

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

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

«До захисту в ЕК»

Директор ННІХТ

_____ О.В. Кочубей-Литвиненко
(підпис)

« » червня 2019 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ А.М. Куц
(підпис)

« » червня 2019 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Удосконалення технології молодого пива з використанням нетрадиційної сировини**

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

Медведовська Олена Олександрівна
(прізвище та ініціали)

Керівник Кошова Валентина Миколаївна
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступінь – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітньо-професійна програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та виноробства

_____ А.М. Куц

02 березня 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Медведовській Олені Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології молодого пива з використанням нетрадиційної сировини

Керівник роботи Кошова Валентина Миколаївна, к.т.н., професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 16 березня 2020 року №245-КС

2. Строк подання здобувачем роботи

01 червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Потужність підприємства 5,5 млн. дал на рік. Асортимент пива: Старий Мельник – 80 %, Dunkel – 15 %, Chicago Lager Cranberry – 5 %.

4. Сировина, що використовується для виробництва пива: солод ячмінний світлий, солод житній ферментований; рисова січка. Продуктові розрахунки виконують на 1 дал пива.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Вибір і обґрунтування способів та режимів виробництва пива. 3. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Розрахунки площ складських приміщень. 7. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. 8. Заходи щодо забезпечення умов промсанітарії. 9. Інженерні системи та енергетичне господарство. 10 Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження. 11. Будівельна частина. 12. Екологічна частина.

13. Охорона праці. 14. Науково-дослідна робота. Загальні висновки та рекомендації.

Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

План – 1 аркуш

Демонстраційний плакат – 3 аркуші

6. Дата видачі завдання 02 березня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	27.04.20-08.05.20	Виконано
2.	Вибір і обґрунтування способів і режимів		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів		
4.	Технологічні розрахунки	10.05.20-14.05.20	Виконано
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
6.	Розрахунки площ складських приміщень.		
	1-а атестація	15.05.20	
7.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	16.05.20-21.05.20	Виконано
8.	Оформлення креслень з планів та розрізів і погодження їх з консультантом		
9.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва	22.05.20-24.05.20	Виконано
10.	Заходи щодо забезпечення умов промсанітарії		
11.	Інженерні системи та енергетичне господарство		
12.	Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження	25.05.20-27.05.20	Виконано
13.	Будівельна частина		
14.	Екологічна частина		
15.	Охорона праці		
16.	Науково-дослідна робота	28.05.20-30.05.20	Виконано
17.	Оформлення пояснювальної записки		
	2-а атестація	31.05.20	
18.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.20-06.06.20	
19.	Попередній розгляд роботи на кафедрі		
20.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	07.06.20-10.06.20	
21.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

_____ (підпис)

О.О. Медведовська

Керівник роботи

_____ (підпис)

В.М. Кошова

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи – удосконалення технології молодого пива шляхом використання нетрадиційної сировини.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження впливу нетрадиційної сировини на стійкість пива, підбір оптимальної кількості водно-спиртового розчину журавлини, впровадження цієї технології в діюче виробництво та зброджування пивного суслу пивзаводу потужністю 5,5 млн дал пива на рік із застосуванням сучасних технологій фільтрування.

Кваліфікаційною роботою передбачено випуск трьох сортів пива: "Старий Мельник світле" 15%, "Chicago Lager Cranberry" 12%, "Dunkel темне" 13,5%.

Найбільш тривалими процесами у виробництві пива є процеси зброджування та доброджування пивного сусла, тому велику роль грає вибір раси дріжджів, технологічних способів, режимів та апаратури.

Для вирішення поставлених задач в роботі проведений літературний пошук інноваційних способів. Кваліфікаційною роботою передбачено застосування сумісного способу зброджування пивного сусла в ЦКБА з метою інтенсифікації процесів зброджування і доброджування пивного сусла. Для приготування проектованого асортименту продукції обрані сухі дріжджі виду *Sacch. carlsbergensis* раси Saflager W-34/70. Фільтрування пива проводять спочатку на діатомітовому свічковому фільтрі, а стабілізація його здійснюється на картонному трап-фільтрі, який перешкоджає потраплянню частинок кізельгуру та целюлози у готовий напій.

Ключові слова: дріжджі, молоде пиво, зброджування, ЦКБА, фільтрування.

					АНОТАЦІЯ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

АННОТАЦИЯ

Тема квалификационной работы – совершенствование технологии молодого пива путем использования нетрадиционного сырья.

