

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 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

із спеціальності 181 «Харчові технології»
освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»
на тему: **Проект відділення ферментації пивзаводу потужністю 11 млн дал
пива на рік з впровадженням способів мінімізації вмісту діацетилу в пиві**

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

Гаврилюк Андрій Володимирови
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник Куц Анатолій Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

(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.

_____ Андрій ГАВРИЛЮК

Київ – 2023

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

27 березня 2023 року

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

Гаврилюку Андрію Володимировичу

1. Тема проекту Проект відділення ферментації пивзаводу потужністю 11 млн дал пива на рік з впровадженням способів мінімізації вмісту діацетилу в пиві

Керівник роботи Куц Анатолій Михайлович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 28 березня 2023 року № 196-КС

2. Строк здачі здобувачем закінченого проекту 05 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Норми технологічного проектування. 2. Потужність підприємства – 11,0 млн дал пива на рік. 3. Асортимент пива: світле – 70 %, напівтемне – 5 %, темне – 25 %.

4. Зброджування сусла здійснювати в циліндро-конічних бродильних апаратах. 5. Для зброджування сусла використовувати чисту культуру дріжджів. 6. Розробити заходи, що забезпечують мінімізацію вмісту діацетилу в пиві та підвищують стійкість пива під час його зберігання. 7. Продуктові розрахунки виконують на 100 кг зернопродуктів, 1 дал і річну потужність.

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

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

1. Апаратурно-технологічна схема — 1 аркуш.
2. Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21 березня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	11.04.23-08.05.23	
2.	Обґрунтування та вибір способів і режимів зброджування пивного сусла		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.23-14.05.23	
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
	1-а атестація	15.05.23	
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.23-21.05.23	
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	22.05.23-24.05.23	
9.	Охорона праці	25.05.23-27.05.23	
10.	Оформлення пояснювальної записки	28.05.23-05.06.23	
	2-а атестація	05.06.23	
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.23-15.06.23	
12.	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	16.06.23-19.06.23	
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Андрій ГАВРИЛЮК

Керівник проекту, доцент

Анатолій КУЦ

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційні роботі обґрунтовано технологію пива з використанням циліндрично-конічних бродильних апаратів ЦКБА, в яких поєднанні процеси головного бродіння, доброджування і дозрівання пива у ферментаційному відділенні пивоварні.

Зброджування пивного сусла, доброджування та дозрівання молодого пива відбувається в одній ємності. Обґрунтовано, що використання суміщеного способу також дозволяє раціонально використати виробничі площі, збільшити потужність цеху ферментації, зменшити загальну тривалість процесу і собівартість товарного пива.

Для зброджування сусла використовують чисту культуру дріжджів.

Асортимент проєктованих сортів пива — світле «Faxe Premium» 70 %, напівтемне «Faxe Amber» 5 % та темне «Faxe Black» 25 % від загального об'єму.

Відповідно до даного асортименту були виконанні продуктові розрахунки, на підставі яких розраховано та підібрано технологічне і допоміжне обладнання та його метрологічне забезпечення.

У кваліфікаційні роботі розроблені схеми технохімічного та мікробіологічного контролю у відділенні ферментації. Розроблено заходи щодо забезпечення екологічних умов праці на виробництві.

Ключові слова: сусло, ЦКБА, ферментація, чиста культура дріжджів, доброджування, молоде пиво.

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

ANNOTATION

In the qualification paper, the technology of beer using cylindrical-conical fermentation apparatuses of the CCFM, which combines the processes of main fermentation, fermentation and maturation of beer in the fermentation department of the brewery, is substantiated.

Fermentation of beer wort, fermentation and maturation of young beer takes place in one container. It is substantiated that the use of the combined method also makes it possible to rationally use production areas, increase the capacity of the fermentation shop, reduce the total duration of the process and the cost price of commercial beer.

Pure yeast culture is used for wort fermentation.

The range of designed beers is light 70%, semi-dark 5% and dark 25% of the total volume.

According to this assortment, product calculations were performed, on the basis of which technological and auxiliary equipment was calculated and selected.

Schemes of technochemical and microbiological control in the fermentation department were developed in the qualification work. Measures have been developed to ensure ecological working conditions in production.

Key words: wort, CCFM, fermentation, pure yeast culture, fermentation.

					ANNOTATION	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRAKT

Das Kursprojekt konkretisiert die Biertechnologie mithilfe von zylindrisch-konischen Gärapparaten des CCBA, die die Prozesse der Hauptgärung, Gärung und Reifung von Bier in der Gärungsabteilung der Brauerei kombinieren.

Die Gärung der Bierwürze, die Gärung und Reifung des Jungbiers erfolgt in einem Behälter. Es wird nachgewiesen, dass der Einsatz des kombinierten Verfahrens auch eine rationelle Nutzung der Produktionsflächen, eine Erhöhung der Kapazität der Gäranlage, eine Reduzierung der Gesamtdauer des Prozesses und der Kosten für kommerzielles Bier ermöglicht.

Für die Würzegärung wird reine Hefekultur verwendet.

Die Palette der gestalteten Biere umfasst helles „Faxe Premium“ 70 %, halbdunkles „Faxe Amber“ 5 % und dunkles „Faxe Black“ 25 % des Gesamtvolumens.

Entsprechend diesem Sortiment wurden Produktberechnungen durchgeführt, auf deren Grundlage Technologie- und Hilfsgeräte berechnet und ausgewählt wurden.

Im Kursprojekt wurden Schemata zur technochemischen und mikrobiologischen Kontrolle in der Fermentationsabteilung entwickelt. Es wurden Maßnahmen entwickelt, um ökologische Arbeitsbedingungen in der Produktion sicherzustellen.

Schlüsselwörter: Würze, CCBA, Gärung, reine Hefekultur, Gärung, Jungbier.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	10
1.1. Структура підприємства	10
1.2. Режими роботи	11
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	12
2.1. Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	12
2.2. Принципова технологічна схема	13
2.3. Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пива .	14
2.4. Опис апаратурно–технологічної схеми	28
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	29
3.1. Характеристика проекрованої продукції.....	29
3.2. Характеристика сировини	31
3.3. Характеристика основних та допоміжних матеріалів	35
4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	38
4.1. Вихідні дані до розрахунків	38
4.2. Продуктові розрахунки	39
4.3. Розрахунки допоміжних матеріалів	44
5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	46
6. ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	49
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

					Проект відділення ферментації пивзаводу потужністю 11 млн дал пива на рік з впровадженням способів мінімізації вмісту діацетилу в пиві				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Гаєрилюк А.В.			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА		Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Куц А.М.						6	53
Реценз.							НУХТ ННІХТ ТБ-4-8		
Н. Контр.									
Затверд.		Куц А.М.							

ВСТУП

Пиво — стародавній слабоалкогольний, насичений діоксидом вуглецю, пінистий напій, що отримується під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами. Органолептичні та фізико-хімічні показники пива повинні відповідати нормативним за вимогами ДСТУ 3888:2015.

Виробництво пива — дуже складний і досить тривалий біотехнологічний процес. На першому етапі виробництва пива зерно замочують, пророщують і піддають термічній обробці для того щоб воно перетворилось у солод, зерно яке збагачене активними ферментами. Далі із подрібненого солоду в результаті ферментативних перетворень крохмалю та білків отримують пивне сусло, яке за допомогою дріжджів та їхніх ферментів зброджують на пиво.

На сьогоднішній день все більше приділяється уваги саме до якості пива, що виробляється та реалізується в Україні. Нові підходи до проблеми якості вимагають як найповнішого обліку виробниками ринкових факторів, зрушення від адміністративних методів контролю якості до переважно організаційно-економічних заходів управління якістю, переходу до гнучкої системи стандартизації, це дозволяє виробникам швидше реагувати на нестійкі вимоги зовнішнього і внутрішнього ринку до якості товарів, організації роботи для забезпечення високої якості продукції.

У пивоварінні процеси зброджування пивного сусла і доброджування молодого пива є одними із ключових процесів, який впливає на якість готового пива. На цих стадіях відбувається накопичення діоксиду вуглецю, спирту, альдегідів, естерів, сивушного масла, біологічно-активних речовин, сусло перетворюється на пиво і набуває специфічних йому властивостей. Саме під час бродіння сусла і доброджування пива утворюється так званий «букет пива», завдяки флокуляційній здатності дріжджів до осідання відбувається часткове освітлення молодого пива.

На сучасному етапі розвитку пивоварного виробництва представляє генеральний напрямок на створення принципово нових технологій, удосконалювання існуючих і рішення питань, зв'язаних з підвищенням якісних показників солоду та пива і зниження їхньої собівартості.

Тенденціями подальшого розвитку пивоварного виробництва є циклічність і безперервність, автоматизація і комп'ютеризація, малоопераційність і концентрація технологічних операцій, що дозволить скоротити тривалість циклу, безвідходність і комплексне використання сировини й енергії, зниження питомих витрат тепла, електроенергії, води і сировини.

В кваліфікаційній роботі описується сумісний спосіб ведення процесу бродіння та доброджування в ЦКБА. Що дає змогу інтенсифікувати процес та покращити якість вихідного продукту. Також використовується установка для розведення ЧКД у виробничих умовах. Використовуючи сучасні раси дріжджів Н-124-В виду *S. cerevisiae*.

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

Асортимент проєктованих сортів пива: світле «Faxe Premium» — 70 %, напівтемне «Faxe Amber» — 5% та темне «Faxe Black» — 25 %, які виготовляються із ячмінного світлого, паленого та карамельного солоду. Відповідно до обраного асортименту були виконанні продуктові розрахунки, на підставі яких розраховано та підібрано технологічне та допоміжне обладнання.

Кваліфікаційна робота містить 58 друкованих сторінок формату А4, та 1 креслення на аркуші формату А1 на якому наведено апаратурно-технологічну схему.

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

1. СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1. Структура підприємства

ПрАТ "Оболонь" - провідний національний виробник пива, безалкогольних та слабоалкогольних напоїв, мінеральної води. Пиво під торговельною маркою «Оболонь» є всесвітньо відомим брендом і сприймається як традиційне українське пиво №1.

До відкриття Олімпіади-80 радянський уряд поставило завдання побудувати пивоварню, пиво якої відповідало б європейським стандартам. Як експерти були запрошені чехословацькі фахівці, які визначили місце будівництва нового пивоварного заводу. Головним критерієм вибору була наявність джерел з артезіанською водою. Цим місцем було обрано район Оболонь, що у місті Києві на березі річки Дніпро .

Слово «оболонь» походить із часів Київської Русі — саме так називалися низькі прирічкові луки. Таку назву і вибрав пивоварний завод. Побудований за чехословацьким проектом, завод виробляв пиво, яке швидко завоювало широку популярність та визнання.

ПрАТ «Оболонь» (м. Київ) – головний завод корпорації Оболонь, має проектну потужність 14 млн дал пива в місяць і є найбільшою пивоварнею в Європі. За останні півтора роки на заводі встановлено унікальну варочну систему, яка здійснює 12 варок в день по 740 гектолітрів холодного сусла. Особливістю цього нового варильних порядків німецької фірми Ziemann в тому, що вони дозволяють економити затрати на теплову енергію під час виробництва сусла. А енергоємність є одним із пріоритетних завдань, які стоять перед інженерами компанії.

Також серед останніх оновлень заводу є лінія розливу в скляні пляшки потужністю 50 тис. пляшок за годину. Лінію змонтували в рекордні терміни. Один із предметом гордості це унікальна установка, яка проводить рекуперацію пивних дріжджів. Дана технологія дозволяє налагодити практично безвідходне виробництво продукції.

Гарантією високої якості продукції є сучасні потужні фільтраційні установки, вироблені також німецькою фірмою. Потужність одного з фільтрів становить 950 гектолітрів за годину. Фільтраційна система «Оболоні» не має аналогів не тільки в Україні, але й у Європі. Впровадження сучасних технологій дозволило вивести на ринок унікальний продукт «Оболонь Живе». Це дало новий поштовх до вдосконалення процесу пивоваріння. І першим в цьому стала броварня «Оболонь».

Пивна продукція підприємства:

Оболонь: Світле, Соборне, Преміум, Оксамитове, Безалкогольне

Hike: hike premium, hike chill.

Carling.

Zlata Praha: Zlata Praha, Zlata Praha Cerne.

Десант: Міцне, Екстраміцне.

					Структура підприємства та режими його роботи	Арк
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Жигулівське: Жигулівське, Експортне.

У 2020 році бренд святкував 40-річчя, за цей час «Оболонь» стала експортером пива № 1 в Україні, на якого припадає 60% продажів українського хмільного напою за кордон. Продукцію «Оболоні» постачають до понад 50 країн світу, а минулого року географію було розширено ще на шість країн Африки та Латинської Америки.

Через окупацію Криму «Оболонь» втратила Севастопольський завод напоїв, який деякий час випускав «Живчик» та іншу продукцію бренда. 2019 року з упаковок кримської продукції зникло будь-яке маркування, пов'язане з українською корпорацією.

У 2008 році АТ «Оболонь» першим серед підприємств харчової промисловості сертифікувало чотири системи управління одразу.

На даний час в АТ «Оболонь» діє система управління, яка складається з:

- системи управління якістю (ISO 9001:2008),
- системи управління безпечністю харчових продуктів (ISO 22000:2005),
- системи екологічного керування (ISO 14001:2004),
- системи управління гігієною та безпекою праці (OHSAS 18001:2007).

Усі вони підтверджені зовнішнім незалежним аудитом.

Міжнародна сертифікація компанії «Оболонь» за чотирма системами управління є перепусткою на ринки збуту країн-членів СОТ. Більшість країн-членів СОТ вважають обов'язковим виконання вимог стандарту ISO 22000, інакше продукція просто забороняється для продажу. На підприємствах компанії діє інтегрована система управління, яка забезпечує відповідальність перед персоналом, споживачами, суспільством та державою в цілому.

1.2. Режими роботи

Режим роботи підприємства має свою специфіку. Всі виробничі структури працюють по 12 годин (зміна). Виробництво є безперервним. Виробництво є сезонним, влітку підприємство працює з більшою потужністю тож є необхідність збільшувати штат працівників. Тому влітку наймають сезонних працівників. Загальна кількість працівників на ПрАТ «Оболонь» становить 3500 осіб [17].

					Структура підприємства та режими його роботи	Арк
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

2.1 Обґрунтування асортименту проектованої продукції

Пиво – це насичений діоксидом вуглецю пінистий алкогольний напій із вмістом спирту етилового від 0,5 % об., отриманий під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами. Всі сорти пива містять від 4,0 до 7,9 % об. спирту і від 0,3 до 0,5 % діоксиду вуглецю.

Пиво залежно від кольору та сировини поділяється на типи: ячмінне — трьох типів: світле, напівтемне та темне, та пшеничне — двох типів: світле та темне. Різниця між даними типами пива обумовлена зерновою сировиною, що використовується для його виготовлення.

За способом механічної обробки вирізняють пиво фільтроване і нефільтроване. Останнє буває освітлене і неосвітлене.

