

**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)

«   » червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

\_\_\_\_\_ Анатолій КУЦ  
(підпис)

«   » червня 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 181 «Харчові технології»  
освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»  
на тему: **«Проект бродильного відділення пивзаводу потужністю 3 млн  
дал на рік з використанням сучасних рас дріжджів»**

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ТБ-4-8

\_\_\_\_\_ Сіденко Іван Олегович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник Бойко Петро Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_ (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.

\_\_\_\_\_ Іван СІДЕНКО  
(підпис)

**Київ – 2022 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

21 березня 2022 року

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

\_\_\_\_\_Сіденку Івану Олеговичу\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_«Проект бродильного відділення пивзаводу потужністю 3 млн дал на рік з використанням сучасних рас дріжджів»\_\_\_\_\_

Керівник роботи Бойко Петро Миколайович к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 31 березня 2022 року № 168-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 31 травня 2022 р.\_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_1. Норми технологічного проектування.

\_\_\_\_\_2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

\_\_\_\_\_3. Потужність спиртового заводу – 3 млн дал пива на рік.

\_\_\_\_\_4. Виробляється 80% пиво світле 11% сухих речовин в початковому суслі, 20% пиво темне 14,5% сухих речовин в початковому суслі.

4. Зміст пояснювальної записки Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трьома мовами). Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування та вибір способів та режимів виробництва пива з використанням сучасних рас дріжджів 3. Характеристика проекрованої 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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21 березня 2022 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	11.04.22-08.05.22	
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.22-14.05.22	
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
<b>1-а атестація</b>		<b>15.05.22</b>	
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.22-21.05.22	
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	22.05.22-24.05.22	
9.	Охорона праці	25.05.22-27.05.22	
10.	Оформлення пояснювальної записки	28.05.22-30.05.22	
<b>2-а атестація</b>		<b>31.05.22</b>	
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.22-08.06.22	
12.	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	09.06.22-14.06.22	
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

**Здобувач**

**Іван СІДЕНКО**

**Керівник роботи, доцент**

**Петро БОЙКО**

## АНОТАЦІЯ

Метою виконання кваліфікаційної роботи є дослідження та порівняння сучасних рас дріжджів, що використовуються для виробництва пива.

Для виконання роботи було обрано сорти, які є найпоширенішими серед споживачів останнім часом, а саме світле та темне пиво. Кваліфікаційною роботою передбачено випуск пива Paulaner з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11%, Dunkel з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 14,5 %. Продуктивність заводу 3 млн. дал/рік.

В ході виконання роботи були прийняті наступні технологічні рішення: охолодження сусла пластинчастим двосекційним теплообмінником, з одночасним аеруванням стерильним повітрям; бродіння та доброджування відбувається в ЦКТ; дріжджі задаються в охолоджене сусло; бродіння протікає при температурі 13°C; зберігання насінневих дріжджів проводиться в дріжджанках при температурі 2°C.

Кваліфікаційна робота складається з 56 сторінок, 20 джерел, графічна частина – 1 аркуш.

Ключові слова: бродіння та доброджування, ЦКТ, дріжджі, SafLager 34/70, Saflager S23.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## ANNOTATION

The purpose of the qualification work is to study and compare modern breeds of yeast used for beer production.

To perform the work, the varieties that are the most common among consumers in recent times were selected, namely light and dark beer. Qualification work envisages the production of Paulaner beer with a mass fraction of dry matter in the initial wort of 11%, Dunkel with a mass fraction of dry matter in the initial wort of 14.5%. Productivity of the plant is 3 million dal / year.

During the work the following technological decisions were made: cooling of the wort by a plate two-section heat exchanger, with simultaneous aeration with sterile air; fermentation and fermentation takes place in the CCT; the yeast is set in the cooled wort; fermentation takes place at a temperature of 13°C; storage of seed yeast is carried out in yeast at a temperature of 2°C.

Qualification work consists of 56 pages, 20 sources, graphic part - 1 sheet.

Key words: fermentation and fermentation, CCT, yeast, SafLager 34/70, Saflager S23.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## ADNOTACJA

Celem pracy kwalifikacyjnej jest zbadanie i porównanie współczesnych ras drożdży wykorzystywanych do produkcji piwa.

Do pracy wyselekcjonowano najczęściej spotykane w ostatnim czasie wśród konsumentów odmiany, a mianowicie piwo jasne i ciemne. Praca kwalifikacyjna przewiduje produkcję piwa Paulaner o udziale masowym suchej masy w brzeczce wyjściowej 11%, Dunkel o udziale masowym suchej masy w brzeczce wyjściowej 14,5%. Wydajność zakładu wynosi 3 mln dal/rok.

W trakcie prac podjęto następujące decyzje technologiczne: chłodzenie brzeczki płytowym dwusekcyjnym wymiennikiem ciepła, z jednoczesnym napowietrzaniem sterylnym powietrzem; fermentacja i fermentacja odbywa się w CCT; drożdże dodaje się do schłodzonej brzeczki; fermentacja odbywa się w temperaturze 13°C; przechowywanie drożdży nasiennych odbywa się w drożdżach w temperaturze 2°C.

Praca kwalifikacyjna składa się z 56 stron, 20 źródeł, części graficznej - 1 arkusz.

Słowa kluczowe: fermentacja i fermentacja, CCT, drożdże, Saflager 34/70, Saflager S23.

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

## ЗМІСТ

<b>АННОТАЦІЯ</b>	3
<b>ВСТУП</b>	8
<b>1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ</b>	10
1.1 Структура підприємства	10
1.2 Режими роботи	10
<b>2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ТА РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ РАС ДРІЖДЖІВ</b>	11
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції	11
2.2 Принципова технологічна схема	12
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пива з використанням сучасних рас дріжджів	12
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	26
<b>3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>	27
3.1 Характеристика проекрованої продукції	27
3.2 Характеристика сировини	28
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	32
<b>4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ</b>	33
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків	33
4.2 Продуктові розрахунки	34
4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів	40
<b>5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ</b>	43
<b>6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>	46
<b>7 ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	49
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	54
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	55

					Проект бродильного відділення пивзаводу потужністю 3 млн дал на рік з використанням сучасних рас дріжджів		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Сіденко Іван				Літ.	Арк.	Аркушів
					7		
Керівник	Бойко М. П.				ЗМІСТ  Кафедра, БПБВ 2022		
Н. Контр.							
Затверд.	Куц А.М.						

## ВСТУП

Пиво прийшло до нас дуже давно, разом з появою сільського господарства. Отримувало своїх богів покровителів: Діоніс, Осіріс, Нінкасі. Подорожувало крізь океани і материки. Підкорювало нові культури і саме ставало об'єктом культурної спадщини. Одні рецепти загубилися в середньовічному пилу, інші тепер для нас творить штучний інтелект. Пиво провокувало суперечки, іноді міждержавні. І надихало людей на пісні, книги та наукові дослідження.

Пиво єднає нас у розмовах і супроводжує у дуже різних життєвих ситуаціях. Воно прийшло з Близького Сходу, підкорило Європу, яка рознесла його по всьому світу, а тоді повернулося в новій величі з Америки. Тепер поруч з такими класичними пивними країнами як Чехія, Німеччина, Бельгія, Велика Британія пиво можна дуже легко знайти в Новій Зеландії, ПАР, Японії. Ну і звісно, його давно полюбили і в Україні.

Отже, що ми називаємо пивом? Напевно у нього багато визначень, якщо не забувати, що це третій за поширеністю напій, після води і чаю. Він прийшов до нас з території Близького Сходу приблизно 17 тис років тому.

І якщо коротко, то пиво – це напій з солоду та хмелю, що утворюється внаслідок бродіння за допомогою пивних дріжджів. Різне пиво має різний вміст алкоголю, є навіть безалкогольне пиво, а також, різний колір, щільність та рівень карбонізації. Пиво буває домашнім, його масово виготовляють у промислових масштабах, а ще є крафтове пиво.

Хоча, щодо складників пива точаться запеклі дискусії. Згідно з так званим Баварським законом про чистоту пива «REINHEITSGEBOT» від 1516 року в пиві мають бути вода, ячмінь та хміль. Про те, що дріжджі мають теж вплив на пиво вчені тоді вже підозрювали, але ще не знали які саме.

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.

Вибір дріжджів відіграє важливу роль, оскільки швидкість і ступінь зброджування, кислотоутворююча здатність, відмінності в утворенні побічних продуктів бродіння впливають на органолептичні властивості пива. При виборі раси дріжджів керуються низкою критеріїв, зокрема ступенем зброджування сусла та швидкістю бродіння, швидкістю розмноження, утворенням побічних продуктів бродіння, здатністю утворювати пластівці.

Оскільки на більшості сучасних пивоварних підприємствах використовуються циліндроконічні бродильні апарати (ЦКБА), особливості менеджменту дріжджів у даному проекті розглядаються з урахуванням проведення процесу у ЦКБА. Перевагами даного методу є сеорочення процесу головного бродіння до 4 діб, при цьому зберігаються всі якісні та органолептичні показники готового пива. Займають відносно мало місця, їх легше компонувати в «батарею», яка обслуговується загальною системою трубопроводів. Завдяки конічній частині апарату видалення дріжджів можна здійснювати в будь-який момент без порушення технологічного процесу.

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

Приготування пивного сусла складається з п`яти основних технологічних стадій:

- Підготовка зернопродуктів (очищення, сортування, подрібнення).
- Процес затирання, тобто переведення екстрактивних речовин зернопродуктів (крохмаль, білки тощо) у сусло.
- Фільтрування затору.
- Кип'ятіння сусла з хмелем або хмелевими препаратами.
- Освітлення і охолодження сусла [3].

Далі сусло охолоджується, аерується стерильним повітрям. В охолоджене сусло задаються дріжджі та починається процес бродіння.

Для порівняння були обрані найпопулярніші на сьогодні раси дріжджів: A 12 (Фінляндія VTT), Saflager W34/70 (Німеччина Weihenstephan), Saflager S23 та W95. Головними показниками, за якими порівнювали дріжджі це приріст біомаси, швидкість зброджування сусла, вміст діацетилу, кількість ефірів в молодому пиві.

Кваліфікаційною роботою передбачено випуск пива Paulaner з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11%, Dunkel з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 14,5 %.

Кваліфікаційна робота складається з 56 сторінок, 20 джерел, графічна частина – 1 аркуш.

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

# 1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

До основного виробництва підприємства відносяться такі цехи та відділення:

- елеватор для зберігання зернопродуктів;
- головний виробничий корпус, що включає:
  - підготовче і варильне відділення;
  - бродильне відділення;
    - дріжджове відділення;
    - відділення ЦКБА;
  - фільтраційне відділення;
  - цехи розливу.

До допоміжних відділень відносяться:

- 1) холодильно-компресорний цех;
- 2) транспортний підрозділ;
- 3) станція водопідготовки;
- 4) електродільниця;
- 5) ремонтно-механічний цех;
- 6) насосна станція;
- 7) цех утилізації діоксиду вуглецю.

Обслуговуючі підрозділи підприємства:

- сировинний склад;
- очисні споруди.

Бродильне відділення підлягає проектуванню.

Персонал адміністративного корпусу, а також начальники цехів та відділень заводу, працюють 5 днів на тиждень по 8 годин. Проектоване (бродильне) відділення працює у дві зміни по 12 годин на добу.

Режими роботи цехів та відділень наведено в табл. 1.1.

*Таблиця 1.1 – Режими роботи цехів та відділень*

№	Цехи та відділення	Початок зміни, год.	Кінець зміни, год.	Перерва, год.	Тривалість зміни
1	Керівництво заводу (працюють в одну зміну)	8:00	17:00	13:00-14:00	8:00
2	Основні цехи, що працюють у дві зміни: 1 зміна 2 зміна	8:00, 20:00	20:00, 8:00	13:00-13:30 1:00-1:30	11:30, 11:30
3	Цехи розливу: 1 зміна 2 зміна	8:00, 20:00	20:00, 8:00	13:00-13:30 1:00-1:30	11:30, 11:30
4	Допоміжні цехи	8:00	17:00	13:00-14:00	8:00



## 2.2 Принципова технологічна схема

Принципову технологічну схему виробництва пива в бродильному цеху наведено на рис 1.1.