Целью квалификационной работы является исследование влияния нетрадиционного сырья на химический состав пива, подбор оптимального количества водно-спиртового раствора клюквы, внедрение этой технологии в действующее производство и сбраживание пивного сусла пивзавода мощностью 5,5 млн дал пива в год с применением современных технологий фильтрации.

Квалификационной работой предусмотрен выпуск трех сортов пива: "Старый мельник светлое" 15%, "Chicago Lager Cranberry" 12%, "Dunkel темное" 13,5%.

Наиболее длительными процессами в производстве пива являются процессы брожения и дображивания пивного сусла, поэтому большую роль играет выбор расы дрожжей, технологических способов, режимов и аппаратуры.

Для решения поставленных задач в работе проведен литературный поиск инновационных способов. Квалификационной работой предусмотрено применение совместного способа сбраживания пивного сусла в ЦКБА с целью интенсификации процессов сбраживания и дображивания пивного сусла. Для приготовления проектируемого ассортимента выбраны сухие дрожжи вида *Sacch. carlsbergensis* рассы Saflager W-34/70. Фильтрацию пива проводят сначала на диатомитовом свечном фильтре, а стабилизация его осуществляется на картонном трап-фильтре, который препятствует попаданию частиц кизельгура и целлюлозы в готовый напиток.

Ключевые слова: дрожжи, молодое пиво, сбраживание, ЦКБА, фильтрование.

					АННОТАЦИЯ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

SUMMARY

The topic of the qualification work is the improvement of young beer technology through the use of non-traditional raw materials.

The purpose of the qualification work is to study the impact of non-traditional raw materials on the stability of beer, selection of the optimal amount of water-alcohol solution of cranberries, introduction of this technology in existing production and fermentation of beer wort with a capacity of 5.5 million dal of beer per year using modern filtration technologies.

Qualification work provides for the production of three beers: "Old Miller Light" 15%, "Chicago Lager Cranberry" 12%, "Dunkel Dark" 13.5%.

The longest processes in beer production are the processes of fermentation and fermentation of beer wort, so the choice of yeast race, technological methods, modes and equipment plays an important role.

To solve the tasks in the work conducted a literature search for innovative ways. Qualification work provides for the use of a compatible method of fermentation of beer wort in the cylindrical-conical fermentors in order to intensify the processes of fermentation and fermentation of beer wort. Sacch dry yeast was selected for the preparation of the designed product range S. carlsbergensis breed Saflager W-34/70. The beer is filtered first on a diatomite candle filter, and its stabilization is carried out on a cardboard trap filter, which prevents particles of diatomaceous earth and cellulose from entering the finished drink.

Key words: yeast, young beer, fermentation, cylindrical-conical fermentors, filtration.

					SUMMARY	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	9
2 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ.....	11
Обґрунтування асортименту проектованої продукції	11
Принципова технологічна схема виробництва	13
Аналіз і обґрунтуванням способів та режимів	14
Опис апаратурно-технологічної схеми.....	32
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	33
Характеристика проектованої продукції.....	33
Характеристика сировини	37
Характеристика основних і допоміжних матеріалів... ..	42
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	44
Вихідні дані до технологічних розрахунків	44
Продуктові розрахунки	46
Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів	53
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	55
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	60
7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	61
8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ.....	65
9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	68
Водопостачання та водовідведення.....	68
Розрахунки витрат пари	68
Розрахунки витрат холоду	68

					Удосконалення технології молодого пива з використанням нетрадиційної сировини					
					Пояснювальна записка					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
		Медведовська О				Літ.	Арк.	Аркушів		
		Кошова В.М.				К	Р		6	96
					НУХТ, ННІХТ ТБ-4-8					
		Куц А.М.								

Розрахунки витрат електроенергії.....	70
Розрахунки витрат повітря та діоксиду вуглецю	70
10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	71
11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	72
12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	74
13 ОХОРОНА ПРАЦІ	76
14 НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА	80
Вступ	80
Літературний огляд.....	81
Об’єкти, методи та методика досліджень	85
Експериментальна частина.	89
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	94

					ЗМІСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Ринок пива нашої країни є доволі високоперспективним. Його освоєння та завоювання сучасними масштабними підприємствами основних позицій забезпечать істотне збільшення обсягів виробництва на вже діючих підприємствах і тим паче подальше нарощування потужностей пивоварних виробництв, що призведе до збагачення держави [16].

З того часу як пивоваріння перейшло у промислову стадію, основним напрямом розвитку стала розробка нових технологій, які дозволяють збільшити рентабельність. Практично всі розробки у наше сьогодення зосереджені на тому щоб оптимізувати кількість витрат на процес виробництва пива, а також забезпечити прискорення оборотності пивоварного обладнання.