За способом теплової обробки фільтроване випускають пастеризованим і непастеризованим.

За тривалістю збродження виділяють пиво звичайне і оригінальне.

З урахуванням особливостей рецептури пиво буває звичайне і спеціальне.

За використаною тарою пиво випускають пляшкове, бочкове і в банках.

За вмістом спирту виготовляють слабоалкогольне і безалкогольне пиво [4].

Асортимент і обсяги виробництва проектованих сортів пива наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 — Асортимент і обсяг проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості	Виробництво на		Розливається у скляну пляшку місткістю 0,5 дм ³ , млн дал
		рік, млн. дал	добу, тис. дал	
Світле «Faxe Premium»	70	7,7	29,6	7,7
Напівтемне «Faxe Amber»	5	0,55	2,2	0,55
Темне «Faxe Black»	25	2,75	10,5	2,75
ВСЬОГО	100	11,0	42	11,0

2.2. Принципова технологічна схема

Принципова технологічна схема зброджування пивного сусла зображена на рис. 1.1.

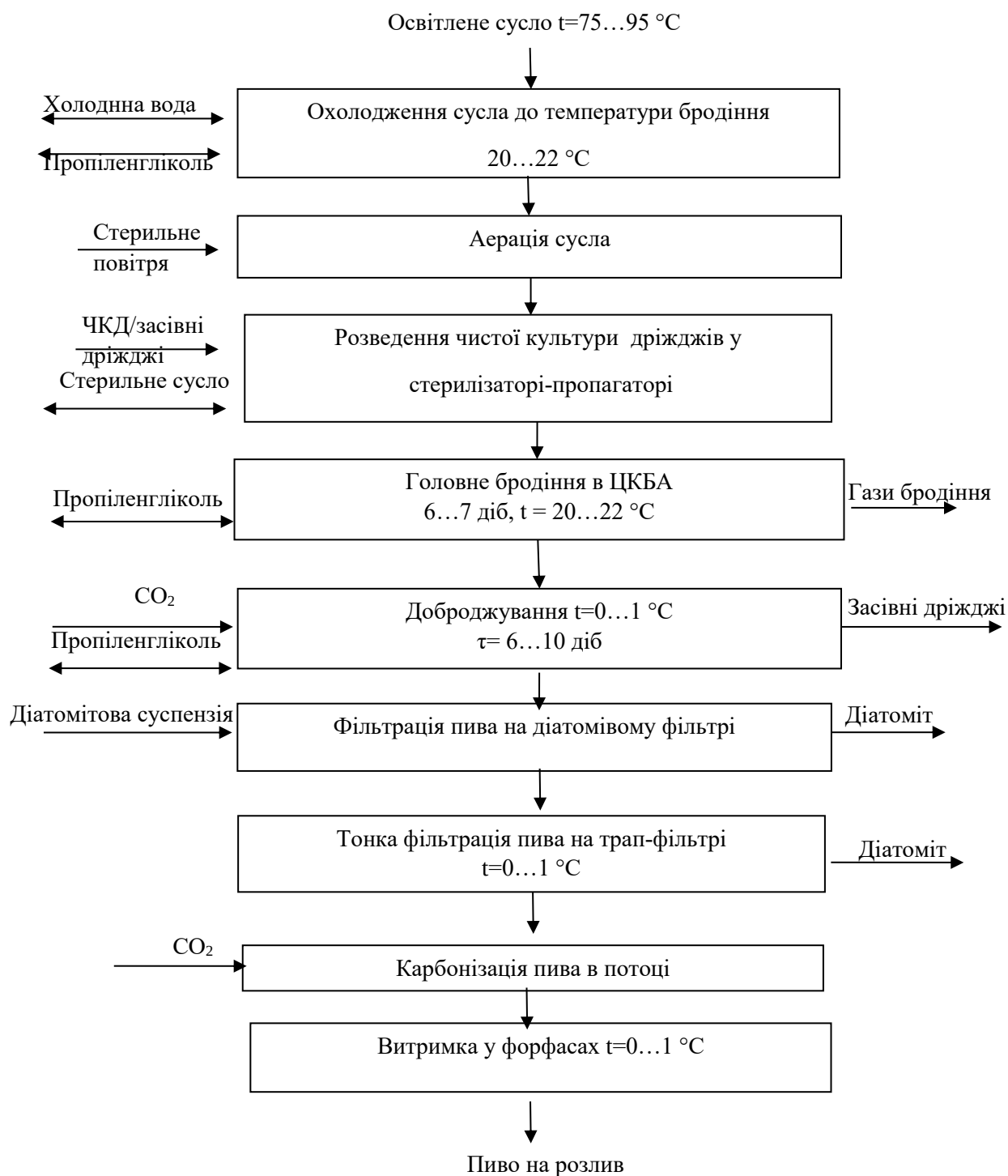


Рис. 1.1 — Принципова технологічна схема зброджування пивного сусла та доброджування молодого пива в циліндрично-конічному бродильному апараті

2.3. Аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пива

Охолодження сусла. Мета охолодження сусла — зниження температури до 10...22 °С (залежно від способу бродіння), насичення його киснем.

Для охолодження сусла застосовують двостадійне охолодження сусла на пластинчастому теплообміннику. Спочатку до температури 60...70 °С, використовуючи як холодильний агент холодну воду із варильного апарату, яка після нагрівання подається на приготування затору. Тим самим зменшуються витрати пари на приготування сусла. На другій стадії сусло охолоджується за допомогою пропіленгліколю до температури бродіння [2].

Переваги пластинчастих теплообмінників:

- Паралельне розташування тонких пластин з невеликими відстанями між ними дозволяє збільшити поверхню теплообміну на одиницю робочого об'єму теплообмінника. Це призводить до зменшення габаритних розмірів теплообмінника, в порівнянні з іншими теплообмінниками.
- Для розбирання і чищення поверхонь розбірного теплообмінника не потрібні додаткові виробничі площі.
- Принцип пристрою дає можливість створювати різні схеми компонування пластин для різних середовищ, змінювати поверхні теплообміну не тільки проектного, але й уже виготовленого апарата.
- Цей апарат може зосереджувати на одній рамі декілька теплообмінних секцій різного призначення для виконання в одному апараті всього комплексу операцій технологічної обробки декількох робочих середовищ при різних температурних режимах.
- Компонувальні можливості пластинчастих апаратів дозволяють конструктору створювати будь-які перетини паралельних і послідовних ходів (а отже, оптимальні швидкості робочих середовищ при заданих витратах), підбирати у кожному окремому випадку оптимальні умови для теплообміну з урахуванням повного використання натиску, що розташовується [15].

Аерація сусла. При кип'ятінні із сусла повністю видаляється повітря. Дріжджі для здійснення бродіння потребують кисень. Чим більше споживають кисню клітини, тим швидше ростуть дріжджі.

Тому після охолодження на теплообміннику сусло аерують стерильним повітрям за допомогою аератора у потоці в розрахунку 8...9 мг/дм³.

Чим більш збагачене сусло, тим інтенсивніше розмножуються дріжджі і тим вищий ступінь зброджування. Проте розчинний кисень пригнічує спиртове бродіння та активізує процеси дихання, при якому дріжджі отримують достатньо енергії для біосинтезу, тому рівень кисню при аерації потрібно контролювати [20].

Розмноження зведення чистої культури дріжджів. При виробництві пива використовують тільки культурні дріжджі. Це два основних види пивних дріжджів — для елів і для лагерів які відносяться до сімейства *Saccharomycetaceae* і до роду *Saccharomyces*. У пивоварстві застосовують

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

різновиди дріжджів, що відрізняються однієї або декількома особливостями. Їх одержують із однієї клітини. Такі культури називають расами (штамами).

Розрізняють дріжджі низового бродіння — *Saccharomyces carlsbergensis* і дріжджі верхового бродіння — *Saccharomyces cerevisiae*.

Дріжджі верхового і низового бродіння різняться за стійкістю до етерів і вищих спиртів. За низового бродіння частина дріжджів ослаблена, вони погано осідають й можуть надавати пиву дріжджовий присмак й заважати його нормальній фільтрації. Їх потрібно частіше замінювати. Проте низове бродіння більш безпечне з мікробіологічної точки зору.

Для підбору раси (штаму) пивоварних дріжджів необхідно пред'являти наступні вимоги:

- дріжджі повинні володіти високою флокуляційною властивістю яка підвищить продуктивність відділення фільтрації та стійкість особливих сортів пива;
- дріжджі мають повільно, повністю й щільно осідати по закінченню бродіння так, як вони будуть краще адсорбувати білкові речовини, нестійкі колоїдні та барвні речовини ячменю, великі частинки гірких речовин хмелю - завдяки чому покращується гіркота, стійкість пива;
- мати високу бродильну активність, особливо тоді – коли виробляють темне та сортове пиво і бути стійкими до автолізу;
- дріжджі повинні витримувати їх обробку механічними пристроями, кислотами та дію сторонньої мікрофлори і крім того зберігати постійні властивості й морфолого — фізіологічні характеристики протягом 10...12 генерацій;
- вони мають давати помірний приріст біомаси;
- побічні продукти бродіння — етери, альдегіди, кетони, вищі спирти повинні бути в нормі й не порушувати загальну гармонію напою і облагороджувати його.

Розведення дріжджів чистої культури. Дріжджі необхідні для проведення бродіння, можуть бути отриманні при розведенні ЧКД. Принципи розведення ЧКД полягає в тому, що активні дріжджові клітини ізолюють і розмножують в стерильних умовах так довго, поки їх кількість не буде достатня для використання в бродильній ємкості.

Розведення дріжджів здійснюється у дві стадії — в лабораторії та на виробництві.

Мета лабораторної стадії полягає у тому, щоб накопичити достатню кількість біомаси дріжджів, що дозволить перейти до їх розведення на виробництві. Це досягається послідовним пересіванням все збільшеного об'єму культури та перевіркою її санітарно-гігієнічного стану. Спочатку дріжджі розмножить у колбах об'ємом до 2 дм³ з вільним простором в них не менше ніж 60 %. Наступна та завершальна стадія лабораторного розведення дріжджів

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

виконується у плоскодонних циліндричних ємностях з нержавіючої сталі з робочим об'ємом 20...25 дм³ — «колбах Карлсберга». З практичних міркувань ці колби заповнюють стерильним суслом, тоді як попередні стадії розмноження зазвичай проводять на напівсинтетичних середовищах (наприклад, пептоноглюкозному дріжджовому екстракті).

Виробнича стадія — це розведення дріжджів на стерильному охмеленому суслі в спеціальних апаратах. Розведення чистої культури відбувається в такий спосіб. У стерилізатор із суслотварильного апарату набирають гаряче охмелене сусло, кип'ятять його в протязі 1 год, потім охолоджують до температури 8...12 °С. Стислим стерильним повітрям сусло подають у пропагатор, куди через спеціальний кран з мідної колби Карлсберга вводять чисту культуру, потім зброджують протягом 3 діб. При цьому дріжджі розмножуються і збільшуються в масі. До кінця третьої доби резервуар попереднього бродіння заповнюють суслом, що також нагрівають до кипіння, а потім охолоджують. Частину чистої культури із бродильного циліндра відбирають на зберігання для посівних дріжджів, де вона зберігається до наступного розведення, а основну частину його перекачують у резервуар для зброджування пива.

Процес розведення чистої культури в установці повторюють багаторазово до виявлення в дріжджах сторонньої мікрофлори.

Для вирощування ЧКД важливі наступні умови:

- У збірнику розмноження дріжджів повинна зберігатися стерильність. Інфіковані мікроорганізми, що проникли вже неможливо видалити.
- При температурі 20...25 °С дріжджі розмножуються значно швидше, ніж при більш низьких температурах.
- Для розведення ЧКД використовують готове охмелене сусло, так як гіркі речовини впливають на побічну мікрофлору гальмівною дією [12].

У кваліфікаційній роботі будуть використовуватися пивні дріжджі *Sacch. carlsbergensis* раси SafLage W-34/70.

SafLage W-34/70 — це високоякісні лагерні дріжджі низового бродіння, які дозволяють виробляти добре збалансоване пиво з фруктовим і квітковим ароматом, характерною особливістю дріжджів є тонкість смаку. Це спеціально виведений штам зроблений на основі відомого німецького штаму *Weihenstephan* і використовується у всьому світі у виробництві малими, середніми та великими виробниками. Штам підходить для приготування всіх лагерних сортів пива.

Особливість SafLage W-34/70 є осмофільність, що дає змогу зброджувати пивне сусло із високим вмістом цукрів. Також даний штам характеризується широким температурним діапазоном. Температура бродіння може варіюватися від 9 до 16 °С. Низькі температури бродіння дозволяють зменшити кількість діацетилу в пиві, а бродіння лагерних дріжджів при підвищених температурах дозволяють знайти нові аромати у пиві. Характеризують високою зброджувальною здатністю та низьким вмістом залишкового цукру. Високий

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

рівень седиментації та флокуляції дріжджів дозволяє краще та швидше освітлити напій.

Зброджування пивного сусла. Бродіння — це складний процес біохімічного перетворення речовин живильного середовища на нові продукти під дією ферментів деяких мікроорганізмів (пивних дріжджів). Продукти, що утворилися, набувають інших якостей, стають смачнішими і ароматнішими. А мікроорганізми, що набирають все необхідне для свого розвитку і енергію. І за рахунок цього створюють свою біомасу.

Бродіння у пивоварінні ділиться на 2 етапи: головне бродіння, доброджування.

Головне бродіння протікає в кілька стадій. Вони відрізняються один від одного і характеризуються зміною зовнішнього вигляду поверхні бродячого сусла, зміною температури, зниженням екстрактивності сусла і ступенем освітлення молодого пива.

1. *Забіл* — на цій стадії на поверхні сусла утворюється ніжно-біла піна. Триває ця стадія 1...1,5 доби. Їй характерне інтенсивне розмноження дріжджів. Екстракт зменшується на 0,2...0,5% за кожну добу.

Період низьких завитків. У цей час утворюється густа компактна маса піни, яка починає підніматися, посилюється виділення діоксиду вуглецю і хмелевих смол, змінюється забарвлення піни, стаючи жовтуватим-коричневим. Цей період продовжується 2...3 доби, кількість екстракту в суслі зменшується на 0,5...1 %.

Період високих завитків. У цей час стають максимальними температура та інтенсивність бродіння. Ця стадія настає на 3...4-ту добу і триває 3...4 доби. Втрати екстракту становлять 1...1,5 % на добу. Завитки досягають найбільшої висоти, піна стає крихкою, піднімається вгору, кінчики завитків піни і вся поверхня набувають коричневого забарвлення.

Утворення деки (2 доби). Вона характеризується спаданням піни, утворенням пластівців дріжджів і освітленням пива. В цей період зменшується виділення бульбашок CO₂, завитки зникають, поверхня вкривається тонким шаром осілої піни, що називається покрішкою або декою. Завитки опадають протягом двох днів. Екстракт знижується на 0,5...0,2 % за добу. В кінці цієї стадії бродіння одержують молоде пиво [12].

