі + пивне сусло (ПВ) : молочна сироватка – 1 : 0,5 (дослід 1) та 1 : 1 (дослід 2) з подальша експозиція протягом двох годин. Контролем служив зразок без додавання сироватки (МС).

Відомо, що швидкість бродіння пивного суслу залежить від біохімічних перетворень, які відбуваються за участю багатьох ферментів і ферментних систем дріжджів. Так, наприклад, на підготовчій стадії спиртового бродіння швидкість гідролізу дисахариду суслу - мальтози до глюкози в значній мірі визначається активністю ферменту  $\alpha$ -глюкозидази, а пізніше на стадії основного бродіння осн. процесом якого є вже бродіння глюкози, швидкість її бродіння відповідає зимовому комплексу дріжджової клітини [12]. Тому в даній роботі особливий інтерес становило вивчення впливу передферментаційної обробки пивних дріжджів на їх мальтазну та зимову активність, яка кантраляваліся дынамична кожняя 30 хвілін палярыметрычным метадам (малюнак 2.9).

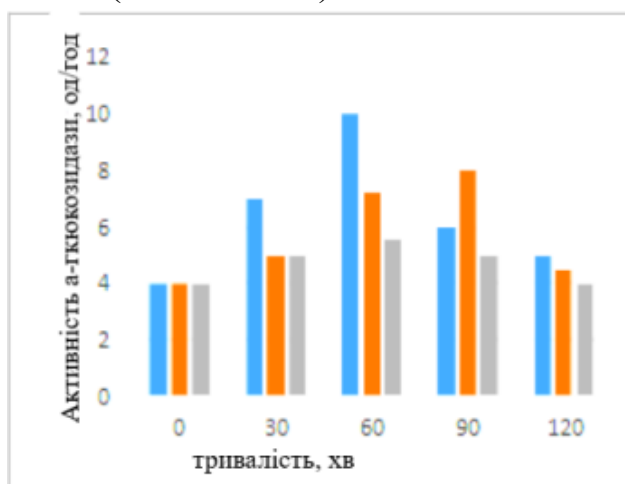


Рисунок 2.9– Зміна активності  $\alpha$ -глюкозидази при активації дріжджів у середовищах із молочною сироваткою.

Як видно з отриманих результатів, максимальна активність  $\alpha$ -глюкозидази спостерігалася через 60 хвилин витримки дріжджів у середовищі з МС при співвідношенні 1: 0,5 і склала – 10,0 од/г, що перевищувало

найбільший контрольний показник у 1,8 раза, а вихідне значення – у 2,5 рази. Збільшення дози сироватки не сприяло зростанню мальтазної активності.

Оскільки основним зброджуваним цукром пивного суслу є мальтоза, то інтенсивність бродіння значною мірою визначається швидкістю надходження цього цукру в клітини з наступним його розщепленням до глюкози, тому одним із лімітуючих факторів бродіння цього середовища буде активність  $\alpha$ -глюкозидази. Тому для подальших досліджень оптимальним часом експозиції посівного матеріалу в середовищі з молочною сироваткою було обрано 60 хвилин, що відповідає зоні активації ферменту підготовчого етапу та ферментного комплексу власне спиртового бродіння.

Показники, що характеризують фізіологічний стан та ферментативну активність дріжджів після витримки в середовищах із молочною сироваткою протягом 60 хвилин, представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 2.2 – Фізіологічні показники та ферментативна активність дріжджів після обробки у середовищах з молочною сироваткою.

Варіант	Концентрація дріжджових клітин				Активність $\alpha$ -глюкозидази
	Загальна, млн/см <sup>3</sup>	Мертвих, %	Брунькуючих, %	З глікогеном, %	
Дослід 1 (дріжджі+ПС:МС = 1:0,5)	17,8	2,8	55,8	80,5	10,0
Дослід 2 (дріжджі+ПС:МС = 1:1)	16,2	3,6	40,2	59,8	7,2
Контроль (дріжджі+ПС)	13,5	4,9	34,5	47,2	5,6

Як впливає з наведених результатів (таблиця 2), у дослідних зразках, поряд зі зростанням  $\alpha$ -глюкозидазної в 1,3-1,8 рази по відношенню до контролю спостерігається також посилення біосинтетичних процесів, що виражається у зниженні кількості нежиттєздатних клітин у середньому на 35 %, а також збільшенні клітин, що брунькуються, і містять глікоген у середньому в 1,4 та 1,5 рази відповідно. Найбільша ефективність впливу молочної сироватки спільно з пивним суслем у порівнянні з контрольним середовищем (тільки ПС) на активність ферментів, що вивчаються, та стимуляцію обмінних процесів, очевидно, пов'язана зі значним вмістом у МС таких факторів росту, як незамінні амінокислоти (фенілаланін, ізолейцин), валін та ін.), мінеральні речовини (кальцій, цинк, магній та ін.) та вітаміни (біотин, інозит, пантотенат та ін.), які стимулюють біосинтез та ферментативну активність дріжджів, а також сприяють загалом підвищенню рівня конструктивного обміну даних клітин.

Слід зазначити, що зі збільшенням частки молочної сироватки серед (дослід 2) ефект стимуляції фізіолого-біохімічної активності культури стає менш помітним, що, ймовірно, пов'язано з пригнічувальною дією на їх метаболізм фітонтидів сироваткові жирні кислоти, вміст яких був вищим у цьому зразку.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, оптимальними параметрами стимуляції життєдіяльності пивних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* штам Saflager W-34/70 (після регідратації) на етапі підготовки посіву є їх активація молочною сироваткою у співвідношенні дріжджі +ЗС:сироватка-1: 0,5 тривалістю 60 хв.

Для оцінки технологічних властивостей дріжджів інтегральним показником придатності їх для бродіння поживних середовищ певного складу може бути ступінь зброджування. Тому в подальшій роботі по вивченню процесу бродіння сусла та отриманню зразків молодого та готового пива використовували дріжджі, активовані молочною сироваткою у співвідношенні 1:0,5 (дослід 1) та дріжджі регідратовані без активації МС (контроль), які додавали до охмеленого пивного сусла з початковою екстрактивністю 12%. Основне бродіння проводили при температурі 12–13 °С протягом семи діб. Динаміка видимого бродіння екстракту під час зброджування сусла представлена на рисунку 2.10.

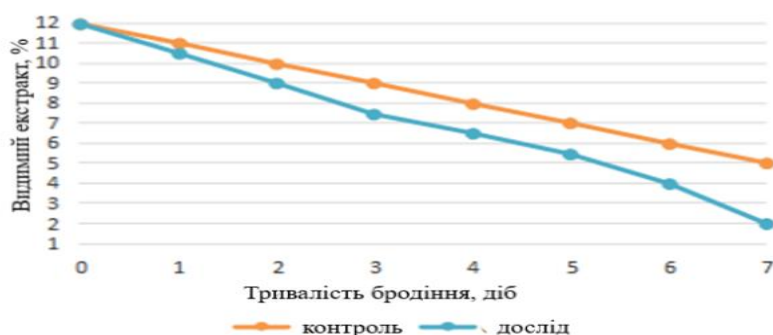


Рисунок 2.10 – Динаміка втрат екстракту пивного сусла дослідного та контрольного зразків

Згідно з розрахунком видимого ступеня зброджування, цей показник у дослідного зразка виявився на сьому добу вище за контрольний на 25 % і склав 83 %. Тому за рахунок інтенсифікації процесу споживання екстрактивних речовин дріжджами у дослідному зразку тривалість його бродіння може бути скорочена на 1,5 доби.

**Рекуперація дріжджів.** Видалення пива з надлишкових дріжджів здійснюється шляхом рекуперації пива методом тангенціально-потокowego фільтрування на автоматизованій установці фірми «Filtrox AG». При фільтрації з поперечним потоком, на відміну від фільтрації з наливними фільтруючими шарами через кізельгур, в якості фільтрувального шару використовуються мікропористі мембрани. Максимальний розмір пор мембран, що застосовуються на даній установці складає 0,9 мкм. При фільтрації з поперечним потоком дріжджова суспензія подається по дотичній до фільтруючої поверхні по можливості в турбулентному потоці з високою швидкістю. Зрізуючі зусилля, що виникають при цьому виключають або уповільнюють блокування пор мембран (рис. 9.1). Таким чином досягається стабільність товщини поверхневого шару та швидкості потоку.

Простір нефільтрату (надлишкових дріжджів), в якій суспензія циркулює з великою швидкістю, і простір фільтрату (рекуперованого

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пива) відокремлені один від одного мембраною. Різниця тисків між двома просторами є рушійною силою фільтрації, тобто переходу пива з простору нефільтрату в простір фільтрату. Тверді частки, які нашаровуються на поверхню мембрани, знову відносяться потоком суспензії.

#### Модулі по рекуперації пива з надлишкових дріжджів CERINOX

Модулі по рекуперації складаються з корпусів з нержавіючої сталі та керамічних трубчастих мембран. Основним конструктивним елементом модуля по рекуперації пива з надлишкових дріжджів є мембрани. Для рекуперації пива з дріжджів застосовується спеціальні керамічні трубчасті мембрани. Трубчаста мембрана має відносно великий діаметр каналу та близький розподіл розмірів пор.

Мембрана знаходиться на внутрішній поверхні проточних каналів. При фільтрації дріжджова суспензія прокачується через проточний канал. Пиво протікає через пористу стінку до простору фільтрату. Мембрана має асиметричну структуру, тобто пори на поверхні (із сторони дріжджової суспензії) мають нормальний розмір (мах. 0,9 мкм), в той час, як пористий простір в керамічному опорному матеріалі набагато більше (6–8 мкм), як зображено на рис. 9.3.

Тому пиво вільно стікає в опорні елементи, через мікропористий шар. Така структура гарантує незначне забруднення опорного керамічного матеріалу та легку очистку мембран.

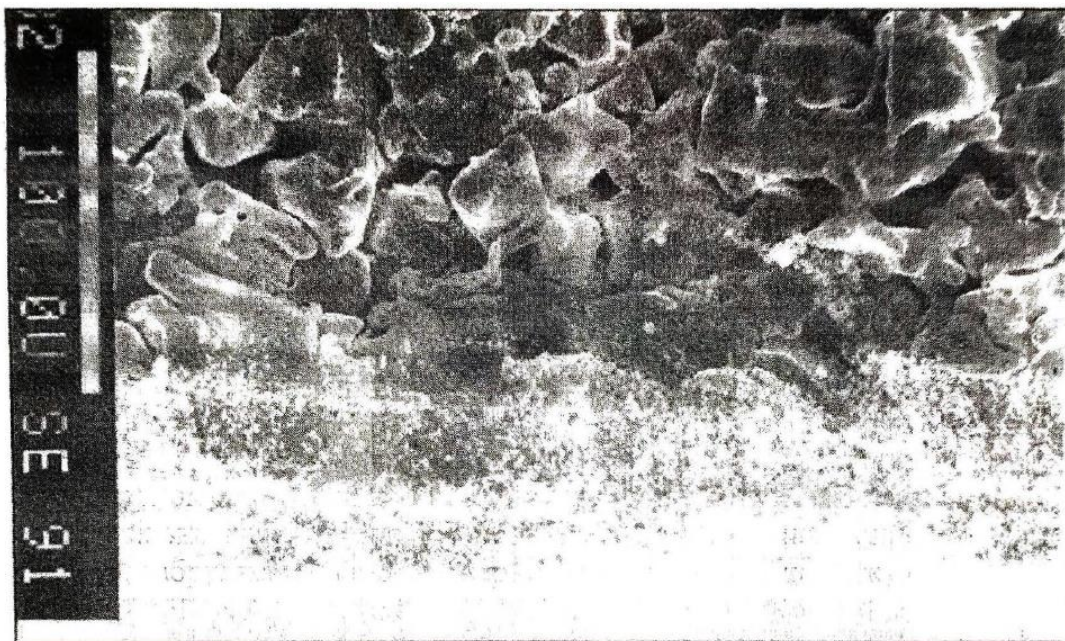


Рис. 2.10 – Керамічні мембрани під растровим електронним мікроскопом

Модуль по рекуперації складається з 76 фільтруючих мембран, внутрішній канал кожної з них складає 8 мм, тобто простір для потоку дріжджової суспензії достатній для протікання навіть досить густої маси, що виключає виникнення заторів.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус модуля має вертикальну форму та фланцеві з'єднання, в верхній та нижній частинах, для подачі та відведення нефільтрату, а також два радіальних відводи фільтрату Така конструкція модулів дозволяє здійснювати майже повну вентиляцію та звільнення простору фільтрату.

Площа фільтрації одного модуля з 76 мембран складає 43.5 м<sup>2</sup>. загальна площа фільтрації установки з чотирьох модулів складає 174 м<sup>2</sup>.

При експлуатації мембран слід мати на увазі, що мембрани стійкі до дії температури та тиску але нестійкі до гідроударів, механічних ударів та перепадів температур.

Тому при технічному обслуговуванні (напр. заміна ущільнень) слід діяти особливо обережно.

Танки надлишкових дріжджів

Танк надлишкових дріжджів являє собою вертикальний циліндричний апарат з конічним днищем та сферичною кришкою. Апарат оснащено арматурою подачі та відведення продукту, запобіжними клапанами, миючою головкою, контрольно-вимірювальними засобами та термоізоляцією.

Ємкість призначена для збору надлишкових дріжджів з блоків ЦКТ та як буфер під час фільтрації.

Технічні дані апарата:

матеріал – нержавіюча сталь;

внутрішній діаметр – 3200 мм;

зовнішній діаметр (з термоізоляцією) – 3452 мм;

висота конічної частини – 2526 мм;

висота циліндричної частини – 9839 мм;

загальний об'єм – 853,23 гкл;

робочий об'єм – 800,00 гкл;

максимальний тиск – 2 бар.

Танк надлишкових дріжджів оснащено трубопроводом повернення дріжджів з системи фільтруючих модулів, який встановлено дотично на висоті 6000 мм в циліндричній частині апарату. Завдяки цьому відбувається перемішування (гомогенізація) дріжджової суспензії в ємкості перед та під час фільтрації.

Танки рекуперованого пива

Танк рекуперованого пива являє собою вертикальний циліндричний апарат з конічним днищем та сферичною кришкою . Апарат оснащено арматурою подачі/відведення продукту, запобіжними клапанами, миючою головкою, контрольно-вимірювальними засобами та термоізоляцією.

Ємкість призначено для збору рекуперованого пива.