Головним фактором розвитку пивоварної галузі є інтенсифікація науково-технічного прогресу. Реконструкція діючих підприємств та будівництво нових сприятиме нарощуванню об'ємів випуску продукції [17].

Крім того, на сьогоднішній день виробництво пива вимагає розроблення та впровадження нового асортименту продукції за допомогою використання нетрадиційної сировини, яка здатна змінити такі сенсорні характеристики пива як аромат, смак та текстуру; не менш вагоме значення має покращення фізико-хімічних показників та стійкості готового напою [32].

Використання нетрадиційної сировини для приготування пива дає можливість сучасним міні-пивоварням та діючим масштабним підприємствам підняти рівень якості своєї продукції, урізноманітнити її широкою палітрою нових смаків і таким чином привернути увагу широкого кола споживачів.

Виробництво пива є досить складним і тривалим біотехнологічним процесом, який складається з п'яти стадій: приготування пивного сусла, його зброджування, дозрівання молодого пива, фільтрування готового пива та його розлив. Всі ці процеси вимагають суворого контролю [12].

Текстову частину кваліфікаційної роботи викладено на 96 аркушах пояснювальної записки формату А4 .

Графічна частина на листах формату А1 – 5 листів:

1. Апаратурно-технологічна схема – 1 лист;
2. План – 1 лист;
3. Демонстраційний плакат – 3 листи.

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

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ



Рис. 1.1 – Структура підприємства

Режим роботи підприємства двозмінний. Звичайний робочий тиждень не перевищує 40 годин. Тривалість обідньої перерви не перевищує 30 хвилин і дві 15-хвилинні перерви даються на відпочинок, які використовуються в різних половинах зміни. Тривалість роботи напередодні святкових і неробочих днів скорочується на одну годину [33].

Таблиця 1.1. – Режими роботи цехів та відділень

№	Цехи та відділення	Початок зміни, год	Кінець зміни, год	Перерва, год	Тривалість зміни
1	Керівництво заводу (працюють в одну зміну)	8.00	17.00	13.00 – 14.00	8.00
2	Основні цехи (працюють у дві зміни): I зміна II зміна	8.00 20.00	20.00 8.00	13.00 – 13.30 1.00 – 1.30	11.30 11.30
3	Цехи розливу: I зміна II зміна	8.00 20.00	20.00 8.00	13.00 – 13.30 1.00 – 1.30	11.30 11.30
4	Допоміжні цехи	8.00	17.00	13.00	8.00

В Україні частка крафтового пива у всьому ринку пива складає біля 1%. Сьогодні в нашій країні набули великого поширення такі підприємства як міні-пивоварні, які створили свій власний асортимент крафтового пива, що є привабливим для споживача.

Режим роботи міні-пивоварні – однозмінний. Кількість робочого персоналу – чотири працівники: головний пивовар, пивовар і два помічники пивовара.

На зміні перебувають троє працівників, серед яких один технолог або пивовар та двоє помічників пивовара. Міні-пивоварня працює з 8.00 до 17.00 без вихідних. В залежності від графіку навантаження коригується кількість працівників на зміні.

					СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВА

Обґрунтування асортименту проектованої продукції

На сьогоднішній день асортимент пива в Україні представлений більш як 400 сортами.

При цьому спостерігається тенденція до безперервного розширення асортименту пива звертаючи увагу на смаки та потреби потенційних споживачів, які серед різноманіття пива більше всього надають перевагу світлим сортам [32].

Тому кожен сорт пива має бути унікальним за своїм смаком та властивостями. Пиво, як алкогольний напій, є досить складною системою органічних і неорганічних кристалоїдів і колоїдів у слабкому водно-спиртовому розчині. До його складу входять більш ніж 300 сполук, що визначають високу якість і необхідність для людини цього продукту [12].

Насамперед якість пива повинна задовольняти вимоги та смаки потенційного споживача. До показників якості зокрема входять аромат і смак пива, хмелева приємна гіркота, колір, прозорість, пінистість, стійкість піни та напою при зберіганні [17].

Для виконання кваліфікаційної роботи було обрано виробництво двох сортів пива, які вже є досить популярними серед споживачів нашої країни та за кордоном, а також пиво за удосконаленою технологією приготування із застосуванням ягід журавлини в якості нетрадиційної сировини. Наведені сорти пива мають привабливі смак та аромат та є унікальними за своєю рецептурою.