Доброджування. У пивоварінні процес доброджування молодого пива є одним із ключових процесів, який впливає на якість готового пива. На цих стадіях відбувається накопичення діоксиду вуглецю, спирту, альдегідів, естерів, сивушної олії, біологічно-активних речовин, сусло перетворюється на пиво і набуває специфічних йому властивостей. Саме під час бродіння сусла і доброджування пива утворюється так званий «букет пива», завдяки флокуляційній здатності дріжджів до осідання відбувається часткове освітлення молодого пива.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

При доброджуванні відбуваються всі ті самі процеси що і при головному бродінні, але вони сповільнені. При доброджуванні молоде пиво додатково насичується гіркими речовинами хмелю та вивільняється від дріжджів, накопичується CO_2 , дозріває і перетворюється у готовий напій. Основним процесом є спиртове бродіння. Для насичення пива двооксидом вуглецю до стандартної концентрації (0,3...0,35 %) в молодому пиві залишають до 1 % дріжджів і підвищують розчинність CO_2 , знижуючи температуру до 0...2 °C і підвищуючи тиск до 0,03...0,07 МПа.

Після закінчення бродіння дріжджі зсідаються, захопивши у осад білки і гіркі речовини хмелю. Це сприяє освітленню пива і пом'якшенню гіркого смаку. При доброджуванні зменшується вміст альдегідів, збільшується кількість етерів, вищих спиртів і органічних кислот, які збагачують смак і аромат пива.

В промисловості застосовують періодичний, напівбезперервний та безперервний способи головного бродіння.

Напівбезперервний спосіб бродіння. Суть його в тому, що охолоджене сусло надходить у закритий бродильний апарат з мішалкою, в який додають 1 дм^3 дріжджів на 1 дм^3 середовища. Після появи завитків з'єднують перший апарат з другим і розділяють його вміст навпіл. Потім доливають обидва апарати свіжим суслом і аерують. Через 24 год. перший апарат з'єднують із третім і також розділяють вміст навпіл, доливають вміст свіжим суслом, аерують розброджують і так до кінця батареї.

Проте такий спосіб вимагає підвищеної уваги до чистоти обладнання, а у випадку дезінфекції апаратів — продуктивність батареї падає. Крім того, початкова концентрація біомаси може розподілятися нерівномірно, тому логічніше буде з'єднувати не тільки перший апарат, а й другий. Безперервний спосіб. Характеризується постійною подачею поживного середовища в ферментер або батарею з кількох ферментерів.

Спосіб безперервного зброджування сусла в батареї з семи чи дев'яти ферментерів типу ЦКБА. Суть процесу полягає у безперервному бродінні в послідовно поєднаних апаратах. Після заповнення 1-го ферментера зброджуване сусло самопливом надходить у наступний і так до кінця. У ході процесу зброджування видимий екстракт змінюється для 11,5 % пива від 8 % — у першому, 3...2,8 % — в четвертому, до 2,6 % — у сьомому. Вміст спирту відповідно 1,8; 3,2; 3,5 % об. Найвища температура допускається у третьому ЦКБА. В четвертому бродіння в основному закінчується, починається безперервне промивання пива двоокисом вуглецю для видалення продуктів метаболізму дріжджів.

У п'ятому ЦКБА відбувається повне дозрівання, а в шостому і сьомому — повна стабілізація пива. Дріжджі безперервно виводять із п'ятого, шостого та сьомого апарата.

Зрозуміло, що така технологія має також свій головний недолік — великі втрати пива, коли в хоча б одному ЦКБА з'явиться інфекція. Проте загальна

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

тривалість бродіння — доброджування становить лише 7 діб. Продуктивність з 1 місткості ЦКБА при цьому способі підвищується у два рази порівняно з періодичним суміщенням в тих же апаратах.

Найбільш популярним способом періодичного способу зброджування сусла в спеціальних циліндричних апаратах. (ЦКБА), що застосовуються в наш час на більшості пивоварних заводів так як добре себе зарекомендували. Використання ЦКБА — це не тільки їх технічні переваги, але й проведення процесів бродіння — доброджування на якісно високому рівні.

Суть його у тому, що в одному апараті суміщають дві стадії: головне бродіння і доброджування. З першою варкою (освітлене гаряче охмелене сусло) вводять усі або порціями засівні сильнозброджуючі дріжджі (300 г на 1 гл сусла вологістю 75 %). У процесі перекачування сусла, до ЦКБА, його аерують для досягнення показника вмісту кисню не більше 8 мг O_2/cm^3 сусла.

Протягом перших двох діб підтримується температура бродіння від 9...14 °С для досягнення необхідного кінцевого ступеня зброджування. Вона регулюється поясами зовнішніх оболонок із холодоносієм.

За умови досягнення вмісту сухої речовини 3,2...3,5 % апарат шпунтується при надлишковому тиску 0,04...0,07 МПа. Закінчення бродіння визначають за припиненням подальшого зменшення вмісту екстракту протягом 24 год. На 5-ту добу досягають видимої кінцевої масової частки 2,2...2,5 % сухої речовини. Після цього холодоносієм подають в оболонку конусної частини і температура стає рівною 0,5...1,5 °С. У циліндричній частині 3...4 °С зберігається протягом 6...7 діб.

Через 10 діб від початку бродіння проводять перше знімання дріжджів. Перед освітленням — здійснюють друге знімання, а тільки тоді пиво передають на охолодження, сепарування [2].

Отже, порівнюючи кілька режимів приготування пива, можна сказати, що оснащені апарати (періодичної дії) типу ЦКБА дали змогу розширити обсяги виробництва та збільшити економію виробничих площ, підвищити якість виготовленої продукції, скороти тривалості процесу, що значно впливає на економічні показники виробництва.

Під час бродіння дріжджі виділяють в пиво цілий ряд продуктів метаболізму, які зазнають кількісних і якісних змін, частково реагуючи один з одним. Побічні продукти бродіння мають вирішальне значення для якості готового пива, тому їх утворення і розщеплення потрібно розглядати разом з метаболізмом дріжджів. Разом з тим оцінювати ці продукти слід також з позиції пивовара, який за допомогою відомих технологічних прийомів повинен намагатися підтримати їх концентрацію в оптимальних межах.

Розрізняють речовини, що формують «букет» молодого пива (діацетил, альдегіди, сірковмісні речовини). Вони надають пиву нечистий, зелений, незрілий смак і запах і при підвищеній концентрації негативно впливають на

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

якість пива. Ці речовини в ході бродіння і дозрівання можуть бути видалені з пива біохімічним шляхом, в чому і полягає мета дозрівання пива.

Та речовини, що формують «букет» готового пива (вищі спирти, ефіри). Вони значною мірою визначають аромат пива, їх наявність в певній концентрації є передумовою для отримання якісного пива. Ці речовини не можуть бути вилучені з пива технологічним шляхом.

Вищі спирти. Вищі спирти відносяться до речовин, що утворюють «букет» молодого та готового пива. Спиртовий відтінок характеризують як приємний або винний.

Відзначають, що загальна сума вищих спиртів в концентраціях більших 100 мг/дм³ істотно погіршує не тільки смак і аромат, а і корисні властивості пива. Надмірне їх накопичення в пиві утворює квітковий, трав'янистий, картонний присмаки і аромати, а також відтінки гіркоти і цвілі.

Із вищих спиртів, що містяться в пиві, найбільший вплив на формування його аромату мають ізобутанол (2-метилпропанол), 2-метилбутанол (третаміловий, або оптично активний аміловий), ізоаміловий (3-метилбутанол).

Всі вищі спирти володіють характерним запахом і дають складні етери, які набувають приємні, пом'якшені запахи, що впливають на утворення аромату і смаку пива. Зі зміною концентрації деяких речовин запахи змінюються і, входячи в композицію в необхідній кількості, істотно поліпшують загальний аромат.

Регулювання вмісту вищих спиртів. Оскільки більша частина вищих спиртів утворюється на стадії головного бродіння, регулювання їх вмісту здійснюють трьома шляхами: зміною фізико-хімічних показників якості сусла, підбором раси дріжджів і режимів головного бродіння. Зі збільшенням масової частки сухих речовин в початковому суслі вміст вищих спиртів також збільшується. Причому найбільше змінюється концентрація амілового спирту.

Етери оцтової кислоти. До них відносять етилацетат, ізобутилацетат, ізоамілацетат. Найбільший вплив на смак і аромат пива має етилацетат, вміст якого набагато більший інших ефірів. У пиві низового бродіння частка етилацетату становить 30-50 % від загальної кількості ефірів, а в пиві верхового бродіння – 20-40 %.

Етери етилового спирту. До них відносять етиловий етер масляної, молочної, гексанової та деканової кислот. Вони присутні у всіх сортах пива, але найбільш виражені присмаки цих компонентів зустрічаються у пиві верхового бродіння. Це пов'язують із особливістю дріжджів верхового бродіння синтезувати ефіри етилового спирту

Зміна азотистого складу. Під час головного бродіння змінюється зміст азотистих речовин через споживання, а потім виділення їх дріжджовими клітинами, а також освіти білково-поліфенольних комплексів, що випадають в осад при зниженні рН і накопиченні спирту.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Кількість амінокислот сусла при бродінні зменшується пропорційно інтенсивності розмноження дріжджів. В кінці бродіння, коли приріст дріжджів припиняється, кількість амінокислот починає збільшуватися внаслідок утворення амінокислот з білків сусла під дією протеолітичних ферментів дріжджів.

Супутнім процесом є утворення з амінокислот вищих спиртів, які мають великий вплив на смак і аромат пива. Це побічні продукти бродіння. Під дією естераз дріжджів з альдегідів утворюються складні етери. У процесах утворення ефірів також беруть участь вищі спирти і кислоти.

Діацетил (2,3-бутадіон) – найважливіша речовина у формуванні букету готового пива. При перевищенні порогового значення ($0,05 \text{ мг/дм}^3$) він надає пиву неприємний смак – від солодкого до медового, а в дуже великих концентрація має аромат масла.

Він утворюється дріжджами на початку головного бродіння. У стадії доброджування і дозрівання молодого пива кількість діацетилу значно зменшується. Підвищення температури до $12...13^\circ\text{C}$ і витримування протягом доби досягають різкого зниження вмісту діацетилу в пиві. Цей технологічний прийом називають діацетиловою паузою. Діацетил, як і вищі спирти, гальмує розвиток дріжджів у пивонму суслі. Утворенню діацетила сприяють всі технологічні прийоми, що супроводжуються переходом анаеробного процесу в аеробний.

Механізм утворення віцинальних дикетонів. Віцинальні дикетони утворюють з проміжних продуктів біосинтезу амінокислот. Біосинтез діацетилу пов'язаний з синтезом валіна, а 2,3-пентандіона–ізолейцина. Проміжними продуктами на шляху пірувату до валіну є ацетолактат, а на шляху від оксибутирату до ізолейцину – ацетогідроксibuтират. Ці речовини виділяються з дріжджової клітини в сусло, де піддаються спонтанно окислювальному декарбоксилюванню з утворенням діацетила і 2,3-пентандіона, які надалі зазнають різних змін в результаті метаболізму дріжджів.

Дріжджова клітина редукує діацетил до 2,3-бутандіола, а 2,3-пентандіон – до 2,3-пентандіола, в наслідок чого утворюються спирти, які мають високий поріг відчуття і істотно не впливають на аромат пива.

Регулювання вмісту віцинальних дикетонів. На утворення діацетилу впливає швидкість асиміляції валіна, активність алкогольдегідрогенази, активність ацетооксикислоти-синтетази, бродильна активність дріжджів, флокуляційна здатність дріжджів, температура бродіння, амінокислотний склад сусла.

Заходи щодо зниження вмісту діацетилу в пиві під час бродіння і доброджування в ЦКБА

Діацетил є одним з небажаних продуктів бродіння пива, який може надати напою неприємний смак і аромат. Щоб знизити вміст діацетилу в пиві під час бродіння і доброджування в ЦКБА, можуть бути запропоновані наступні заходи:

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

1. Використання правильного штаму дріжджів: Деякі штами дріжджів мають вищу активність в продукції діацетилу, тоді як інші мають більш низьку активність. Використання штаму дріжджів з низькою активністю може допомогти зменшити вміст діацетилу в пиві.

2. Контроль температури: Зміна температури в процесі бродіння може впливати на продукцію діацетилу. Підвищення температури під час бродіння може збільшити вміст діацетилу, тоді як зниження температури може допомогти знизити вміст діацетилу.

3. Додавання діацетил редуктази: Діацетил редуктаза є ферментом, який перетворює діацетил на 2,3-бутиленгліколь, що не має неприємного смаку. Додавання діацетил редуктази може допомогти зменшити вміст діацетилу в пиві.

4. Проведення додаткового періоду доброджування: Після закінчення основного процесу бродіння, можна провести додатковий період доброджування (від 1 до 3 днів) при низькій температурі (біля 4...7 °C), що допоможе знизити вміст діацетилу в пиві.

5. Проведення дегустації пива: Дегустація пива під час процесу бродіння і доброджування може допомогти виявити вміст діацетилу та інших небажаних продуктів бродіння та вчасно прийняти заходи для їх зниження.

6. Забезпечення гігієнічних умов: Гігієнічні умови під час процесу бродіння та доброджування дуже важливі, оскільки недостатнє дотримання гігієни може спричинити контамінацію пива бактеріями, що можуть збільшити вміст діацетилу. Забезпечення належних гігієнічних умов може допомогти знизити ризик забруднення пива бактеріями та зменшити вміст діацетилу.

7. Використання газу CO₂: Використання газу CO₂ для насичення пива після бродіння може допомогти знизити вміст діацетилу в пиві. Газ CO₂ допомагає витіснити діацетил з пива та забезпечує стабільний рівень карбонізації, що зменшує ймовірність збільшення вмісту діацетилу.

8. Проведення ретельного контролю: Ретельний контроль вмісту діацетилу під час процесу бродіння та доброджування допоможе вчасно виявляти надмірний вміст діацетилу та приймати заходи для його зниження. Такий контроль може виконуватися шляхом проведення вимірювання вмісту діацетилу в зразках пива та ретельного моніторингу технологічного процесу.

Загальні заходи для зниження вмісту діацетилу в пиві включають в себе контроль температури, використання правильного штаму дріжджів, додавання діацетил редуктази, додатковий період доброджування, використання належних гігієнічних умов, використання газу CO₂ та проведення ретельного контролю. Всі ці заходи можуть бути застосовані в ЦКБА для зниження вмісту діацетилу в пиві.

Крім того, можна розглянути додаткові заходи для зниження вмісту діацетилу в пиві, такі як використання спеціальних фільтрів та мембран для видалення діацетилу з пива, використання спеціальних дріжджів, які не

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

утворюють діацетилу, та використання мікробіологічних методів для зниження вмісту діацетилу.