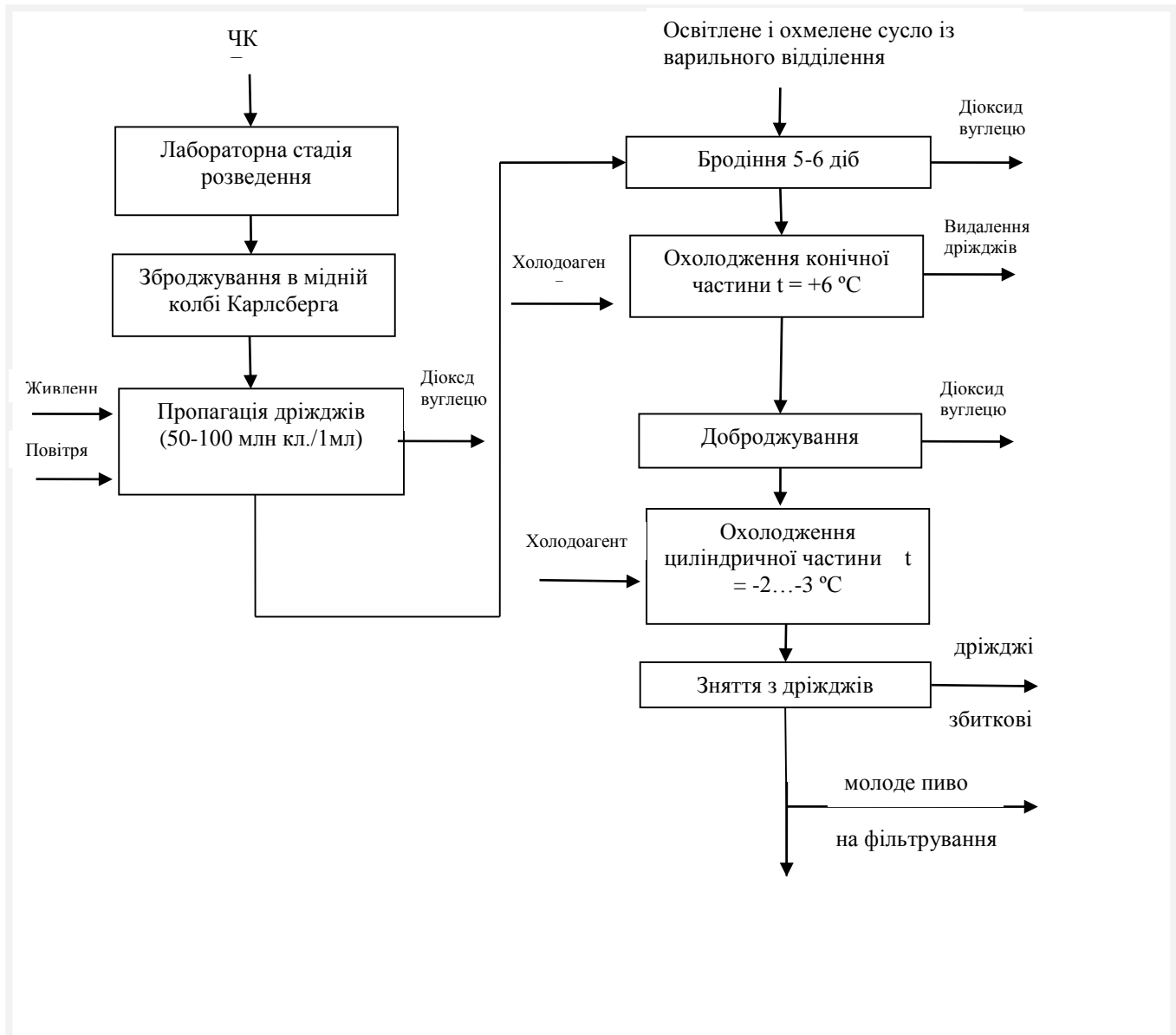


Рис. 2 .1 – Принципова технологічна схема зброджування пивного сусла та доброджування молодого пива в ЦКТ

## 2.3 Аналіз та вибір способів та режимів використання сучасних рас дріжджів

Правильне розуміння особливостей метаболізму та росту дріжджів, їх вплив на утворення смако-ароматичних якостей пива має лежати в основі організації та управління процесом бродіння.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Дріжджовий цикл процесу можна раз ділити на три стадії:

*лаг фаза* - період звикання дріжджів до нових умов і підготовка клітин до розмноження; протяжність даної стадії може становити від 6 до 15 год з моменту задачі дріжджів до появи ферментативної активності, тривалість безпосередньо залежить від фізіологічного стану дріжджів, складу сусла та виробничих умов;

*фаза логарифмічного зростання* – етап активного розмноження та бродіння, при якому кількість дріжджів та швидкість приросту біомаси дріжджів досягають максимуму, отже, швидкість бродіння максимально збільшується, зникає смак сусла і формуються важливіші смакові та ароматичні показники пива; до моменту, коли кількість дріжджових клітин досягає максимуму, дріжджі починають асимілювати мальтозу і повільно переходять у наступну фазу;

*стаціонарна фаза* - це фаза взаємодії дріжджів і сусла в період зниження концентрації зброджуваних цукрів та інших поживних речовин. Початок флокуляції та перехід дріжджів у неактивний стан вказують на закінчення фази. Закінчення стаціонарної фази - найкращий час для зняття дріжджів.

Фізіологічний стан дріжджів безпосередньо впливає на швидкість протікання процесів бродіння та доброджування.

Протягом перших годин бродіння дріжджова клітина звикає до нових умов існування, які спочатку надають на неї шоківий вплив: іншій температура, рН, концентрація цукрів т. д. Перед тим як клітина вступає в активну взаємодію з середовищем, вона віддає (ендогенний метаболізм) резервні речовини, що зберігаються в ній, що дають їй початкову енергію. До таких запасних речовин належить перш за все внутрішньоклітинний глікоген, що є проміжною поживною речовиною, яка використовується у перехідний період.

Розмноження дріжджів є складними біохімічними процесами, що протікають усередині клітини.

Якщо клітина знаходиться в умовах, що забезпечують синтез всіх необхідних ферментів, вона буде в стані ділитися і розмножуватися. При цьому клітинна повинна бути забезпечена харчуванням, адже це найголовніша умова для обміну речовин. Таким чином, клітина здатна залучати прості вихідні інгредієнти живильного середовища у свій обмін речовин, коли з простих молекул синтезуються складні органічні макромолекули та надмолекулярні комплекси. Цей процес направляється і каталізується ферментами.

Велика кількість зброджуваних цукрів у зовнішньому середовищі стимулює споживання їхньою клітиною. Одночасно з надходженням розчиненого кисню, який дріжджі використовують для зростання, починається процес дихання з виділенням великої кількості енергії. Паралельно з процесом дихання відбувається утворення стеролу та ненасичених жирних кислот, найважливіших компонентів дріжджової

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

мембрани. Завдяки такому енергетичному зрушенню у дріжджів з'являється можливість почати бродіння та одночасно утворювати нові клітинні речовини і розмножуватися брунькуванням.

Як говорилося раніше, для оптимального бродіння та розмноження дріжджів у суслі присутні необхідні речовини: цукри, що зброджуються; амінокислоти для утворення клітинних речовин; фосфати для утворення АТФ та подвійного фосфоліпідного шару клітинних і внутрішніх мембран; жирні кислоти для клітинних мембран; вітаміни та мікроелементи; кисень.

Більшість цих речовин присутні у суслі у необхідній кількості, а деякі з них можуть бути самостійно синтезовані дріжджами. Нестача окремих речовин може вплинути на перебіг бродіння, якість дріжджів та пива.

Надлишок розчиненого кисню в суслі може призвести до зниження бродильної активності, посиленому зростанню дріжджів, меншому виходу етанолу; вищому утворенню альдегідів, аліфатичних ароматичних спиртів, діацетилу, що, у свою чергу, викликає необхідність у тривалому доброджуванні та негативно впливає смак пива.

Недостатня аерація може спричинити повільне бродіння або ж повну його зупинку, через слабе відтворення дріжджових клітин та зниження їх життєдіяльності.

Слабе зростання дріжджів при нестачі кисню обумовлюється окислювальним механізмом синтезу компонентів мембрани дріжджових клітин - ненасичених жирних кислот і стеринів. Низькі концентрації кисню на початку бродіння сприяють появі сторонніх запахів, повільної редукції діацетилу, підвищення вмісту ацетальдегідів в пиві, недостатньому приросту біомаси дріжджів, зниження їх життєздатності. Рішенням усіх вищеперелічених обставин служить використання оптимального режиму аерації сусла та гарний стан дріжджів.

Аерація сусла під час охолодження забезпечує максимальне розчинення повітря. Тонке розпилення повітря в потоці сусла якнайкраще забезпечує всі потреби дріжджів в повітрі, поглинається ними дуже швидко і не шкодить якості сусла.

На швидкість процесу бродіння паралельно з аерацією та складом сусла впливає і сам стан дріжджів, і це не можна компенсувати зміною складу сусла чи аерацією.

Первинні ознаки початку бродіння: зниження видимого екстракту та зниження рН. Ці зміни починаються в перші 12 год головного бродіння. Відсутність даних ознак вказує на можливу проблему: дріжджі ослаблені або під стресом, кількість дріжджів недостатня для підтримки заданої інтенсивності зброджування, низька температура, недостатня кількість поживних речовин в суслі або інші фактори.

Недостатня кількість поживних речовин у суслі можна компенсувати використанням живлення для дріжджів Yeast Food GF (виробництва фірми Quest, Нідерланди), яке містить легкозасвоювані компоненти для підтримки оптимального дріжджового обміну та необхідного приросту біомаси.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Технологічні параметри процесу бродіння та якості пива у цьому випадку значно покращуються.

В результаті розмноження дріжджів до кінця головного бродіння їх біомаса збільшиться в середньому в 2,5-3,5 рази. Приріст біомаси служить якісним показником стану дріжджів і залежить від багатьох факторів, таких, як кількість і якість дріжджів, що задаються, аерація, склад суслу, фізичні умови зброджування та деякі інші.

В кінці бродіння, коли зброджуваних цукрів майже не залишається, дріжджі починають флокуляцію. Утворений при бродінні етанол і вуглекислота все в більшому ступені пригнічують дріжджові клітини, конвекційні потоки в танку бродіння слабшають або зовсім припиняються, дріжджі повільно осідають на дно танку і починають відчувати нехватку енергії, який вони намагаються покрити своїми власними запасами. Дріжджі починають повільно виділяти у зовнішнє середовище продукти власного метаболізму, жирні кислоти із середньою довжиною ланцюжка, амінокислоти, ферменти та інші речовини. Саме в цей момент вони повинні бути зібрані, щоб не допустити погіршення якості дріжджів та пива.

Пластоутворення дріжджів залежить від генетично закладеної флокуляційної поведінки даного штаму, вмісту кальцію в суслі, температурі і тиску при бродінні. Говорячи про покращення процесу осідання дріжджів, потрібно звернути увагу на те, що концентрація в суслі кальцію повинна становити від 40 до 80 мг/л, але при значному підвищенні вмісту кальцію може статися передчасне осідання дріжджів і, як наслідок, неповне зброджування цукрів.

Під час бродіння мертві та неактивні дріжджові клітини і труб слід видаляти.

Оскільки на більшості сучасних пивоварних підприємствах використовуються циліндроконічні танки (ЦКТ), особливості менеджменту дріжджів у даному проекті розглядаються з урахуванням проведення процесу у ЦКТ.

### ***Технологічний процес виготовлення пива в ЦКБА***

Охолодженим до заданої температури суслom, яке аерують очищеним стерильним повітрям (в окремих випадках медичним киснем) заповнюють апарат.

Після охолодження сусло перед бродінням насичують киснем повітря. Для цього застосовують різні конструкції аераторів, які встановлюють безпосередньо за теплообмінником.

Аерація суслу під час охолодження забезпечує максимальне розчинення повітря. Тонке розпилення повітря в потоці суслу якнайкраще забезпечує всі потреби дріжджів в повітрі, поглинається ними дуже швидко і не шкодить якості суслу.

При кип'ятінні суслу з хмелем з нього повністю видаляється кисень повітря. Однак кисень необхідний дріжджам для синтезу стеринів, що є важливими компонентами клітинних мембран. Для нормального протікання бродіння в 1 дм<sup>3</sup> суслу повинно міститися не менше 6-8 мг кисню. Контакт

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

сусла з повітрям необхідний також і для протікання окислювальних процесів, що сприяють утворенню стійких колоїдних комплексів, поступово укрупнюються до зважених часток.

Поглинання кисню суслонм протікає двома шляхами: шляхом фізичного розчинення і хімічно - шляхом споживання його на окисні процеси. На початкових стадіях охолодження кисень поглинається хімічно. Він окисляє цукру, азотисті й гіркі речовини, хмелеві смоли, поліфеноли. Протягом години 1 дм<sup>3</sup> сусла здатний хімічно зв'язати 6,4 мг кисню.

Цей кисень міститься в суслі у вільному вигляді і споживається дріжджами. Поглинання кисню суслонм прискорюється при перемішуванні, збільшенні площі поверхні і тривалості контакту сусла з повітрям, з пониженням екстрактивності сусла.

В потік аерованого сусла, яким заповнюють апарат, вводять ЧКД або насінневі дріжджі. Завдання по температурі виставляють згідно рецептури конкретного сорту пива. За такої температури головне бродіння закінчується на 5-6-у добу. Конічну частину апарата охолоджують при досягненні різниці видимого екстракта між фактичним та лабораторним значення (0,5 -1,0%), внаслідок цього дріжджі осідають на дно і після певного проміжку часу для конкретної раси дріжджів знімають насінневі дріжджі в дріжджовий апарат. Після цього починається стадія доброджування пива, яка триває 5-7 діб, під час якої вилучають надлишкові дріжджі.

На кінець бродіння проводять лабораторний контроль розчинення діацетилу (0,15 мг/л), за результатами якого визначають готовність пива. Готове молоде пиво охолоджують до температури -0,5, тим самим розпочинаючи процес зберігання.

Пиво потім фільтрують і направляють на розлив.

Виробництво пива в ЦКБА перед іншими способами має такі переваги:

- ✓ скорочується металоємність обладнання;
- ✓ скорочується тривалість виробничого циклу майже в два рази;
- ✓ поліпшуються умови праці та обслуговування.