У даній кваліфікаційній роботі розглянемо такі сорти пива:

- Світле пиво «Старий Мельник» з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15,0 % – готується із 90 % світлого солоду і 10% рисової січки.
- Темне пиво «Dunkel» з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 13,5 % – готується із 89,5 % світлого ячмінного солоду; 7,1% карамельного солоду та 3,4% житнього ферментованого солоду.
- Світле пиво «Chicago Lager Cranberry» з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,0% – готується із 95 % світлого солоду та 5% карамельного солоду із додаванням водно-спиртового розчину журавлини у кількості 1 дм³ на 1 дал молодого пива.

Асортимент проектованої продукції наведено в табл. 2.1

					ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Таблиця 2.1 – Асортимент підприємства

Продукція	Відсоток у загальному обсязі, %	Виробництво	
		За добу, дал	За рік, дал
Пиво Старий Мельник світле 15,0%	80	12 054,80	4 400 000
Пиво Dunkel темне 13,5%	15	2260,275	825 000
Пиво Chicago Lager Cranberry світле 12,0%	5	753,425	275 000
ВСЬОГО	100	15068,5	5 500 000

					ОБГРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2.2 Принципова технологічна схема бродіння та доброджування сусла

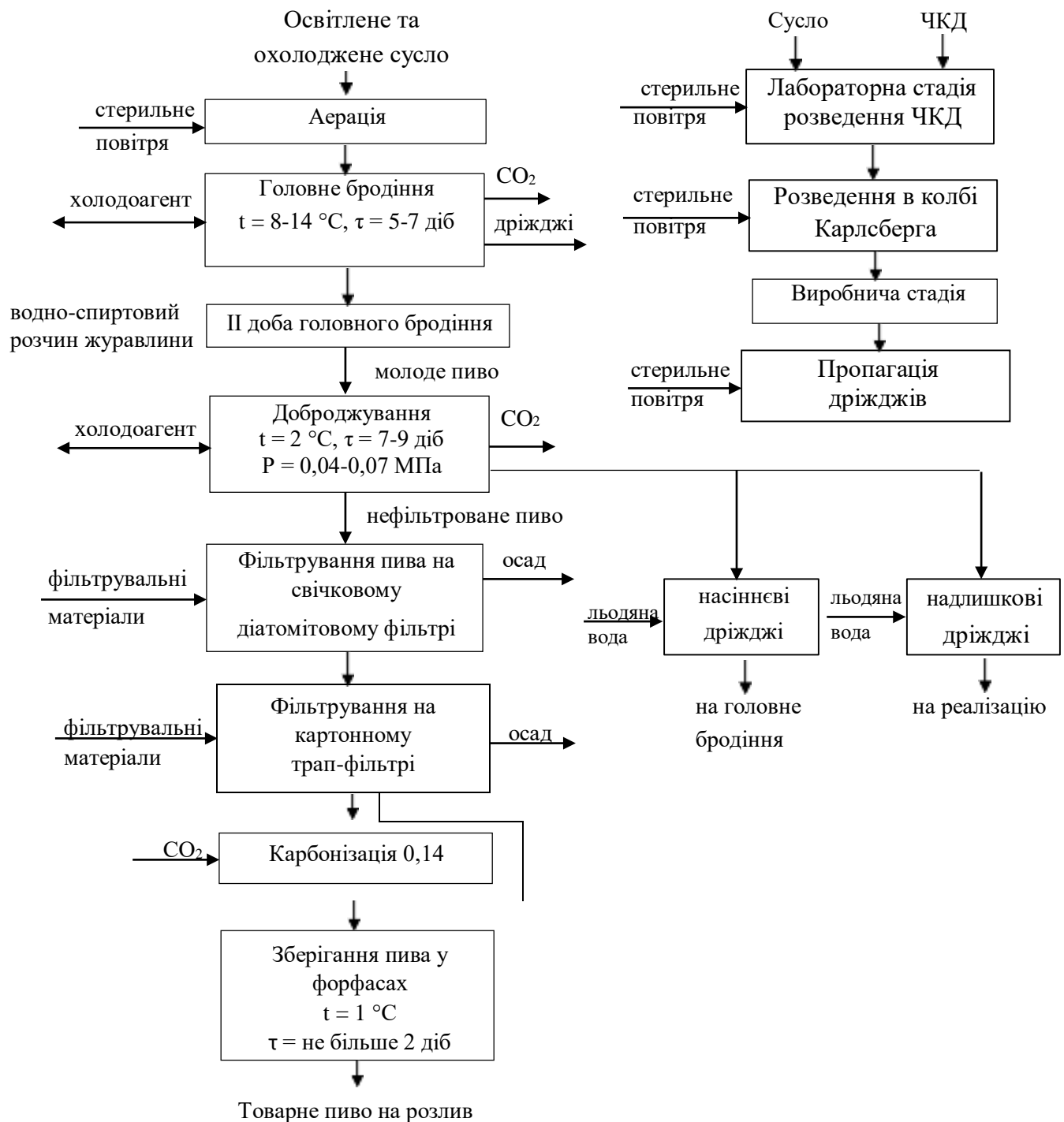


Рис. 2.1 – Принципово-технологічна схема бродіння та доброджування пивного сусла.