У будь-якому випадку, важливо мати ретельний контроль над процесом виробництва пива та забезпечити виконання всіх необхідних заходів для зниження вмісту діацетилу в пиві. Це допоможе забезпечити високу якість пива та задовольнити потреби споживачів.

Окрім того, можна проводити спеціальні аналізи пива під час виробництва та після закінчення бродіння та доброджування для виявлення вмісту діацетилу. Якщо виявляється, що вміст діацетилу в пиві є високим, можна вжити додаткових заходів для його зниження.

Також важливо навчити персонал виробництва користуватись спеціальним обладнанням та знаходити шляхи для покращення якості пива. Наприклад, навчити їх знаходити та виправляти проблеми, які можуть спричиняти збільшення вмісту діацетилу в пиві.

Крім того, можна проводити додаткові дослідження щодо впливу окремих етапів виробництва пива на вміст діацетилу та вивчати можливості впровадження нових технологій для зниження вмісту діацетилу в пиві. Наприклад, можна розглянути використання спеціальних культур дріжджів, які не утворюють діацетилу, або використання спеціальних ферментів для зниження вмісту діацетилу в пиві.

Узагальнюючи, зниження вмісту діацетилу в пиві може бути досягнуте шляхом впровадження різноманітних заходів, таких як контроль температури, використання спеціальних дріжджів, фільтрація та мембранна технологія, а також проведення ретельного контролю виробництва пива та аналізу його якості.

Зміна кислотності (pH). Молоде пиво в порівнянні з вихідним суслом має більш високу кислотність, його рН майже на цілу одиницю нижче. Кислотність підвищує, з одного боку, що утворюється вуглекислий газ, з іншого - органічні кислоти, які є побічними продуктами спиртового бродіння.

Нормальний рН пива знаходиться в межах від 4,4 до 4,0. Встановлено, що при головному бродінні, як тільки сусло, що бродить насичується вуглекислим газом, рН знижується приблизно до 4,4. Подальше зниження відбувається вже не тільки під впливом вуглекислого газу, навіть при перенасичення, але і в результаті утворення органічних кислот.

Кислотність дуже благотворно впливає на смакові якості пива і на його біологічну стабільність. [2]

У пивоварінні процес доброджування молодого пива є одним із ключових процесів, який впливає на якість готового пива. На цих стадіях відбувається накопичення діоксиду вуглецю, спирту, альдегідів, етерів, сивушної олії, біологічно-активних речовин, сусло перетворюється на пиво і набуває специфічних йому властивостей. Саме під час бродіння сусла і доброджування пива утворюється так званий «букет пива», завдяки

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

флокуляційній здатності дріжджів до осідання відбувається часткове освітлення молодого пива.

При доброджуванні відбуваються всі ті самі процеси що і при головному бродінні, але вони сповільнені. При доброджуванні молоде пиво додатково насичується гіркими речовинами хмелю та вивільняється від дріжджів, накопичується CO_2 , дозріває і перетворюється у готовий напій. Основним процесом є спиртове бродіння. Для насичення пива двооксидом вуглецю до стандартної концентрації (0,3...0,35 %) в молодому пиві залишають до 1 % дріжджів і підвищують розчинність CO_2 , знижуючи температуру до 0...2 °C і підвищуючи тиск до 0,03...0,07 МПа.

Після закінчення бродіння дріжджі зсідаються, захопивши у осад білки і гіркі речовини хмелю. Це сприяє освітленню пива і пом'якшенню гіркого смаку. При доброджуванні зменшується вміст альдегідів, збільшується кількість етерів, вищих спиртів і органічних кислот, які збагачують смак і аромат пива [14].

Дозрівання молодого пива. По досягненні кінцевої стадії зброджування пиво охолоджують до температури 0 °C для осадження відпрацьованих дріжджів. Із готового пива знімають дріжджі двох типів: засівні і відпрацьовані. Відпрацьовані (мертвий шар) дріжджі — це нижній шар дріжджів. Його обережно відділяють при зливанні та відправляють на корм тваринам. Засівні дріжджі (середній шар) — це молоді активовані дріжджі. Осілі при бродінні насінні дріжджі знімають, промивають холодною водою і використовують у виробництві. Кожне повторне використання дріжджів називається генерацією. На практиці насінні дріжджі після попередньої підготовки використовуються до 5 генерацій [11].

Фільтрування пива. Мета фільтрування — зробити пиво настільки стійким, щоб у ньому протягом тривалого часу не виникало ніяких видимих змін і воно зберігало свій зовнішній вигляд.

Нефільтроване пиво містить частинки, що викликають помутніння і залишки дріжджових клітин і бактерії, що не відокремилися шляхом седиментації після закінчення основного бродіння. Залежно від ступеня витримки вміст дріжджових клітин в нефільтрованому пиві може складати (приблизно) від 100 000/см³ до 1 000 000/см³, вміст бактерій повинен бути як можна меншим. Велике число бактерій свідчить про поганий санітарний стан пивзаводу, що неприпустимо.

Для фільтрування пива застосовують в основному кізельгурові фільтри декількох типів. Як фільтрувальний засіб використовують кізельгур різного ступеню проникності. Ефективність фільтрування визначається кількістю знайдених мікроорганізмів у відфільтрованому пиві. Названий спосіб фільтрування, за допомогою кізельгурових фільтрів дозволяє понизити кількість дріжджових клітин в 1 дм³ пива з 100 000 000 до 50.

Намивні фільтри — це фільтри, в яких фільтрування відбувається через допоміжну фільтруючу речовину, яка наливається на фільтрувальні перегородки.

Для досягнення гарного фільтрувального ефекту фільтруючий шар наносять в три прийоми:

- основний шар – деаерована вода або пиво, що фільтрується, циркулює фільтр з концентрованою суспензією грубого кізельгуру при надлишковому тиску 2...3 бар. При цьому утворюється стабільний проти зміни тиску основний шар, який перешкоджає попаданню мілкового кізельгуру у фільтрат. Цей основний шар є найважливішим елементом для подальшого нанесення кізельгуру і фільтрування в цілому. Частинки цього шару опираються одна на одну і взаємно перешкоджають своєму подальшому переміщенню. Для основного шару використовують 700...800 г/м² або 70 % кізельгуру, який використовується для попередніх шарів ;

- шар кізельгуру при надлишковому тиску 2...3 бар. При цьому утворюється стабільний проти зміни тиску основний шар, який перешкоджає попаданню мілкового кізельгуру у фільтрат. Цей основний шар є найважливішим елементом для подальшого нанесення кізельгуру і фільтрування в цілому. Частинки цього шару опираються одна на одну і взаємно перешкоджають своєму подальшому переміщенню. Для основного шару використовують 700...800 г/м² або 70 % кізельгуру, який використовується для попередніх шарів.

- запобіжний шар – цей шар також наливається деаерованою водою або пивом, але для нього використовують більш мілкі фракції кізельгуру. Вони затримують муť і знижують закупорювання фільтру. Всього на основні шари із загальною товщиною 1,5...3 мм витрачається 1000 г/м² кізельгуру. Процес триває 10... 15 хв.

Дозування у потік – необхідне для підтримання проникності кізельгуру, тобто і продуктивності фільтра після початку фільтрування на постійному рівні. Постійна продуктивність необхідна, так як стрибки тиску або нерівномірність стікання пива порушують шари нанесені на сита або свічки, і пиво йде мутне. Підвищення різниці тиску повинно відбуватися повільно і рівномірно до досягнення граничного надлишкового тиску 6...8 бар. Витрата кізельгуру складає 6,0...12,0 г/дал пива.

Етап трап-фільтрації один із невід’ємних етапів підготовки пива до розливу. Він виконується відразу після кізельгурової фільтрації. Її основна мета видалення кізельгуру, дріжджів та бактерій, які залишились в напої. Також трап-фільтрації збільшує термін придатності пива від 3 до 5 місяців.

Переваги трап-фільтрації:

- сприяє якісній очистці пива;
- очищає напій від кізельгуру і перешкоджає проходженню непотрібних часток;
- оптимізує процес очищення.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Карбонізація пива. Карбонізація – процес насичення пива діоксидом вуглецю. Розрізняють природню і штучну карбонізацію пива. Природня карбонізація являється процесом, що супроводжується спиртовим бродінням і проходить при головному бродінні і доброджуванні, коли деяка частина газу, що утворилася розчиняється в пиві. Штучна карбонізація здійснюється тоді, коли пиво містить недостатню кількість CO_2 .

Найчастіше карбонізацію пива здійснюють після його фільтрування перед розливом за допомогою спеціальних апаратів-карбонізаторів. Вони бувають стаціонарні і апарати безперервної дії. Будова карбонізаторів може бути різна.

Карбонізатор колонкового типу складається з колонки з решітчастими дисками, який заповнений скляними шариками, збірника пива і фільтра для CO_2 . В нижній частині колонки встановлений розпилювач, який являє собою трубу з невеликими отворами. В верхній частині колонки знаходиться оглядове віконце.

В кришці збірника пива розміщений кран для відведення надлишку CO_2 . На вхідному пивопроводі встановлений манометр і термометр для контролю за правильністю введення процесу карбонізації.

Пиво та CO_2 подають у нижню частину колонки, а насичене пиво виводять зверху й збирають у проміжному збірнику, а потім передають до мірника фільтрованого пива [2].

Витримка пива у форфасах. Освітлене пиво — це рідина в якій великий вміст CO_2 . При переході від спокійного стану до рухомого (транспортування, фільтрування) рівновага-рідина-газ порушується.

Тому для відновлення попереднього стану необхідно освітлене пиво витримати визначений термін під тиском CO_2 завдяки цьому відбувається стабілізація CO_2 в ньому і зберігається раніш досягнутий високий склад якості пива.

В збірнику (форфасі), куди подається фільтроване пиво, повинно бути створений протитиск, краще всього за рахунок діоксиду вуглецю (ізобаричні умови). Використання повітря при наповненні збірника фільтрованим пивом приведе не тільки до втрат пивом CO_2 , але і до насиченню пива повітрям.

Збірник повинен знаходитися в охолоджену приміщення, в якому підтримується температура $0...1\text{ }^{\circ}\text{C}$ або повинен мати охолоджуючу поверхню.

Збірник освітленого пива повинні мати манометри, запобіжні клапани, вакуум-переривачі і нижні люки.

Тривалість витримки від 4...12 год. Наявність форфасів створює покращення в роботі.

Крім того створюються сприятливі умови при роботі автоматів розливу в дві зміни і забезпечує можливість одночасного розливу декількох сортів пива, а також швидкого переключення розливу з одного сорту пива на інший.

Збірник освітленого пива виконує роль мірника, тому він повинен мати мірне скло[11].

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таким чином, запропонована технологія передбачає:

1. Охолодження гарячого сусла, яке виходить із Вірпула, до температури бродіння в двосекційному пластинчастому теплообміннику за допомогою холодоагентів (холодна вода та пропіленгліколь).
2. Насичення сусла киснем через аератора.
3. Розведення чистої культури дріжджів.
4. Зброджування пивного сусла, яке змішують із засівними дріжджами у кількості 0,5 % від об'єму сусла. Тривалість головного бродіння за температури 12 та 21 °С від 5 до 7 діб — до одержання видимого екстракту 2...2,5 %.
5. Доброджування молодого пива.
7. Фільтрація на діатомітовому та трап-фільтрі.
8. Карбонізація пива.
9. Витримка пива у форфасах і передача на розлив.
10. Застосування способів завдяки яким знижується вміст діацетилу в пиві.

					ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.4. Опис апаратурно–технологічної схеми

Із варильного відділення пивне сусло подається у відділення ферментації де розділяється на два потоки. Одна частина сусла подається на двосекційний пластинчатий теплообмінник 1 на охолодження, далі охолоджене сусло поступає через аератор 2 в ЦКБА 8.

Виробнича стадія розведення дріжджів здійснюється на установці, яка складається із стерилізатора-пропагатора 4 і пропагатора 5. Гаряче пивне сусло надходить із варильного відділення спочатку у стерилізатор-пропагатор 4, заповнюючи його до необхідного об'єму. З колби Карлсберга 3 до стерилізатора-пропагатора 4 перекачують чисту культуру дріжджів. Потім розведені дріжджі під тиском стерильного стисненого повітря перекачують в пропагатор 5, додають сусло і продовжують розмноження дріжджів. В процесі розведення суміш дріжджів і сусла інтенсивно перемішують та аерують стерильним повітрям за допомогою аераційного насосу 6. Дріжджі із пропагатора 5 через дозатор дріжджів 7 за допомогою стисненого повітря передають в ЦКБА 8.

Процес бродіння та доброджування відбувається в циліндрично-конічному бродильний апарат 8. Перед подачею пива на фільтрацію знімають дріжджі Щойно зняті дріжджі зберігають у збірнику засівних дріжджів 9 і збірнику надлишкових дріжджів 10 під шаром пиваю

Із ЦКБА 8 молоде нефільтроване пиво відцентровим насосом 17 подається на фільтрування в наливний діатомітовий патронний фільтр 13. Фільтрування пива здійснюють з безперервним додаванням діатомітової суспензії, яка готується в збірнику діатомітового розчину 12 і задається в потік пива. Відфільтроване пиво накопичується у збірнику пива 11, з якого пиво відцентровим насосом подають на трап-фільтр 14. Для відновлення вмісту CO₂ пиво проходить через карбонізатор 15 і далі подається в форфаси 16. Після витримки у форфасах готове пиво подають на розлив.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1. Характеристика проекрованої продукції

За органолептичними і фізико-хімічними показниками дані сорти пива повинні відповідати вимогам ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови» [7], органолептичні та фізико-хімічні показники проектованих сортів пива наведені в табл. 3.2 та 3.3, мікробіологічний контроль наведено в табл. 3.4, гранично допустимі концентрації радіонуклідів — в табл. 3.5.

У таблиці 3.1 наведено рецептури проектованих сортів пива на 100 дм³.