При зброджуванні пива в ЦКБА знімання осаду проводять у перші 24-48 год після заповнення танка. Повторне знімання слід проводити після 72 год зброджування.

Поділ дріжджів при їх збиранні в кінці головного бродіння здійснюють у такій послідовності: перша порція - дріжджі, що видаляються; основна маса - дріжджі, що збираються та використовуються повторно (насінневі дріжджі); залишкові дріжджі - видалені.

Один з факторів, що впливають на якість дріжджів і пива, - тривалість головного бродіння. За постійних параметрах: температура сусла, кількість дріжджів, що вносяться, і аерація, тривалість суттєво залежить від показників сусла, що зброджується. Зменшення тривалості бродіння і своєчасне зняття дріжджів призводять до зниження кількості мертвих клітин (до 2%), до зменшення вмісту діацетилу в пиві (до 0,05 мг/л) і, в цілому, покращує фізіологічний стан насінневих дріжджів.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Серед фізично несприятливих факторів, що негативно впливають на життєдіяльність дріжджових клітин у технології з ЦКБА при зброджуванні, частіше інші можуть бути: температурний стрес при різких або значних температурних коливаннях; осмотичний стрес при зброджуванні сусла з підвищеним вмістом початкового екстракту; гідростатичний стрес - при зброджуванні сусла у високих ЦКБА (заввишки понад 20 м). Коли тиск перевищує 2 бар, а утворена вуглекислота посилює вплив підвищеного тиску, можуть змінюватися ферментативна активність та проникність клітинної мембрани дріжджових клітин.

У ході головного бродіння для контролю використовуваних дріжджів доцільно встановлювати їхню бродильну активність. Для визначення бродильної активності проводять вимірювання видимого екстракту через 24 і 36 год після початку бродіння. Отриману різницю екстракту поділяють на 12. Якщо отримане число зменшується, це свідчить про падіння бродильної активності

Шляхом порівняння бродильної активності дріжджів з різних ЦКБА, при всіх однакових умовах, можна побічно контролювати процес зброджування.

Зі збільшенням числа генерацій дріжджів можуть спостерігатися зміни в їх фізіологічному стані та поведінці дріжджів при бродінні. Перша, друга та дуже часто третя генерації, як правило, є найсильнішими дріжджами, хоча цей висновок актуальний не для всіх пивоварних виробництв.

Якщо чиста культура дріжджів і перша генерація сильно ослаблені, отже, є проблема при розведенні або передачі ЧКД на бродіння. Крім того, можливий також негативний вплив вище наведених несприятливих факторів на поведінку дріжджів при бродінні.

### ***Знімання дріжджів***

Наприкінці головного бродіння, коли концентрація зброджуваних цукрів та інших поживних речовин зменшується, дріжджі починають флокулювати і осідати у конусній частині ЦКБА. Осілі дріжджі слід збирати якомога раніше і за необхідності розділяти цей процес на кілька етапів. Осідаючи на дно танка дріжджі потрапляють у несприятливі умови і не здатні брати участь у зброджуванні цукрів, що залишилися, і редукції діацетилю. Перемішування осілих дріжджів, наприклад шляхом барботування CO<sub>2</sub>, не призведе до продовження зниження кількості зброджуваних цукрів.

Як правило, знімання основної частини дріжджів проводиться, коли рівень залишкових цукрів, що зброджуються, досягає мінімальної консистенції, необхідної для конкретного сорту. Розподілення дріжджів у конусній частині апарата зображене на рис 2.2.

У нижній частині танка знаходяться дріжджі, що флокулювали раніше, старі або неактивні клітини, а також занадто багато труба, який може негативно вплинути на стабільність пива. Такі дріжджі не здатні зброджувати більш складні цукру, що призводить до їх більш ранньої флокуляції. Збір та

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання цих дріжджів для наступного циклу бродіння приведе до підвищення кількості незброжених цукрів та додаткових витрат.

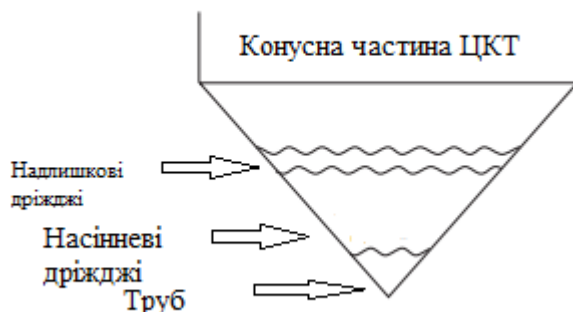


Рис. 2.2 – Схема осідання дріжджів в ЦКБА

У верхній частині дріжджів, що осіли дуже багато клітин зі зниженою флокуляційною активністю, що може призвести, у разі їх подальшого використання до надмірно великої кількості неосівших дріжджових клітин перед фільтрацією наступної партії пива, а також негативно вплине на його стійкість.

При зніманні дріжджів слід проводити селекцію та відбирати тільки середній шар осілих дріжджів (приблизно 70 % від осного обсягу), щоб використовувати їх у подальшу роботу.

Дріжджові клітини під час та після флокуляції значно знижують активність, для підтримки обміну речовин їм потрібні джерела енергії. Бо поживні речовини сула вже витрачені, дріжджі перемикаються на власні запаси глікогену. Даний момент оптимальний для знімання та подальшого охолодження дріжджів, оскільки при охолодженні відбувається уповільнення метаболізму дріжджових клітин.

Час знімання дріжджів служить визначальним фактором у підтримці якості дріжджів та пива. Для більш точного визначення часу знімання дріжджів не варто обмежуватися тільки визначенням видимого екстракту. Для встановлення оптимального часу знімання слід використовувати одночасний вимір видимого екстракту, визначення ступені збродження та підрахунок клітин.

Якщо дріжджі осіли, їх видаляють із пива. Перетримування дріжджів у конусі ЦКБА може призвести до ущільнення осаду та стати причиною неповного знімання дріжджів внаслідок прориву пива через шар дріжджів під час їх знімання. У цьому випадку процес знімання дріжджів, що залишилися в конусі, буде вкрай складний.

### Оцінка якості дріжджів

Оцінка якості дріжджів – невід’ємна частина проведення дріжджового менеджменту. Всі операції з дріжджами варто здійснювати на основі ретельного лабораторного контролю.


					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18


*Вимоги до пивоварних дріжджів.*

- флокуляційна здатність;
- інтенсивність зброджування (швидкість бродіння і ступінь зброджування)
- інтенсивність розброджування;
- утворення і розщеплення побічних продуктів бродіння (утворення аромату);
- спиртостійкість;
- стійкість до контамінації.

Основними критеріями для прийняття рішення про необхідність подальшого використання дріжджів — якісні показники дріжджів під час знімання з урахуванням характеристик процесу бродіння даної партії пива та числа генерацій.

До основних параметрів стану дріжджів при прийнятті рішення щодо їх подальшого використання або при виборі найкращих дріжджів відносять: вгодованість - запаси глікогену в дріжджах; наявність мертвих клітин; наявність сторонньої мікрофлори; рН дріжджової маси; концентрацію дріжджових клітин у дріжджовій масі; мікробіологічну стійкість пива після використання даних дріжджів; показники попереднього циклубродіння (інтенсивність бродіння, редукція діацетилю, кількість знятих дріжджів); кількість генерацій.

 *Вгодованість* дріжджів показує, наскільки дріжджі багаті на внутрішньоклітинні джерела енергії — головним чином, глікогеном. Вміст глікогена в дріжджах залежить від їхнього харчування. В період бродіння, коли вміст цукрів, що зброджуються, в суслі високий, дріжджі багаті на глікоген. При зменшенні поживних речовин дріжджі починають споживання власних джерел енергії та поступово виснажуються. Ослаблені дріжджі менше придатні для подальшої роботи, оскільки на самому початку наступного бродіння вони будуть відчувати недолік енергії.

 *Наявність мертвих клітин.* Визначення кількості мертвих клітин при зніманні дріжджів певною мірою вказує на кількість автолізованих клітин. Високий відсоток мертвих клітин у дріжджах може призвести до появи осаду, що не фільтрується, поганій піні, зміні органолептичних показників і низької смакової стабільності.

Збільшення частки мертвих клітин тісно пов'язано з зростанням рН. Збільшення кількості мертвих клітин може спостерігатися внаслідок затримки знімання дріжджів в кінці бродіння, тривалого зберігання в дріжджовому танку, неправильного зберігання (висока температура, доступ кисню та ін.). До факторів, що впливають на збільшення кількості мертвих клітин, також відносять високу температуру бродіння, гостріший кут конуса, дуже велику висоту танка і неможливість видалення мертвих клітин в перші дні бродіння.

У деяких випадках збільшення кількості мертвих клітин свідчить про інфікування пивоварного виробництва.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Дріжджі зі збільшеною кількістю мертвих клітин краще не використовувати, ніж ставити в сусло і коригувати норму завдання з урахуванням кількості мертвих клітин.

Як показує практика пивоваріння, цей показник дуже інформативний і простий у виконанні. У разі отримання підвищених значень (більше 3%, а особливо більше 5 %) потрібно негайне втручання в технологічний процес.

✚ *Концентрація дріжджових клітин* у дріжджовій масі може говорити про ступінь флокуляції дріжджів. Контроль за даним параметром необхідний для забезпечення дозациї в сусло точної кількості дріжджів.

✚ *pH дріжджової маси.* Дріжджі, що знаходяться у конусі ЦКБА, після закінчення стаціонарної фази швидко автолізуються, при цьому значення pH дріжджів збільшуються. Таким чином вимірювання pH дріжджової маси необхідно. Якщо значення pH знятих дріжджів значно вище, ніж pH пива, це означає, що почався автоліз дріжджів, оскільки pH всередині дріжджової клітини вище, ніж pH пива. Для вимірювання pH використовують дріжджі відразу ж після знімання та перемішування.

Правильно вибраний час знімання дріжджів дозволяє уникнути автолізу, сприяє збереженню їх фізіологічних властивостей і забезпечує стабільність показника pH дріжджової маси.

З іншого боку, показник pH дріжджів може бути використаний для оптимізації часу знімання дріжджів.

✚ *Кількість дріжджів, що знімаються* - корисний показник якості дріжджів та характеру бродіння. Так, різні кількості дріжджів під час знімання можуть певною мірою вказувати на виникнення проблем.

✚ *Приріст біомаси* дуже важливий для забезпечення якості дріжджів та пива. Якщо знімання дріжджів збільшується, що є наслідком інтенсивного зброджування, то як результат може бути присутність сторонніх смаку та аромату пива. Зміна стану або слабкість дріжджів може бути визначені за меншою кількістю дріжджів, що знімаються та за вмістом у пиві надлишку діацетилу та сірчистих сполук. Для забезпечення необхідного смакоароматичного профілю пива має бути досягнутий оптимальний баланс зростання дріжджів.

✚ *Число генерацій.* У більшості випадків дріжджі після великої кількості генерацій можуть виявляти дегенеративні властивості, іншими словами, втрачати свої початкові якості. Отже, необхідно регулярно розводити чисту культуру дріжджів у виробничий цикл після певної кількості генерацій. Багато пивоварних виробництв працюють з максимальним числом генерацій – від 2 до 6.

#### Висока концентрація спирту:

- ♣ перешкоджає росту клітини;
- ♣ убиває клітини;
- ♣ уповільнює бродіння.

#### Наявність кисню.

Якщо сусло неаерувалося, або аерувалося недостатньо, то:

- ♣ стадія розброджування завершується набагато раніше;

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

- ♣ виникають порушення бродіння, цим самим затягуючи процес;
- ♣ значно збільшується кількість мертвих клітин.

#### Низькі температури.

Коли дріжджі без підготовки вносять в холодне сусло або сильно охолоджують, вони відчувають «шок» і починають виділяти в зовнішнє середовище амінокислоти і нуктеотиди. Розмноження дріжджів вповільнюється або і зовсім припиняється.

#### Підвищені температури.

«Шок» від нагріву виникає у дріжджів при піднятті температури до 37-40°C. При цьому починається активний синтез певних протеїнів, але через пару годин все вертається в нормальний стан.

#### Підвищений вміст CO<sub>2</sub>.

Через підвищення концентрації CO<sub>2</sub> уповільнюється відновлення власних речовин дріжджової клітини.

Для розмноження дріжджів необхідні три фактори: наявність кисню, амінокислот та мікроелементів.

#### Наявність кисню.

Найважливіший фактор для розмноження дріжджів – наявність кисню. Завдяки диханню дріжджі можуть активувати обмін речовин та розмножуватися. В цей же час, наявність сахарів перешкоджає диханню і пробуджує процес бродіння. Таким чином неможливо прискорити розмноження дріжджів постійно збільшуючи аерацію.

#### Наявність амінокислот та мікроелементів.

Мікроелементи та амінокислоти слугують так званим поживним середовищем для дріжджів, тому вони не менш важливі для їх розмноження.

Вимоги до насінневих дріжджів:

- ❖ бути життєздатними;
- ❖ повинна бути відсутня стороння мікрофлора;
- ❖ містити не більше 5% мертвих клітин;
- ❖ мати густу консистенцію.

### ***Сучасні штами дріжджів у пивовиробництві***

Дріжджі дуже важливі живі м/о. Вони задаються в 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.