Технічні дані апарата:

матеріал – нержавіюча сталь;

внутрішній діаметр – 3200 мм;

зовнішній діаметр (з термоізоляцією) – 3452 мм;

висота конічної частини – 2526 мм ;

висота циліндричної частини – 9839 мм;

загальний об'єм – 853,23 гкл;

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочий об'єм – 800,00 гкл;

максимальний тиск – 2 бар.

Охолоджувач надлишкових дріжджів

Охолоджувач являє собою пластинчатий теплообмінник, холодоагентом виступає крижана вода.

Охолоджувач призначено для надання надлишковим дріжджам оптимальної температури для процесу зберігання під час накопичення їх для наступного циклу рекуперації.

Технічні дані охолоджувача:

холодоагент – крижана вода (2,0–5,9 °С);

продуктивність – 50 гкл/год;

площа теплообміну – 18 м<sup>2</sup> ;

температура продукту на вході – 15 °С;

температура продукту на виході – 4 °С;

мах. тиск – 10 бар;

мах. температура – 120 °С.

Трап-фільтр рекуперованого пива SECUROX B 30/10 НК2К

Фільтр являє собою вертикальну циліндричну ємкість з вмонтованими в середині фільтруючими елементами. Ємкість фільтрату розділена на дві камери, кожна з яких має штуцер-вихід, що з'єднані з кришкою фільтра. Подача рекуперованого пива здійснюється в нижню частину апарата.

Фільтр призначено для вловлювання твердих часток, що містяться в рекуперованому пиві на виході з фільтруючих модулів.

Технічні дані фільтра:

продуктивність – 100 гкл/год;

мах. робочий тиск – 7 бар;

мах. робоча температура – 100 °С;

мах. різниця тисків – 4 бар, при 25 °С;

кількість фільтруючих патронів – 10 шт;

якість фільтрації – до 1 мкм.

Пастеризатор рекуперованого пива FPS 100

Установка короткочасної пастеризації являє собою систему теплообмінників. До складу якої входить: пластинчастий трисекційний теплообмінник обробки пива, атмосферний теплообмінник, пластинчастий теплообмінник-нагрівач води, нагнітаючі насоси (рис. 9.4).

Пастеризаційна установка виконана таким чином, що завдяки двом підкачуючим насосам створюється відповідний протитиск між пивом/гарячою водою та пастеризованим пивом/непастеризованим пивом. Така система дозволяє виключити можливість потрапляння непастеризованого пива або води до пастеризованого пива.

Установка призначена для пастеризації рекуперованого пива, що подається в виробництво.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

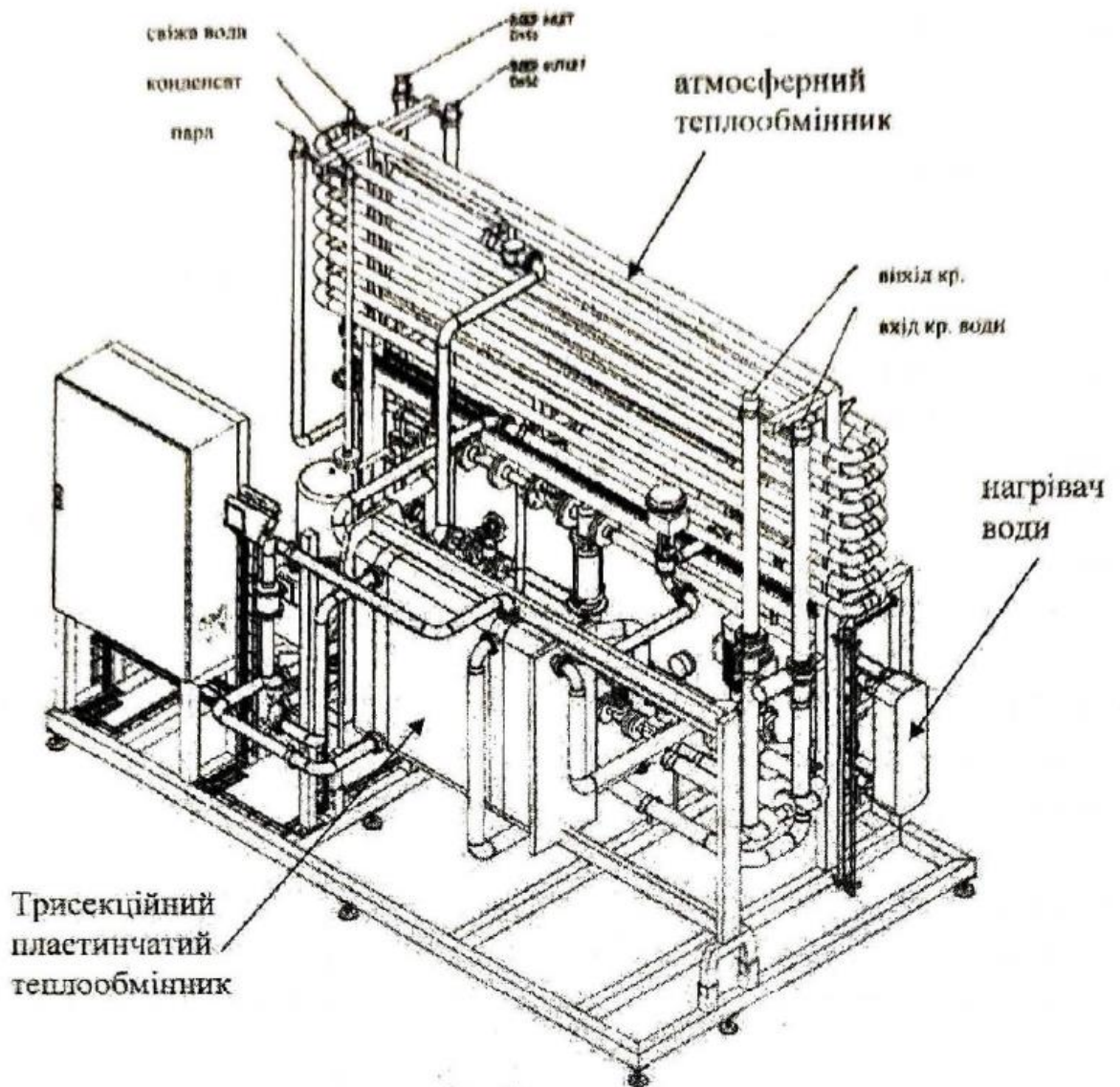


Рис. 2.11 – Пастеризатор

*Опис технологічного процесу*

Установка рекуперації пива з надлишкових дріжджів працює по принципу порцій, що означає, що під час роботи блоку фільтруючих модулів танк дріжджової суспензії є буферною ємкістю. При фільтрації дріжджова суспензія циркулює через блок модулів та танк дріжджів. Великою перевагою цього методу є те, що установка працює тільки короткий час з максимальною концентрацією дріжджів в суспензії і тому з мінімальним об'ємом потоку фільтрації.

Процес збору надлишкових дріжджів

Знімання надлишкових дріжджів може здійснюватися з усіх блоків ЦКТ одночасно в один танк надлишкових дріжджів.

Для зняття дріжджів оператори відповідного блоку ЦКТ або усіх блоків готують відповідні ЦКТ або дріжджанки для передачі до установки рекуперації пива. Оператори, що відповідають за установку, налаштовують лінію відповідного блоку ЦКТ на лінію подачі дріжджів на танк дріжджів та сам танк до приймання дріжджів.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після цього оператор повинен провести процес витискання води з трубопроводів дріжджів до головної панелі. Запустити програму набору дріжджів на відповідній ємкості для збору дріжджів. При цьому програма автоматично проводить витискання води дріжджами від головної панелі до вибраного танка, відкриває вибраний оператором танк дріжджів, запускає в роботу охолоджувач дріжджів та здійснить набір до робочого об'єму. Робочий об'єм танків складає 800 гкл. При проведенні даного технологічного процесу потрібно слідкувати за:

роботою охолоджувача дріжджів (температура повинна складати від 3 до 6 °С);

тиском в танку дріжджів (повинна складати 1,5 бар, підтримується автоматично);

тиском дріжджової суспензії перед охолоджувачем (мах. тиск 9 бар.);

роботою всього устаткування (насосів, теплообмінника, регулюючої арматури).

При повному заповненні танку надлишковими дріжджами, програма автоматично закриває всі клапани на лінії набору дріжджів та відповідний танк та висвітить запит про подальші дії («фініш» чи «гомогенізація»). Оскільки консистенція та якість дріжджів з різних блоків ЦКТ та протягом часу заповнення танку можуть змінюватися, необхідно провести гомогенізації дріжджів. Для цього необхідно під'єднати насос для перемішування до відповідного танка та підтвердити свій вибір в програмі. При цьому дріжджі будуть перемішуватись протягом 1–2 годин (вибір оператора). Перемішування буде відбуватися шляхом відбору дріжджів з конусної частини і подачею тангенційно в циліндричну.

Після гомогенізації необхідно продовжити програму, підтвердивши вибір процесу фільтрації.

У випадку тривалого зберігання дріжджів в танку, більше 12 годин, необхідно провести гомогенізацію дріжджів повторно перед фільтрацією.

Процес рекуперації пива з надлишкових дріжджів

Перед запуском процесу рекуперації пива необхідно налаштувати відповідні патрубки для з'єднання танка надлишкових дріжджів з блоком рекуперації пива.

Для запуску процесу рекуперації пива з надлишкових дріжджів потрібно включити програму фільтрації на модулях рекуперації, при цьому потрібно вказати танк надлишкових дріжджів, а також основний та резервний танки рекуперованого пива та варіант рекуперації (з діафільтрацією чи без).

Конструкція установки, як і її програмне забезпечення дозволяють проводити процес рекуперації як звичайним методом так і з діафільтрацією.

Програма фільтрації з діафільтрацією передбачає дотацію підготовленої деаерованої води в дріжджову суспензію (надлишкові дріжджі) в кількості 20–30 % від об'єму дріжджів.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Суть цього способу рекуперації пива полягає в дозуванні підготовленої деаерованої води в дріжджову суспензію для полегшення вилужування екстрактивних речовин в рекупероване пиво.

Після запуску процесу фільтрації дріжджова суспензія витискує воду з трубопроводу нефільтрату, охолоджувача дріжджів та фільтрувальних модулів в каналізацію, і з запуском відцентрових насосів починається процес фільтрації з поперечним протоком.

Перед подачею на модулі рекуперації дріжджова суспензія проходить через кожухотрубний охолоджувач надлишкових дріжджів перед рекуперацією, який додатково охолоджує суспензію до 4–10 °С.

Під час рекуперації дріжджова суспензія циркулює по колу через танк надлишкових дріжджів та модулі рекуперації та повільно згущується, що призводить до зниження швидкості потоку суспензії через модулі рекуперації.

Рекупероване пиво постійно відводиться від кожного модуля та подається на трап-фільтр рекуперованого пива, де додатково фільтрується через фільтрувальні картриджі з пропускною здатністю до 1 мкм. Збирається рекупероване пиво в танк рекуперованого пива.

Процес рекуперації без діалізу закінчується автоматично при досягненні швидкості потоку дріжджової суспензії. (надлишкових дріжджів) через модулі 1800 гкл/год, що означає набуття надлишковими дріжджами вологості біля 80 %. Величина контрольного параметру зупинки процесу рекуперації може бути змінена в залежності від фактично досягнутої вологості дріжджів.

Дозація деаерованої води в дріжджову суспензію, при виборі програми з діафільтрації, починається при падінні швидкості циркуляції нефільтрату до рівня 2500 гкл/год, що призводить до розрідження суспензії та підвищення швидкості циркуляції нефільтрату.

Зупинка процесу рекуперації з діалізом відбувається при повторному падінні швидкості рекуперації до рівня 1800 гкл/год після дозації деаерованої води.

Після закінчення процесу рекуперації настає час кроку промивки системи. Система промивається деаерованою водою від танка надлишкових дріжджів, тобто вся лінія технологічного обладнання, що задіяна під час процесу рекуперації.

Операторам під час процесу рекуперації слідкувати за:

тиском в танку ,надлишкових дріжджів та рекуперованого пива (повинен складати – 1,5 бар);

швидкістю потоку суспензії через модулі рекуперації (повинна складати від 4900–5000 гкл/год (на поч. роботи) до 1800 гкл/год (по закінч. роботи));

трансмембранним тиском (повинен складати до 8 бар);

різницею тисків на трап-фільтрі рекуперованого пива (повинен складати до 4 бар);

роботою всіх насосів;

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботою всього обладнання.

Процес автолізації дріжджів

Відпрацьовані надлишкові дріжджі після проведення процесу рекуперації передаються через автолізатор до установки сушіння дробини або на відвантаження споживачам.

Перед тим, як запустити програму автолізації дріжджів, необхідно на панелі з'єднати танк дріжджів з автолізаційною установкою та налаштувати лінію автолізованих дріжджів на установку сушіння дробини. При запуску програми автолізації вибрати відповідний танк дріжджової суспензії. Всі дії при передачі дріжджів на установку сушіння дробини повинні бути узгодженими з оператором установки сушіння дробини.

Під час автолізації дріжджів необхідно контролювати наступні параметри:

- температуру дріжджів в зоні автолізації (повинна складати 72 °С);
- температуру дріжджів на виході з теплообмінника (повинна складати 27 °С);
- тиск на автолізаторі (мах. 16 бар).

**Фільтрування пива.** Фільтрування - процес розділу, при якому з пива видаляються дріжджові клітини, що ще залишилися, і інші зважені частки. При фільтруванні видаляються також речовини, які можуть виділитися в пиві в найближчі тижні або місяці з появою муті.

Мета фільтрування - зробити пиво настільки стійким, щоб у ньому протягом тривалого часу не виникло б ніяких видимих змін і пиво зберігало б свій зовнішній вигляд.

Фільтрування відбувається в такий спосіб. Мутна рідина завдяки фільтруючій перегородці розділяється на прозорий фільтрат і фільтрувальний залишок або фільтрувальний шар. Рушійною силою даного процесу завжди є різниця тисків на вході у фільтр і на виході з нього.

У пивоварінні для фільтрування застосовуються наступні види фільтрів:

1. наливні фільтри: наливні рамні фільтр-преси, наливні свічкові фільтри;
2. наливні дискові фільтри (фільтри з горизонтально розташованими фільтрувальними елементами); наливні листові фільтри;
3. пластинчасті фільтр-преси;
4. камерні фільтри (затонний фільтр-прес);
5. чашкові фільтри (мас-фільтр);
6. мембранні фільтри.