Таблиця 3.1 — Рецептури проектованих сортів пива на 100 дм³

Компоненти	Кількість	
	кг	%
Світле «Faxe Premium» %		
Солод пивоварний світлий ячмінний	23	100
Хміль гранульований	0,149	100
Дріжджі пивоварні	0,03	100
Напівтемне «Faxe Amber»		
Солод пивоварний світлий ячмінний	30	92
Солод пивоварний карамельний ячмінний	4	8
Хміль гранульований	0,7	100
Дріжджі пивоварні	0,03	100
Темне «Faxe Black»		
Солод пивоварний ячмінний світлий	19,0	84,8
Солод пивоварний ячмінний карамельний	4,5	15,2
Хміль гранульований	2,0	100
Дріжджі пивоварні	0,5	100

Таблиця 3.2 — Органолептичні показники якості пива

Найменування показника	Характеристика показника		
	Світле	Напівтемне	Темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень не властивих пиву. Для пшеничного пива допустима опалесценція		
Смак	Світле: чистий, зброджений, солодовий, з хмелевою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Напівтемне: Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмелевою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Темне: Чистий, зброджений, солодовий з вираженим присмаком карамельного або паленого солоду, з хмелевою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків
Аромат	Чистий аромат збродженого солодового напою. Яскраво виражений хмелевий аромат.		
Піноутворення	висота піни, не менше, мм — 30,0 піностійкість не менше, хв — 2,0		

Таблиця 3.3 — Фізико-хімічні показники якості пива

Сорт пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	Кольоровість, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %
Faxe Premium	12,0±0,5	4,8	1,3...5,0	0,56	0,30...0,35
Faxe Amber	13,0±0,5	5,0	1,9...5,0	2,5	0,30...0,33
Faxe Black	14,5±0,5	6,0	1,3...5,0	4,5	0,30...0,35

Таблиця 3.4 — Мікробіологічні показники пива

Найменування показника	Значення показника
Бактерії групи кишкової палички (коліформи), БГКП	Не допускаються в 10 см ³
Кількість мезофільних аеробних та факультативних анаеробних мікроорганізмів, не більше ніж, КУО/ см ³	Не визначається
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела	Не допускаються в 25 см ³
Дріжджові клітини, не більше	2,5 млн в 1 см ³
Кислотоутворюючі бактерії	Не допускається в 1 см ³

Також у вигляді табл. 3.5 наводять гранично допустимий вміст токсичних елементів та радіонуклідів згідно з чинною нормативно-технічною документацією.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк. 30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 — Гранично допустимі концентрації вмісту важких металів, радіонуклідів і миш'яку у пиві

Найменування показника	Допустимий рівень, мг/кг, не більше ніж	Метод випробування
Свинець	0,3	Згідно з ГОСТ 26932
Кадмій	0,03	Згідно з ГОСТ 26933
Ртуть	0,005	Згідно з ГОСТ 26927
Цинк	10,0	Згідно з ГОСТ 26934
Мідь	5,0	Згідно з ГОСТ 26931
Миш'як	0,2	Згідно з ГОСТ 26930
Цезій 137, БК/кг	600,0	Згідно з ГОСТ 26930
Стронцій 90, БК/кг	200,0	Згідно з ГОСТ 26930

В пиві органолептично оцінюють прозорість, колір, смак, аромат, хмelloву гіркоту, насиченість діоксидом вуглецю, піноутворення та піностійкість пива. Максимальна дегустаційна оцінка — 25 балів, яка складається з оцінки прозорості - 3, кольору - 3, смаку - 5, хмelloвої гіркоти - 5, аромату - 4 і піностійкості - 5

Таблиця 3.6 — Загальна балова оцінка якості світлого пива

Оцінка	Загальний бал
Відмінно	22...25
Добре	19...21
Задовільно	13...18
Незадовільно	12 і менше

3.2. Характеристика сировини

Солод, який використовується на виробництві, повинен відповідати вимогам ДСТУ 4282-2004 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови» [8]. Органолептичні показники ячмінного солоду наведені в табл. 3.7, фізико-хімічні показники світлого, карамельного та паленого солоду наведено в табл. 3.8-3.9. Гранично допустимі концентрації вмісту важких металів, радіонуклідів і миш'яку у солоді наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.7 — Органолептичні показники солоду

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

Таблиця 3.8 — Фізико-хімічні показники солоду

Найменування показника	Норма для типів солоду		
	Високої якості	I класу	II класу
	Світлого		
Прохід через сито (2,2×20мм),% не більше	2,0	3,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5
Кількість зерен,%:	90	85	80
- борошнистих, не менше	2,0	4,0	8,0
- склоподібних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0
- темних, не більше			
Вологість,%, не більше	4,0	5,0	5,8
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	80	78,5	76
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелу,%	1,0...1,5	1,6...2,5	не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5
Відношення масової частки розчиненого білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду (число Кольбаха),%	39...41	37...41	...
Розчинний азот у солоді (на сухій основі),%	0,75...0,70	0,69...0,65	0,64...0,55
Тривалість оцукрення, хв, не більше	10	15	25
Лабораторне сусло:			
- Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1моль/дм ³ на 100см ³ води	Не більше 0,18	Не більше 0,23	Не більше 0,40
- Або в одиницях ЕВС	Не більше 3,2	Не більше 4,0	Не більше 6,6
- Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм ³ суслу	0,9...1,1	0,9...1,2	0,9...1,3
- Прозорість (візуально)	Прозора	Прозора	Дозв. незн. опалесц.
- Кінцева ступінь зброджування,%	79...81	75...78	74...70
- В'язкість, МПа за 20°C	1,45...1,54	1,55...1,60	1,61...1,78

Таблиця 3.9 — Фізико-хімічні показники карамельного і паленого солоду

Найменування показника	Норма для типів солоду		
	карамельного		паленого
	I класу	II класу	
Масова частка води (вологість), %, не більше	5,0	6,0	6,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, %, не менше	75,0	70,0	70,0
Кількість карамельних зерен, %, не менше	93,0	25,0	-
Масова частка смітної домішки, %, не більше	0,5	0,5	0,5
Колір (величина Лінтнера - Лн), не менше	20,0	20,0	100,0

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.10 — Гранично допустимі концентрації вмісту важких металів, радіонуклідів і миш'яку у солоді

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

Основні показники хмелю гранульованого згідно з ДСТУ 7028-2009 «Гранули хмелю. Технічні умови» приведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11— Основні показники хмелю гранульованого

Найменування показника	Норма
Базисні норми якості гранул	
Колір	Від світло-зеленого до зеленого на поверхні гранул і на їх зламі
Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислоти), % у сухій речовині	3,5
Вологість, %	Не більше 12
Запах	Чисто хмелевий
Вміст не хмелевих домішок	Не допускається
Наявність плісняви	Не допускається
Вміст золи у сухій речовині, %	Не більше 14
Обмежувальні норми якості гранул	
Колір	Жовто-зелений, зеленувато-жовтий з коричневим відтінком
Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислоти), % у сухій речовині	2,5
Вологість, %	Не більше 12
Вміст золи у сухій речовині, %	Не більше 14
Вміст не хмелевих домішок	Не допускається
Наявність плісняви	Не допускається

Технологічна вода контактує з харчовою сировиною і напівпродуктами в технологічному процесі. Така вода має відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [3]. Вимоги до якості технологічної води для виробництва різних типів пива наведені в табл. 3.12 та 3.13.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк. 33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.12 – Вимоги до якості технологічної води для виробництва різних типів пива]

Назва показника	Оптимальні значення показника		
	За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	Граничні значення показника
Водневий показник (рН)	6,0...7,0	6,0...7,0	6,0...9,0
Жорсткість води загальна, ммоль/дм ³	2...4	не більше 2	не більше 7,0
Кальцій, мг/дм ³	2...4	не більше 2, для запобігання помутнінню	Кальцій та магній в сумі не більше 7,0
Магній, мг/дм ³	Сліди	Сліди	
Співвідношення кальцію до магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
Лужність загальна, ммоль/дм ³	0,5...1,5	Сліди	0,5...6,5
Співвідношення Са до лужності (показник лужності), не менше	1,0	1,0	1,0
Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,1	0,1	0,3
Хлориди, мг/дм ³ , не більше	70	70	150
Сульфати, мг/дм ³ , не більше	150	150	200
Нітрати, мг/дм ³ , не більше	25	25	45
Марганець, мг/дм ³ , не більше	0,05	0,05	0,1
Сірководень, мг/дм ³ , не більше	0	0	0
Алюміній, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	0,5
Цинк, мг/дм ³	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0
Мідь, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	1,0
Окислюваність, мг О ₂ /дм ³ , не більше	2,0	2,0	4,0
Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	500	200	1000
Кисень, мг/дм ³ , не більше	-	0,1	-
Хлор та хлорфеноли	-	Відсутні	-

Таблиця 3.13 — Мікробіологічні показники технологічної води

№ з/п	Назва показника	Оптимальні значення показника	Методика визначення
1	Загальна кількість бактерій в 1 см ³ води, не більше	100	Методичні вказівки. МВ 10.2.1-113-2005.
2	Бактерії групи кишкової палички: Загальні коліформи, КУО/100 см ³	відсутність	Методичні вказівки. МВ 10.2.1-113-2005.
	E.coli, КУО/100 см ³	відсутність	Методичні вказівки. МВ 10.2.1-113-2005.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.14 — Гранично допустима концентрація хімічних речовин, які містяться у воді

Найменування хімічної речовини	Норматив	Метод визначення
Нікель, мг/дм ³ , не більше	0,02	ДСТУ ISO 11885-2005
Хлориди, мг/дм ³	80,0	Згідно ДСТУ 4089
Амоній, мг/дм ³ , не більше	0,5	ДСТУ ISO 6778-2003
Кадмій (Cd), мг/дм ³ , не більше	0,001	ДСТУ ISO 11885-2005
Кобальт (Co), мг/дм ³ , не більше	0,1	ДСТУ ISO 11885-2005
Діоксид хлору, мг/дм ³ , не більше	0,1	ДСТУ ISO 10301-2004
Ціаніди, мг/дм ³ , не більше	0,050	ДСТУ ISO 6703-1:2007

3.3. Характеристика основних та допоміжних матеріалів

Молочна кислота, що використовується для підкислення затору повинна відповідати вимогам ДСТУ 4621-2006 «Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови». Органолептичні та фізико-хімічні показники наведені в табл. 3.15-3.16, а у табл. 3.17 наведено допустимі рівні токсичних елементів.

Таблиця 3.15 — Органолептичні показники кислоти молочної харчової

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора сиропоподібна рідина без осаду та муті
Запах	Слабкий, характерний для молочної кислоти
Смак	Кислий, без стороннього присмаку

Таблиця 3.16 — Органолептичні показники кислоти молочної харчової

Назва показника	Значення показників для сортів		
	вищого	першого	
Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше ніж	40,0±1,0	40,0±1,0	0,0±1,0
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше ніж	37,5	37,5	53,0
Масова частка ангідридів, %, не більше ніж	2,5	2,5	7,0
Колірність, градуси, не більше ніж	6,5	10,0	15,0
Масова частка золи, %, не більше ніж	0,6	1,0	1,2
Масова частка заліза (Fe), %, не більше ніж	0,007	0,014	0,019
Масова частка сульфатів (SO4), %, не більше ніж	0,3	не нормується	
Масова частка хлоридів (CL), %, не більше ніж	0,1	не нормується	
Масова частка редукувальних речовин, %, не більше ніж	1,0	не нормується	
Визначання наявності барію	не допускається	не нормується	
Визначання наявності ціанистоводневої кислоти	витримує випробовування на відсутність		
Визначання наявності фероціанідів	витримує випробовування на відсутність		
Визначання наявності вільної сірчаної кислоти	витримує випробовування на відсутність		

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.17 – Допустимі рівні токсичних елементів у молочній кислоті

Назва токсичного елемента	Допустимі рівні, мг/дм ³ , не більше ніж
Свинець	5,0
Кадмій	0,5
Ртуть	0,1
Миш'як	1,0

Застосовується діоксид вуглецю у харчовій промисловості для виробництва газованих напоїв, зберігання харчових продуктів за безпосереднього або непрямого контакту з ними і повинен відповідати вимогам ДСТУ 4817-2007 «Діоксид вуглецю газоподібний і скраплений. Технічні умови». Фізико-хімічні показники двооксиду вуглецю наведено в табл. 3.18.

Таблиця 3.18 — Фізико-хімічні показники двооксиду вуглецю

Найменування показника	Норма		
	Вищий сорт	1-ий сорт	2-ий сорт
Об'ємна доля двооксиду вуглецю, %, не менше	99,9	99,5	99
Масова концентрація мінеральних масел і механічних домішок, мг/кг, не більше	0,1	0,1	0,1
Наявність сірководню	Відсутній		
Наявність соляної кислоти	Відсутня		
Наявність сірчистої та азотистої кислот і органічних сполук (спиртів, ефірів, альдегідів, органічних кислот)	Відсутні		
Наявність аміаку	Відсутній		
Наявність запаху та смаку	Приємний злегка кислуватий смак при повній відсутності стороннього запаху		
Масова частка води, %, не більше	-	-	0,1
Масова концентрація водяних парів при 20 °С і тиску 101,3 кПа, г/см ³ , не більше	0,037	0,184	0,186
Наявність ароматичних вуглеводів	Відсутні		

Характеристика допоміжних матеріалів наведена в табл. 3.19.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.19 — Характеристика допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Характеристика	Нормативна документація
Кізельгур	Білий порошок щільністю 350 кг/м ³ , пористість не менше 75 %	ТУ У 18.329
Картон для фільтрування	Характеризується високою пропускною здатністю. Має високу ефективність утримання часток розміром від 1...3 мкм і більше.	ДСТУ 7770:2015
Пляшки скляні	Виготовляються з безбарвного, зеленого або коричневого скла	ДСТУ 10117.1:2003
Кронен-пробки	Закупорювальний засіб в вигляді металевого ковпачка корончатої форми з ущільнюючою прокладкою призначений для герметизації пляшок ТУ	ТУ У 25.9-35413712-001:2013
Етикетки	Для пляшок надруковані на папері густиною 70-80г/дм ²	ТУУ 18.295-95

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1. Вихідні дані до розрахунків

Згідно завданню потужність виробництва становить 11,0 млн. дал на рік. Асортимент пива (у % до загального випуску): Світле «Faxe Premium» - 70 %, Напівтемне «Faxe Amber» – 5 % і Темне «Faxe Black» - 25 % (табл. 2.1). Розрахунки виконують за рецептурою на кожен сорт пива (табл. 3.1).

Сировина і основні матеріали мають наступні показники: світлий солод вологістю 5 % та екстрактивністю 78 % від маси сухих речовин; карамельний - 6 % і 72 %. Вологість пивної дробини становить 86 %. Тривалість роботи цеху розливу 238 діб.

Розрахунки виконують з урахуванням втрат на всіх стадіях виробництва пива згідно табл. 4.1.

Таблиця 4.1 — Втрати під час виробництва пива

Найменування втрати	Найменування пива (за масовою часткою сухих речовин у початковому суслі, %)		
	Faxe Premium 12 %	Faxe Amber 13 %	Faxe Black 14,5 %
Солоду під час очищення (від пилу, зернових домішок) % мас., від солоду, що надійшов у варильне відділення	0,1	0,1	0,1
Екстракту: з пивною дробиною, % мас. до маси зернопродуктів	2,2	2,2	1,75
під час охолодження, на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,5	6,3	5,8
У цеху бродіння, % від об'єму холодного сусла	2,2	2,2	2,5
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива, в тому числі під час фільтрування	2,4 1,1	2,4 1,1	2,3 1,1
Під час розливу, % до об'єму пива у: пляшки (за вирахуванням поверненого пива) кеги (так само як у пляшки)	2,5 0,5	2,5 0,5	2,5 0,5
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до готового пива)	12,1	12,8	12,0
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у варильному цеху, приведеного до температури 20 °С, до готового пива), % від об'єму сусла, приведеного до температури 20 °С	8,4	9,2	8,3

4.2. Продуктові розрахунки

Faxe Premium. Готується із: солод світлий — 100 %.