Вибір дріжджів відіграє важливу роль, оскільки швидкість і ступінь зброджування, кислотоутворююча здатність, відмінності в утворенні побічних продуктів бродіння впливають на органолептичні властивості пива. При виборі раси дріжджів керуються низкою критеріїв, зокрема ступенем зброджування сусла та швидкістю бродіння, швидкістю розмноження, утворенням побічних продуктів бродіння, здатністю утворювати пластівці.

Штами, що застосовуються у пивоварінні, відрізняються по синтезу таких сенсорно важливих компонентів, як вищі спирти, органічні кислоти,

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

ефіри, сірчисті сполуки, карбоніли, зокрема ацетальдегід, діацетил та пентандіон [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Ці сполуки як при концентраціях, що перевищують поріг відчуття, так і при надто низькому вмісті можуть надавати пиву негармонійний смак та неспецифічний аромат [7, 8]. У той же час необхідно врахувати, що пиво має характерний смакоароматичний сенсорний профіль [9, 10, 11], який буде визначатися як технологією [12, 13, 14], так і штамовими особливостями дріжджів, що застосовуються для його виробництва [15, 16, 17, 18]. Тому при розробці нової технології пива, органолептичні властивості якого відповідатимуть вимогам споживача, насамперед необхідно вибрати штам дріжджів. З цією метою було досліджено чотири штами дріжджів низового бродіння:

- A 12 (Фінляндія VTT),
- SafLager W34/70 (Німеччина Weihenstephan),
- SafLager S23
- W95, що значно відрізняються один від одного,

перш за все за швидкістю утилізації субстрату і швидкістю приросту біомаси, оскільки саме з цими показниками пов'язаний метаболізм етанолу.

На рис 2.3 зображена кінетика зброджування сухих речовин (СР) в пиві та концентрація приросту біомаси (б/м) дріжжових клітин аналізованими расами дріжджів.

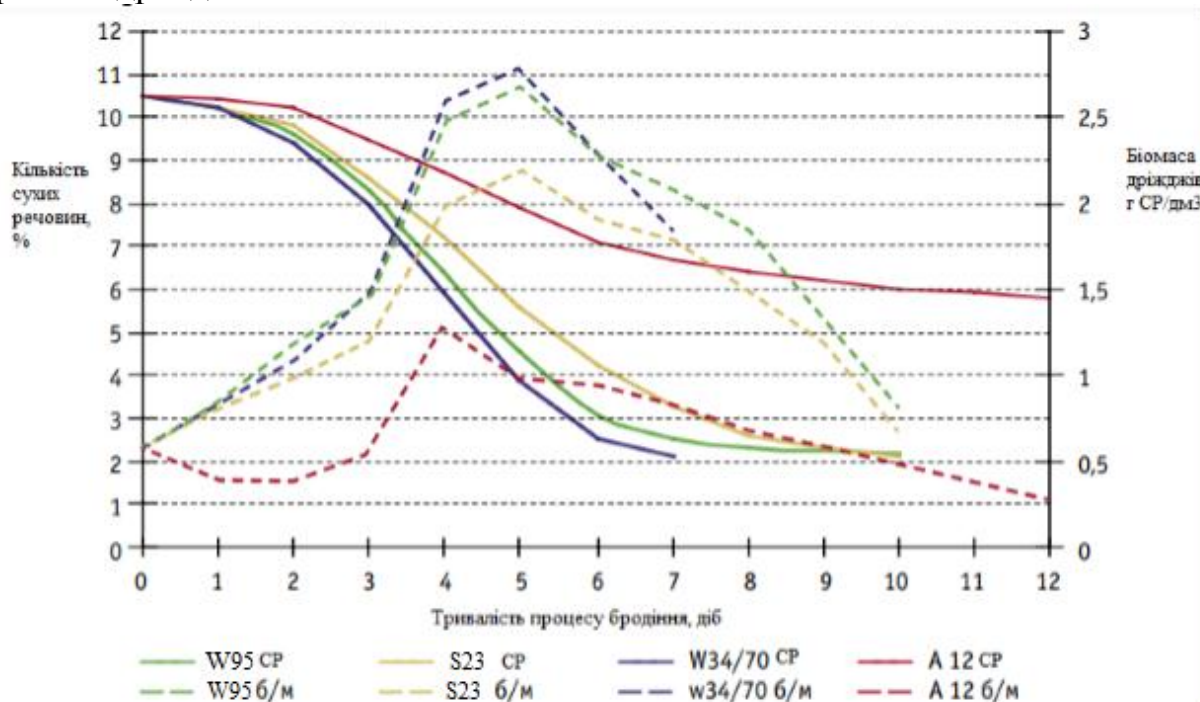


Рис. 2.3 - Кінетика зброджування сухих речовин (СР) в пиві та концентрація приросту біомаси (б/м) дріжжових клітин аналізованими расами дріжджів.

Як бачимо на рис. 2.3, найменшу міру зброджування суслу забезпечували дріжджі штаму А12, які через 12 діб споживали лише 45% зброджуваних вуглеводів. Цей факт можна пояснити високою

флокуляційною здатністю дріжджів A12, внаслідок чого концентрація біомаси в суслі (у зваженому стані) становила 1,3 г СВ/дм<sup>3</sup> проти 2,5 г СВ/дм<sup>3</sup> у штаму W34/70. При цьому кількість дріжджів, що накопичилися у штаму A12 було на тому ж рівні, як і в інших штамів (рис. 1.4). Висока флокуляційна здатність клітин штаму A12 та їх низька бродильна активність можуть представляти інтерес при виробництві безалкогольного чи пива з низьким вмістом алкоголю.

У зв'язку з цим, крім оцінки показників, що характеризують бродильну активність дріжджів, було проведено порівняння штамів за їхньою здатністю до синтезу вторинних продуктів метаболізму

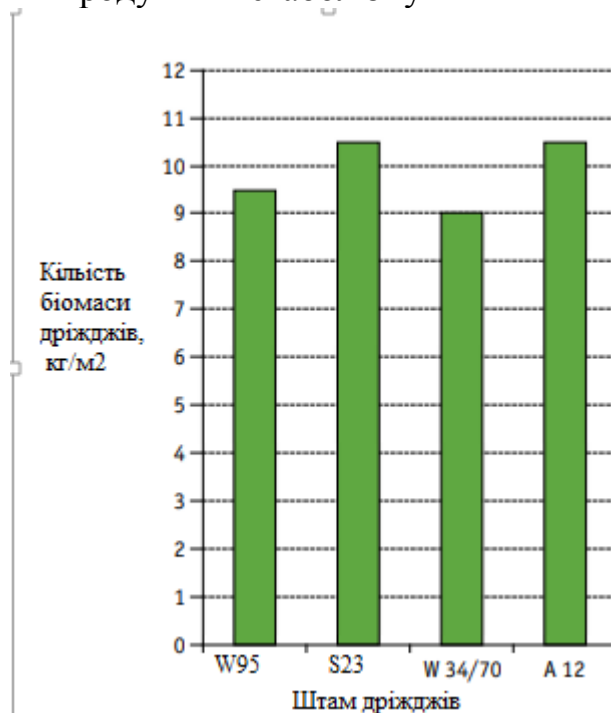


Рис 2.4 – Накопичення біомаси дріжджів наприкінці головного бродіння.

Один з карбонілів, а саме діацетил (2,3-бутандіон), є визначальним у виборі технологічного режиму бродіння. Діацетил утворюється з  $\alpha$ -ацетолактату, проміжного метаболіту у біосинтезі валіну [24, 25]. Перетворення  $\alpha$ -ацетолактату в діацетил – хімічна реакція окисного декарбоксілювання, швидкість якої залежить від генетичних особливостей дріжджів, температури бродіння та величини рН. Запах діацетилу, який порівнюється із запахом олії, паленого цукру, з'являється вже при концентраціях понад 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. У світлих сортах пива лагерного типу концентрація діацетилу не повинна перевищувати значення 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, в той час як у пиві верхового бродіння допускається 0,20 мг/дм<sup>3</sup> [26].

Як показали дослідження науковців (рис. 2.5), максимальна кількість діацетилу в пиві містилося у варіанті, де використовували дріжджі штаму A12 (0,09 мг/дм<sup>3</sup>), що можна пояснити низькою концентрацією клітин, що знаходяться у пиві у зваженому стані під час його дозрівання внаслідок їх високої флокуляційної здатності. Між іншим, як відомо, відновлення

діацетилу в ацетоїн та 2,3-бутандіол протікає саме на поверхні дріжджової клітини [27].

Цей штам (A 12) характеризується максимальним синтезом ацетальдегіду, який служить індикатором незавершеності процесу бродіння. Вміст ацетальдегіду в пиві може бути нижчим порога відчуття (15 мг/дм<sup>3</sup>) [28].

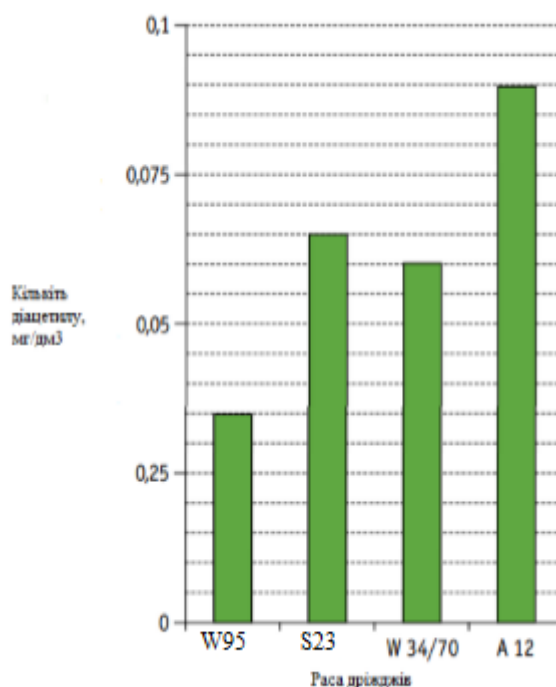


Рис 2.5 – Концентрація діацетилу в молодому пиві.

З вищих спиртів, присутніх у пиві, слід звернути увагу на граничні одноатомні спирти  $C_nH_{2n+1}OH$  (або, як ще їх називають, вищі аліфатичні спирти, або сивушні олії). Це насамперед пропіловий, ізобутиловий, ізоаміловий, аміловий спирти – важливі ароматичні складові готового пива. З ними пов'язаний алкогольний (спиртовий) компонент запаху, що сприймається як приємний або винний.

Більшість вищих спиртів міститься в пиві в концентраціях нижче за поріг їх відчуття, але у сумі вони суттєво впливають сенсорні характеристики напою. Для вищих аліфатичних спиртів у пиві низового бродіння поріг чутливості становить 60-90 мг/л, у пиві верхового бродіння - 100 мг/л [27,30]. При концентрації понад 100 мг/дм<sup>3</sup> вони надають пиву алкогольний чи сивушний присмак. Інтенсивність накопичення цих з'єднань залежить як від складу сусла і технології бродіння, так і від расових особливостей дріжджів, які тісно пов'язані з метаболізмом амінокислот та вуглеводів [30, 31, 32, 33, 34]. Причому найменше вищих спиртів синтезують дріжджі штаму A 12, що, безсумнівно, пов'язано з їхньою низькою бродильною активністю.

У пиві міститься близько 100 різних ефірів, проте лише сім із них найбільш важливі при оцінці смакових властивостей пива. Це ефіри оцтової кислоти (етилацетат, ізоамілацетат, ізобутилацетат, фенілацетат) та ефіри етилового спирту (етилкапронат, етилкаприлат, етилкапринат). Індикаторами пшеничного пива є ізоамілацетат, ізобутилацетат та фенілацетат,

концентрації яких перевищують поріг відчуття [1, 4]. У той же час деякі ефіри негативно впливають на сприйняття пива, в основному це етилові ефіри жирних кислот, такі, як етилкаприлат (октанетиловий), етилкапринат (деканетиловий), додеканетиловий, які з'являються в пиві внаслідок порушень технологічних режимів при доброживанні. Нагромадження цих ефірів у пиві пов'язано з автолізом клітин, але не зі штамовими характеристиками дріжджів. Тому при оцінці штамівнизового бродіння, які використовували в даній роботі, визначали ефіри, найбільше представлені в лагерних сорти пива: етилацетат, ізоамілацетат, етилкапронат.

Загальна кількість ефірів у пиві коливається в широких межах - від 4,9 до 14,1 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1.6), причому дріжджі А12 синтезували значно менше ефірів в порівнянні з іншими штамми.