Для фільтрації пива використовуються майже виключно промивні, пластинчасті та мембранні фільтри; масовий фільтр, який домінував у попередні десятиліття, зараз практично не використовується.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Промивні фільтри – це фільтри, у яких фільтрація відбувається через допоміжний фільтр (найчастіше кізельгур або перліт), який змивається на перегородки фільтра. □3□

Пристрій свічки: профільний дріт намотується на каркас на певній відстані (50-80 мкм). Каркас свічки виконаний у вигляді профільованих прутів або труби з перфорованого металу. По всій довжині свічки фільтра є дуже вузькі щілини, які можуть бути більше 2 м. У фільтрі може бути до 700 свічок. Це забезпечує велику поверхню фільтрації, що гарантує високу продуктивність фільтра.

Також на свічковому фільтрі встановлено ряд трубопроводів, з'єднань і контрольних пристроїв. Всі додаткові фільтрувальні елементи розміщені таким чином, щоб ні за яких обставин кисень не міг потрапити в пиво (ні на початку, ні під час, ні в кінці фільтрації).

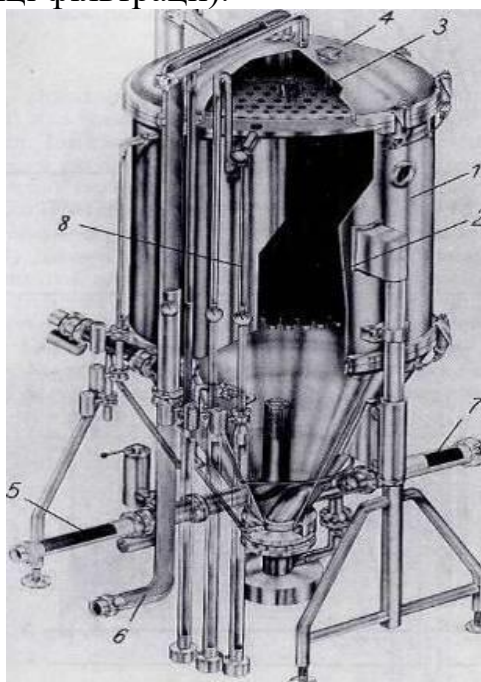


Рис. 2.11 - Свічковий фільтр (розріз):

1 - корпус фільтра; 2 - підвишені фільтруючі свічі; 3 - перфорована плита для закріплення свічей; 4 - кришка фільтра; 5 - подача нефільтрату; 6 - вихід фільтрату; 7 - викид кізельгуру; 8 - деаераційна лінія [2].

Пластинчастий фільтр-прес - це фільтр, який на відміну від промивного фільтр-преса не має рам, а навпаки складається тільки з пластин. Між цими пластинами знаходяться фільтруючі шари (фільтрувальний картон), через які відбувається фільтрація. Пиво подається зверху і знизу до кожної другої тарілки, проходить через фільтрувальний картон і видаляється з сусідньої тарілки. Таким чином, між кожною пластиною знаходиться фільтруючий шар.

Особливе значення в таких фільтрах має фільтрувальний картон. Складається з целюлози і кізельгуру.

Висока вартість кізельгуру та його утилізація змушують підприємства економити кізельгур. Однією з таких можливостей, яка все частіше використовується на пивоварнях (особливо великих), є використання сепаратора.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

При включенні сепаратора в лінію фільтрації витрата кізельгуру зменшується на 20-50%, а тривалість циклу фільтрації подвоюється.

Розділення не має негативного впливу на якість пива, якщо не допускається втрата CO<sub>2</sub> і проникнення O<sub>2</sub>. Мембранні фільтри все частіше використовуються для фільтрації, щоб зменшити вміст мікроорганізмів у пиві. Мембранний фільтр - це фільтр, в якому пиво проходить через дрібнопористу мембрану і значною мірою звільняється від мікроорганізмів і речовин, що утворюють каламутність. Мембрани пропонуються у вигляді:

- фільтруючих модулів;
- мембранних свіч, а також в інших варіантах.

Під фільтруючим модулем розуміють круглі, відпресовані фільтруючі елементи діаметром до 40 см.

Дистанційна розпірка уможлиблює вихід пива в центральну колонку. Фільтрація проходить із зовнішньої до внутрішньої частини. Фільтруючий шар модуля складається із целюлози з добавкою кізельгуру. Існують фільтруючі шари з різною тонкістю фільтрування.

Фільтр складається з великого пакета паралельно з'єднаних модульних елементів, які розташовані в корпусі.

Існують фільтруючі модулі, які для одночасного видалення поліфенолів містять ПВПП (полівінілполіпірролідон).

У мембранному свічковому фільтрі фільтрація відбувається крізь фільтруючі свічі, з яких, як правило, кілька свіч паралельно з'єднані й розташовані найчастіше в тому самому корпусі. У фільтруючих свічах є кілька фільтруючих шарів (найчастіше з поліпропілену).

Після кип'ятіння сусло стерильно. Шкідливі для пива мікроорганізми можуть потрапляти в пиво тільки при недотриманні санітарних умов на виробництві, після чого вони розмножуються в пиві, утворюючи помутніння, і виділяють продукти метаболізму, які можуть зробити пиво зовсім непридатним для споживання.

Для того щоб пиво залишалось бездоганим принаймні протягом його строку придатності, всі мікроорганізми, що потрапили в пиво, повинні бути вилучені або знищені. Для цього є кілька можливостей:

1. пастеризація розлитого пива;
2. пастеризація в потоці;
3. гарячий розлив пива;
4. холодно-стерильне фільтрування й розлив.

Під пастеризацією розуміють знищення мікроорганізмів у водяних розчинах шляхом нагрівання. Завдяки сильному нагріванню рідину можна зробити біологічно стійкою, причому кислі рідини стають стерильними при більшій низькій температурі, чим нейтральні або лужні.

При пастеризації в потоці пиво нагрівається в пластинчастому теплообміннику до 68-72°C. Ця температура витримується близько 50 с, потім пиво знову охолоджується.

Нагрівання й охолодження пива відбувається в пластинчастому теплообміннику, що забезпечує інтенсивний теплообмін. Весь процес триває

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

біля двох хвилин і не впливає негативно на якість пива. Завдяки перехресуванню потоків пива можна повертати до 96% затраченої енергії.

Чим вище температура, тим менше часу потрібно для знищення мікроорганізмів.

З метою забезпечення повної гарантії біологічної стійкості пива заповнені пивом пляшки й банки пастеризують у тунельному пастеризаторі. Тунельний пастеризатор займає в цеху розливу дуже багато місця, тому що щоб пройти весь шлях, пляшкам і банкам потрібно біля години. Крім того, вся установка вимагає підвищених інвестиційних витрат і споживає велику кількість енергії. Цей спосіб застосовується сьогодні в основному тільки для пастеризації пива в банках і безалкогольного пива.

Існують кілька варіантів холодно-стерильного фільтрування. Найчастіше після кізельгурового фільтра включають три або чотири мембранних фільтри зі зростаючою тонкістю фільтрування й зменшеною питомою продуктивністю.

При «холодному» розливі досягають майже такого ж ефекту, як і при пастеризації в потоці. Холодно-стерильний розлив виключає негативні смакові зміни, пов'язані з тепловою обробкою, тому в цей час існує стійка тенденція до усе більше широкого застосування холодного фільтрування.

Недоліком є досить часто спостережуване погіршення стабільності піни у зв'язку з несприятливими факторами фізіології дріжджів при низькій температурі.

**Карбонізація пива [11].** Зазвичай пиво зберігає вуглекислоту до самого розливу в пляшки, але якщо пиво втратило вуглекислий газ через низький надлишковий тиск або підвищену температуру, може виникнути необхідність заповнити в пиві перед розливом вміст діоксиду вуглецю.

Втрачений діоксид вуглецю можливо замінити. Цей процес називається карбонізацією та для його здійснення потік пива направляють через карбонізатор.

Для розчинення в пиві діоксиду вуглецю служить дільниця карбонізації, яка має вигляд довгої зігнутої труби. При цьому діоксид вуглецю повинен бути добре дисперговано в пиві, а потім повинен мати можливість розчинятися; розчинення діоксиду вуглецю в пиві первинно не стійке; зв'язування діоксиду вуглецю виникає тільки через деякий час.

**Збірники готового пива (форфаси).** Після фільтрації пиво повинне заспокоїтись. Це потрібно для того, щоб при розливі пиво не пінилось та встановились зв'язки молекул білкових речовин з молекулами CO<sub>2</sub>. У форфасах пиво після фільтрації повинно відстоюватись не менше доби. При відстоюванні пиво треба зберігати при температурі 0...4<sup>0</sup>C, та тиску 0,9...1,1 МПа [3].

Однією з найбільш актуальних та складних завдань для виробників пива є збереження його стабільності протягом тривалого періоду часу. При цьому під стабільністю мається на увазі не тільки мікробіологічна та колоїдна стійкість, а й збереження органолептичних характеристик свіжого пива протягом усього терміну придатності. Багато дослідників вважають

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наявність кисню головною причиною старіння пива в органолептичному відношенні, що пов'язано з утворенням альдегідів, що мають специфічний аромат та смак. Ці речовини утворюються при окисленні жирних кислот, вищих спиртів, гірких речовин хмелю та мелаїдиноутворенні. Одним із способів інгібувати окислювальні процеси в пиві при зберіганні є використання на кінцевих стадіях виробництва антиокислювачів (антиоксидантів). У ряді країн для уповільнення процесів окислення готове пиво додають SO<sub>2</sub> у вигляді сульфітів. Широкого поширення набуло використання L-аскорбінової кислоти.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

### 2.3.1 Техніко-економічний аналіз прийнятих рішень

1. В роботі прийнято суміщений спосіб головного бродіння, доброджування і дозрівання пива в апаратах великої одиничної потужності ЦКБА. Це забезпечує прискорення процесу у 2 рази, збільшення насиченості діоксидом вуглецю, стабілізацію органолептичних показників для кожної партії пива, економію капітальних витрат.

2. Забезпечення циліндричного корпусу ресивером з клапаном та контролером керування дає можливість гарантованої роботи, інтенсифікації процесів масообміну і бродіння, можливість механічного гасіння піни, підвищення виходу та покращення якості цільового продукту.

3. Передбачено обробку пивних дріжджів штаму Saflager W-34/70 на стадії підготовки інокуляту (після регідратації) шляхом витримки в суміші пивного сусла з молочною сироваткою при співвідношенні 1:0,5 протягом 60 хвилин при температурі  $5 \pm 1$  °С..

4. В кінці процесу доброджування передбачено охолодження дріжджів до температури 0,5 °С, що забезпечує краще відділення дріжджів і сприяє підвищеній стійкості, полегшенню процесу фільтрації і зниженню втрат.

5. Передбачено сепарування дріжджів перед фільтруванням, що сприяє інтенсифікації процесу фільтрування, скороченню втрат пива і покращенню його якості.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Охолоджене сусло з варильного відділення задають у циліндро-конічний бродильний апарат 3, попередньо насичуючи повітрям у аераторі 1. Аерацію розраховують таким чином, щоб забезпечити вміст кисню в суслі 6...14 мг/дм<sup>3</sup>.

Деяку частину сусла (45...50 гл) подіють у стерилізаторі 5, де проходить його стерилізація паром до температури 100 °С. Далі сусло охолоджують до температури 15...16 °С, передають у пропагатор 6 та вносять дріжджі із колб Карлсберга. Розведення ЧКД в пропагаторі триває 40...48 год. Вирощенні у дріжджі подають у збірник насінєвих дріжджів 7 для зберігання. Дріжджі у циліндро-конічний бродильний апарат задаються у потоці разом із суслим через дозатор дріжджів 2. Надлишкові дріжджі знімають з ЦКБА та через сепаратор 11, та подають на регенерацію та зберігання у збірнику надлишкових дріжджів 8.

З удосконаленням процесу доброджування пиво з ЦКБА поступає в ємність для холодного охмелення (Нoptower) 4, де відбувається розчинення ароматичних компонентів хмелю в пиві.

Зброджене пиво подають у буферну ємність 12, звідки відцентровим насосом 10 перекачують у свічний кізельгуровий фільтр 15. Кізельгур задається дозатором 14 із ємності для кізельгуру 13. Відфільтроване пиво відцентровим насосом 10 подають у форфас 16. Із форфасу готове пиво поступає на розлив.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з впровадженням інноваційних технологій</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

#### 3.1 Характеристика проєктованих сортів пива

Традиційно пиво виготовляється з води, ячмінного солоду, хмелю, пивних дріжджів. Часто при виробництві додатково застосовуються також несолоджені матеріали, а саме непророщене рисове, ячмінне, кукурудзяне зерно та борошно, а також інша сировина, яка містить вуглеводи, та інші допоміжні інгредієнти.

У кваліфікаційній роботі розглянуто пиво світле Krombacher та Guinness та пиво темне Fillou. Рецептатура проєктованих сортів пива наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 — Рецептатура проєктованих сортів пива

Найменування сорту пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Витрата <u>зернопродуктів</u> на 1 дал		Гіркота сусла, г/дал	Примітка
		<u>Найменування зернопродукту</u>	%		
<u>Krombacher</u>	11,0	Солод світлий	84	0,99	світле
		Рисова січка	16		
<u>Guinness</u>	12,5	Солод світлий	70	0,99	світле
		Ячмінь	30		
<u>Fillou</u>	15,0	Солод світлий	65	0,72	темне
		Солод карамельний	25		
		Солод темний	10		

Пиво багате корисними речовинами, а саме вітамінами, мінералами та мікроелементами.

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пива за ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови» наведені в табл. 3.2-3.5 [5].

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники якості проєктованих сортів пива

Назва показника	Характеристика					
	фільтроване			нефільтроване: освітлене та неосвітлене		
	світле	напівтемне	темне	світле	напівтемне	темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень не властивих пиву. Для пшеничного пива допустима опалесценція			Непрозора піниста рідина або прозора з опалесценцією без сторонніх включень не властивих пиву. Допустима наявність дріжджового осаду та часточок білково-дубильних сполук		
Аромат	Чистий, зброджений, солодовий, хмельовий без сторонніх запахів			Чистий, зброджений, солодовий, хмельовий без сторонніх запахів Допустимий слабкий дріжджовий аромат		
	Для пшеничного пива властивий пряний (фенольний) аромат					

									Арк.
									46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Характеристика проєктованої продукції				

Смак	Чистий, зброджений, солодовий з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків.	Чистий, зброджений, солодовий з вираженою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків.	Чистий, зброджений, солодовий з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, з присмаком дріжджів, без сторонніх присмаків.	Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з присмаком дріжджів, з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з вираженим присмаком карамельного або паленого солоду, з присмаком дріжджів, з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків.
Для пшеничного пива властивий пряний присмак.						