2.3 Аналіз і обґрунтування способів та режимів

Існують такі способи зброджування пивного сусла:

- класичний або періодичний;
- напівбезперервний;
- безперервний;
- сумісний спосіб бродіння та доброджування в ЦКБА.

Під час ведення бродіння контролюють та регулюють такі умови процесу: температуру, тривалість, ступінь зброджування, включаючи також спосіб введення засівних дріжджів [12].

Основними факторами, які впливають на бродіння, є раси дріжджів, які використовуються, і температура бродіння.

Пиво – це продукт біохімічної діяльності дріжджів. Разом із складом сусла і технологічними умовами дріжджі відіграють ключову роль у процесах виробництва пива і впливають на якість цільового продукту, так як виникають побічні продукти бродіння, що суттєво впливають на смак, аромат та споживчі властивості напою [8].

Під час бродіння дріжджі виділяють в пиві цілий ряд продуктів метаболізму, які зазнають кількісних і якісних змін, частково реагуючи одне з іншим. Побічні продукти бродіння мають вирішальне значення для якості готового пива, тому їх утворення і розщеплення потрібно розглядати разом з метаболізмом дріжджів.

2.3.1 Класичний спосіб зброджування

Бродіння класичним способом включає в себе такі основні етапи:

- процес розброджування робочих дріжджів;
- приймання сусла в попередньо підготовлені бродильні апарати і внесення в них дріжджів;
- зброджування сусла в бродильних апаратах та охолодження молодого пива;
- передача молодого пива на доброджування й дозрівання;
- знімання дріжджів та підготовка їх до наступного бродіння;
- підготовка бродильного апарату до бродіння.

Процес розброджування робочих дріжджів. Засівні дріжджі, які ретельно промиті водою, виглядають як густа сметаноподібна маса. Перед внесенням відібраної потрібної кількості дріжджів до бродильного апарата їх змішують із охолодженим пивним сусликом з розрахунку 2-6 дм³ на 1 дм³ дріжджів. Кількість внесення таких розведених дріжджів становить 0,4 – 0,5%. Дріжджі із сусликом ретельно перемішують у спеціальній ємності для зброджування шляхом продування стерильного повітря, вуглекислого газу або з допомогою механічної мішалки залежно від способу ведення бродіння [12].

Після розмішування дріжджі залишають у спокої на розброджування протягом 1-3 год за температури 5-6 °С. Під час розброджування починається

					АНАЛІЗ І ОБґРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

тісна взаємодія дріжджових клітин і зброджування цукру. Триває цей процес 2-3 год.

Заповнення бродильних апаратів суслom та внесення дріжджів. Підготовлений бродильний апарат на 1/3 частину заповнюють охолодженим пивним суслom. Розброджені дріжджі або ЧКД із дріжджового відділення вводять в потік сусла із розрахунку 0,4-0,5 дм³ на 10 дал, внаслідок чого відбувається якісне змішування. Апарат обов'язково заповнюють з нижньої частини, тому що це дає змогу уникнути контакту із зовнішнім середовищем, а отже і зменшує вірогідність інфікування сусла сторонніми мікроорганізмами. Апарат заповнюють до повного робочого об'єму (коефіцієнт заповнення $\varphi = 0,85-0,9\%$) [12].

Зброджування пивного сусла. Характер протікання процесу бродіння залежить від раси дріжджів, яка використовується. Процес бродіння завжди супроводжується виділенням тепла і температура сусла, що бродить, відповідно підвищується.

Задля зниження температури і підтримки визначеного температурного режиму на встановленому технологічному рівні сусло охолоджують водою або розсолom, який циркулює по змійовикам бродильного апарату [12].

Найвищої температури сусло досягає приблизно на третю добу бродіння, і її підтримують на цьому рівні 1-2 дні. Потім молоде пиво поступово охолоджують зі швидкістю 1°C за добу, так як дріжджі дуже чутливі до різких перепадів температури.