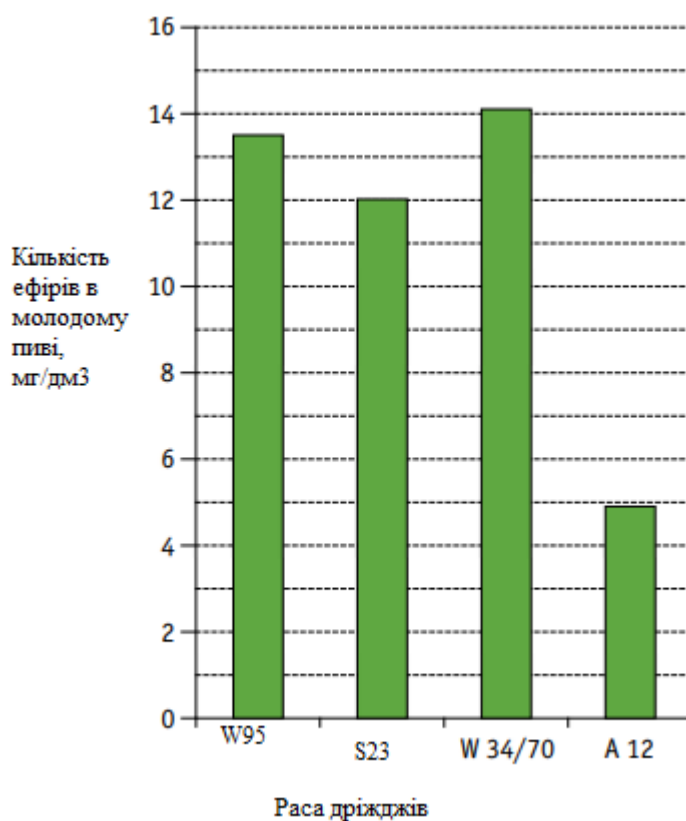


Рис. 2.6 – Кількість ефірів в молодому пиві.

Таким чином, дріжджі штаму А12 представляють певний інтерес для отримання безалкогольного пива, що пов'язано з їхньою низькою бродильною активністю. Проте низька концентрація сенсорно важливих компонентів у зброженому суслі може стати причиною відсутності характерних для пива смаку та аромату. Крім того, при використанні штаму А12 на відміну від штамів, що мають високу бродильною активністю, легше контролювати процес бродіння до досягнення необхідного значення концентрації етилового спирту, діапазон коливання якої знаходиться в межах 0,3-0,5 %.

Для пива типу лагер все ж краще використовувати дріжджі раси 34/70, що дозволяють виробляти добре збалансоване пиво з фруктовим та квітковим

ароматами та тонким смаком. Класичні лагерні дріжджі дуже популярні у промислових пивоварів завдяки своїй флокуляційній здатності та вмінню створювати нейтральний ароматичний профіль у готовому пиві.

#### **2.4 Опис апаратурно технологічної схеми**

Освітлене сусло з суслотварильного відділення через кран подається у стерилізатор 1, далі подається в апарат попереднього бродіння 2, куди вноситься ЧКД, там відбувається приріст біомаси, потім сусло з дріжджами подається у резервуар попереднього бродіння 3, далі проходить в циліндрично-конічний бродильний апарат 4, в той же час туди надходить охолоджене сусло із теплообмінника, яке проходить через аератор 15 для насичення киснем.

Циліндрично-конічний бродильний апарат 4 має миючу головку. Насінневі дріжджі, які знімаються з ЦКБА, насосом через вібраційне сито 10 надходять на зберігання в збірник 6, а надлишкові дріжджі в збірник 7, які далі йдуть в реалізацію.

					Обґрунтування та вибір способів і режимів виробництва	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

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

### 3.1 Характеристика проекрованої продукції

Пиво — це слабоалкогольний пінистий напій, одержаний із пророслих і непророслих зернових культур спиртовим зброджуванням охмеленого суслу пивними дріжджами. Воно не тільки вгамовує спрагу, а й підвищує тонус організму, поліпшує обмін речовин та засвоюваність їжі. Маючи певну харчову цінність, пиво слід розглядати як невід'ємну добавку до харчування [16].

Основні органолептичні та фізико-хімічні показники проекрованої продукції наведені у вигляді табл. 3.1 і 3.2 з посиланням на чинні стандарти.

Таблиця 3.1 — Органолептичні показники якості пива за вимогами ДСТУ 3888-15

Найменування показника	Характеристика показника					
	Фільтроване пиво			Нефільтроване пиво: освітлене, неосвітлене		
	світле	напівтемне	темне	світле	напівтемне	темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень			Прозора піниста рідина, без сторонніх включень, не властивих продукту (допускається наявність дріжджового осаду та слабка опалесценція)		
Смак	Солодовий та хмельовий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива	Солодовий смак із присмаком карамельного солоду, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Чистий смак з напою збродженого солодового напою з хмельовою гіркотою та з присмаком дріжджів. Сторонній присмак не допускається		
Аромат	Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів та присмаку			Аромат збродженого солодового напою. Допускається слабкий дріжджовий аромат. Сторонній запах не допускається.		
Піноутворення	Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 8 до 11,5 %: висота піни, не менше, мм – 20,0 піностійкість, не менше, хв – 2,0 Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 12,0 до 20,0 %: висота піни, не менше, мм – 30,0 піностійкість не менше, хв – 2,0					

					Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Таблиця 3.2 — Фізико-хімічні показники якості пива за вимогами ДСТУ 3888-15

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність, см <sup>3</sup> 1 моль/дм <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію на 100 см <sup>3</sup> пива	Кольоровість, см <sup>3</sup> 0,1 моль/дм <sup>3</sup> розчину йоду на 100 см <sup>3</sup> пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %
Світле	8,0-20,0	2,0-6,0	1,3-5,0	0,4-1,8	0,30-0,35
Напівтемне	10,0-20,0	2,6-6,0	1,9-5,0	1,9-3,9	0,30-0,33
Темне	11,0-20,0	2,8-6,0	1,5-5,5	4,0-8,0 і більше	0,30-0,33

### 3.2 Характеристика сировини

До основної сировини, що використовується при виробництві пива відносять солод, хміль гранульований і питна вода.

Обов'язковою сировиною бродильних виробництв є вода. Її фізико-хімічні характеристики згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» наведені в табл 2.3 [2, 3, 24, 25, 35].

Таблиця 3.3 — Фізико-хімічні показники якості води згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10

№ з/п	Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
		За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
1	2	3	4	5
1	Водневий показник (рН)	6,0...7,0	6,0...7,0	6,0...9,0
2	Жорсткість води загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	2...4	не більше 2	не більше 7,0
3	Кальцій, мг-екв/дм <sup>3</sup>	2...4	не більше 2, для запобігання помутнінню	Кальцій та магній в сумі не більше 7,0
4	Магній, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Сліди	Сліди	
5	Співвідношення кальцію до магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
6	Лужність загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,5...1,5	Сліди	0,5...6,5
7	Співвідношення Са до лужності (показник лужності), не менше	1,0	1,0	1,0
8	Залізо, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,1	0,1	0,3

## Закінчення табл 3.3.

1	2	3	4	5
9	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	70	70	150
10	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	150	150	200
11	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	25	25	45
12	Марганець, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,05	0,05	0,1
13	Сірководень, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0	0	0
14	Алюміній, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,5	0,5	0,5
15	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0
16	Мідь, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,5	0,5	1,0
17	Окислюваність, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> , не більше	2,0	2,0	4,0
18	Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	500	200	1000
19	Кисень, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	-	0,1	-
20	Хлор та хлорфеноли	-	Відсутні	-
21	Температура	-	Анологічна температурі пива	-

Вода повинна бути без запаху при 20°C та при нагріванні її до 60°C, а також при підкисленні до рН 3. Вода не має мати сторонніх присмаків при 20°C. Колір води від безбарвного до слабо-жовтого - до 10 градусів за платино-кобальтовою або імітуючою шкалою. Технологічна вода повинна бути прозорою. Каламутність води повинна бути не більшою за 1 мг/дм за стандартною шкалою.

Рецептура проєктованих сортів пива передбачене використання світлого ячмінного солоду, карамельного, паленого солодів та ячменю. Фізико-хімічні та органолептичні показники проєктованих солодів наведені в табл. 3.4 – 3.8.

Таблиця 3.4 — Органолептичні показники ячмінного солоду згідно ДСТУ 4282:2004[15]

Найменування показника	Характеристика світлого солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, яка не містить шкідливих грибів та зернових шкідників
Колір	Від світло жовтого то жовтого. Не допускаються зеленкуваті зерна.
Запах	Ніжний солодовий. Не допускаються кислий запах пліснявий.
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не допускається сторонній присмак.

Таблиця 3.5 — Фізико-хімічні показники ячмінного солоду згідно з ДСТУ 4282:2004[15]

Назва показника	Норма для типів солоду		
	Світлого		
	Високої якості	I класу	II класу
1	2	3	4
Просів через сито(2.2x20)мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5
Кількість зерен, %:			
• мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0
• склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0
• темних, не більше	Не дозвол.	Не дозвол.	4,0
Масова частка вологи (вологість), %, не більше	4,0	5,0	5,8

Таблиця 3.6. – Органолептичні показники карамельного солоду

Назва показника	Характеристика карамельного солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, яка не містить пліснявих зерен та шкідників
Колір	Від світло-жовтого до коричневого кольору
Запах (як самого солоду, та і холодної та гарячої витяжки)	Солодовий. Не допускаються: пригорілий, затхлий і пліснявий
Смак (як самого солоду так і гарячої та холодної витяжки)	Солодкуватий. Не допускаються гіркий і пригорілий
Вид зерна в розрізі	Коричнева маса

Таблиця 3.7. – Фізико-хімічні показники солоду

Найменування показника	Норма для типів солоду	
	Карамельного	
	I класу	II класу
Масова доля вологи, %, не більше	6,0	6,0
Масова доля екстракту в сухій речовині солоду, %, не менше	75,0	70,0
Кількість карамельних зерен, %, не менше	93,0	25,0
Масова доля смітної домішки, %, не більше	0,5	0,5
Колір (величина Лінтнера), не менше	20,0	20,0

Таблиця 3.8 — Вимоги до ячменю, ДСТУ 3769-98[17]

Показники	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують для пивоваріння	
	1 класу	2 класу
	Колір	Світло-жовтий або жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше	Не регламентується	Не регламентується
Маса 1000 зерен, грамм, не менше	40,0	38,0
Масова частка білка у перерахунку на абсолютну суху речовину, %, не більше	11,0	11,5
Смітна домішка, %, не більше	1,0	2,0
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(для зерна, поставленого не раніше як за 45 днів після його збирання)	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище I ступеня	

### 3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Курсовим проектом передбачене використання гранульованого хмелю, який за органолептичними та фізико-хімічними показниками повинен відповідати показникам, наведеним в табл. 2.9 – 2.10.

Таблиця 3.9. - Органолептичні показники хмелю

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Гранули циліндричні
Колір	Від світло-жовто-зеленого до зеленого
Запах	Специфічний хмелевий без стороннього запаху

Таблиця 3.10. – Фізико-хімічні показники хмелю гранульованого

Назва показника	Характеристика
Масова частка вологи, %	6,0-13,0
Масова частка $\alpha$ -кислот, %, не менше	2,5
КПГ, %, не менше	Не визначають
Масова частка золи в перерахунку на суху речовину, %, не більше	14,0
Масова частка сухих речовин, % не менше	Не визначають
Масова частка ефірних масел, %, не менше	Не визначають

**Дріжджі.** Дріжджі повинні відповідати наступним вимогам: мати високу бродильну активність, добре утворювати пластівці та освітлювати пиво в процесі бродіння, надавати пиву чистий смак і приємний аромат.

Підготовка чистої культури дріжджів до бродіння полягає в накопиченні їх біомаси в умовах мікробіологічної стерильності в кількості, необхідній для початку процесу бродіння. Крім чистої культури широко використовують насінневі дріжджі (це дріжджі, які осіли в кінці головного бродіння). На практиці насінневі дріжджі після попередньої підготовки використовуються до 10 генерацій [20].

					Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

## 4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Для проведення технологічних розрахунків потрібно визначитися із показниками сировини та основних матеріалів: світлий солод високої якості має вологість 4% та екстрактивність 88 % від маси сухих речовин, карамельний солод I класу відповідно – 5 % та 75%, палений з вологістю 6% та екстрактивністю 70%, ячмінь I класу – 13 % та 79 %.

Для охмеління світлого пива «Paulaner» використовують гранульований хміль Northen Brewer із вмістом  $\alpha$ -кислот 6,2 % та вологості 14,5. Хміль подвійного призначення із приємним ароматом.

Для темного пива «Dunkel» використовуємо хміль «Yalima Cluster» із вмістом  $\alpha$ -кислот 8,3% та вологістю 10,3%.

Таблиця 4.1 – Втрати під час виробництва пива

Найменування втрати	Найменування пива (за масовою часткою сухих речовин у початковому суслі, %)	
	Світле «Paulaner», 11%	Темне «Dunkel», 14,5%
Солоду під час очищення (від пилу, зернових домішок) % мас від солоду, що надійшов до варильного відділення	0,1	0,1
Екстракту:		
- З пивною дробиною, % мас до маси зернопродуктів	1,75	2,2
- Під час охолодження на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,8	6,0
У цеху бродіння, % від об'єму холодного сусла	2,5	2,3
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива в тому числі під час фільтрування	2,3	2,6
	1,1	1,1
Під час розливу, % до об'єму відфільтрованого пива у: - пляшки (за вирахуванням поверненого пива)	2,5	2,5

## 4.2 Продуктові розрахунки

«Paulaner» виготовляють із застосуванням 85% світлого ячмінного солоду та 15% ячменю, тобто в 100 кг вихідної сировини 85кг солоду та 15кг ячменю. При очищенні солоду втрати складають 0,1% від його маси.