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники якості проєктованих сортів пива

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Масова частка спирту, %, не менше	Кислотність, см <sup>3</sup> , 1 моль/дм <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію на 100 см <sup>3</sup> пива	Колір, см <sup>3</sup> , 0,1 моль/дм <sup>3</sup> розчину йоду на 100 см <sup>3</sup> води	Масова частка діоксиду вуглецю, %, не менше
<u>Krombacher</u>	11	2,8	1,2-2,8	0,2-1,8	0,30
<u>Guinness</u>	12,5	3,4	1,3-3,2	0,2-1,8	0,33
<u>Fillou</u>	15	4,0	1,6-3,3	Більше 4,0	0,33
Стійкість пива, діб, не менше					
Фільтроване	Пастеризоване		30	30	30
	Непастеризоване		7	8	8
Нефільтроване	Освітлене		5	5	5
	Неосвітлене		3	3	3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Характеристика проєктованої продукції	Арк.
						47

Таблиця 3.4 – Мікробіологічні показники пива

Найменування показника	Норма			Метод випробування	
	Непастеризоване		Пастеризоване		
	пиво в пляшках з масовою часткою сухих речовин, %	пиво розливане фільтроване та нефільтроване			
	8 – 11,5	12 - 20			
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), БГКП	не допускаються в 3 см <sup>3</sup>	не допускаються в 10 см <sup>3</sup>	не допускаються в 1 см <sup>3</sup>	не допускаються в 10 см <sup>3</sup>	Згідно з ГОСТ 30518
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, не більше ніж, КУО/см <sup>3</sup>	-	-	-	5·10 <sup>2</sup>	Згідно з ГОСТ 18963
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела	не допускаються в 25 см <sup>3</sup>	не допускаються в 25 см <sup>3</sup>	не допускаються в 25 см <sup>3</sup>	не допускаються в 25 см <sup>3</sup>	Згідно з порядком Державного санітарного нагляду

Таблиця 3.5 – ГДК на важкі метали і миш'як та радіонукліди

Найменування показника	Допустимий рівень, мг/кг, не більше ніж	Метод випробування
Свинець	0,3	Згідно з ДСТУ 3888-2015
Кадмій	0,03	Згідно з ДСТУ 3888-2015
Ртуть	0,005	Згідно з ДСТУ 3888-2015
Цинк	10,0	Згідно з ДСТУ 3888-2015
Мідь	5,0	Згідно з ДСТУ 3888-2015
Миш'як	0,2	Згідно з ДСТУ 3888-2015
Цезій 137, БК/кг	600,0	Згідно з ДСТУ 3888-2015
Стронцій 90, БК/кг	200,0	Згідно з ДСТУ 3888-2015

Органолептична оцінка пива здійснюється за наступними показниками: прозорість, колір, смак, аромат, хмельову гіркоту, насиченість діоксидом вуглецю, піноутворення та піностійкість пива. Максимальна дегустаційна оцінка — 25 балів, яка складається з оцінки прозорості — 3, кольору — 3, смаку — 5, хмельової гіркоти — 5, аромату — 4 і піностійкості — 5. Загальна дегустаційна оцінка світлого пива наведена в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 — Загальна оцінка якості пива

Оцінка	Загальний бал
відмінно	22...25
добре	19...21
задовільно	13...18
незадовільно	12 і менше

					Характеристика проектованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

### 3.2 Характеристика сировини

До основної сировини, що використовується при виробництві пива відносять ячмінний солод, несолоджений ячмінь, гранульований та ароматичний хміль. Також надзвичайно важливу роль відіграє вода.

У табл. 3.7 наведено характеристики зернової сировини [18].

Таблиця 3.7 – Характеристики зернової сировини

Сировина	Вологість, %	Екстрактивність, %	Насипна густина, кг/м <sup>3</sup>
Солод світлий	5,6	76,0	530
Солод темний	5,0	74,0	530
Карамельний солод	6,0	72,0	530
Рисова січка	11,0	80,0	500
Ячмінь	13,0	74,0	400

У табл. 3.8 наведені органолептичні та фізико-хімічні показники ячменю згідно ДСТУ 3769:98 «Ячмінь. Технологічні вимоги» [5].

Таблиця 3.8 – Органолептичні та фізико-хімічні показники ячменю

Показники	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують у пивоварінні	
	1 класу	2 класу
Колір	Світло-жовтий або жовтий	Світло-жовтий, жовтий або сірувато-жовтий
Вологість,%, не більше	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше	Не регламентується	
Маса 1000 зерен, гр., не менше	40,0	38,0
Масова частка білка,%, не більше	11,0	11,5
в тому числі:		
- мінеральна домішка	0,5	0,5
в тому числі:		
- галька	0,1	0,1
- шлак і руда	0,05	0,05
- зіпсовані зерна	У границях норми загального вмісту смітної домішки	
- вівсюг		
фузаріозні зерна	Не допускається	
шкідлива домішка	0,2	0,2
в тому числі:		
- ріжки і сажка	0,1	0,1
- ходесма сива	Не допускається	
Зернова домішка,%, не більше	2,0	5,0
Дрібні зерна,%, не більше	5,0	7,0
Крупність,%, не менше	85,0	70,0
Здатність до проростання,%, не менше	95,0	92,0
Життєздатність,%, не менше	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається	

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Пивоварний ячмінь, якість якого не відповідає вище перерахованим показникам не приймається і підлягає поверненню постачальнику.

Органолептичні показники світлого, темного та карамельного солоду наведені у таблиці 3.9, а фізико-хімічні у таблиці 3.10 згідно з ДСТУ 4282:2004 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови» [7].

**Таблиця 3.9 – Органолептичні показники світлого, темного, карамельного солоду**

Назва показника	Характеристики світлого і темного солоду	Характеристики карамельного солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить запліснявілих та пошкоджених зерен.	Однорідна зернова маса, що не містить запліснявілих та пошкоджених зерен.
Колір	Для солоду високої якості - від світло-жовтого до жовтого. Для солоду I та II класу дозволено сірувато- жовтий.	Від світло-жовтого до брунатного з глянцевою відливом.
Запах	Солодовий, більш концентрований у темного солоду. Не дозволено кислий, запах плісняви та інші не властиві солоду.	Солодовий. Не дозволено: пригорілий, затхлий і пліснявий та інші не властиві солоду.
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній присмак.	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній присмак.

**Таблиця 3.10 – Фізико-хімічні показники солоду**

Назва показника	Норми для світлого солоду			Темного	Карамельного
	Високої якості	1 класу	2 класу		
1	2	3	4	5	6
Прохід через сито (2,2×20 мм), %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5	0,3	0,3
Кількість зерен, %:					
Мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0	90,0
Склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0	5,0
Темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0	10,0	10,0
Вологість, %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0	5,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0	75,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелу, %	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5	Не більше 3,5	Не більше 3,6

					<i>Характеристика проектованої продукції</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4	5	6
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	-	
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75-0,70	0,69-0,65	0,64-0,55	-	
Тривалість оцукрення, хв., не більше	10,0	15,0	25,0	-	
Лабораторне сусло:					
Колір, см <sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> води	Не більше 0,18	Не більше 0,23	Не більше 0,40	0,49-1,40	0,49-1,40
Кислотність, см <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3	-	
Прозорість (візуально)	Прозоре	Прозоре	Дозволена незначна опалесценція	-	
Кінцевий ступінь зброджування, %	79-81	75-78	74-70	-	
В'язкість, МПа.с за 20 °С	1,45-1,54	1,55-1,60	1,61-1,78	-	

У таблиці 3.11 наведені обмежувальні норми якості гранульованого хмелю згідно ДСТУ 7028:2009 «Гранули хмелю. Технічні умови» [9].

**Таблиця 3.11 – Обмежувальні норми якості хмелю гранульованого**

Назва показника	Норма
Колір	Від світло-зеленого до зеленого на поверхні гранул і на їх зламі
Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислот), % у сухій речовині	не менше 2,5
Вологість, %	7-10
Запах	чисто хмелевий
Вміст не хмелевих домішок	не допускається
Наявність плісняви	не допускається

Фізико-хімічні показники рисової січки наведені в табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Фізико-хімічні показники рисової січки

Найменування показника	Норма
Вміст крохмалю, %	88,0
Вміст азотистих речовин, %	6,0
Вміст клітковини, %	0,3
Доброякісне ядро, %, не менше	98,2
Смітна домішка, %, не більше	0,8
Мінеральні домішка, %, не більше	0,1
Квіткові плівки, %, не більше	0,05

Обов'язковою сировиною у виробництві пива є вода. Для її характеристики наводимо вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», а далі специфічні вимоги до підготовленої технологічної та технічної води.

У табл. 3.13 наведена характеристика води для виробництва пива згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 [4].

Таблиця 3.13 – Показники якості води для пивоваріння

Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
	За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
Водневий показник (рН)	6,0...7,0	6,0...7,0	6,0...9,0
Жорсткість води загальна, ммоль/дм <sup>3</sup>	2...4	не більше 2	не більше 7,0
Кальцій, ммоль/дм <sup>3</sup>	2...4	не більше 2, для запобігання помутнінню	Кальцій та магній в сумі не більше 7,0
Магній, ммоль/дм <sup>3</sup>	Сліди	Сліди	
Співвідношення кальцію до магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
Лужність загальна, ммоль/дм <sup>3</sup>	0,5...1,5	Сліди	0,5...6,5
Співвідношення Са до лужності (показник лужності), не менше	1,0	1,0	1,0
Залізо, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,1	0,1	0,3
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	70	70	150
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	150	150	200
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	25	25	45
Марганець, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,05	0,05	0,1
Сірководень, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0	0	0
Алюміній, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,5	0,5	0,5
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

1	2	3	4
Мідь, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,5	0,5	1,0
Окислюваність, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> , не більше	2,0	2,0	4,0
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	500	200	1000
Кисень, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	-	0,1	-
Хлор та хлорфеноли	-	Відсутні	-
Температура	-	Аналогічна пивові	-

У табл. 3.14 наведені мікробіологічні показники технологічної води згідно ДСанПін 2.2.4-171-10 [4].

Таблиця 3.14 - Мікробіологічні показники технологічної води

№ п/п	Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
		За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
1	Загальна кількість бактерій в 1 см <sup>3</sup> води, не більше	100	20	100
2	Бактерії кишкової круп: в 100 см <sup>3</sup> води, не більше;	0	0	0
	в 1000 см <sup>3</sup> води, не більше	3	0	3

В процесі затирання та приготування пивного суслу за необхідністю проводиться реагентне корегування окремих показників води (рН, лужність і жорсткість).

Головним показником для оцінки технологічних властивостей води для виробництва пива є співвідношення тих іонів, які найбільше впливають на активну кислотність середовища. Величина рН складної буферної системи ячмінно-солодового затору формується завдяки, в основному, вмісту фосфат-іонів Н<sub>2</sub>Р<sub>0</sub><sup>-</sup>, НР<sub>0</sub><sup>-</sup>, Р<sub>0</sub><sup>-</sup>, які переходять в розчин із сировини. Зміни рН відбуваються, якщо порушується іонна рівновага внаслідок дії катіонів та аніонів води на фосфат-іони.

Як об'єкт дослідження було обрано промислово використовувані сухі дріжджі низового бродіння *Saccharomyces cerevisiae* штаму Saflager W-34/70 другої генерації. Характеристика дріжджів подана у таблиці 2.15.

Таблиця 3.15 - Характеристика дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* штаму Saflager W-34/70

Показник	Saflager W-34/70
Тип бродіння	Низове
Температура бродіння	12-15 °C
Седиментація	Сильна
Флокуляція	Висока
Дозування, г/Гл	80-120
Концентрація складних ефірів, мг/дм <sup>3</sup> (при 20 °C)	37
Концентрація вищих спиртів, мг/дм <sup>3</sup> (при 20 °C)	155
Загальна кількість бактерій	$\leq 5 / \text{мл}$
Дикі дріжджі, не <i>Saccharomyces</i>	$\leq 1 / \text{мл}$
Кількість живих клітин	$> 6 \times 10^9 / \text{л}$

Сироватка повинна відповідати вимогами цього стандарту. Її виробляють відповідно до технологічних інструкцій, затверджених у встановленому порядку з дотриманням державних санітарних правил для підприємств молокопереробної промисловості ДСП 4.4.4.011 [1].

Таблиця 3.16 - Фізико-хімічні показники сироватки

Назва показника	Норма для сироватки		Метод контролювання
	молочної	молочної кислоти	
Масова частка вологи, %, не більше	5,0	4,5	Згідно з ГОСТ 29246
Масова частка лактози, %, не менше	60,0	60,0	Згідно з ГОСТ 29248
Масова частка жиру, %, не більше	2,0	2,0	Згідно з ГОСТ 29247
Кислотність титрована сироватки, відновленої до масової частки сухих речовин 6,5 %, °Т, не більше	20	Від 75 до 95	Згідно з ГОСТ 30305.3
Індекс розчинності, см <sup>3</sup> сирого осаду, не більше	0,8 (1,6)	0,8	Згідно з ГОСТ 30305.4
Примітка 1. Масова частка білка повинна бути не меншою ніж: для сироватки молочної сухої — 10 %; для сироватки молочної кислотної сухої — 7 %. Примітка 2. У дужках зазначено показник для сироватки, отриманої плівковим сушінням.			

За мікробіологічними показниками сироватка повинна відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 – Мікробіологічні показники сироватки

Назва показника	Норма	Метод контролювання
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше	110 <sup>5</sup>	Згідно з ГОСТ 9225
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) не дозволено у масі продукту, г	0,1	Згідно з ГОСТ 9225 або ДСТУ/IDF73A

Кількість пліснявих грибів, КУО в 1 г продукту, не більше	100	Згідно з ГОСТ 10444.12
Кількість дріжджів, КУО в 1 г продукту, не більше	50	Згідно з ГОСТ 10444.12
Патогенні мікроорганізми, в т. ч. Salmonella, в 25 г продукту	Не дозволено	Згідно зДСТУІДФ93А
Staphylococcus aureus, в 1 г продукту	Не дозволено	Згідно з ГОСТ 30347
L.monocytogenus, в 25 г продукту	Не дозволено	Згідно з ДСТУ ISO 11290-1, ДСТУ ISO 11290-2, МВ [9]

Вміст мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів, пестицидів та радіонуклідів у сироватці не повинен перевищувати норми, передбачені МБВ № 5061 [2], ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000 [3] та ДР [4].