При поліровці солоду втрати складають 0,1 % від його маси, або $100 \cdot 0,001 = 0,1$ кг.

Після поліровки солод подається на подрібнення:

світлого солоду $100 - 0,1 = 99,99$ кг;

При вологості світлого солоду 5 % кількість СР буде:

в світлому солоді $99,99 \cdot (1 - 0,05) = 94,99$ кг

Всього кількість СР в сировині, яка поступає на подрібнення, буде 94,99 кг.

При екстрактивності світлого солоду 78% від маси СР на затирання надходить:

зі світлим солодом $94,99 \cdot 0,78 = 74,1$ кг;

Всього в сировині міститься 74,1 кг.

Екстрактивних речовин (при втраті в дробині 2,2 %) в сусло переходить $74,1 \cdot (1 - 0,022) = 72,5$ кг.

В дробині залишається сухих речовин: $99,99 - 72,5 = 27,49$ кг.

Faxe Amber. Готується із: солод світлий - 95 %, карамельний солод - 5 %.
При поліровці солоду втрати складають 0,1 % від його маси, або $95 \cdot 0,001 = 0,095$ кг.

Карамельний солод не полірується. Після поліровки солод подається на подрібнення:

світлого солоду $95 - 0,095 = 94,9$ кг;

При вологості світлого солоду 5 % і карамельного солоду 6 % кількість СР буде:

в світлому солоді $94,9 \cdot (1 - 0,05) = 90,16$ кг

в карамельному солоді $5 \cdot (1 - 0,06) = 4,7$ кг.

Всього кількість СР в сировині, яка поступає на подрібнення, буде $90,16 + 4,7 = 94,86$ кг.

При екстрактивності світлого солоду 78 % і карамельного 72 % від маси СР на затирання надходить:

зі світлим солодом $90,16 \cdot 0,78 = 70,3$ кг;

з карамельним солодом $4,7 \cdot 0,72 = 3,4$ кг.

Всього в сировині міститься $70,3 + 3,4 = 73,7$ кг.

Екстрактивних речовин (при втраті в дробині 2,2 %) в сусло переходить $73,7 \cdot (1 - 0,022) = 72,1$ кг.

В дробині залишається сухих речовин: $94,9 - 72,1 = 22,8$ кг.

Faxe Black. Готується із: солод світлий - 85 %, карамельний - 15 %.

При поліровці солоду втрати складають 0,1 % від його маси, або $85 \cdot 0,001 = 0,085$ кг.

світлого солоду $85 - 0,085 = 84,915$ кг;

карамельного солоду $15 - 0,015 = 14,85$ кг.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При вологості світлого солоду 5 %, темного солоду 5 %:

в світлому солоді $84,195 \cdot (1 - 0,05) = 79,99$ кг

в карамельному солоді $14,85 \cdot (1 - 0,05) = 14,1$ кг.

Всього кількість СР в сировині, яка поступає на подрібнення, буде $79,99 + 14,1 = 94$ кг.

При екстрактивності світлого солоду 78 % і карамельного 72 % від маси СР на затирання надходить:

зі світлим солодом $79,99 \cdot 0,78 = 62,4$ кг;

з карамельним солодом $14,1 \cdot 0,72 = 10,15$ кг.

Всього в сировині міститься $62,4 + 10,15 = 72,55$ кг.

Екстрактивних речовин (при втраті в дробині 2,2 %) в сусло переходить $72,55 \cdot (1 - 0,022) = 70,95$ кг.

В дробині залишається сухих речовин: $94 - 70,95 = 23,05$ кг.

Визначення проміжних продуктів. Вихідними даними для розрахунку кількості проміжних продуктів є величини початкової концентрації сусла і об'ємних втрат по стадіям виробництва пива.

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

«Faxe Premium» - 72,5 кг.

«Faxe Amber» - 72,1 кг;

«Faxe Black» - 70,95 кг;

При встановленій концентрації «Faxe Premium» – 12 %; «Faxe Amber» - 14,5 %; «Faxe Black» - 13 % із отриманої кількості екстрактивних речовин отримають сусла:

«Faxe Premium» $(72,5 \cdot 100) / 13 = 557,7$ дм³;

«Faxe Amber» $(72,1 \cdot 100) / 14,5 = 497,2$ дм³;

«Faxe Black» $(70,95 \cdot 100) / 12,5 = 567,6$ дм³.

Об'єм сусла при 20 °С (при відносній густині сусла Faxe Black - 1,0442, Faxe Amber - 1,0569 і Faxe Premium - 1,0526) складає:

«Faxe Premium» $557,7 / 1,0526 = 529,82$ дм³;

«Faxe Amber» $497,2 / 1,0569 = 470,43$ дм³;

«Faxe Black» $567,6 / 1,0442 = 543,57$ дм³.

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

«Faxe Premium» $529,82 \cdot 1,04 = 551,01$ дм³;

«Faxe Amber» $470,43 \cdot 1,04 = 489,25$ дм³;

«Faxe Black» $543,57 \cdot 1,04 = 565,32$ дм³.

Холодне сусло. Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для «Faxe Premium» - 5,5 %, для «Faxe Amber» - 6,4 % та «Faxe Black» - 5,8 % і для від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20 °С.

Таким чином, об'єм холодного сусла складає:

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Faxe Premium» $529,82 \cdot (1 - 0,055) = 500,68 \text{ дм}^3$;

«Faxe Amber» $470,43 \cdot (1 - 0,064) = 440,32 \text{ дм}^3$;

«Faxe Black» $543,57 \cdot (1 - 0,058) = 512,04 \text{ дм}^3$.

Товарне пиво. Втрати товарного пива до об'єму пива при розливі у пляшки складають для всіх найменувань пива 2,5 %, при розливі у кеги - 0,5 %. В цьому випадку середньозведені втрати пива складають:

$$70 \cdot 0,005 + 30 \cdot 0,025 = 0,35 + 0,75 = 1,1 \text{ \%}.$$

Отже, кількість товарного пива буде:

«Faxe Premium» $500,68 \cdot (1 - 0,011) = 495,2 \text{ дм}^3$;

«Faxe Amber» $440,32 \cdot (1 - 0,011) = 435,48 \text{ дм}^3$;

«Faxe Black» $512,04 \cdot (1 - 0,011) = 506,4 \text{ дм}^3$.

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

«Faxe Premium» $551,01 - 495,2 = 55,84 \text{ дм}^3$;

«Faxe Amber» $489,25 - 435,48 = 53,77 \text{ дм}^3$;

«Faxe Black» $565,32 - 506,4 = 58,92 \text{ дм}^3$.

або у % до об'єму гарячого сусла:

«Faxe Premium» $(55,84 \cdot 100) / 551,01 = 10,14 \text{ \%}$;

«Faxe Amber» $(53,77 \cdot 100) / 489,25 = 10,99 \text{ \%}$;

«Faxe Black» $(58,92 \cdot 100) / 565,32 = 10,41 \text{ \%}$.

Визначення витрат хмелю

Хміль. За рецептурою прийнято використовувати 100 % гранульованого хмелю з вмістом α -кислоти 9 %. За встановленими нормами витрати хмелю на 1 дал пива будуть.

Світле «Faxe Premium». На 1 дал необхідно 0,2 г α -кислоти, а на 55,1 дал - 11, г або 0,011 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % потрібно - 0,033 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю потрібно $0,0165 \cdot 100 / 9 = 0,18 \text{ кг}$, а хмелевого екстракту $0,0165 \cdot 100 / 51,9 = 0,03 \text{ кг}$.

Напівтемне «Faxe Amber». На 1 дал необхідно 0,32 г α -кислоти, а на 48,9 дал - 15,62 г або 0,01562 кг. Так, як вихід гірких речовин 31 %, то на 100 % необхідно 0,05 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю необхідно $0,025 \cdot 100 / 9 = 0,28 \text{ кг}$.

Темне «Faxe Black». На 1 дал необхідно 0,2 г α -кислоти, а на 56,5 дал - 11,3 г або 0,01133 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % необхідно - 0,04 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю потрібно $0,02 \cdot 100 / 9 = 0,22 \text{ кг}$ на 1 дал сусла.

Визначення кількості відходів

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % визначається множенням кількості СР, що залишились в дробині, на коефіцієнт $100 / (100 - 86) = 7,14$. Кількість пивної дробини при варці сусла пива:

«Faxe Premium» - $27,49 \cdot 7,14 = 196,28 \text{ кг}$;

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Faxe Amber» - $22,08 \cdot 7,14 = 157,65$ кг;

«Faxe Black» - $23,05 \cdot 7,14 = 164,58$ кг.

Надлишкові дріжджі. Витрати дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦБА - $1,53 \text{ дм}^3$.

Половина надлишкових дріжджів використовують як засівні, а інша - є відходом. Кількість дріжджів, яка йде на відходи, визначають множенням кількості товарного пива в дм^3 на 0,01 і складають:

«Faxe Premium» $495,2 \cdot 0,01 = 4,95 \text{ дм}^3$;

«Faxe Amber» $435,48 \cdot 0,01 = 4,35 \text{ дм}^3$;

«Faxe Black» $506,4 \cdot 0,01 = 5,06 \text{ дм}^3$.

Діоксид вуглецю. Із рівняння спиртового бродіння виходить, що із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджений екстракт являє собою мальтозу, то можна підрахувати кількість діоксиду вуглецю, що утворюється таким чином. В бродильне відділення поступило холодного сусла пива:

«Faxe Premium» $500,68 \cdot 1,0526 = 527,02 \text{ дм}^3$;

«Faxe Amber» $440,32 \cdot 1,0569 = 464,93 \text{ дм}^3$;

«Faxe Black» $512,04 \cdot 1,0442 = 534,67 \text{ дм}^3$.

В ньому міститься екстрактивних речовин:

«Faxe Premium» $527,02 \cdot 0,13 = 68,51$ кг;

«Faxe Amber» $464,93 \cdot 0,145 = 67,41$ кг;

«Faxe Black» $534,67 \cdot 0,125 = 66,84$ кг.

При дійсній степені зброджування «Faxe Black» утворюється діоксиду вуглецю 51,4 %, «Faxe Amber» - 55 % і «Faxe Premium» - 47,5 %

«Faxe Premium» $68,51 \cdot 0,475 \cdot (176/342) = 16,59$ кг;

«Faxe Amber» $67,41 \cdot 0,55 \cdot (176/342) = 18,9$ кг;

«Faxe Black» $66,84 \cdot 0,514 \cdot (176/342) = 17,52$ кг.

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

«Faxe Premium» $527,02 \cdot 0,0035 = 1,84$ кг;

«Faxe Amber» $464,93 \cdot 0,0035 = 1,63$ кг;

«Faxe Black» $534,67 \cdot 0,0035 = 1,87$ кг.

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

«Faxe Premium» $16,59 - 1,84 = 14,74$ кг;

«Faxe Amber» $18,9 - 1,63 = 17,27$ кг;

«Faxe Black» $17,52 - 1,87 = 15,65$ кг.

Маса 1 м^3 діоксиду вуглецю при 20°C і тиску 0,1 МПа складає 1,832 кг. Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

«Faxe Premium» $14,74 \cdot 1,832 = 27,0 \text{ м}^3$;

«Faxe Amber» $17,27 \cdot 1,832 = 31,64 \text{ м}^3$;

«Faxe Black» $15,65 \cdot 1,832 = 28,67 \text{ м}^3$.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість утилізованого діоксиду вуглецю, який виділяється при головному бродінні на 1 дал пива:

«Faxe Premium» $14740/52,702=279,68$ г;

«Faxe Amber» $17270/46,493=371,45$ г;

«Faxe Black» $15650/53,467=292$ г.

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

Зведена таблиця розрахунку продуктів. Наведеними розрахунками для кожного найменування пива визначена кількість проміжних продуктів, готового пива і відходів, які отримують із 100 кг зернової сировини. При перерахунку на 1 дал пива кількість кожного продукту ділять на кількість пива (дал), яке отримано з 100 кг зернопродуктів. Річну кількість продуктів визначають множенням кількості продуктів на 1 дал на річний випуск пива. Отримана кількість продуктів на 1 дал пива та річний випуск продукції зведена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 — Зведена таблиця розрахунку продуктів

Продукти	Світле «Faxe Premium»			Напівтемне «Faxe Amber»			Темне «Faxe Black»			Всього
	100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 2,75 млн. дал	100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 0,55 млн. дал	100 кг зернової сировини	на 1 дал пива	на 7,7 млн. дал	на 11 млн дал
Зернова сировина, кг,										
світлий солод	99,98	2,22	6105000	95	3,07	1683000	85	2,1	16170000	23958000
карамельний	-	-	-	4,98	0,13	71500	-	-	-	71500
солод	-	-	-	-	-	-	14,98	0,22	1694000	1694000
Всього, кг	100	2,22	6105000	100	3,2	1787500	100	2,78	21406000	25723500
Хміль гранульований гіркий	7,68	0,18	495000	12,1	0,28	15400000	12,2	0,22	1694000	17589000
Проміжні продукти, дм ³ :										
гаряче сусло	557,7	12,4	34100000	497,2	15,8	86900000	567,6	13,4	10310000	45279000
холодне сусло	500,68	11,13	30607500	440,32	14,02	771100	512,04	11,91	910700	12338850
товарне пиво	495,2	11	3025000	435,48	13,87	762850	506,4	11,78	9070600	10135950
Відходи:										
пивна дробина, кг	196,28	4,36	11990000	157,65	5,02	2761000	164,58	3,8	23260000	38011000
надлишкові дріжджі, дм ³	4,95	0,11	302500	4,35	0,14	77000	5,06	0,12	924000	1303500
діоксид вуглецю,	14,74	0,33	907500	17,27	0,55	302500	15,65	0,37	284900	1494900
відходи від полірування, кг	0,1	0,0022	6050	0,095	0,003	1650	0,085	0,002	15400	23100

4.3. Розрахунки допоміжних матеріалів

Пляшки. Приймаємо, що в пляшки місткістю 0,5 дм³ розливають пива «Faxe Black» 25 %, «Faxe Amber» 5 % і «Faxe Premium» 70 %.

За умови, що 11 млн. дал пива розливають в пляшки місткістю 0,5 дм³

Отже, потрібна кількість пляшок місткістю 0,5 дм³:

$$N_{\text{пл.заг}} = 11\,000\,000 \cdot 100 / 0,5(100 - 3,09) = 22,70 \text{ млн пляшок};$$

де 3,09 — бій пляшок при зберіганні, митті та розливі, %.

$$N_{\text{пл.нов}} = 11\,000\,000 \cdot (5 + 3,09) / (100 \cdot 0,5) = 1,77 \text{ млн пляшок};$$

де 5 — кількість пляшок, які не повертаються від населення, %;

де 3,09 — бій пляшок при зберіганні, митті та розливі, %.

$$N_{\text{пл.об}} = 11\,000\,000 / (0,5 \cdot 40) = 550 \text{ тис. пляшок.}$$

де 40 — кількість обертів пляшок у рік.