Тобто

$$85 \times 0,001 = 0,085$$

На подрібнення поступає солоду

$$85 - 0,085 = 84,915\text{кг}$$

Сухих речовин в зернопродуктах, що поступають на подрібнення, міститься:

$$\text{у світлому солоді } 84,915 (1-0,04) = 81,52\text{кг};$$

$$\text{у ячмені } 15-(1-0,13) = 13,05 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього сухих речовин в сировині } 81,52 + 13,05 = 94,57\text{кг.}$$

Вміст екстрактивних речовин ( екстрактивність солоду 88%, ячменю – 79%) у сировині буде:

$$\text{у світлому солоді } 81,53 * 0,88 = 71,75\text{кг};$$

$$\text{у ячмені } 13,05 * 0,79 = 10,31 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього екстрактивних речовин в сировині } 71,75 + 10,31 = 82,06\text{кг}$$

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

$$82,06 (1-0,0175) = 80,62\text{кг}$$

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині :

$$94,57 - 80,62 = 13,95\text{кг}$$

«Dunkel» виготовляють із застосуванням 75% світлого ячмінного солоду, 20% карамельного солоду та 5% паленого солоду.

При очищенні солоду втрати складають 0,1% від його маси.

Тобто, для світлого солоду :

$$75 \times 0,001 = 0,075\text{кг};$$

Карамельного:

$$20 \times 0,001 = 0,02\text{кг};$$

Паленого :

$$5 \times 0,001 = 0,005\text{кг}$$

На подрібнення поступає солоду :

$$100 - 0,075 - 0,02 - 0,005 = 99,9 \text{ кг};$$

Світлого:

$$75-0,075 = 74,925\text{кг}$$

Карамельного:

$$20-0,02 = 19,98\text{кг}$$

Паленого:

$$5-0,05 = 4,95\text{кг}$$

					Технологічні розрахунки	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сухих речовин в зернопродуктах, що поступають на подрібнення, міститься:

у світлому солоді  $74,925 (1-0,04) = 71,93\text{кг}$ ;

у карамельному  $19,98 (1-0,05) = 18,99 \text{ кг}$ ;

у паленому  $4,95 (1-0,06) = 4,65 \text{ кг}$

Всього екстрактивних речовин :

$$71,93+18,99 + 4,65 = 95,57\text{кг}.$$

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

$$95,57 (1-0,0175) = 93,9\text{кг}$$

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині :

$$95,57-93,9 = 1,67\text{кг}$$

### ***Визначення проміжних витрат***

Вихідними даними для розрахунку кількості проміжних продуктів є величини початкової концентрації сусла і об'ємних витрат по стадіях виробництва (табл. 3.1)

*Гаряче сусло.* За наведеними розрахунками в сусло переходить така кількість екстрактивних продуктів :

«Paulaner» - 80,62 кг;

«Dunkel» - 93,9 кг.

За встановленої концентрації сусла 11% «Paulaner» та 14,5% для пива «Dunkel» із вказаної кількості екстрактивних речовин отримують сусла для пива:

«Paulaner»

$$\frac{80,62 * 100}{11} = 732,9\text{кг};$$

«Dunkel»

$$\frac{93,9 * 100}{14,5} = 647,59 \text{ кг} .$$

Об'єми сусла за температури 20°C і відносної густини пива «Paulaner» - 1,0442, «Dunkel» - 1,0589 для пива:

«Paulaner»  $732,9 / 1,0442 = 701,87 \text{ дм}^3$ ;

«Dunkel»  $647,59 / 1,0589 = 611,57 \text{ дм}^3$ .

Об'єми гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 рази для проєктованих сортів пива:

«Paulaner»  $701,87*1,04 = 729,95 \text{ дм}^3$ ;

«Dunkel»  $611,57*1,04 = 636,03 \text{ дм}^3$ .

*Холодне сусло.* Втрати гарячого сусла на відстоювання, охолодження, змочування трубопроводів, на бродіння і доброджування в цеху ферментації, приймають відповідно з нормами технологічних витрат для пива «Paulaner» складає 5,8%, для пива «Dunkel» - 6,0% від об'єму гарячого сусла, приведенного до об'єму за температурою 20°C.

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Таким чином, об'єми холодного сусла для проєктованих сортів пива:  
 «Paulaner»  $729,95(1 - 0,058) = 687,61 \text{ дм}^3$ ;  
 «Dunkel»  $636,03 (1 - 0,06) = 597,86 \text{ дм}^3$ .

*Молоде пиво.* Втрати у цеху бродіння становлять для пива «Paulaner» складають 2,5%, для пива «Dunkel» - 2,3% до об'єму холодного сусла. За таких втрат кількість молодого пива складає:

$$\begin{aligned} \text{«Paulaner» } & 687,61 (1 - 0,025) = 640,42 \text{ дм}^3 \\ \text{«Dunkel» } & 597,86 (1 - 0,023) = 584,11 \text{ дм}^3. \end{aligned}$$

*Фільтроване пиво.* Втрати під час доброджування і фільтрування становить для пива «Paulaner» 2,3 %, для пива «Dunkel» - 2,6% до об'єму молодого сусла. За таких втрат кількість фільтрованого пива :

$$\begin{aligned} \text{«Paulaner» } & 640,42 (1 - 0,023) = 625,69 \text{ дм}^3; \\ \text{«Dunkel» } & 584,11 (1 - 0,026) = 568,92 \text{ дм}^3. \end{aligned}$$

*Готове пиво.* Втрати готового пива до об'єму відфільтрованого пива під час розливу у пляшки становлять 2,5% для всіх сортів пива. За умов, що пиво розливається тільки в пляшки, кількість готового пива буде:

$$\begin{aligned} \text{«Paulaner» } & 625,69 (1 - 0,025) = 610,05 \text{ дм}^3; \\ \text{«Dunkel» } & 568,92 (1 - 0,025) = 554,7 \text{ дм}^3. \end{aligned}$$

### ***Розрахунок витрат хмелепродуктів, молочної кислоти і ферментних препаратів***

Потрібну кількість гранульованого хмелю, виходячи з гіркоти сусла, для охмеління сусла розраховують за формулою:

$$G_{\text{хм.прес.сусла}} = \frac{0,9 G_{\text{сус}} * 10^4}{(\alpha + 1)(100 - W_{\text{хм}})} \text{ г/дал сусла,}$$

де  $G_{\text{хм.прес.сусла}}$  - кількість внесення шишкового хмелю в сусло, г/дал сусла;  $G_{\text{сус}}$  - кількість хмелевої гіркоти, яку потрібно внести в сусло, г/дал в перерахунку на суху речовину, ( нормативні коефіцієнти для пива «Paulaner» - 0,6, для «Dunkel» - 0,67);  $\alpha$  - вміст  $\alpha$ -кислот в хмелі, % у перерахунку на суху речовину; 1 - величина, що враховує гіркоту  $\beta$ -фракції гірких речовин хмелю;  $W_{\text{хм}}$  - вологість хмелю, %.

Втрата хмелю для пива становить:

«Paulaner»

$$G_{\text{хм прес сус}} = \frac{0,6 * 10000}{(6,2 + 1)(100 - 14,5)} = 9,74 \text{ г/дал сусла}$$

$$G_{\text{хм прес пиво}} = \frac{9,74 * 100}{100 - 12} = 11,05 \text{ г/дал пива}$$

«Dunkel»

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$G_{\text{ХМ прес сус}} = \frac{0,67 * 10000}{(8,3 + 1)(100 - 10,3)} = 8,03 \text{ г/дал сусла}$$

$$G_{\text{ХМ прес пиво}} = \frac{8,03 * 100}{100 - 12,8} = 9,2 \text{ г/дал пива}$$

**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 зернової сировини. В практиці пивоваріння для підкислення затору може використовуватись до 5 % кислого солоду.

**Ферментні препарати.** Витрати ферментних препаратів залежать від кілько сті ячмінного борошна в рецептурі пива, їх можна розрахувати згідно рекомендації фірми -виробника ферментних препаратів. В роботі не передбачено використання ферментних препаратів.

### **Визначення кількості відходів**

**Пивна дробина.** Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % визначають множенням кількості СР, що залишились в дробині, на коефіцієнт  $100/(100 - 86) = 7,14$ . Кількість пивної дробини, що утворюється під час фільтрування затору для пива:

«Paulaner»  $13,95 * 7,14 = 99,6$  кг;

«Dunkel»  $1,67 * 7,14 = 11,92$  кг.

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

**Надлишкові дріжджі.** Витрата дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично- конічних бродильних апаратах ЦКБА — 1,53 дмЗ.

Половину зібраних з апарату дріжджів використовують як засівні, а інша частина — залишкові. Кількість дріжджів, що направляється у відходи, визначають множенням кількості готового пива в дециметрах на 0,01 і становить для пива:

«Paulaner»  $610,05 * 0,01 = 6,1$  кг;

«Dunkel»  $554,7 * 0,01 = 5,55$  кг.

**Діоксид вуглецю.** За стехіометричним рівнянням спиртового бродіння із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджуваним екстрактом є мальтоза, то кількість утвореного діоксиду вуглецю розраховують за значеннями кількості холодного сусла і дійсного ступеня зброджування пива. Так, в бродильне відділення, для отримання пива, поступило холодного сусла:

«Paulaner»  $687,61 * 1,0442 = 718,0$  кг;

«Dunkel»  $597,86 * 1,0589 = 633,07$  кг.

В ньому міститься екстрактивних речовин для пива :

«Paulaner»  $718,0 * 0,11 = 78,98$  кг;

«Dunkel»  $633,07 * 0,145 = 91,79$  кг.

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

За дійсного ступеня зброджування пива «Paulaner» 60 %, «Dunkel» - 55,5 % утворюється діоксиду вуглецю для пива:

$$\text{«Paulaner» } 78,98 * 0,60 * 176 / 342 = 24,39 \text{ кг;}$$

$$\text{«Dunkel» } 91,79 * 0,555 * 176 / 342 = 26,2 \text{ кг.}$$

Частина діоксиду вуглецю, що утворилася ( щонайменше 0,35 % від маси холодного сусла), зв'язується з пивом:

$$\text{«Paulaner» } 718,0 * 0,0035 = 2,51 \text{ кг;}$$

$$\text{«Dunkel» } 633,07 * 0,0035 = 2,21 \text{ кг.}$$

Решта діоксиду вуглецю видаляється у атмосферу по сортам пива:

$$\text{«Paulaner» } 24,39 - 2,51 = 21,88 \text{ кг;}$$

$$\text{«Dunkel» } 26,2 - 2,21 = 23,99 \text{ кг.}$$

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

$$\text{«Paulaner» } 21,88 * 1,832 = 40,08 \text{ м}^3;$$

$$\text{«Dunkel» } 23,99 * 1,832 = 43,95 \text{ м}^3.$$

*Виправний брак пива.* Утворення такого браку за нормативами допускається до 2 % для всіх найменування пива:

$$\text{«Paulaner» } 610,05 * 0,02 = 12,2 \text{ дм}^3;$$

$$\text{«Dunkel» } 554,7 * 0,02 = 11,09 \text{ дм}^3.$$

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 4.2 – Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Найменування продукту	Пиво світле «Paulaner», 11%			Пиво темне «Dunkel», 14,5%		
	На 100 кг зернової сировини	На 1 дал пива	На 2,4 млн дал	На 100 кг зернової сировини	На 1 дал пива	На 0,6 млн дал
<i>Зернова сировина, кг</i>						
Солод світлий ячмінний	85	1,4	3 360 000	75	1,35	810 000
Солод карамельний	-			20	0,36	216 000
Солод палений	-			5	0,09	54 000
Ячмінь	15	0,25	600 000	-		
<b>Всього</b>	<b>100</b>	<b>1,65</b>	<b>3 960 000</b>	<b>100</b>	<b>1,8</b>	<b>1 080 000</b>
<i>Хмелепродукти</i>						
Хміль гранульований, кг		0,011	26 400		0,0092	5 520
Молочна кислота 100%, кг	0,8	0,0013	3 120	0,8	0,014	8 400
<i>Проміжні продукти, дм<sup>3</sup></i>						
Гаряче сусло	729,95	11,96	28 704 000	636,03	11,47	6 882 000
Холодне сусло	687,61	11,27	27 048 000	597,86	10,78	6 468 000
Молоде пиво	640,42	10,5	25 200 000	584,11	10,53	6 318 000
Фільтроване пиво	625,11	10,25	24 600 000	568,92	10,26	6 156 000
Готове пиво	610,05	10,0	24 000 000	554,7	10,0	6 000 000
<i>Відходи</i>						
Пивна дробина, кг	99,6	1,63	3 012 000	11,92	0,21	126 000
Відстій білковий, кг	1,75	0,029	69 600	1,75	0,03	18 000
Надлишкові дріжджі, дм <sup>3</sup>	6,1	0,1	240 000	5,55	0,1	60 000
Діоксид вуглецю, кг	21,88	0,36	864 000	23,99	0,43	258 000
Відходи під час підготовки солоду, кг	0,085	0,0014	3 360	0,1	0,0018	1 080
Виправний брак пива, дм <sup>3</sup>	12,2	0,2	480 000	11,09	0,2	120 000

Тех  
ноло  
гічні  
розрахун  
ки

### 4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Скляні пляшки. За умовою у скляні пляшки об'ємом 0,5 дм<sup>3</sup> розливають пива «Paulaner» 80%, у пляшки об'ємом 0,33 дм<sup>3</sup> пива «Paulaner» - 20% та пива «Dunkel» - 100%.