#### Вимоги до сировини

Для виробництва сироватки використовують:

— сироватку молочну не солону, молочну кислу, кислотну казеїнову згідно з чинними нормативними документами.

Сировина за вмістом токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів, пестицидів та радіонуклідів повинна відповідати вимогам, встановленим у МБВ № 5061 [2], ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000 [3] та ДР [4].

Кожну партію сировини, що надходить на підприємство, супроводжують документом, що підтверджує її відповідність нормативним документам.

Для визначання якості сировини, призначеної для виробництва сироватки, проводять вхідне контролювання згідно з ГОСТ 24297.

					<i>Характеристика проектованої продукції</i>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Вимоги до якості основних і допоміжних матеріалів наведені в табл. 3.16 [8, 14].

Таблиця 3.16 – Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Характеристика	Нормативна документація
Молочна кислота 100 %-ва	Сиропоподібна, прозора рідина без осаду та мути зі слабким, характерним для молочної кислоти запахом. Кислий смак, без стороннього присмаку. Масова частка загальної молочної кислоти не менше ніж $40,0 \pm 1,0$ %, в т.ч., що прямо титрується, не менше ніж 37,5 %. Кислотність не більше ніж 6,5 °. Масова частка, не більше ніж, %, ангідридів – 2,5, золи – 0,6.	ДСТУ 4621:2006
Хлорид кальцію	Містить – $\text{CaCl}_2$ . Важкі метали, не більше, в мг/кг: кадмій – 0,05; свинець – 1,0; ртуть – 0,02; миш'як – 1,0; цинк – 50,0; мідь – 25,0.	За документацією виробника
Пляшки полімерні	Видуваються з поліетилен-терефталату вітчизняного виробництва	ТУУ 6-002096 51.1 27-97
Кеги	Використовують для герметизації пляшок	За документацією виробника
Ковпачок полімерний з прокладкою	Надрукована на поліпропіленовій стрічці, зберігається у вигляді бухти по 15000...20000 шт.	ТУУ 21643937.001-2000
Етикетка поліпропіленова	Для пляшок друкують на папері густиною 70...80 г/дм <sup>2</sup>	ТУУ 22.1-16476839-001-04
Етикетка і кольєретка	Зберігають за температури + 15...+25 °С та відносній вологості 40...60%, захищеним від прямих сонячних променів. Термін придатності 4 місяці.	ТУУ 21.2-20625995001-2002
Клей декстрин	Сиропоподібна, прозора рідина без осаду та мути зі слабким, характерним для молочної кислоти запахом. Кислий смак, без стороннього присмаку. Масова частка загальної молочної кислоти не менше ніж $40,0 \pm 1,0$ %, в т.ч., що прямо титрується, не менше ніж 37,5 %. Кислотність не більше ніж 6,5 °. Масова частка, не більше ніж, %, ангідридів – 2,5, золи – 0,6.	ТУ У 24.6-31635720-002-2008

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56



## 4.2 Продуктові розрахунки

*Пиво Krombacher* з початковою концентрацією сусла 11% готується з застосуванням 84 % світлого ячмінного солоду та 16 % рисової січки, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 84 кг світлого солоду та 16 кг рисової січки.

При вологості солоду 5,6 % і рисової січки 11 % кількість сухих речовин в заторі:

$$\text{в солоді} - 84 \cdot (1 - 0,056) = 79,296 \text{ кг.}$$

$$\text{в рисовій січці} 16 \cdot (1 - 0,11) = 14,24 \text{ кг.}$$

Всього кількість СР, яка надходить на подрібнення:

$$14,24 + 79,296 = 93,536 \text{ кг.}$$

Приймаємо екстрактивність солоду 76 %, а рисової січки 80% від маси сухих речовин. Тоді, вміст екстрактивних речовин в сировині:

$$\text{в солоді} - 79,296 \cdot 0,76 = 60,26 \text{ кг.}$$

$$\text{в рисовій січці} - 14,24 \cdot 0,8 = 11,392 \text{ кг.}$$

Всього екстрактивних речовин міститься  $60,26 + 11,392 = 71,652$  кг.

Частина екстракту (1,75% від маси продуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин:

$$71,652 \cdot (1 - 0,0175) = 70,398 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$93,536 - 70,398 = 23,138 \text{ кг.}$$

*Пиво Guinness* з початковою концентрацією сусла 12,5% готується з застосуванням 70 % світлого ячмінного солоду і 30 % пивоварного ячменю, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 70 кг світлого солоду і 30 кг ячменю.

При вологості солоду 5,6 % і ячменю 13 % кількість сухих речовин в заторі:

$$\text{в солоді} - 70 \cdot (1 - 0,056) = 66,08 \text{ кг;}$$

$$\text{в ячмені} - 30 \cdot (1 - 0,13) = 26,1 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього: } 66,08 + 26,1 = 92,18 \text{ кг.}$$

Приймаємо екстрактивність ячмінного солоду 76 % , а ячменю – 74% від маси сухих речовин. Тоді, вміст екстрактивних речовин в сировині:

$$\text{в солоді} - 66,08 \cdot 0,76 = 50,22 \text{ кг;}$$

$$\text{у ячмені} - 26,1 \cdot 0,74 = 19,314 \text{ кг.}$$

Всього екстрактивних речовин міститься:  $50,22 + 19,314 = 69,534$  кг.

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Частина екстракту (2,2 % від маси продуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин:

$$69,534 \cdot (1-0,022) = 68 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$92,18 - 68 = 24,18 \text{ кг.}$$

*Пиво Fillou* з початковою концентрацією сусла 15 % готується з: солод ячмінний світлий – 65 %, темний солод – 10 %, карамельний солод – 25 %.

При вологості світлого солоду 5,6 %, темного солоду 5 %, карамельного солоду 6 %, кількість сухих речовин:

$$\text{в світлому солоді} - 65 \cdot (1-0,056) = 61,36 \text{ кг;}$$

$$\text{в темному солоді} - 10 \cdot (1-0,05) = 9,5 \text{ кг;}$$

$$\text{в карамельному солоді} - 25 \cdot (1-0,06) = 23,5 \text{ кг;}$$

Всього кількість сухих речовин в сировині, яка поступає на подрібнення:

$$61,36+9,5+23,5 = 94,36 \text{ кг.}$$

При екстрактивності світлого ячмінного солоду 76 %, темного – 74 %, карамельного – 72 % від маси сухих речовин на затирання надходить:

$$\text{зі світлим солодом} - 61,36 \cdot 0,76 = 46,63 \text{ кг;}$$

$$\text{з темний солодом} - 9,5 \cdot 0,74 = 7,03 \text{ кг;}$$

$$\text{з карамельним солодом} - 23,5 \cdot 0,72 = 16,6 \text{ кг;}$$

Всього в сировині міститься  $46,63 + 7,03 + 16,6 = 70,26$  кг.

Екстрактивних речовин ( при втраті з дробиною 2,2 %) в сусло переходить:

$$70,26 \cdot (1-0,022) = 68,71 \text{ кг.}$$

В дробині залишається сухих речовин:

$$94,36 - 68,71 = 25,65 \text{ кг.}$$

*Визначення проміжних продуктів*

*Гаряче сусло.* Із проведених розрахунків в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин:

$$\text{Krombacher} - 70,398 \text{ кг;}$$

$$\text{Guinness} - 68 \text{ кг;}$$

$$\text{Fillou} - 68,71 \text{ кг.}$$

При встановленій концентрації Krombacher – 11%, Guinness – 12,5% та Fillou – 15% із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Krombacher –  $70,398 \times 100 / 11 = 640$  кг;

Guinness –  $68 \times 100 / 12,5 = 544$  кг;

Fillou –  $68,71 \times 100 / 15 = 458$  кг.

Об'єм сусла при 20 °С ( при відносній густині сусла Krombacher – 1,04420, Guinness – 1,05050, Fillou – 1,06115):

Krombacher –  $640 / 1,04420 = 612,9$  дм<sup>3</sup>;

Guinness –  $544 / 1,05050 = 517,84$  дм<sup>3</sup>;

Fillou –  $458 / 1,06115 = 431,6$  дм<sup>3</sup>.

Об'єм гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 рази:

Krombacher –  $612,9 \times 1,04 = 637,41$  дм<sup>3</sup>;

Guinness –  $517,84 \times 1,04 = 538,55$  дм<sup>3</sup>;

Fillou –  $431,6 \times 1,04 = 448,86$  дм<sup>3</sup>.

*Холодне сусло.* Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для пива Krombacher – 5,8 % Guinness – 6,35 %, Fillou – 6,0 % від об'єму гарячого сусла, приведенного до об'єму при 20 °С.

Таким чином, об'єм холодного сусла:

Krombacher –  $637,41 \times (1 - 0,058) = 600,44$  дм<sup>3</sup>;

Guinness –  $538,55 \times (1 - 0,0635) = 504,35$  дм<sup>3</sup>;

Fillou –  $448,86 \times (1 - 0,060) = 421,92$  дм<sup>3</sup>.

*Фільтроване пиво.* Витрати у бродильному цеху і цеху фільтрації складає до об'єму пива: Krombacher - 2,5 %, Guinness – 2,2 %, Fillou – 2,3 %. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

Krombacher –  $600,44 \times (1 - 0,025) = 585,43$  дм<sup>3</sup>;

Guinness –  $504,35 \times (1 - 0,022) = 493,25$  дм<sup>3</sup>;

Fillou –  $421,92 \times (1 - 0,023) = 412,21$  дм<sup>3</sup>.

*Готове пиво.* Втрати товарного пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі пляшки складають для всіх найменувань пива 2,5 %.

Отже, кількість товарного пива буде:

Krombacher –  $585,43 \times (1 - 0,025) = 570,8$  дм<sup>3</sup>;

Guinness –  $493,25 \times (1 - 0,025) = 480,92$  дм<sup>3</sup>;

					Технологічні розрахунки	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Fillou} - 412,21 \times (1 - 0,025) = 401,9 \text{ дм}^3.$$

Сумарні видимі втрати по рідкій фазі визначають за різницею об'ємів гарячого сусла і товарного пива:

$$\text{Krombacher} - 640 - 570,8 = 69,2 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Guinness} - 544 - 480,92 = 63,08 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Fillou} - 458 - 401,9 = 56,1 \text{ дм}^3.$$

або у % до об'єму гарячого сусла:

$$\text{Krombacher} - 69,2 \times 100 / 640 = 10,81 \text{ \%};$$

$$\text{Guinness} - 63,08 \times 100 / 544 = 11,59 \text{ \%};$$

$$\text{Fillou} - 56,1 \times 100 / 458 = 12,24 \text{ \%}.$$

### 4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

*Хміль та хмелепродукти.* Витрати хмелю розраховують за формулою [18]:

$$N_{\text{п}} = \frac{\Gamma_{\text{с}} \cdot 10^6}{(\alpha + 1) \cdot (100 - W) \cdot (100 - V_{\text{тр}})},$$

де  $N_{\text{п}}$  – норма хмелю на 1 дал готового пива;  $\Gamma_{\text{с}}$  – норма гірких речовин на 1 дал гарячого сусла;  $\alpha$  – масова частка  $\alpha$ -кислот, %;  $1$  – величина гіркоти  $\beta$ -фракцій в хмелі, %;  $W$  – масова частка вологи в хмелі, %;  $V_{\text{тр}}$  – втрати по рідкій фазі, %.

Krombacher. Для виробництва використано сорт хмелю Магнум,  $\Gamma_{\text{с}}$  становить 0,99, вміст  $\alpha$ -кислоти – 11 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива – 10,81 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$N_{\text{п}} = \frac{0,99 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(11 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 10,81)} = 10,51 \text{ г/дал.}$$

Guinness. Для виробництва використано сорт хмелю Магнум,  $\Gamma_{\text{с}}$  становить 0,99, вміст  $\alpha$ -кислоти – 11 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива – 11,59 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$N_{\text{п}} = \frac{0,99 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(11 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 11,59)} = 10,60 \text{ г/дал.}$$

Fillou. Для виробництва використано сорт хмелю Нагет,  $\Gamma_{\text{с}}$  становить 0,72, вміст  $\alpha$ -кислоти – 9,5%. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива – 12,24 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$N_{\text{п}} = \frac{0,72 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(9,5 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 12,24)} = 8,87 \text{ г/дал.}$$

					Технологічні розрахунки	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Ферментні препарати.* Для виробництва пива Fillou 15 %-го використовують 100 % ячмінного солоду, тому ферментні препарати не застосовуються.

Для виробництва пива Krombacher 11 %-го використовують 84 % ячмінного світлого солоду та 16 % рисової січки, тому ферментні препарати не застосовуються.

Для виробництва пива Guinness 12,5 %-го використовують 70 % ячмінного світлого солоду, 30 % – ячменю та амілолітичний ферментний препарат з активністю амілазних одиниць/г. На 1 т зерно продуктів необхідно 10 тис. амілазних одиниць, а на 1 дал пива:

$$\frac{2,079 \cdot 1000}{1000 \cdot 100} = 0,0208 \text{ г,}$$

де – 2,079 витрата зернопродуктів на виробництво 1 дал 13 %-го темного пива, кг.

*Молочна кислота.* Витрачається для підкислення затору із розрахунку 0,08 кг 100 %-ї молочної кислоти на 100 кг зернової сировини або 0,2 кг 40 %-ї молочної кислоти до маси зернопродуктів [8].

*Визначення кількості відходів.*

*Пивна дробина.* Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % визначається множенням кількості СР, що залишилися в дробині, на коефіцієнт 7,14. Кількість пивної дробини при варці сусла пива:

$$\text{Krombacher} - 23,138 \times 7,14 = 165,2 \text{ кг;}$$

$$\text{Guinness} - 24,18 \times 7,14 = 172,64 \text{ кг;}$$

$$\text{Fillou} - 25,65 \times 7,14 = 183,141 \text{ кг.}$$

*Білковий відстій.* Із 100 кг витрачених зернопродуктів незалежно від найменування пива отримають 1,75 кг відстою з вологістю 80 %.

*Надлишкові дріжджі.* Витрати дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦКБА – 1,53 дм<sup>3</sup>.