Ящики. В стандартні ящики укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм³. Для укладання всієї продукції з урахуванням 2 % зносу необхідно ящиків для пляшок

$$22,7 / 20(1 - 0,02) = 1,15 \text{ млн. ящиків.}$$

Необхідно врахувати, що 90 % ящиків є оборотними, тому нових ящиків необхідно

$$1,15 \cdot (100 - 90) / 100 = 0,115 \text{ млн шт.}$$

Необхідність в ящиках при 40 оборотах на рік складає пляшок

$$22,7 / (40 \cdot 20) = 0,0283 \text{ млн шт. або } 2,83 \text{ тис шт.}$$

Кронен-пробки і етикетки для пляшкової і кегової продукції. За нормами витрат на 1 дал пива необхідно 104,5 % кронен-пробки і 103 % етикеток від кількості пляшок готової продукції і в середньому 20,9 етикеток, що необхідно на річний випуск продукції:

$$\text{кронен-корок } 32,3 \cdot 1,045 = 33,75 \text{ млн шт.};$$

$$\text{етикеток } 32,3 \cdot 1,03 = 42,0 \text{ млн шт.}$$

Миття пляшок. В середньому луку витрачається із розрахунку 1000-1100 кг на 1 млн. пляшок продукції. На річний випуск продукції необхідно луку

$$32,3 \cdot 1100 = 35530 \text{ кг.}$$

Клей декстрин для наклейки етикеток на пляшки. На наклеювання етикеток на пляшки місткістю 0,5 дм³ витрачають 5,5 г на 1 дал пива. На річний випуск пива в пляшках місткістю 0,5 дм³ необхідно декстрину

$$22,7 \cdot 0,275 / 1000 = 62,43 \text{ кг.}$$

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

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 4.3 — Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Тара і допоміжні матеріали	Кількість допоміжних матеріалів та тари на	
	добу	рік
Пляшки, млн. пляшок:		
загальна кількість	0,063	22,7
нові	0,005	1,77
оборотні	0,0015	0,55
Ящики, млн. ящиків:		
загальна кількість	0,003	1,15
нові	0,0003	0,115
оборотні	0,00007	0,0283
Кронен-пробки, млн. шт. :		
на пляшки	0,09	33,75
Етикетки, млн. шт.:		
на пляшки	0,115	42
Каустична сода, кг	97,34	35530
Клей декстрин, кг:		
пляшки	0,17	62,43

5. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунки кількості та підбір технологічного й допоміжного обладнання, за допомогою якого реалізується технологічний процес виконують за виробничою потужністю, прийнятою технологічною схемою, результатами продуктових розрахунків, матеріальними балансами та потужністю серійного обладнання. Під час підбору обладнання перевагу віддають сучасному обладнанню, яке виробляється серійно, максимально задовольняє технологічні вимоги та відповідає своєю продуктивністю фактичній потужності операції.

Потужність заводу (Q) складає 11 000 000 дал пива на рік. Із них 7 700 000 дал — світле «Faxe Premium», 550 000 дал — напівтемне «Faxe Aber» та 2 750 000 дал — темне «Faxe Black».

Пластинчастий теплообмінник. Для охолодження суслу приймаємо до установки пластинчастий двохсекційний теплообмінник Alfa Laval робочий об'єм якого 4,1 дм³/год.

Циліндрично-конічний бродильний апарат. Процес бродіння та доброджування ведеться в одному апараті ЦКБА, з урахуванням заповнення, звільнення та санітарної обробки апарату, а також за сортами пива «Faxe Premium», - 18 доба, «Faxe Aber» - 20 діб, «Faxe Black» - 22 доби. В середньому тривалість бродіння складає 20 діб.

ЦКБА підбирають згідно з тривалістю циклу для пива. Загальну кількість апаратів розраховують за формулою:

$$N = \frac{n T_{\text{вар}} \sum T_{\text{ц}}}{T_{\text{бр}} K} + 1 = \frac{2 \cdot 323 (18 \cdot 0,4 + 20 \cdot 0,4 + 22 \cdot 0,4)}{338 \cdot 2} = 22,9 + 1 = 23,9 \approx 24 \text{ шт}$$

n = 2 - кількість заторів за добу; T_{вар} = 323 і T_{бр} = 338 - кількість робочих діб на рік відповідно відділень варильного і ферментації; T_ц - тривалість одного циклу апарату для різних сортів пива, діб; K = 2 - коефіцієнт кратності, що враховує кількість заторів, сусло з яких надходить в один апарат бродіння; 1 - резервний ЦКБА, шт.

$$V_{\text{ЦКБА.кор}} = \frac{Q K_{\text{вт}}}{N Z_{\text{сер}}} = \frac{11000000 \cdot 1,05}{14 \cdot 24} = 34\,375 \text{ дал,}$$
$$Z_{\text{сер}} = \frac{T_{\text{бр}}}{\sum T_{\text{ц}}} = \frac{338}{(18 \cdot 0,4 + 20 \cdot 0,4 + 22 \cdot 0,4)} = 14,08 \approx 14 \text{ обертів}$$

При коефіцієнті заповнення ЦКБА 0,85 його загальний об'єм становитиме

$$V_{\text{ЦКБА.заг}} = V_{\text{ЦКБА.кор}} / 0,85 = 34375 / 0,85 = 40441,2 \approx 4040 \text{ дал} = 40 \text{ м}^3.$$

Для зберігання фільтрованого пива приймаємо форфаси місткістю 40 м³. Кількість збірників дорівнює кількості ЦКБА.

Відцентровий насос. Відповідно до режиму варки суслу з хмелем перекачка охмеленого суслу із суслу варильного апарату йде на протязі 30 хвилин. Об'єм суслу, однієї варки складає 2000 л. Отже, із одної варки отримуємо суслу:

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$V_{\text{сусл}} = 980 \cdot \frac{2000}{100} = 196000 \text{ дм}^3.$$

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

$$Q_{\text{сусл.насоса}} = 196000 \cdot \frac{60}{30} = 392\,000 \text{ дм}^3/\text{год}.$$

Обладнання дріжджового відділення.

Ємності для надлишкових дріжджів. Для зливання засівних та надлишкових дріжджів використовується дріжджанка.

$$N = \frac{aQZ}{V\tau\gamma n} = \frac{1,8 \cdot 130 \cdot 16}{30 \cdot 16 \cdot 1 \cdot 1} = 7,8 \text{ шт} \approx 8 \text{ шт}$$

де N - необхідна кількість апаратів, машин, резервуарів, шт.; а - коефіцієнт нерівномірності надходження сировини на переробку; Q - кількість сировини чи напівпродуктів, що переробляється за добу, дал; Z - тривалість робочого циклу апарату або ємності, год; V - місткість або повний (геометричний) об'єм апарату/резервуару, дал; τ - тривалість роботи обладнання на добу, год.; γ - коефіцієнт використання обладнання; n - кількість робочих змін на добу.

Для розведення чистої культури дріжджів (ЧКД) на виробництві приймаємо 1 установку Грейнера, у яку входить колба Карлсберга, стерилізатор та пропагатор.

Висота : $H = 1,4 \cdot 1,66 = 2,32$ м циліндричної частини, а висота конічної буде дорівнювати: $h = 0,2 \cdot 1,66 = 0,33$ м.

Обладнання фільтрувального відділення.

Кільзельгуровий фільтр. Для освітлення пива приймаємо кільзельгуровий фільтр TFS 700 фірми "Krones AG", фільтр ПВПП фірми "Steinecker" та трап-фільтр фірми "Steinecker" потужністю 2600 дал/год,

Кількість кільзельгурових фільтрів для освітлення пива добового обсягу виробництва становить:

$$N = V_{\text{сус.д}}/Q_{\text{філ}} = 42000/20800 = 2,02 \text{ шт.}$$

Загальна кількість кільзельгурових фільтрів – 2 шт.

Кількість трап-фільтрів для освітлення пива добового обсягу виробництва становить:

$$N = V_{\text{сус.д}}/Q_{\text{філ}} = 42000/20800 = 2,02 \text{ шт.}$$

Загальна кількість трап-фільтрів – 2 шт.

Для насичення пива діоксидом вуглецю приймаємо карбонізатори Ш4-ВКП-12 потужністю 2000 дал/год.

$$N = V_{\text{сус.д}}/Q_{\text{карб}} = 42000/16000 = 2,6 \text{ шт} \approx 3 \text{ шт}$$

Загальна кількість карбонізаторів – 3 шт.

Характеристика обраного обладнання наведена в таблиці 5.1.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 5.1 — Характеристика технологічного та допоміжного обладнання

№	Номер позиції на апаратурно-технологічній схемі	Назва, тип (марка) обладнання	К-ть	Технічна характеристика обладнання	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	8	ЦКБА	24	Місткість – 40 м ³ . Ізоляція – 150 мм. Робочий тиск – 0,3 МПа. Габаритні розміри: 3000×18000 мм	—	—	Holvrieka, Нідерланди
2	1	Теплообмінник АС16	1	Потужність – 4,1 м ³ /год. Максимальна кількість пластин – 60. Маса – 2,67 кг.	60	8	Alfa Laval
3	9	Збірник засівних дріжджів	4	Габаритні розміри: 1500×3000 мм	—	—	Krones AG, Німеччина
4	11	Збірник надлишкових дріжджів	4	Габаритні розміри: 1500×3000 мм	—	—	Krones AG, Німеччина
6	17	Насос відцентровий	1	Потужність – 20 м ³ /год. Габаритні розміри: 1280×420×680 мм	5	8	Alfa Laval
7	12	Кісельгуровий фільтр TFS 700	2	Потужність – 26 м ³ /год. Кількість свічок – 37. Габаритні розміри 1100×4100 мм	11	8	Krones AG, Німеччина
9	14	ТРАП-фільтр	2	Габаритні розміри 1000×4000 мм	9	8	Steinecker, Німеччина

6. ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технологічний контроль – це основний засіб спостереження за таким веденням технологічних процесів пивоварного виробництва, яке б забезпечило поліпшення якості пива та зниження собівартості.

Правильно організований постійний контроль технологічних процесів у виробництві пива дає можливість удосконалювати технологію, випускати високоякісну продукцію, яка відповідала б показникам діючих стандартів (ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови»).

Ефективний контроль виробництва забезпечує випуск високоякісної і стандартної продукції при найменшій затраті сировини і допоміжних матеріалів. Висока технічна культура виробництва не можлива без правильно організованого контролю.

Перевірки якості вхідної сировини, допоміжних матеріалів та готової продукції, дотримання точності виконання технологічних режимів з оптимальними параметрами здійснює заводська лабораторія. Схема технологічного контролю пивоварного виробництва відповідна до технологічного процесу [15].

Схеми технохімічного та мікробіологічного контролю у відділенні ферментації наведено у табл. 6.1 і 6.2.

Таблиця 6.1 — Схема технохімічного контролю у відділенні ферментації

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Вода на технохімічні потреби	Основні лінії подачі води до виробничих приміщень	Водневий показник, одиниці рН	рН-метр	6...7	Раз у місяць	змінний хімік
		Запах, бали при 20 °С: при 60 °С:	Органолептично	Не більше 2,0	Раз у місяць	змінний хімік
		Смак та присмак, бали	Органолептично	Не більше 2,0	Раз у місяць	змінний хімік
		Забарвленість, градуси	Візуальна калориметрія	Не більше, 20°	Раз у місяць	змінний хімік
		Загальна жорсткість, ммоль/куб.дм	Титрування	Не більше 7,0	Раз у місяць	змінний хімік
Охолоджене сусло	Теплобмінник	Водневий показник, одиниці рН	рН-метр	Не більше, 5,8	Кожна партія	змінний хімік
		Температура	Термометр	Залежно від способу бродіння	Кожна партія	змінний хімік
		Вміст сухих речовин	Цукромір	Згідно рецептури	Кожна партія	змінний хімік
ЧКД	Пропагатор	Кількість дріжджових клітин у 1см ³	Мікроскопування	не менше 80 млн. клітин	2...3 рази на добу	Мікробіолог

		Кількість сторонньої мікрофлори	Мікроскопування	не допуска-ються	2...3 рази на добу	Мікробіолог
		Кількість мертвих клітин	Мікроскопування, забарвлення препаратів	Не більше, 10%	2...3 рази на добу	Мікробіолог
Головне бродіння	ЦКБА	Температура	Термометр	Залежно від способу бродіння	Кожна партія	Технолог
		Вміст сухих речовин	Цукромір	Згідно рецептури	Кожна партія	Технолог
		CO ₂	Показ манометра	0,6...1,1 бар	Кожна партія	Технолог
Доброджування та дозрівання пива	ЦКБА	Температура	Термометр	Залежно від способу бродіння	Кожна партія	Технолог
		Вміст сухих речовин	Цукромір	Згідно рецептури	Кожна партія	Технолог
		CO ₂	Показ манометра	0,6...1,1 бар	Кожна партія	Технолог
Готове пиво	ЦКБА	Масова частка сухих речовин, %	Цукромір	Згідно рецептури	Кожна партія	Змінний хімік
		Масова частка спирту, не менше %	Перегонка	2,0...7,9	Кожна партія	Змінний хімік
		Кислотність	Титрування	1,4...2,8	Кожна партія	Змінний хімік
		pH	pH- метр	0,4...1,8	Кожна партія	Змінний хімік
		Масова частка діоксиду вуглецю, не менше, %	Прилад для вимірювання CO ₂	0,3	Кожна партія	Змінний хімік

Головним завданням мікробіологічного контролю харчових виробництв є забезпечення випуску доброякісної та безпечної продукції. Як і в усіх випадках проблем здоров'я та безпеки, профілактика є найбільш бажаним варіантом. Її вважають першою лінією оборони проти зараження харчових продуктів сторонньою мікробіотою. Головним принципом профілактики є інформованість про цю потенційну загрозу.

Основними показниками мікробної забрудненості є загальна кількість мікроорганізмів на одиницю їх поверхні (МАФМ) і наявність на них санітарно-показових мікроорганізмів як показників фекального забруднення.

Для окремих харчових виробництв є свої схеми мікробіологічного контролю, в яких визначено його об'єкти, місця відбирання проб, періодичність контролю й указано мікробіологічні показники, які необхідно визначати, і їх допустимі значення.

Мікробіологічний контроль буде дієвим і сприятиме покращенню роботи підприємства тільки в тому випадку, якщо він здійснюватиметься одночасно із санітарно-гігієнічним контролем.

Призначенням санітарно-гігієнічного контролю є виявлення патогенних мікроорганізмів. Можливу їх наявність визначають за наявністю санітарно-показових мікроорганізмів.

Контроль містить перевірку чистоти води, повітря виробничих приміщень, харчових продуктів, санітарного стану технологічного обладнання, тари, гігієнічного стану персоналу. Він проводиться як у мікробіологічній

					ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лабораторії підприємства, так і санітарно-епідеміологічними станціями за затвердженими методиками [15].

Схема мікробіологічного контролю у відділенні ферментації наведено в табл. 6.2 [2].