Необхідну кількість пляшок визначають за формулою:

$$N_{\text{пл заг}} = \frac{Q_{\text{пл}} * 10 * 100}{V(100 - K_6)} \text{ шт};$$

$$N_{\text{пл нов}} = \frac{Q_{\text{пл}} * 10(K_n + K_6)}{100 V} \text{ шт};$$

$$N_{\text{пл об}} = \frac{Q_{\text{пл}} * 10}{V_n} \text{ шт},$$

де  $N_{\text{пл об}}$ ,  $N_{\text{пл нов}}$  — необхідна кількість пляшок відповідно оборотних і нових, шт.;  $Q_{\text{пл}}$  — річний випуск продукції в пляшках, дм<sup>3</sup>;  $V = 0,5$  — місткість пляшки, дм<sup>3</sup>;  $K_6 = 3,09$  — бій пляшок під час зберігання, миття і розливу, %;  $K_n = 5$  — кількість пляшок, які не повертаються від населення, %;  $n = 40$  — кількість обертів пляшок в рік, шт.; 10 — коефіцієнт перерахунку декалітрів у дециметри кубічні.

За асортиментом і обсягом проектованої продукції 1,92 млн дал пива «Paulaner» розливають у пляшки місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> і 0,48 млн дал – в пляшку 0,33 дм<sup>3</sup>; 0,6 млн дал пива «Dunkel» в пляшку 0,33 дм<sup>3</sup>. Отже, річна потреба загальної кількості пляшок місткістю 0,5 дм<sup>3</sup>, а також оборотних і нових:

$$N_{\text{пл заг}} = \frac{1\,920\,000 * 10 * 100}{0,5 (100 - 3,09)} = 39\,624\,394 \text{ шт};$$

$$N_{\text{пл нові}} = \frac{1\,920\,000 * 10 (5 + 3,09)}{100 * 0,5} = 3\,106\,560 \text{ шт};$$

$$N_{\text{пл об}} = \frac{1\,920\,000 * 10}{0,5 * 40} = 960\,000 \text{ шт}.$$

Річна потреба в пляшках об'ємом 0,33 дм<sup>3</sup>:

$$N_{\text{пл заг}} = \frac{1\,080\,000 * 10 * 100}{0,33 (100 - 3,09)} = 33\,771\,107 \text{ шт};$$

$$N_{\text{пл нові}} = \frac{1\,080\,000 * 10 (5 + 3,09)}{100 * 0,33} = 2\,647\,636 \text{ шт};$$

$$N_{\text{пл об}} = \frac{1\,080\,000 * 10}{0,33 * 40} = 818\,181 \text{ шт}.$$

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки				

*Гофрлотки.* В стандартні гофрлотки укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> та 24 пляшки об'ємом 0,33дм<sup>3</sup> і обгортають їх плівкою ПЕТ. З урахуванням 0,1 % втрат гофрлотків для укладання всієї продукції їх потрібно

$$N_{\text{гофро } 0,5} = \frac{1\,920\,000}{20 * 0,5 * 0,999} = 192\,192 \text{ шт.};$$

$$N_{\text{гофро } 0,33} = \frac{1\,080\,000}{24 * 0,33 * 0,999} = 136\,500 \text{ шт.}$$

Для обгортання гофрлотків потрібно термозбіжної плівки ПЕТ  
 $G_{\text{плПЕТ}} = N_{\text{гофро}} \cdot 40/1000 = 328\,692 \cdot 40/1000 = 13147,68 \text{ кг}$ ,  
де 40 — норма витрати плівки ПЕТ для обгортання 1000 гофрлотків, кг.

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

$$3\,000\,000 \cdot 2 \cdot 1,045 = 6\,270\,000 \text{ шт.}$$

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

$$3\,000\,000 \cdot 20,9 = 6\,270\,000 \text{ шт.}$$

*Миття пляшок.* В середньому луку витрачають із розрахунку 1000...1100 кг на 1 млн пляшок продукції. На річний випуск пляшкового пива потрібно луку

$$G_{\text{луку}} = \frac{3\,000\,000 * 1000}{0,5 * 1\,000\,000} = 6000 \text{ кг.}$$

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

$$6\,270\,000 * 0,275 / 1000 = 1\,724,25 \text{ кг.}$$

Наведеними розрахунками визначена кількість тари та допоміжних матеріалів на рік та на добу, яка представлена в табл. 3.3.

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

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

Найменування тари і допоміжних матеріалів	Кількість допоміжних матеріалів на	
	добу	рік
Пляшки, об'ємом 0,5 дм <sup>3</sup> , шт., в т ч оборотні нові	16 599	4 066 560
	12 680	3 106 560
	3 919	960 000
Пляшки, об'ємом 0,33 дм <sup>3</sup> , шт., в т ч оборотні нові	14 146	3 465 817
	10 806	2 647 636
	3 340	818 181
Гофролотки для вкладання пляшок, шт, для пляшок 0,5дм <sup>3</sup> 0,33 дм <sup>3</sup>	1 342	328 692
	785	192 192
	557	136 500
Плівка ПЕТ для обгортання гофролотків, кг	53,664	13 147,68
Кронен-корка на пляшки, шт.	25 592	6 270 000
Етикетки, шт.,	25 592	6 270 000
Луг, кг	24,5	6 000
Клей, кг	7,04	1 724,25



### Розрахунок АЧК

Так як АЧК – є типовим циліндро-конічним апаратом, то розрахунок зводиться до визначення корисного об'єму, геометричних розмірів – висоти конусу, висоти циліндричної частини – згідно відомих формул. Розмір найбільшого АЧК (№3) прийемо рівним об'єму одного промивного збірника, тобто  $3\text{м}^3$ , АЧК №2 =  $2,5\text{м}^3$ , АЧК №1 =  $1,5\text{м}^3$  відповідно.

### Розрахунок промивних збірників

Норма задачі дріжджів – 1л/100л холодного сусла, кратність приросту для всіх трьох сортів пива – 2,5 об'єми.

Загальну місткість промивних збірників визначають згідно формули

$$V = \frac{Q * q * t_{зб} * K_p}{t_{роб}}, \text{ де}$$

$Q$  – річний випуск пива, гл;

$q$  - норма введення дріжджів, % об.;

$t_{зб}$  – тривалість зберігання запасу дріжджів, 3 доби;

$K_p$  - коефіцієнт розбавлення дріжджів водою, 3;

$t_{роб}$  - кількість діб роботи цеху бродіння, 338 діб/рік.

Отже, згідно формули місткість збірників для пива :

$$V = \frac{5850000 * 1 * 3 * 3}{338} = 155769\text{л.}$$

Кількість збірників буде рівною:  $155769/3000\text{л}$  (кожний) = 5штук.

Для розрахунку геометричних розмірів, так як це типові циліндро-конічні апарати, прийемо формули, що були подані вище. Коефіцієнт заповнення прийемо 0,8, висоту циліндра – 2,4м, висоту конуса – 0,762м.

Таблиця 5.1 – Специфікація технологічного обладнання

№ п/п	Номери позицій на АТС	Найменування, тип (марка) обладнання	Кількість, шт	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу
1	2	3	4	5	6	7
1	4	ЦКТ	12	Повний об'єм – $203\text{м}^3$ Діаметр 4м Висота 11м Маса 15000кг	-	-
2	7	Ємкість для зберігання насінневих дріжджів	3	Повний об'єм – $15,7\text{м}^3$ Діаметр 2400мм Висота 6000мм Маса 19000кг	--	-
3	3	Стерилізатор	1	Повний об'єм – $7,5\text{м}^3$ Діаметр 1200мм Висота 5800мм Маса 950кг	-	-

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок та підбір технологічного обладнання	

Закінчення табл. 5.1

4	3	Апарат попереднього бродіння і накопичення біомаси	2	Діаметр 1800мм Висота 6000мм Маса 1640кг	-	-
5	6	Станція рекуперації дріжджів	2	Діаметр 2400мм Висота 6000мм	-	-
6	1	Пластинчастий теплообмінник	1	4000x450x1700		
7	2	Аератор	1	Діаметр 240мм Довжина 460мм		
8	5	Відцентровий насос	1	400x500x700		

					Розрахунок та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45



Продовження табл. 6.1

Пропагація дріжджів	Бродильно-лагерне відділення. Пропагатор	Видимий вміст екстрактивних речовин	9,0	ДСТУ	Через кожні 6 год після заповнення	Хімік
		pH	4,2-4,7			
Миючі розчини	СІР варильного відділення	Концентрація каустику, %	2,0-2,3	ДСТУ,ТУ	1 раз у 10 днів	Хімік
		Концентрація кислоти, %	0,8-1,0			
		Контроль залишків миючих розчинів	Лакмусовий папірець не змінює колір			
Бродіння в ЦКТ	Молоде пиво	Температура	9-13°C	ДСТУ,ТУ	Постійно	Оператор ЦКТ
		Кінцева ступінь зброджування	80-84%			
		Діацетил	0,1мг/100мл пива		Кожний ЦКТ	Хімік
Доброджування в ЦКТ	Готове пиво з ЦКТ	Вміст алкоголю	3,6%мас 4,5% об	ДСТУ,ТУ	Кожний ЦКТ	Хімік
		Видимий екстракт	1,8 – 2,2%			
		Дійсний екстракт	3,8 – 4,2%			
		pH	4,3-4,5			
		В'язкість	1,44мл/сек			
		Гіркота	16-19мг/л			
		Смак, аромат	Характерний сорту пива. Без сторонніх присмаків			
Суло охолодне	Збірник сула	Дріжджі	Відсутні	ДТСУ	Кожного тижня	Мікробіолог
		Число бактерій	Відсутні			
		Кислотоутворюючі бактерії	Відсутні			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Закінчення табл. 6.1

Дріжджі	Чиста культура з апаратів ЧКД	Відсоток мертвих клітин	Не більше 1%	ДСТУ	На час розведення ЧКД	Мікробіолог
		Наявність бактерій	Відсутні			
		Наявність диких дріжджів	Не дозволяється			
		Кислотоутворюючі бактерії	Відсутні			
Насінневі дріжджі	Збірники насінневих дріжджів	Відсоток мертвих клітин	Не більше 5%	ДСТУ	Щодобово	Мікробіолог
		Наявність бактерій	Не більше 1%			
		Вміст глікогену	70-75%			
		Наявність диких дріжджів	Відсутні			
		Кислотоутворюючі бактерії	Відсутні			
Готове пиво	ЦКТ	Кислотоутворюючі бактерії	Відсутні	ДСТУ	Вибірково, але не рідше 1 разу на добу	Мікробіолог

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Закон України «Про охорону праці» введено в дію 18 грудня 2002 року спрямований на реалізацію положень Конституції України щодо права людини на належні безпечні і здорові умови праці, регулює взаємовідносини між роботодавцем та працівником, встановлює єдиний порядок організації охорони праці.

Охорона праці має важливе соціальне та економічне значення. Соціальне значення охорони праці полягає в сприянні зростанню ефективності виробництва шляхом безперервного удосконалення і поліпшення умов праці, підвищення його безпеки, зниження виробничого травматизму і профзахворювань. Соціальне значення охорони праці проявляється в зростанні якості і продуктивності праці, збереженні трудових ресурсів і підвищенні сукупного національного продукту. Зростання якості продуктивності праці відбувається в результаті підвищення фонду робочого часу за рахунок скорочення внутрішніх змінних пристроїв шляхом зниження кількості або ліквідації мікротравм, обумовлених несприятливим умовами праці, а також запобігання передчасному стомленню за рахунок раціоналізації умов праці, введення оптимальних режимів праці і відпочинку та інших заходів, які сприяють підвищенню ефективності використання робочого часу.

Збереження трудових ресурсів і підвищення професійної активності працюючих відбувається за рахунок покращення стану здоров'я і підвищення середньої тривалості життя в результаті покращення умов праці, що супроводжуються високою трудовою активністю і підвищенням виробничого стажу.

Економічне значення охорони праці визначається ефективністю заходів до покращення умов праці і підвищення безпеки праці, що є економічним виразом соціального стану охорони праці. Тобто економічне значення охорони праці оцінюється результатами, які отримують при зміні соціальних показників за рахунок впровадження заходів до покращення умов праці: підвищення продуктивності праці; зниження непродуктивних витрат часу і підвищення фонду робочого часу; економія витрат на пільги і компенсація за роботу в несприятливих умовах; зниження витрат через плинність кадрів за умови праці [15].

### 7.1 Організація служби охорони праці на підприємстві

#### Аналіз умов праці на об'єкті

Охорона праці на підприємстві – це система взаємо-погоджених соціально-економічних, науково-технічних, організаційно-правових заходів, методів та засобів, спрямованих на збереження життя (стаття 3 Конституції України), здоров'я і працездатності працюючих в процесі їх виробничої діяльності.

За порушення законодавства та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці працівники притягуються до дисциплінарної,

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

адміністративної, матеріальної та кримінальної відповідальності згідно з законодавством.

Якщо підприємство спеціалізується на виробництві пива, слабоалкогольних та безалкогольних напоїв [15].