Половину надлишкових дріжджів використовують як засівні, а інша – є відходом. Кількість дріжджів, яка йде на відходи, визначають множенням кількості товарного пива в дм<sup>3</sup> на 0,01:

$$\text{Krombacher} - 570,8 \times 0,01 = 5,708 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Guinness} - 480,92 \times 0,01 = 4,8092 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Fillou} - 401,9 \times 0,01 = 4,019 \text{ дм}^3.$$

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

*Діоксид вуглецю.* Із рівняння спиртового бродіння виходить, що із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджений екстракт являє собою мальтозу, то можна підрахувати кількість діоксиду вуглецю, що утворюється таким чином. У бродильне відділення поступило холодного суслу пива ( при відносній густині суслу Krombacher – 1,04420, Guinness – 1,05050, Fillou – 1,06115):

$$\text{Krombacher} - 600,44 \times 1,04420 = 626,97 \text{ кг};$$

$$\text{Guinness} - 504,35 \times 1,05050 = 529,82 \text{ кг};$$

$$\text{Fillou} - 421,92 \times 1,06115 = 447,72 \text{ кг}.$$

У ньому міститься екстрактивних речовин:

$$\text{Krombacher} - 626,97 \times 0,11 = 68,97 \text{ кг};$$

$$\text{Guinness} - 529,82 \times 0,125 = 74,1 \text{ кг};$$

$$\text{Fillou} - 447,72 \times 0,15 = 67,158 \text{ кг}.$$

За дійсного степеня зброджування пива Krombacher утворюється діоксиду вуглецю 52,5 %, Guinness – 54 %, Fillou – 58 %:

$$\text{Krombacher} - 68,97 \times 0,525 \times 176 / 342 = 18,63 \text{ кг};$$

$$\text{Guinness} - 74,1 \times 0,54 \times 176 / 342 = 20,59 \text{ кг};$$

$$\text{Fillou} - 67,158 \times 0,58 \times 176 / 342 = 20,04 \text{ кг}.$$

Частина діоксиду вуглецю, що утворюється (0,35 % від маси холодного суслу) зв'язується з пивом:

$$\text{Krombacher} - 626,97 \times 0,0035 = 2,19 \text{ кг};$$

$$\text{Guinness} - 529,82 \times 0,0035 = 1,85 \text{ кг};$$

$$\text{Fillou} - 447,72 \times 0,0035 = 1,56 \text{ кг}.$$

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

$$\text{Krombacher} - 18,63 - 2,19 = 16,44 \text{ кг};$$

$$\text{Guinness} - 20,59 - 1,85 = 18,74 \text{ кг};$$

$$\text{Fillou} - 20,04 - 1,56 = 18,48 \text{ кг}.$$

Маса 1 м<sup>3</sup> діоксиду вуглецю при 20 °С і тиску 0,1 МПа складає 1,832 кг. Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

$$\text{Krombacher} - 16,44 \times 1,832 = 30,11 \text{ м}^3;$$

$$\text{Guinness} - 18,74 \times 1,832 = 34,33 \text{ м}^3;$$

$$\text{Fillou} - 18,48 \times 1,832 = 33,8 \text{ м}^3.$$

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

*Виправний брак пива.* Утворення такого пива за нормативами допускається до 2 % для всіх найменувань пива.

Результати розрахунків з визначення витрат сировини, об'єму напівпродуктів і кількості відходів основного виробництва наведено в табл. 4.2.

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Таблиця 4.2 –Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Найменування продукту	Krombacher на			Guinness на			Fillou на			Сума
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	4,2 млн дал на рік	100 кг зернової сировини	1 дал пива	0,7 млн дал на рік	100 кг зернової сировини	1 дал пива	2,1 млн дал на рік	7 млн дал на рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Зернова сировина, кг:										
Світлий солод	84	1,47	6 174 000	70	1,455	1 018 500	65	1,612	3 385 200	10 577 700
Темний солод	–	–	–	–	–	–	10	0,248	520 800	520 800
Карамельний солод	–	–	–	–	–	–	25	0,62	1 302 000	1 302 000
Рисова січка	16	0,28	1 176 000	–	–	–	–	–	–	1 176 000
Ячмінь	–	–	–	30	0,624	436 800	–	–	–	436 800
Всього, кг	100	1,75	7 350 000	100	2,079	1 455 300	100	2,48	5 208 000	13 993 300
Хмелепродукти, кг:										
Хміль гранульований:										
Магнум	–	0,0105	44 100	–	0,0106	7 420	–	–	–	51 520
Нагет	–	–	–	–	–	–	–	0,0087	18 270	18 270
ФП	–	–	–	–	0,0208	14 560	–	–	–	14 560
Молочна к-та 100 %-ва	0,08	–	336 000	0,08	–	36 000	0,08	–	108 000	480 000
Проміжні продукти, дм <sup>3</sup> :										
Гаряче сусло	637,41	11,16	46 872 000	538,55	11,19	7 833 000	448,86	11,16	23 436 000	78 141 000
Холодне сусло	600,44	10,51	44 142 000	504,35	10,48	7 336 000	421,92	10,49	21 966 000	73 444 000
Фільтроване пиво	585,43	10,25	43 050 000	493,25	10,25	7 175 000	412,21	10,25	21 525 000	71 750 000
Готове пиво	570,8	10	42 000 000	480,92	10	7 000 000	401,9	10	21 000 000	70 000 000
Відходи, кг:										
Пивна дробина	165,2	2,89	12 138 000	172,64	3,58	2 506 000	183,14	4,55	9 555 000	24 199 000
Відстій білковий	1,75	0,03	126 000	1,75	0,036	25 200	1,75	0,043	90 300	241 500
Надлишкові дріжджі, дм <sup>3</sup>	5,7088	0,1	420 000	4,8092	0,1	70 000	4,019	0,1	210 000	700 000
Діоксид вуглецю	16,44	0,28	1 176 000	18,74	0,39	273 500	18,48	0,45	945 000	2 394 500

Технологічні розрахунки

Дата

Підпис

№ докум.

Арк.

Змн.

### 4.3 Розрахунки необхідної кількості тари і допоміжних матеріалів

*Пляшки.* За даними табл. 1.1 у скляні пляшки місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> розливають пива Krombacher — 100 %, Guinness – 100 % і Fillou — 100 %.

Для безперебійної роботи заводу необхідно визначити загальну кількість пляшок, а також кількість нових та оборотних пляшок.

Потрібна кількість пляшок визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = \frac{Q \cdot 100}{V \cdot (100 - K_6)}$$

де Q – річний випуск продукції в пляшках, дм<sup>3</sup>; V – місткість пляшки, дм<sup>3</sup>; K<sub>6</sub> – кількість розбитих пляшок при зберіганні, митті й розливі, %. Приймаємо місткість пляшок 0,5 дм<sup>3</sup>, а кількість розбитих пляшок – 3,1 %.

Кількість нових пляшок знаходять за формулою:

$$N_{\text{нов}} = \frac{Q \cdot (K_n + K_6)}{100 \cdot V}$$

де K<sub>n</sub> – кількість пляшок, не повернених від населення, %. Приймаємо кількість пляшок, не повернених від населення 5 %.

Кількість оборотних пляшок розраховують з формулою:

$$N_{\text{об}} = \frac{Q \cdot 10}{V \cdot n}$$

де n – кількість оборотів пляшок на рік (приймаємо 40 оборотів), 10 – коефіцієнт перерахунку декалітрів у дециметри кубічні.

За асортиментом і обсягом проекрованої продукції 4,5 млн дал пива розливають у пляшки місткістю 0,5 дм<sup>3</sup>. Отже, річна потреба загальної кількості пляшок місткістю 0,5 дм<sup>3</sup>, а також оборотних і нових:

$$N_{\text{пл.заг}} = \frac{4\,500\,000 \cdot 10 \cdot 100}{0,5(100 - 3,1)} = 92\,879\,257 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{пл.нов}} = \frac{4\,500\,000 \cdot (5 + 3,1)}{100 \cdot 0,5} = 729\,000 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{пл.об}} = \frac{4\,500\,000 \cdot 10}{0,5 \cdot 40} = 2\,250\,000 \text{ шт.}$$

*Гофрлотки.* В стандартні гофрлотки укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> і обгортають їх плівкою ПЕТ. З урахуванням 0,1 % втрат гофрлотків для укладання всієї продукції їх потрібно:

$$N_{\text{гофр}} = \frac{45\,000\,000}{0,5 \cdot 20 \cdot 0,999} = 4\,504\,505 \text{ шт}$$

Для обгортання гофрлотків потрібно термозбіжної плівки ПЕТ

$$G_{\text{плПЕТ}} = \frac{4\,504\,505 \cdot 40}{1000} = 180\,180,2 \text{ кг}$$

*Кронен-корки для пляшок.* За нормами технологічного проектування витрата кронен-корки становить 104,5 % до кількості пляшок готової продукції

$$45\,000\,000 \cdot 2 \cdot 1,045 = 94\,050\,000 \text{ шт.}$$

									Арк.
									66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки				

*Етикетки для пляшкової продукції.* За нормами технологічного проектування витрата етикеток для пляшкової продукції становить 20,9 шт/дал пива. Отже, потрібно етикеток для пляшок:

для пляшок —  $45\,000\,000 \cdot 20,9 = 940\,500\,000$  шт.;

*Миття пляшок.* На річний випуск пляшкового пива потрібно лугу

$$G_{\text{луг}} = \frac{4\,500\,000 \cdot 1000}{0,5 \cdot 1\,000\,000} = 9\,000 \text{ кг}$$

*Клей декстрин для наклеювання етикеток на пляшки.* Виходячи із того, що для наклеювання 1000 етикеток витрачається 0,275 кг клею декстрину річна витрата клею

$$940\,500\,000 \cdot 0,275 / 1000 = 258\,637,5 \text{ кг}$$

Наведеними розрахунками визначена кількість тари та допоміжних матеріалів на рік та на добу, яка представлена в табл. 4.3.

**Таблиця 4.3 — Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів**

Найменування тари і допоміжних матеріалів	Кількість допоміжних матеріалів та тари на	
	Добу (238 днів робочих розливного цеху)	рік
1	2	3
Пляшки, шт., в т. ч.:	390 249	92 879 257
оборотні	3 063	729 000
нові	9 454	2 250 000
Гофролотки для вкладання пляшок, шт	18 927	4 504 505
Плівка ПЕТ для обгортання гофролотків, кг	757,1	180 180,2
Кронен-корка на пляшки, шт.	395 168	94 050 000
Етикетки, шт., на: пляшки	3 951 681	940 500 000
Луг, кг	37,8	9 000
Клей для наклеювання етикеток, кг	1 086,7	258 637,5

## 5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок продуктивності машин і апаратів, пропускної можливості різних ємкостей та пристроїв виконують на основі розрахунку продуктів та норм технологічного проектування у послідовності технологічного процесу.

За даними розрахунків необхідну кількість одиниць обладнання підбирають згідно каталогів, проспектів заводів – виготовлювачів [16].

**Розрахунок ЦКБА.** Необхідну кількість ЦКБА визначають за формулою:

$$n = \frac{O_x}{V_k \cdot Z},$$

$O_x$  – об'єм холодного сусла, який виробляється протягом року, дал;

$V_k$  – корисний об'єм ЦКБА, дал;

$Z$  – обертаємість ЦКБА в рік.

$$Z = \frac{338}{T+1},$$

338 – кількість діб роботи бродильного відділення в рік;

$T$  – тривалість бродіння – доброджування, діб;

1 – час на заповнення, звільнення і миття апарату після кожного оборту, діб.

Обертаємість ЦКБА розраховуємо для пива світлого, 11%:

$$Z = 338/(13+1) = 24 \text{ оборотів.}$$

Об'єм циліндричної частини ЦКБА розраховується:

$$V_{\text{ц}} = \pi \cdot r^2 \cdot h_{\text{ц}} \text{ або } V_{\text{ц}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h_{\text{ц}},$$

де  $h_{\text{ц}}$  – висота циліндричної частини, м;  $d$  – діаметр апарату, м.

Висота конусної частини ЦКБА розраховується:

$$h_k = D \cdot 0,866,$$

де  $D$  – діаметр конуса, м.

Об'єм конусної частини ЦКБА розраховується:

$$V_k = \frac{h_k}{3} \cdot \pi \cdot r^2,$$

де  $h_k$  – висота конусної частини, м.

Крім того при розрахунках потрібно враховувати коефіцієнт заповнення ЦКБА – 0,85.

Висота конусної частини ЦКБА при діаметрі 4 м становитиме:

$$h_k = 4 \cdot 0,866 = 3,464 \text{ м.}$$

Якщо відомий діаметр апарату, то згідно відомої пропорції  $D:\text{сусла} = 1:5$ , тобто висота сусла (циліндра, що вміщає об'єм сусла), знайдемо висоту сусла із врахуванням його конусної висоти:

$$5 \cdot 3,464 = 17,32 \text{ м.}$$

А без конусу:

$$17,32 - 3,464 = 13,856 \text{ м.}$$

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

									Арк.
									68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунки та підбір технологічного обладнання				

$$\frac{13,856}{0,85} = 16,3 \text{ м};$$

Загальна висота ЦКБА:

$$3,464 + 16,3 = 20 \text{ м.}$$

Розраховуємо об'єм ЦКБА:

$$V = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} \cdot 13,856 = 174,03 \text{ м}^3 \text{ або } 17403 \text{ дал};$$

$$V = \frac{3,464}{3} \cdot 3,14 \cdot 2^2 = 14,50 \text{ м}^3 \text{ або } 14,50 \text{ дал};$$

Тоді загальний об'єм ЦКБА становить – 188,53 м<sup>3</sup>, для встановлення приймаємо об'єм ЦКБА 200 м<sup>3</sup>. З урахуванням коефіцієнту заповнення.

Необхідна кількість ЦКБА становитиме:

$$n = \frac{47\,254\,500}{200\,000 \cdot 24} + 1 = 11 \text{ штук};$$

**Розрахунок збірників дріжджів.** Норма здачі дріжджів – 1 дм<sup>3</sup>/1 000 дал холодного суслу, кратність приросту для трьох сортів пива – 4 об'єми.

Загальну місткість промивних збірників визначають згідно:

$$V = \frac{Q \cdot q \cdot \tau_{зб} \cdot K_p}{\tau_{роб}};$$

де Q – річний випуск пива, гл; q – норма введення дріжджів, % об.;  $\tau_{зб}$  – тривалість зберігання запасу дріжджів;  $K_p$  – коефіцієнт розбавлення дріжджів водою;  $\tau_{роб}$  – кількість діб роботи цеху бродіння.