Таблиця 6.2 — Схема мікробіологічного контролю у відділенні ферментації

Об'єкт контролю	Точка відбору проб	Контрольований показник	Метод аналізу	Допустима кількість мікро-організмів	Періодичність контролю	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Вода	Основні лінії подачі води до виробничих приміщень	Загальне мікробне число (ЗМЧ) БГКП	Згідно з Методичними вказівками МВ 10.10.2.1-071-00. Санітарно-паразитологічні дослідження води питної.	Не більше 100 в 1 см ³ Не більше 3 в 1 см ³	1 раз на місяць	Мікробіолог
Охолоджене сусло	До та після теплообмінника	Наявність помутнінь	Стійкість суслу	Стійкість не менше 5 діб	Кожна партія	Мікробіолог
	До та після теплообмінника	КМАФАнМ Дикі дріжджі БГКП	мембранна фільтрація або глибинний посів на щільні середовища	Не більше 300 в 1 см ³ Відсутні в 1 см ³ Відсутні в 1 см ³	Кожна партія	Мікробіолог
	Зі стерилізатора після охолодження (при розведенні ЧК)	КМАФАнМ Дріжджі Кислотоутворюючі бактерії	Глибинний посів	Відсутні Відсутні Відсутні	Кожна партія	Мікробіолог
ЧКД	Зі збірників дріжджів,	Мертві дріжджі	Мікроскопування	Відповідає расі Не більше 5%	Щоденно в процесі зберігання	Мікробіолог
		МКБ Кислотоутворюючі Дикі дріжджі	Поверхневий посів на щільні середовища	Відсутні Не більше 100 в 1 см ³	Кожна партія	Мікробіолог
				Відсутні	Кожна партія	Мікробіолог
	З бродильних апаратів, з апаратів доброджування, з ЦКБА	Кількість дріжджових клітин в 1 см ³	Мікроскопування	Менше 1%	1 раз на цикл роботи	Мікробіолог
Готове фільтроване пиво	З лінії розливу	МАФАМ	Глибинний посів	Не більше 500	Кожна партія	Мікробіолог
		Кислотоутворюючі бактерії	Мембранна фільтрація	Не більше 100 в 1 см ³	Кожна партія	Мікробіолог
		БГКП	Посів у рідке середовище або мембранна фільтрація	Відсутні в 3...10 см ³ залежно від сорту пива	Кожна партія	Мікробіолог

Повітря в цеху	Повітря в цеху	МАФАМ	Метод седиментації	Не більше 500 в 1м ³ Відсутні	При розведенні ЧКД	Мікробіолог
Обладнання	Технологічне обладнання	МАФАМ БГКП	Глибинний посів або мембранна фільтрація	Не більше 100 Не більше 100 Відсутні	1 раз в 2 тижні	Мікробіолог

Таблиця 6.3 — Метрологічне забезпечення технологічного процесу

№	Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умов	Межі вимірювання	Клас точності, допустимі похибки
1	2	3	4	5
1	pH пивного сусла та готового продукту	pH-метри загального призначення згідно ДСТУ 9021:2020 pH-метри та іономіри лабораторні	1...14 pH	$\Delta = \pm 0,01$ pH.
2	Визначення густини сусла	Ареометри загального призначення та інші Забезпечуючі вимірювальні прилади за Вказаними метрологічними параметрами	1000...1500 кг/м ³	0,001 кг/м ³
3	Визначення температури бродіння сусла	Електроконтактні термометри	0...100°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$
4	Об'ємна частка спирту	Багатофункціональний прилад для вимірювання складу рідини Anton Paar	0...18 % об	$\pm 0,1 \%$
5	Густина пива		0,9...1,2 г/см ³	$\pm 0,1 \%$
6	Калорійність пива		0...295 ккал/100 мл	$\pm 0,1 \%$
7	Вміст екстрактивних речовин в початковому суслі		0...70 %	$\pm 0,1 \%$
8	Дійсний вміст екстрактивних речовин у пиві		0...70 %	$\pm 0,1 \%$
9	Колір пива		0...100 EBC	$\pm 0,1 \%$
10	Вміст CO ₂ у готовому продукті	Манометр та інші прилади що забезпечують вимірювання за вказаними метрологічними параметрами	0..450 кПа	Клас точності 2
11	Вологість хмелю та солоду	Ваги типу ВДР-1, сушильна шафа СП-50С та інші, що забезпечують вимірювання за вказаними метрологічними параметрами	До 20 %	$\pm 0,1 \%$

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

На всіх підприємствах «Оболонь» працює близько 7000 осіб, при чому на головному заводі компанії в мсті Києві - понад 3000 осіб. Діяльність компанії спрямована на розвиток професіоналізму своїх працівників, покращення умов праці та гарантування соціального захисту. З цією метою ПрАТ «Оболонь» впровадила та сертифікувала систему управління охороною здоров'я та безпекою охороною здоров'я та безпекою праці OHSAS 18001:2006.

Організацією охорони праці на ПрАТ «Оболонь» підприємстві займається інженер з охорони праці, що базується на чинних законах України:

1. Конституція України;
2. Закон України „Про охорону праці“;
3. Кодекс законів про працю;
4. Державні нормативні акти з охорони праці;
5. Закону "Про пожежну безпеку".

Заходи щодо запобігання нещасним випадкам на виробництві включають: якісний інструктаж та навчання працівників; залучення працівників до роботи за фахом; постійне керівництво та нагляд за роботою; організацію раціональних режимів праці та відпочинку; забезпечення спецодягом та засобами індивідуального захисту та навчання їх використанню; дотримання правил експлуатації обладнання; виробництво відповідно до санітарних, будівельних та протипожежних норм. раціональні архітектурно-планувальні рішення при проектуванні та будівництві будівель.

Для забезпечення належного функціонування системи управління охороною праці на ЗАТ "Оболонь" з 18 жовтня 2007 року проводиться моніторинг стану охорони праці та промислової безпеки.

Моніторинг охорони праці - це систематичний і безперервний контроль за дотриманням вимог нормативних документів з охорони праці в усіх виробничих процесах на кожному робочому місці на всіх рівнях - від робітника до генерального директора фабрики.

Система моніторингу охоплює три рівні контролю виробництва.

Перший рівень контролю здійснюється керівником робіт спільно з відповідальним за охорону праці (позмінно) з метою забезпечення безпеки та гігієни праці на робочому місці.

Другий рівень моніторингу здійснюється комісією (один раз на тиждень), яку проводить керівник структурного підрозділу з метою контролю за якістю виконання першого рівня моніторингу, перевірки керівника робіт щодо забезпечення безпеки та гігієни праці на робочому місці.

Третій рівень моніторингу відстежує якість виконання першого та другого рівнів моніторингу на засіданнях комісій (двічі на місяць), які проводить генеральний директор, де керівники структурних підрозділів перевіряють забезпечення безпеки та гігієни праці на робочих місцях та в установах. Результати презентуються на Днях якості.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Невиконання запланованих заходів, встановлених на трьох рівнях моніторингу, а також недотримання вимог охорони праці та промислової безпеки призведе до позбавлення працівника премії, відповідно до внутрішніх нормативних стандартів, що діють в компанії. Моніторинг не тільки запобігає нещасним випадкам, професійним захворюванням і травмам на робочому місці, а й підвищує ефективність прогнозування та швидкість вирішення проблем безпеки виробництва.

На кожному підприємстві корпорації діє своя система охорони праці [19].

До виконання робіт із підвищеною небезпекою в умовах дії небезпечних і/або шкідливих виробничих факторів допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли попередні та періодичні медичні огляди відповідно до Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007 року № 246, зареєстрованого у Міністерстві юстиції України 23 липня 2007 року за № 846/14113, і визнані придатними до виконання цього виду робіт; пройшли спеціальне навчання безпечним методам і прийомам праці, цільовий інструктаж із охорони праці і мають відповідну професійну підготовку.

Робоче місце, його устаткування і оснащення повинні забезпечувати безпеку, охорону здоров'я і працездатність працюючих. Для захисту працюючих від небезпек, які створюються на окремих ділянках робочих місць частинами виробничого устаткування, що рухаються, та відповідних небезпек при проведенні технологічних процесів потрібно використовувати необхідні засоби індивідуального та колективного захисту працюючих. Проведення робіт без використання цих засобів забороняється.

Працівники, які забезпечують безпечну експлуатацію, ремонт і технічне обслуговування обладнання, машин, механізмів та інших технічних установок на підприємстві, зобов'язані:

- бути ознайомленими з інструкціями з експлуатації цього обладнання, розробленими заводом-виробником;
- дотримуватися вимоги цих Правил при розробці інструкцій з охорони праці для персоналу, який експлуатує, обслуговує та ремонтує це обладнання
- проводити навчання кваліфікованого персоналу
- при виконанні робіт дотримуватися актуальних інструкцій з експлуатації виробника відповідного обладнання.

Повітря робочої зони.

Мікроклімат виробничих приміщень - умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Кліматичні умови виробничого приміщення характеризується такими параметрами: температура повітря в приміщенні (°C), відносна вологість (%), швидкість руху повітря (м/с) та теплове випромінювання (Вт/м²).

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 — Санітарно гігієнічні норми параметрів в робочій зоні виробничих приміщень

Найменування приміщень	Холодний період року			Теплий період року			Категорія роботи
	Температура, °С	Відносна вологість %	Швидкість руху, м/с	Температура, °С	Відносна вологість %	Швидкість руху м/с	
Відділення головного бродіння	Оптимальна						Па
	18...20	40...60	0,2	21...23	40...60	0,3	
	Допустима						
	15...24	75	0,3	29...31	75	0,4	
Відділення чистої культури дріжджів	Оптимальна						Па
	18...20	40...60	0,2	21...3	40...60	0,3	
	Допустима						
	15...24	75	0,3	29...31	75	0,4	
Відділення робочих і надлишкових дріжджів	Оптимальна						Пб
	17...19	40...60	0,2	20...22	40...60	0,4	
	Допустима						
	13...23	75	0,4	29...31	75	0,5	
Відділення витримки пива	Оптимальна						Пб
	17...19	40...60	0,2	20...22	40...60	0,3	
	Допустима						
	13...23	75	0,3	29...31	75	0,4	

ПрАТ "Оболонь" забезпечує необхідний мікроклімат шляхом охолодження влітку та обігріву взимку.

Влітку повітря охолоджується за допомогою встановлених спліт-систем (кондиціонерів). Взимку воно нагрівається за допомогою радіаторів парового опалення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основною задачею кваліфікаційної роботи була розробка відділення ферментації та обґрунтування технології пива з використанням циліндрично-конічних бродильних апаратів ЦКБА, в яких поєднанні процеси головного бродіння, доброджування і дозрівання пива.

Порівнюючи кілька режимів приготування пива, можна сказати, що оснащені апарати (періодичної дії) типу ЦКБА дають змогу розширити обсяги виробництва та збільшити економію виробничих площ, підвищити якість виготовленої продукції, скороти тривалість процесу, що значно впливає на економічні показники виробництва

Охолодження сусла здійснюється на пластинчастому теплообміннику в два етапи. В першій секції охолодження здійснюється холодною водою, в другий — пропіленгліколем.

Для забезпечення інтенсивного розмноження дріжджів на початковому етапі бродіння у суслопровід вмонтовано аератор, завдяки чому сусло насичується киснем із стерильного повітря.

Для зброджування пивного сусла використовується чиста культура дріжджів.

Роботою передбачено виробництво трьох сортів пива: «Faxe Premium» 70 %, «Faxe Amber» 5% та «Faxe Black» 25 % від загального об'єму. Відповідно до даного асортименту були виконанні продуктові розрахунки, на підставі яких розраховано та підібрано технологічне та допоміжне обладнання.

У кваліфікаційній роботі розроблені схеми технохімічного та мікробіологічного контролю у відділенні ферментації. Розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці на виробництві.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Відомості про ПрАТ «Оболонь» URL: <http://obolon.ua/ua/about/structure> (дата звернення 07.06.2023)
2. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива : підруч. Київ: ІНКОС, 2004. 426 с.
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010-12-05]. Київ: Держспоживстандарт, 2015. 20 с.
4. ДСТУ 3888: 2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 2015. 14 с.
5. ДСТУ 4282:2004 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-1-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
6. ДСТУ 4621:2006 Молочна кислота. Технічні умови. [Чинний від 01.07.2010]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 27 с.
7. ДСТУ 4817-2007 Діоксид вуглецю газоподібний і скраплений. Технічні умови. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Державний стандарт України, 2008. 24 с.
8. ДСТУ 7028-2009 Гранули хмелю. Технічні умови. [Чинний від 2019-08-20]. Київ: Державний стандарт України. 2019. 14 с.
9. ДСТУ 7225-2014 Вода питна. [Чинний від 2015-05-28]. Київ: Державний стандарт України. 2015. 13 с.
10. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. // за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. — К.: НУХТ, 2012. — 487 с.
11. Куц А.М., Кошова В.М. Технологія бродильних виробництв: Конспект лекцій з дисц. «Загальні технології харчової промисловості» для студ. ден. та заоч. форм навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». – К.: НУХТ, 2011. — 156 с.
12. Кошова В.М, Решетняк Л.Р, Куц А. М. Дослідження впливу різних рас дріжджів на зброджування пивного суслу і якість готового пива. *Наукові праці НУХТ*. 2015. Т. 21, № 1. С. 220-226.
13. Методичні вказівки до виконання і захисту дипломного проекту студентами денної та заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробства» напряму підготовки 6.0951701 «Харчові технології та інженерія» /уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, В.О. Маринченко та ін. Київ : НУХТ, 2010. 53 с.
14. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм навч. / уклад. В.Г. Юрчак, В.М. Кошова, В.І. Бабенко та ін. Київ : НУХТ, 2017. 45 с.
15. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: підруч. / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. ; за ред. І.С. Гулого. Вінниця: Нова книга, 2001. 576 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

16. Основи мікробіологічного контролю в харчовому виробництві. URL: <https://oldiplus.ua/files/contents/200.pdf> (дата звернення 07.06.2023)

17. Охорона праці на ПАТ «Оболонь» URL: http://www.xn--80aayuiacs0c.com.ua/load/doklady/doklady/okhorona_praci_na_pat_obolon/20-1-0-2816 (дата звернення 07.06.2023)

18. Проектування підприємств галузі з основами САПР: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, З.М. Романова, М.В. Карпутіна. Київ: НУХТ, 2015. 92 с.

19. Соціальний звіт компанії «Оболонь» URL: file:///C:/Users/User/Downloads/%D0%A1%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BE%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8_%C2%AB%D0%9E%D0%91%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%9D%D0%AC%C2%BB_%D0%B7%D0%B0_2009_%D0%B3_.pdf (дата звернення 07.06.2023)

20. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. /А.Є. Мелетьєв, В.А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук та ін. ; під ред. А.Є. Мелетьєва. Київ: НУХТ, 2007. 256 с.

					СПИСОК ВИКОРИТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		