Розчинність CO₂ збільшується із зниженням температури, тому щоб зберегти максимально можливу концентрацію розчиненого в молодому пиві вуглекислого газу, температуру перед подачею пива на доброджування знижують до 5-4 °C. Вміст CO₂ в молодому пиві дорівнює приблизно 0,2 % [12].

Головне бродіння відбувається у декілька стадій. Всі вони відрізняються між собою за зовнішніми ознаками зміни вигляду поверхні, зміною температури бродіння та зниженням концентрації екстрактивних речовин сусла і ступенем освітлення пива [12].

Для першої стадії бродіння характерною є поява на поверхні сусла ніжно-білої піни, яка має назву забіл (побіління). Перші ознаки бродіння з'являються вже через 15-20 год після внесення дріжджів. Особливо помітним стає виділення вуглекислого газу і поява нижніх білих бульбашок піни. Спочатку вони з'являються на поверхні сусла біля стінок апарату. Це добре спостерігається при бродінні у апаратах відкритого типу, а також за напівбезперервного бродіння з підсвічуванням електролампочкою. Через деякий час вся поверхня сусла зтягується рівномірним шаром білої піни, тобто утворюється «забіл» [12,20].

Тривалість початкової стадії бродіння складає 1-1,5 доби та характеризується насамперед розмноженням дріжджів: зменшення екстракту в суслі відбувається на 0,2-0,5% за добу, а вміст спирту збільшується до 0,11-0,15 %.

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Друга стадія бродіння має назву «період низьких завитків». Виділення бульбашок вуглекислого газу набуває більш інтенсивного темпу, внаслідок чого утворюється густа щільна піна, яка починає підніматися над поверхнею суслу. Зовнішній вигляд піни представляють завитки гарної форми. В результаті посиленого виділення хмелевих смол та їх окислення завитки набувають жовтувато-коричневого кольору. Зовнішній вигляд завитків на цій стадії залежить від температурного режиму бродіння, хімічного складу і концентрації суслу, від раси дріжджів. Тривалість цієї стадії бродіння складає 2-3 доби. За кожен добу зброджується приблизно 0,5-1% екстрактивних речовин [12,17].

Третя стадія або стадія високих завитків характеризується найбільшою інтенсивністю бродіння. За кожен добу зброджується 1-1,5% екстракту, відбувається найбільш енергійне виділення вуглекислого газу. Піна стає рихлою, сильно піднімається вгору і завитки досягають максимальної величини. Виділення хмелевих смол стає більш помітним, кінчики завитків стають коричневими, а під кінець і вся піна забарвлюється у коричневий колір. Цей процес відбувається до 3 діб [17].

Стадія опадання завитків, четверта і остання, характеризується повільним опаданням та зниженням висоти завитків, а дріжджі, утворюючи пластівці, випадають в осад, флокулюють і як наслідок пиво освітлюється. Завитки зникають і під кінець бродіння поверхня молодого пива лишається вкритою тонким шаром піни, яка має назву дека. Поверхня суслу темнішає (стає чорною та блискучою). Під час роздування дека не зникається. Це є сигналом закінчення процесу головного бродіння. У цій стадії виброджується лише 0,5-2,0% екстракту за добу, бродіння закінчується і кінцевий продукт є молодим пивом. Готове молоде пиво температурою не більше 5°C після закінчення головного бродіння перекачують у закриті бродильні апарати для доброджування і дозрівання [12,17].

За можливості перед перекачуванням молодого пива з нього знімають деку та проводять перше знімання дріжджів, які залишилися в бродильному апараті.

Передача молодого пива на доброджування та зняття дріжджів з бродильних апаратів. Молоде пиво представляє собою напівфабрикат, який потребує подальшого втручання для поліпшення якості, так як воно володіє грубим смаком і ще не набуло товарного вигляду, тому що воно досить каламутне. Молоде пиво перекачують в цех доброджування і дозрівання спеціальними відцентровими насосами з регуляторами тиску.

Мета доброджування – завершити розпочате при головному бродінні біохімічне перетворення дріжджами, які залишилися, кінцевих продуктів – діоксиду вуглецю, етанолу, естерів, альдегідів, вищих спиртів, органічних кислот, амінокислот та ін. Остаточне формування аромату, смаку, піноздатності й стійкості пива відбувається завдяки перетворенню діацетилу в ацетоїн [12,20].

Дріжджовий осад складається з трьох шарів: нижній шар темного кольору, що містить головним чином частинки відстою і мертві дріжджові

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

клітини; середній шар, більш світлий, складається із здорових дріжджових клітин, що повільно осідали в процесі бродіння (це найбільш здатні до бродіння клітини, які використовуються в якості засівних дріжджів); верхній шар коричневого кольору містить у своєму складі легкі та недозрілі клітини, які осіли тільки наприкінці бродіння. В ньому також міститься значна кількість мертвих клітин, сторонніх мікроорганізмів, велика кількість відстою, хмелевих смол і пива.