Отже, згідно формули місткість збірників становитиме:

$$V = \frac{4\,500\,000 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3}{338} = 119\,822,5 \text{ дм}^3;$$

Кількість збірників буде рівною:

$$\frac{11\,982,25}{3\,000} = 4 \text{ шт.}$$

Для розрахунку геометричних розмірів, так як це типові циліндроконічні апарати, приймемо формули, що були подані вище. Коефіцієнт заповнення приймаємо = 0,8, висоту циліндра – 2,4 м, висоту конуса – 0,762 м.

**Розрахунок апаратів для фільтрації.** Підбираючи необхідне обладнання, враховують, що дільниця підготовки пива обслуговує цех розливу, тобто його робота планується у дві зміни, а запас готового пива – на добу потужність або на три – чотири доби під час відпускання пива на спеціальні бази розливу.

Для попереднього освітлення пива встановлено **сепаратор** BRUX 510

продуктивністю 50 гл/год.

Для підбору фільтраційного обладнання треба знайти його продуктивність (годинну пропускну здатність), що знаходять за формулою:

$$q = \frac{Q \cdot K_{кв}}{63 \cdot \tau_{доб}} \cdot \left(1 + \frac{V_{трп}}{100}\right);$$

де Q – потужність заводу на рік, дал;  $K_{кв}$  – частка продукції у

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунки та підбір технологічного обладнання				

найпруженіший квартал; 63 – кількість діб роботи за квартал;  $\tau_{\text{доб}}$  – кількість години роботи цеху за добу;  $V_{\text{трр}}$  – втрати пива при розливі

(середньозважені),%.

Отже, годинна продуктивність становитиме:

$$q = \frac{4\,500\,000 \cdot 0,3}{63 \cdot 2 \cdot 8} \cdot \left(1 + \frac{2,5}{100}\right) = 1\,372,8 \text{ дал/год.}$$

Відповідно до даних розрахунків підбираємо кізельгуровий фільтр FKS-01. Продуктивність: 28...42 гл/год, площа фільтрації= 7 м<sup>2</sup>, об'єм корпусу – 440 дм<sup>3</sup>, тиск = 0,6 МПа, габаритні розміри, мм: 2200×2500.

**Розрахунок форфасів.** Приймаємо об'єм форфасів для зберігання пива 125 м<sup>3</sup>. Коефіцієнт заповнення ємності 80 %, тоді корисний об'єм форфасів – 100 м<sup>3</sup>.

Тоді розрахуємо кількість форфасів, яка необхідна для зберігання пива:

$$\frac{4\,500\,000}{338} = 13\,314 \text{ дал/добу;}$$

$$\frac{133,1}{100} = 1,331 = 2 \text{ шт.}$$

На випадок поломки приймаємо ще один додатковий збірник, тоді загальна кількість форфасів дорівнює:

$$2 + 1 = 3 \text{ шт.}$$

Специфікація технологічного обладнання бродильного відділення наведена в табл. 5.1.

**Таблиця 5.1 – Технічна характеристика апаратів бродильного відділення**

№ п/п	№ поз. на АТС	Найменування, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Аератор	1	Габаритні розміри, мм: довжина — 880; ширина — 420; висота — 680.	–	–	Оріон-груп
2	2	Дозатор дріжджів	1	Габаритні розміри, мм: ширина — 500; висота — 1200.	–	–	NPP-500, Hualian
3	3	ЦКБА	11	Об'єм: повний 200 м <sup>3</sup> , робочий – 170 м <sup>3</sup> . Тиск, мПа 0.04 - 0.06. Температура, °С - 1.0 - + 13 °С Температура при митті і дезінфекції, °С не вище 20°С. Тиск в рубашці, Мпа 1.2. Маса, 1550 кг.	–	–	Оріон-груп
4	4	Ємність для холодного охмелення	1	V = 260 дм <sup>3</sup> , висота, мм – 2440. Робочий тиск – 1,5 Бар.	–	–	НОР-TOWER, ZIPTECH

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			70

Закінчення табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
5	5	Стерилізатор	1	$V=520 \text{ дм}^3$	–	–	Оріон-груп
6	6	Пропагатор	1	$V = 500 \text{ дм}^3$	–	–	Оріон-груп
7	7	Збірник насінєвих дріжджів	2	Габаритні розміри, мм: ширина — 1500; висота — 3000.	–	–	Оріон-груп
8	8	Збірник надлишкових дріжджів	2	Габаритні розміри, мм: ширина — 1500; висота — 3000.	–	–	Оріон-груп
9	9	Насос вакуумний	1	Продуктивність 65 м <sup>3</sup> /год.	5,5	–	65-SZ0-224
10	10	Насос відцентровий	3	Продуктивність 25 м <sup>3</sup> /год і напором 32 м.	5,5	–	AD40.1/01
11	11	Сепаратор	1	Габаритні розміри, мм: довжина — 1500; ширина — 1000; висота — 1700.	–	–	BRUX 510
12	12	Буферна ємність	2	Об'єм повний 80 м <sup>3</sup>	–	–	Агро-інвест
13	13	Ємність для кізельгуру	1	Габаритні розміри, мм: ширина — 1200; висота — 2100.	–	–	Оріон-груп
14	14	Дозатор кізельгуру	2	Габаритні розміри, мм: ширина — 500; висота — 1200.	–	–	NPP-100, Hualian
15	15	Свічний кізельгуровий фільтр	1	Продуктивність: 28...42 гл/год, площа фільтрації= 7 м <sup>2</sup> , об'єм корпусу – 440 дм <sup>3</sup> , тиск = 0,6 МПа, габаритні розміри, мм: 2200×2500.	–	–	FKS-01
16	16	Форфас	1	Об'єм повний 125 м <sup>3</sup>	–	–	Оріон-груп

									Арк.
									71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунки та підбір технологічного обладнання				

## 6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Роботою заводської лабораторії є контроль технологічного процесу за допомогою зняття параметрів з речовин, що задіяні у виробництві, як при потраплянні їх на підприємство так і в самому процесі. Розташовують лабораторію у адміністративному корпусі.

Для проведення фізико-хімічних досліджень у лабораторію оснащують приміщенням для приладів і проведення аналізів; ваговою; підсобним приміщенням. Приміщення лабораторії повинні бути обладнані водопроводом, каналізацією, припливно-витяжною вентиляцією, опаленням, мати природне та штучне освітлення. Поверхня стін у лабораторних приміщеннях повинна бути водостійкою, легко митися. Підлога у лабораторних приміщеннях має бути стійкою до дії дезінфікуючих засобів, при цьому покриття не повинно мати дефектів, бути слизьким.

Лабораторія повинна мати обладнання та засоби вимірювальної техніки, що необхідні для проведення досліджень. На кожен одиницю обладнання, що використовується, має бути паспорт підприємства-виробника та розроблена й затверджена керівником установи інструкція.

Схема технохімічного контролю наведена в табл. 6.1 [14].

*Таблиця 6.1 – Схема технохімічного контролю виробництва*

№ п.п	Стадія техно-логічного процесу	Назва		Показник якості		Місце і періодичність контролю	Контро-лер; документ реєстрації результатів
		Об'єкт контролю	Контроль-ний показник	Нормативний	Фактичний		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Прийман-ня сировини	Солод	Вологість	не > 4%	4,0	Середня проба з транспорту, щоразу при доставці	Хімік-лаборант; журнал
			Масова частка екстракту в сухій речовині солоду	не < 80%	80,5		
		Ячмінь	Вологість	не > 14,5 %	14,5		
			Масова частка білка	не > 11%	11-13		
			Зараженість шкідника ми	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище I ступеня			

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
		Хміль	Масова частка $\alpha$ -кислот	4%	7-10	Середня проба з мішків з транспорту	Хімік-лаборант; журнал
			Вологість	7-10%	8		
		Молочна кислота	Концентрація	-	80	Середня проба з каністри	
2	Водо-підготовка	Вода водопровідна	Жорсткість	2-4 мг-екв/дм <sup>3</sup>	8 dH	Приміщення водопідготовки, щоразу при використанні; проба 2л	Хімік-лаборант; журнал
			pH	6,0-7,0	3,8-4,5		
			Кальцій	20-40 мг/л	40		
			Хлор	не > 350 мг/л	80		
			Залізо	не > 0,3 мг/л	0,1		
3	Подача сусла на бродіння	Охмелене сусло	pH	-	5,4-5,6	3 лінії охолодження сусла; 0,5л сусла з кожної варки; На приладі «Антон-ПАР»	Пивовар, оператор-варщик; рапорт, журнал
			Масова частка СР	-	16%		
4	Головне бродіння і доброджування	Молоде пиво	Масова частка СР	-	6-10%	Бродильно-лагерне відділення; 0,5л з кожного ЦКТ; СР цукроміром	Пивовар, оператор-бродильщик; рапорт, журнал
			pH	-	4,0-4,5		
			Масова частка діацетилу	не > 0,15 мг/л	0,15	Кожний ЦКБА на 5 день від початку бродіння і кожен наступний день до досягнення діацетилу – 0,15 мг/л.	

					Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

1	2	3	4	5	6	7	8		
5	Подача пива на фільтрування	Нефільтроване пиво	Масова частка спирту	-	3-5% об.	Бродильно-лагерне відділення; в середній пробі після кожного ЦКТ	Пивовар, оператор-бродильщик; рапорт; журнал		
			Масова частка діацетилу	не > 0,15 мг/л	0,15				
			Гіркота	-	11 мг/л ВU				
			Колір	-	4,3 ЕВС				
			RDF	78%	78%				
6	Фільтрування	Фільтроване пиво	Масова частка спирту	не < 2,8% об.	4,3	Бродильно-лагерне відділення; в середній пробі після фільтра	Пивовар, оператор-фільтровщик; рапорт; журнал		
			Гіркота	-	Відповідає ДСТУ і відповідно сорту пива				
			Колір	0,4-1,8 см <sup>3</sup> 0,1 моль/1 дм <sup>3</sup> р-ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup>					
			Масова частка кисню	не > 8-10 мг/л	8				
			Мутність	-	-				
7	Розлив пива	Готове пиво в пляшках зі складу готової продукції	Масова частка CO <sub>2</sub>	не < 0,3% об.	Відповідає вимогам ДСТУ; також відповідно сорту пива	Цех розливу; з кожної партії пива	Хімік-лаборант; журнал		
			Масова частка спирту	не < 2,8% об.					
			Колір	0,4-1,8 см <sup>3</sup> 0,1 моль/1 дм <sup>3</sup> р-ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup>					

			Кислотність	1,3-2,8 р-ну NaOH на 100 см <sup>3</sup> пива			
			Масова частка СР	11 %			

Схема мікробіологічного контролю на стадії зброджування пивного сусла та доброджування пива наведена в табл. 6.2.

**Таблиця 6.2 – Схема мікробіологічного контролю на стадії зброджування пивного сусла**

Об'єкт дослідження	Показник, що визначається	Метод і частота контролю	Об'єм, що визначається см <sup>3</sup>	Нормативний показник	Хто контролює
1	2	3	4	5	6
Сусло охолоджене	Число бактерій	Метод мембранної фільтрації, кожного тижня	30	Відсутні	Мікробіолог
	Кислотоутворюючі бактерії		100	Відсутні	
	Дріжджі		100	Відсутні	
Дріжджі, чиста культура з апаратів ЧКД	Процент мертвих клітин	Мікроскопіювання на час розведення ЧКД		Не більше 1 %	Мікробіолог
	Наявність бактерій			Не дозволяється	
	Наявність диких дріжджів			Відсутні	
	Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації, на час розведення ЧКД	1	Відсутні	
Насіннєві дріжджі з збірників насіннєвих дріжджів	Процент мертвих клітин	Мікроскопія, щодобово		Не більше 5 %	Мікробіолог
	Наявність бактерій			Не більше 1 %	

1	2	3	4	5	6
	Вміст глікогену			70 – 75 %	
	Наявність диких дріжджів	Мікроскопія або висів на середовище лізин чи кристал-віолет	0,1 см <sup>3</sup> з розбавлення м 10 <sup>5</sup>		
	Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації, щодобово	1	Відсутні	
Готове пиво з ЦКБА	Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації, вибірково, але не рідше 1 разу на добу	120	Відсутні	

Таблиця 6.3 - Метрологічне забезпечення технологічного процесу

№	Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умови)	Межі вимірювання	Клас точності, допустимі похибки
1	Колір пива Одиниці гіркоти Діацетил	Спектрофотометр DR6000 УФ	Згідно ТІ для кожного вимірювання	0,000
2	Вміст алкоголю Вміст екстракту	Аналізатор вмісту алкоголю та екстракту Алекс 500	Алкоголь 0,5 ... 15 % об. Густина 0,95 ... 1,2 г/см <sup>3</sup>	Алкоголь ± 0,1 % об Густина 0,0005 г/см <sup>3</sup>
3	Видима густина, % сухих речовин в суслі	Рефрактометр УРЛ-1	0 ... 95 %	± 0,1 %
4	рН сусла, пива	рН-метр лабораторний рН-150 МІ	0 ... +14	± 0,02
5	Тиск в апаратах ЦКБА	Редуктор тиску з фільтром і манометром VT.082	2,0...5,0 бар	± 10 %

					Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Закінчення табл 6.3

6	Рівень рідини в пропаторах і ЦКБА	Датчик контролю рівня рідини la9rm201	до 25 м	± 1%
7	Температура в ЦКБА, пропаторі	Термометр водостійкий ТВТ-10Н	-10 - +20 0С 105 ... 180 0С	± 2 0С
8	Регулювання подачі пивного суслу в пропатор та ЦКБА	Витратомір-лічильник електромагнітний ЕРС-50	До 40 м3/год	± 0,5 %

					<i>Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва</i>	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно зі ст. 15 Закону «Про охорону праці» така служба обов'язково повинна бути створена на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб у відповідності з Типовим положенням про службу охорони праці. Також має бути розроблено Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначено структуру такої служби, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників. На підприємствах з кількістю працівників менше 50 чоловік функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку. А на підприємствах з кількістю працівників менше 20 для виконання функцій служби охорони праці можуть на договірних засадах залучатися сторонні фахівці, які мають не менше трьох років виробничого стажу і пройшли навчання з охорони праці.

### Положення, інструкції та інші акти з охорони праці.

Обов'язок роботодавця – затвердити документи, які передбачені ст. 13 Закону «Про охорону праці». Вони повинні встановлювати правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках і робочих місцях. Інструкції та інша документація з охорони праці розробляються на підставі положень законодавства з охорони праці, типових інструкцій та технологічної документації підприємства з урахуванням виду діяльності підприємства і конкретних умов праці на ньому, керівниками структурних підрозділів.