Особливості виробництва виражені :

- підвищеною запиленістю повітря робочої зони в приймальному відділенні і подробики зерна, очищення зерна та солоду, подрібнення поліетиленової сировини;
- підвищеною загазованістю повітря діоксидом вуглецю (CO<sub>2</sub>) в цехах де розміщені ЦКТ, дріжджовому відділенні, станції утилізації вуглекислоти, аміаком у холодо-компресорному цеху;
- підвищеною вологістю у відділенні виробництва солоду, ЦКТ, цехах розлива;
- підвищеним рівнем шуму на робочих місцях цехів розлива, компресорних та відділення подріблення зерна, подрібнення ячмінного солоду;
- зниженню температури у ферментаційному цеху та цехах готової продукції.

На підприємстві присутні об'єкти та виробничі процеси з підвищеною небезпекою:

- вибухонебезпечний зерновий пил на елеваторі, солодовому виробництві;
- аміак в холодо-компресорному цеху;
- вибухонебезпека стиснутого повітря;
- природний газ ,що спалюється у котельні;
- хімічні речовини (кислоти, луги), що застосовуються у виробництві для профілактичних цілей санітарії;
- склад паливно-мастильних матеріалів;
- склад зберігання етилового спирту.

На території підприємства рух автотранспорту здійснюється згідно установлених маршрутів. Для забезпечення безпечного руху автотранспорту та пішоходів на території установлені дорожні знаки.

На працівників в процесі виробничої діяльності впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

Фізичні фактори:

- транспортні засоби, машини, механізми , що рухаються;
- робочі частини виробничого обладнання (механічні розмішувачі, солодоторушители);
- підвищена запиленість робочої зони (склади зерна, солодосушарки, відділення подрібнення солоду);
- підвищена загазованість повітря робочої зони (CO<sub>2</sub>) в цеху ферментації, аміак в холодо-компресорних станціях;
- підвищена температура повітря робочої зони (варильний цех);

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

- знижена температура робочої зони (цех ферментації, готової продукції);
- підвищена вологість повітря (солодовий цех);
- відсутність та недостатність природного світла та штучного освітлення
- робочих приміщень.

Хімічні фактори:

- токсичні та подразнюючі дії аміаку, миючих та дезинфікуючих препаратів на органи дихання, шкіряний покрив та слизову оболонку [15].

### **Вибір технології і устаткування з точки зору охорони праці**

Роботодавець створює на робочому місці умови праці відповідні вимогам нормативно- правових актів з охорони праці, забезпечує дотримання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці для чого:

- створює відповідну службу охорони праці;
- розробляє комплексні заходи для досягнення установлених нормативів охорони праці;
- забезпечує на лежне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їхнім технічним станом;
- організовує проведення аудиту охорони праці, проведення лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацію робочих місць на відповідність нормативно правових актів з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх результатами вживає заходи по усуненню небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів.

Вимоги виробничої санітарії заключаються в наступному:

- температура, вологість, швидкість руху повітря повинна відповідати нормам
- всі цехи з урахуванням технологічних умов забезпечені припливно-витяжною вентиляцією. Обладнання, в процесі експлуатації якого утворюється тепло, пил, загерметизоване та обладнане місцевою вентиляцією.

Для зниження дії шуму на працюючих у цехах з підвищеним рівнем шуму передбачені навушники.

Прибирання виробничих місць, обладнання здійснюється прибиральницями, а робочих місць – працівниками.

Для захисту працівників від високих температур застосовують вентиляцію виробничих приміщень (у варильному відділенні – операторська) та тепло –ізоляцію обладнання [15].

## **7.2 Санітарні умови на виробництві**

### **Мікроклімат**

Мікроклімат виробничих приміщень - це сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у роб. зоні. Робоче місце - територія постійного або тимчасового знаходження людини у процесі праці. Робоча зона - частина простору робочого місця, обмежене по висоті 2 м від рівня підлоги.

					Охорона праці	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормування параметрів мікроклімату здійснюється згідно ДСТ 12.1.005-88. Встановлені оптимальні та допустимі параметри мікроклімату. Оптимальні - найбільш сприятливі (комфортні) забезпечують роботу системи терморегуляції без напруги. Допустимі - допускають напругу реакції терморегуляції організму у межах її пристосування без шкоди для здоров'я.

Параметри мікроклімату спричиняють суттєвий вплив на продуктивність праці та на травматизм.

Оптимальна відносна волога згідно з ДСН 3.3.3.042-99 становить 40-60%, допустима до 75%. Нормалізація параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу засобів та заходів, що включають санітарно-гігієнічні, організаційно-технологічні та інші види захисту працюючих. Вказані параметри нормуються для робочої зони — простору, обмеженого по висоті 2 м над рівнем підлоги чи майданчика, на якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників [15].

### **Склад повітря робочої зони**

На харчових та переробних підприємствах повітря робочої зони може забруднюватися шкідливими речовинами, які утворюються в результаті технологічного процесу або містяться у сировині. Ці речовини потрапляють у повітря і вигляді пилу, газів або пари і діють негативно на організм людини.

В залежності від ступеня токсичності, фізико-хімічних властивостей, шляхів проникнення в організм, санітарні норми встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) в мг/м<sup>3</sup> (Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.005-88.ССБТ.) шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень, перевищення яких не припустиме [15].

### **Природне та штучне освітлення**

Правильно виконане раціональне освітлення промислових підприємств має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Вимоги які ставляться до раціонального освітлення:

- Достатня освітленість рбочого місця (нормована).
- Рівномірне освітлення.
- Відсутність тіней, особливо рухомих, на робочій поверхні.
- Захиси від сліпучої дії джерела світла.
- Вірний вибір напрямку світла.

Так як у варильному цеху недостатнє природнє та штучне освітлення, проектом передбачено газорозрядні лампи, вони мають світло, близьке до природного, поверхня колби цих ламп холодна, вони економічні, дозволяють створити високу освітленість. Недолік газорозрядних ламп – великі втрати на закупівлю, шум дроселів.

Штучне і природне освітлення повинно відповідати вимогам СНиП 11-4-79. освітлення повинно бути достатнім і відповідати характеру зорової роботи, повинно бути рівномірним. Для штучного освітлення і відділенні

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

використані, як люмінісцентні, так і лампи розжарювання. У відділенні також передбачене аварійне освітлення.

Рівень освітлення на робочих місцях з часом зменшується через забрудненість скла освітлювального фонаря, зниження відбиваючої здатності стін, старіння джерел освітлення і часткового виходу їх з ладу. Тому слід періодично контролювати освітленість і чистити лампи один раз в місяць [15].

### **Виробничий шум і вібрація**

Одним із найбільш розповсюджених негативних факторів, які впливають на людину, являється шум. Він завдає великої шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини. В останній час спостерігається тенденція до постійного збільшення шуму на виробництві внаслідок зростання потужностей технологічного обладнання. Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються за ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности».

Іншим небезпечним фактором є вібрації не тільки погіршують самопочуття працюючих і знижують продуктивність праці, а й можуть призвести до серйозних паталогічних змін організму людини. Комплексна механізація і автоматизація підприємства є радикальним способом позбавлення людини від шкідливого впливу вібрації.

Гігієнічне нормування вібрації передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкості в м/с. ГОСТ 12.1012-78 ССБТ «Вібрация. Основные требования безопасности», є основним документом, який визначає гігієнічні норми вібрації. За способом передачі на людину розрізняють локальну та загальну вібрацію [15].

### **Виробничі випромінювання**

Приміщення на харчових підприємствах характеризуються значним тепловиділенням (котельні, варильні відділення). Джерелами теплоти є переважна більшість виробничих процесів, поверхні обладнання (варильний цех), паропроводи.

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» температура на поверхні обладнання не повинна перевищувати  $45^{\circ}\text{C}$ , а в приміщеннях -  $35^{\circ}\text{C}$ .

Методи захисту людини від температурних впливів та теплового випромінювання можна умовно поділити на загальні, які забезпечують спільний захист від цих шкідливостей, та окремі, що забезпечують захист від однієї з них.

До індивідуальних засобів захисту працівників від підвищеної температури та теплового випромінювання належить спецодяг, виготовлений із стійкого протитеплового випромінювання, м'якого та повітрепроникного матеріалу [15].

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи було досліджено найпопулярніші на сьогодні раси дріжджів, підібрані оптимальні способи виробництва, а саме приготування пива в ЦКБА.

Під час виконання проекту були порівняні різні раси дріжджів за найголовнішими показниками швидкість бродіння та приріст біомаси, кількість діацетилу та кількість ефірів в молодому пиві.

В ході виконання роботи були прийняті наступні технологічні рішення: охолодження сусла пластинчастим двосекційним теплообмінником, з одночасним аеруванням стерильним повітрям; бродіння та доброджування відбувається в ЦКТ; дріжджі задаються в охоложене сусло; бродіння протікає при температурі 13°C; зберігання насінневих дріжджів проводиться в дріжджанках при температурі 2°C.

Таким чином, дріжджі штаму А12 представляють певний інтерес для отримання безалкогольного пива, що пов'язано з їхньою низькою бродильною активністю. Проте низька концентрація сенсорно важливих компонентів у зброженому суслі може стати причиною відсутності характерних для пива смаку та аромату. Крім того, при використанні штаму А12 на відміну від штамів, що мають високу бродильною активністю, легше контролювати процес бродіння до досягнення необхідного значення концентрації етилового спирту, діапазон коливання якої знаходиться в межах 0,3-0,5 %.

Для пива типу лагер все ж краще використовувати дріжджі раси 34/70, що дозволяють виробляти добре збалансоване пиво з фруктовим та квітковим ароматами та тонким смаком. Класичні лагерні дріжджі дуже популярні у промислових пивоварів завдяки своїй флокуляційній здатності та вмінню створювати нейтральний ароматичний профіль у готовому пиві.

					Загальні висновки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – Наказ МОЗ України від 12.05.2010 за № 400. – К. : Офіційний вісник України. – 2010. – №51.
2. Гранули хмелю. Технічні умови: ДСТУ 7028:2009. – Чинний від 2011-07-01. К. : Держспоживстандарт України, 2010. – 24 с. – (Національний стандарт України).
3. Грегірчак Н.М. Мікробіологія галузі [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології таїнженерія» денної та заочної форм навчання / Н.М. Грегірчак – К. : НУХТ, 2014. – 171 с.
4. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.А. Домарецький. – К. : ІНКОС, 2004. – 426 с.
5. ДСанПіН 4.4.4-152 «Державні санітарні норми і правила для підприємств, що виробляють солод, пива та безалкогольні напої».
6. Загальні технології харчових виробництв: підруч. / В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, М.М. Калакура, Л.Ф. Романенко та ін. – К. : Університет «Україна», 2010. – 814 с.
7. Інноваційні технології галузі: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів спеціальності 7.05170106, 8.05170106 «Технології продуктів бродіння і виноробства» спеціалізації «Технології солоду, пива і безалкогольних напоїв» денної та заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, В.М. Кошова, Б.І. Хіврич. – К.: НУХТ, 2015. – 94 с.
8. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце; пер. с нем. Г.В. Даркова, А.А. Куреленкова. – СПб. : Профессия, 2009. – 1064 с. – ISBN 978-5-93913-162-9.
9. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-технологічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад.: П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. - К.: НУХТ, 2012. - 39с.
10. Мелетьєв А.Є. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах / А.Є. Мелетьєв, В.А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук та ін.; За ред. А.Є. Мелетьєва. – К. : НУХТ, 2007. – 256 с.
11. Мелетьєв А.Є. Технохімічний контроль солоду, пива та безалкогольних напоїв: підруч. / А.Є. Мелетьєв, С.Р. Тодосійчук, В.М. Кошова – Вінниця, «Нова книга», 2007. – 392 с.
12. Нарцисс Л. Вкус пива и технологические факторы / Brauwelt, Мир пива. – 1996. – №2. – С. 21 – 23.
13. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс; при участии В. Бака; пер. с нем. А. А. Куреленкова. — СПб.: Профессия, 2007. — 640 с.

					Список використаної літератури	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

14. Пиво. Загальні технічні умови: ДСТУ 3888:2015. – Чинний від 2015-11-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2015. – 16 с. – (Національний стандарт України).

15. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови: ДСТУ 4282:2004. – Чинний від 2004-10-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 30 с. – (Національний стандарт України).

16. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підручник / А.Є. Мелетьєв, С.Р. Тодосійчук, В.М. Кошова; за ред. А.Є. Мелетьєва. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2007. – 392 с.

17. ТІ 14297558-291 «Технологічна інструкція з підготовки води для виробництва пива та безалкогольних напоїв»

18. Фараджаєва Е.Д. Образование побочных продуктов брожения при высокоплотном пивоварении / Е.Д. Фараджаєва, Н.А. Колнышенко // Пиво и напитки. – 2007. – №2. – С. 25 – 27.

19. Хиврич Б.И. Спектр веществ, формирующих вкус и аромат пива (часть 2) / Б.И. Хиврич, Б.В. Роздобудько // Напитки. Технологии и инновации. – 2012. – №10. – С. 60 – 62.

20. Ячмінь. Технічні умови: ДСТУ 3769:98. – Чинний від 1998-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 1998. – 17 с. – (Національний стандарт України).

					Список використаної літератури	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56