Верхній та нижній шари дріжджового осаду є відходами виробництва. Їх знімають окремо і пропускають через серветковий фільтр-прес. Відпресоване пиво приєднується до смарочного (бракованого), а дріжджі використовуються в подальшому за призначенням [12].

Знімати дріжджі окремими шарами у сучасних апаратах потребує багато зусиль. Тому їх збирають за допомогою вакууму у спеціальне монжу.

При бродильно-дріжджовому відділенні існують спеціальні приміщення для обробки та зберігання насінневих дріжджів. В таких приміщеннях встановлений суворий санітарний режим. З метою дезінфекції повітря в приміщенні використовують лампи ультрафіолетового світла. Те повітря, яке поступає в приміщення із навколишнього середовища, піддають спеціальній очистці на масляних фільтрах [8].

Підготовка бродильних апаратів. Звільнені від молодого пива і дріжджів апарати піддають спочатку механічній очистці, потім миттю водою із шланга з тиском приблизно 0,4 МПа, далі чистять щіткою. Після повної очистки апарату його намащують густим дезінфектантом і залишають на 2-3 год, після чого ретельно відмивають. Це є дуже відповідальною операцією, бо навіть незначні залишки дезінфектанту на поверхні бродильного апарата можуть слугувати причиною появи стороннього неприємного смаку й запаху, невластивому готовому напою [12].

В якості дезінфектантів використовують хлорну воду, розчин вапняного молока, формаліну та ін. Якість миття апаратів контролюється мікробіологом за допомогою відбирання змивів на поживне середовище та інкубації їх у термостаті.

Промивання, очищення і зберігання засівних дріжджів. Промиті дріжджі мають кращу здатність до осадження. При промиванні поверхня клітин звільняється від слизових речовин, що підвищує проникність їхніх оболонок та мембран. Промивання засівних дріжджів здійснюють у ваннах або спеціальних апаратах різної конструкції [12,20].

У приймальний апарат із дріжджами спочатку задають холодну воду, розмішують суміш і пропускають через сито, отвори якого мають розмір 5x8 мм, у дріжджову ванну, потім сильним струмом води знову її наповнюють. Промиті дріжджі, залишені під шаром холодної води, через кілька годин осідають на дно. Відстояний шар води темно-коричневого кольору зливають і повторно набирають свіжу воду до її знебарвлення при зливанні.

Якщо робочі дріжджі засмічуються сторонніми мікроорганізмами, їх піддають промиванню 1 %-ним розчином сірчаної кислоти із розрахунку 0,25-0,50 дм³ на 1 дм³ дріжджів, перемішують і витримують 40-60 хв, після чого

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

додають однакову кількість бікарбонату натрію: на 1 дм³ 1 %-ного розчину сірчаної кислоти беруть 1 дм³ 1,8 %-ного розчину NaHCO₃ [12,20].

Через 15 хв. знімають утворену піну і доливають чисту воду. Після осідання дріжджів воду зливають і дріжджі промивають не менше 3-4 разів.

Рекомендований термін зберігання дріжджів – не більше 2 діб при їхньому належному стані. Такі дріжджі дозволено використовувати повторно до 10 генерацій. По закінченню цього терміну вони втрачають свою силу, підвищується кількість мертвих клітин та знижується бродильна активність. Щоб уникнути такого, дріжджі пресують і зберігають в герметичних жерстяних коробках за температури близько 1°C протягом 20 діб.

Напівбезперервний спосіб бродіння (доливно-переливний)

Його суть полягає в тому, що охолоджене сушло надходить у закритий бродильний апарат з мішалкою, в який додають 1 л дріжджів на 1 л середовища. Після появи завитків з'єднують перший апарат з другим і розділяють його вміст навпіл. Потім доливають обидва апарати свіжим сушлом і аерують. Через 24 год перший апарат з'єднують із третім і також розділяють вміст навпіл, доливають вміст свіжим сушлом, аерують, розброджують і так до самого кінця батареї [12].

Проте такий спосіб вимагає підвищеної уваги до чистоти обладнання, а у випадку дезінфекції апаратів – продуктивність батареї падає. Крім того, початкова концентрація біомаси має тенденцію до нерівномірного розподілення, тому логічніше буде з'єднувати не тільки перший апарат, а й другий.