### Інструктаж з питань охорони праці.

Перед початком роботи нового працівника роботодавець згідно зі ст. 29 КЗпП зобов'язаний проінформувати його під розписку про умови праці, наявні на його робочому місці. У тому числі, про всі небезпечні чи шкідливі виробничі фактори, які ще не усунуто, та про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника, а також про можливі пільги та компенсації за роботу в таких умовах.

Крім того, при прийнятті на роботу всі працівники повинні за рахунок роботодавця пройти вступний інструктаж, навчання, перевірку знань, первинний інструктаж на робочому місці, стажування і набуття навичок безпечних методів праці. Тільки після цього працівники допускаються до самостійної роботи. Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці, а первинний – безпосередній керівник працівника. Надалі з працівниками повинні проводитися повторні інструктажі (раз на квартал при виконанні робіт підвищеної небезпеки або раз на півріччя), решту позапланові (при зміні правил охорони праці, зміни в обладнанні або при порушенні працівником правил охорони праці) та цільові інструктажі (зокрема, при разових роботах, не пов'язаних зі спеціальністю). Інформація про проведення інструктажів має вноситися до відповідного журналу, завірені підписом як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував.

					Охорона праці	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Схема управління охороною праці на пивоварному підприємстві надана на рис. 7.1.



Рисунок 7.1 - Схема управління охороною праці на даному підприємстві.

Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників в умовах виробництва пива надано в формі таблиці 7.1 [19].

**Таблиця 7.1-** Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Шкідливі і небезпечні виробничі чинники	Джерела їх виникнення
Шум	Вентиляційна система, технологічне обладнання
Електрична напруга (380, 220 В)	Щит управління, електроприводи
Вибухо-пожежонебезпека -категорія В	Цех по виробленню пива
Запиленість зернопродуктами	Ділянка дроблення

### 7.3 Метеорологічні умови

Категорія робіт, що виконується, за енергетичними витратами відноситься до Пб [21]. Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату виробничого приміщення надані в таблиці 7.2.

**Таблиця 7.2 - Значення оптимальних та допустимих параметрів мікроклімату.**

Період року	Категорія робіт по енерговитратах	Температура, ОС	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Пб	допустимі		
		15 -21	Не більш 75	0,4
		оптимальні		
		17-19	40-60	0,2
Теплий	Пб	допустимі		
		16-27	Не більш 65	0,2 - 0,5
		оптимальні		
		20-22	40 -60	0,4

### 7.4 Вентиляція

В приміщенні цеху передбачена система вентиляції і опалювання. Вентиляція - природна і штучна. Механічна вентиляція - загальнообмінна, припливно-витяжна, місцева і аварійна. Вид опалювання - центральний[22].

## 7.5 Освітлення

Для цеху по виробленню пива визначений IIIв розряд зорових робіт [23].

Має місце одностороннє природне освітлення. Підприємство знаходиться в IV світовому поясі. Нормативне значення коефіцієнту природного освітлення визначається по формулі 6.1.

$$e_{IV} = e_{III} \cdot m \cdot c \quad (6.1)$$

де:  $e_{IV}$  - коефіцієнт природної освітленості (КПО) для IV пояса світлового клімату;

$e_{III}$  - коефіцієнт природної освітленості для III пояса світлового клімату;

$m$  - коефіцієнт світлового клімату (0,9);

$c$  - коефіцієнт сонячного клімату (1 + 0,75).

$$e_{IV} = 2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,8\%$$

Штучне освітлення - загальне рівномірне. Як джерела світла використовуємо люмінесцентні лампи типу ЛБ 80-2. Тип світильника Н4Т4Л. Нормативне значення освітленості для III в розряді зорових робіт  $E_{min}$  складає 300 лк. Загальне освітлення виконано у вигляді ліній, що перериваються, світильників прямого світла (П) з дзеркальними екранними сітками і відбивачами.

Кількість світильників в приміщенні, що розглядається, площею  $S = 200$  м<sup>2</sup> розраховуємо методом коефіцієнта використання світлового потоку по наступній формулі:

$$N = \frac{E_{min} \cdot k \cdot S \cdot z}{\Phi_l \cdot n \cdot \eta}$$

де:  $E_{min}$  - задана мінімальна (нормована) освітленість, лк;

$k$  - коефіцієнт запасу;

$S$  - площа освітлення, м<sup>2</sup>;

$z$  - коефіцієнт мінімальної освітленості, або коефіцієнт нерівномірності;

$\Phi_l$  - потрібний потік однієї лампи, лм;  $n$  - число ламп в світильнику;

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку в відносних одиницях.

$\eta$  - розрахункова висота відстані між стелею та лампою,  $\eta = 6,0$  м;

Для IIIв розряду зорових робіт мінімальна освітленість при загальному освітленні складає  $E_{min} = 300$  лк;

Освітлювана площа  $S$  дорівнює  $20 \cdot 10 = 200$  м<sup>2</sup>;

Тип лампи ЛБ 80-2. Номінальне значення світлового потоку вибраної лампи  $\Phi_l$  після 100 годин горіння дорівнює 4960 лм;

Кількість ламп в світильнику  $n$  дорівнює 2;

Коефіцієнт запасу освітленості дорівнює 1,4;

Коефіцієнт  $z$  рекомендується приймати для люмінесцентних ламп 1,1;

									Арк.
									80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці				

Коефіцієнти віддзеркалення поверхонь відповідно рівні: рстелі. = 70% для стелі, для стін - рст.=50% для робочої поверхні - р р.п= 30%.

Розраховуємо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{20 \cdot 10}{6,0 \cdot (20 + 60)} = 0,42;$$

Коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta$  для світильників типу Н4Т4Л, рівний 0,27;

Визначаємо необхідну кількість світильників для даного приміщення

$$N = \frac{300 \cdot 1,4 \cdot 200 \cdot 1,1}{4960 \cdot 2 \cdot 0,27} = 31,36 \approx 32$$

Відстань розміщення ламп від стін у бродильному відділенні  $L_1 = 0,5 \cdot L$ , відстань між рядами світильників  $L = 7,5$  м, кількість рядів ламп дорівнює 8, кількість світильників в ряду 4. На схемі 6.2 приведено план розміщення світильників у бродильному відділенні. Схема 8.2 План розміщення світильників у бродильному відділенні.

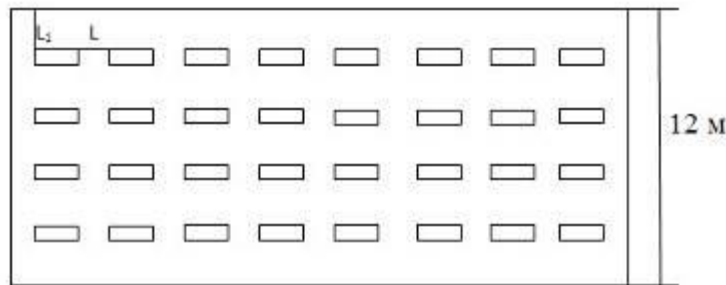


Рис 7.2 - План розміщення світильників у бродильному відділенні.

Характеристика освітлення в приміщенні надана в таблиці 7.4

**Таблиця 7.3 - Характеристика освітлення**

Найменування приміщення	Площа підлоги м2	Розряд зорової роботи	Освітлення		
			природне		штучне
			Вид освітлення (бокове, верхнє)	кпо, ен IV	Нормована освітленість, Emin, лк
Виробниче приміщення	200	III	бокове	1,8	300

## 7.6 Шум

До джерел шуму на ділянки по виробленню пива відносяться вентиляційні установки, електродвигуни, насоси, технологічне обладнання.

Допустимий рівень звукового тиску на робочому місті у приміщенні наданий в таблиці 6.4 [24].

					Охорона праці	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Таблиця 7.4 - Допустимі рівні звукового тиску та звуку**

Види трудової діяльності, приміщення, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах зі середнегеометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Крайні частоти в октавних смугах, Гц	22 45	45 90	90 180	180 360	360 720	720 1440	1440 2880	2880 5760	5760 11520	22 11520
Виконання всіх видів робіт в виробничих приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

### 7.8 Методи оцінки професійних ризиків

#### 1. Метод перевірного листа (контрольного, чек-листа).

Цей метод може бути використаний для ідентифікації небезпек або оцінки ефективності заходів управління. Перевірочні листи представляють собою переліки небезпек, ризиків чи відмов засобів управління, які зазвичай розробляють з урахуванням отриманого раніше досвіду. Перевірочний лист застосовується послідовно до кожного наявного елемента процесу або системи для визначення того, чи представлений цей елемент у перевірочному листі. Метод підходить при оцінці ризиків на стабільних, давно організованих робочих місцях з усталеною практикою експлуатації та з добре відомими технологіями, обладнанням, сировиною, матеріалами тощо.

#### 2. Метод мозкового штурму, метод Дельфі, метод інтерв'ю.

Ці методи є збиранням думок фахівців з метою ухвалення остаточного рішення щодо ідентифікації небезпек. В першому у разі відбувається колективне відкрите обговорення заздалегідь підготовлених питань, у другому - письмове анонімне вираження своєї думки з можливістю дізнатися думки інших фахівців, у третьому – усне опитування спеціалістів безпосередньо на місцях.

#### 3. Метод "Аналіз дерева подій".

Це напівкількісний логічний метод графічного подання взаємовиключних (погіршують і покращують) послідовностей подій, що йдуть за вихідним подією (аварійною/небезпечною ситуацією), відповідно до функціонування або нефункціонування різних систем (заходів безпеки), розроблених зменшення їх наслідків.

Побудова дерева подій починають із вибору початкового небезпечного події та перерахування функцій або систем, спрямованих на пом'якшення наслідків. Далі зображують протилежні шляхи (справний стан або відмова) розвитку подій від початкової події для кожної функції або системи. Зазначений метод може використовуватись на всіх етапах оцінки ризиків.

#### 1. Метод Оцінка впливу людського фактора.

Цей напівкількісний метод застосовують для оцінки впливу дій працівника на безпеку трудового процесу з подальшого зниження впливу.

Значимість оцінки дій працівника підтверджується нещасними випадками, пов'язаних із людським фактором. Спочатку визначається, які дії працівника можуть призвести до нещасним випадкам, професійним

захворюванням чи аварійним ситуаціям, тобто проводять ідентифікацію помилок працівника, потім оцінюються ймовірність та значущість настання несприятливих наслідків від таких помилок.

Приклади оцінки індивідуальних професійних ризиків на робітників місцях (за методом Файна-Кінні)

$$ІПР = V_p \times П_d \times П_c,$$

де ІПР – індекс професійного ризику,  $V_p$  – ймовірність небезпеки,

$П_d$  - схильність до небезпеки,  $П_c$  - наслідки небезпеки.

Ефективно керувати охороною праці неможливо без оцінки професійних ризиків

Оцінка професійного ризику (ОПР) – система заходів щодо виявлення небезпеки для працівника, яка загрожує його здоров'ю у зв'язку з впливом шкідливих чи небезпечних факторів виробництва та трудовий навантаження.

### 7.9 Електробезпека

Параметри електричної мережі: рід струму - змінний, напруга в мережі - 220/380 В; частота - 50 Гц. Клас приміщення по ступеню небезпеки ураження електричним струмом - II. Режим нейтралі живлячої мережі - трифазна чотирипровідна мережа із заземленою нейтраллю [25].

По вибухо-пожежонебезпеці цех по виробленню пива відноситься до категорії В [26]. Ступінь вогнестійкості II [27].

Зона класа приміщення - II Па. Допустимий рівень вибухозахисту і мінімальний ступінь захисту оболонок електричних машин - IP44 [28].

Обов'язкові засоби пожежогасіння є вогнегасники, які наведені у табл.7.5 [29].

**Таблиця 7.5 - Первинні засоби пожежогасіння**

Приміщення	Площа, м <sup>2</sup>	Первинні засоби (наім. тип)	Кількість шт.	Вогнегасна дія
Виробничі приміщення, які належать до категорії В	200	Вуглекислоті вогнегасники ручні ВВК - 5	4	Ізоляція та охолодження

Для захисту від атмосферної електрики визначена категорія блискавкозахисту - II. Як захист від прямих ударів блискавки та її вторинних проявів передбачене захисне заземлення по контуру [30].

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Метою даної роботи є дослідження цеху ферментації в цілому, і зокрема впровадження інноваційних технологій зброджування сусла та доброджування пива, а саме передбачено активацію сухих пивоварних дріжджів молочною сироваткою. Для вирішення поставленої задачі в роботі прийнято наступні технічні рішення:

✚ В роботі прийнято суміщений спосіб головного бродіння, доброджування і дозрівання пива в апаратах великої одиничної потужності ЦКБА. Це забезпечує прискорення процесу у 2 рази, збільшення насиченості діоксидом вуглецю, стабілізацію органолептичних показників для кожної партії пива, економію капітальних витрат.

✚ Забезпечення циліндричного корпусу ресивером з клапаном та контролером керування дає можливість гарантованої роботи, інтенсифікації процесів масообміну і бродіння, можливість механічного гасіння піни, підвищення виходу та покращення якості цільового продукту.

✚ Передбачено обробку пивних дріжджів штаму Saflager W-34/70 на стадії підготовки інокуляту (після регідратації) шляхом витримки в суміші пивного сусла з молочною сироваткою при співвідношенні 1:0,5 протягом 60 хвилин при температурі  $5 \pm 1$  °С..

✚ В кінці процесу доброджування передбачено охолодження дріжджів до температури  $0,5$  °С, що забезпечує краще відділення дріжджів і сприяє підвищеній стійкості, полегшенню процесу фільтрації і зниженню втрат.

✚ Передбачено сепарування дріжджів перед фільтруванням, що сприяє інтенсифікації процесу фільтрування, скороченню втрат пива і покращенню його якості.

Роботою передбачено випуск пива Krombacher з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11 %, Guinness з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,5 %, Fillou з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15 %, які виробляють із ячмінного світлого, карамельного та темного солоду, ячменю та рисової січки.

Було здійснено розрахунок продуктів, основних та допоміжних матеріалів та розроблено схеми технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва.

									Загальні висновки	Арк.
										84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



15. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с. (Національний стандарт України).

16. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 12.05.2010 р.]. Зареєстровано в міністерству юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).

17. ДСТУ 7028:2009 Гранули хмелю. Технічні умови. Чинний від 2011-07-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 24 с. (Національний стандарт України).

18. ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с. (Національний стандарт України).

					<i>Список використаної літератури</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86