Спосіб безперервного зброджування сусла в батареї з семи чи дев'яти ферментерів типу ЦКБА

Суть процесу полягає у безперервному бродінні в послідовно з'єднаних апаратах.

Після заповнення 1-го ферментера зброджуване сушло самопливом надходить у наступний і так до кінця. У ході процесу зброджування видимий екстракт змінюється для 11% 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., температура 8-10 °C; 13 °C; 0-2°C. Найвища температура (15-16 °C) допускається у третьому ферментері. В четвертому – бродіння в основному закінчується, починається безперервне промивання пива діоксидом вуглецю для видалення продуктів метаболізму дріжджів [12].

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

На жаль, така технологія має свій головний недолік – великі втрати пива, якщо хоча б в один ферментер потраплять сторонні мікроорганізми. Проте загальна тривалість бродіння та доброджування становить лише 7 діб [12].

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Продуктивність з 1 м³ місткості ферментера при застосуванні цього способу підвищується у два рази порівняно з періодичним суміщенням в тих же апаратах.

Отже, порівнюючи різні способи зброджування пивного суслу стає зрозумілим, що однозначно досконалої схеми не існує. Сучасно-оснащені апарати періодичної дії ферментери дали змогу розширити обсяги виробництва та збільшити економію виробничих площ [12].

Спосіб Натана

Натаном було запропоновано нову форму циліндро-конічного герметизованого апарата великого об'єму (до 600 гл), що охолоджується за допомогою рідини, циркулюючої у зовнішньому кожусі, і ззовні має теплоізоляцію. Приміщення, в якому знаходяться апарати, не потребує охолодження [12].

Згідно цього способу, бродильні апарати спочатку дезінфікують та стерилізують, а потім до них вже подають охолоджене сусло. Температура бродіння світлих сортів пива коливається в межах 3-4 °С, темних 4-5°С, а максимальна температура бродіння біля -9 °С.

Із початком бродіння повітря повністю витісняється в атмосферу діоксидом вуглецю із бродильного апарата та простору над суслем без перемішування СО₂ приблизно впродовж 22 год. По закінченню бродіння, в момент коли дріжджі починають осідати, конус апарата охолоджують з метою прискорення осідання дріжджів. Пиво в апараті піддають тиску 0,15 МПа, дріжджі при цьому ущільнюються і при відкритому вентилі витісняються у вигляді густої маси [12].

Сучасна технологія виробництва пива із суміщенням бродінням і доброджуванням у ЦКБА

Звичайні бродильні апарати і лагерні танки мають певні обмеження в розмірах. Необхідність в більшій економії виробництва та збільшенні об'ємів виготовлення пива потребує великих виробничих одиниць для апаратів бродіння та дозрівання пива. Як результат, виникли нові циліндро-конічні бродильні апарати (ЦКБА), які застосовуються в наш час на більшості пивоварних заводів. Використання ферментерів обумовлюється не тільки технічними перевагами, але й проведенням процесів бродіння та доброджування на якісному та високому рівні [12].

Технологія виробництва пива із суміщенням процесів бродіння і доброджування, котра була запозичена від способу Натана і допрацьована, застосовується на сьогоднішній день для виготовлення великої кількості сортів пива.

Суть її полягає у тому, що в одному апараті об'ємом 100-1500 м³ і більше з добовим заповненням його суслем при 5-17 °С та дріжджами поєднують два процеси одночасно: головне бродіння і доброджування. Разом з першою варкою (освітлене гаряче охмелене сусло) вводять усі або порціями засівні сильнозброджуючі дріжджі (~ 300 г на 1 гл суслу з вологістю 75%). В процесі

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

перекачування сусла до ЦКБА його аерують для досягнення показника вмісту кисню не менше 8 мг O_2/cm^3 сусла [12].

Переваги застосування ЦКБА:

- різке скорочення процесу вдвічі;
- механізоване миття та дезінфекція (розміри, гладка поверхня);
- суттєве покращення умов праці (всі механізми та пристрої в нижній частині);
- зниження капітальних витрат на ремонт;
- ефективне використання виробничої площі;
- збільшення потужності;
- збільшення температури бродіння (12...13,5°C). Це оптимальний варіант для дріжджів, так як утворюється більше осадових дріжджів (приріст дріжджів відбувається не в 2 рази як звичайно, а в 4...5 разів);
- підвищене накопичення біомаси.

У даній кваліфікаційній роботі застосовується сумісний спосіб зброджування пивного сусла.

2.3.6 Вибір та характеристика рас пивних дріжджів

Дріжджі, як і інша сировина для пивоварного виробництва, повинні проходити ретельний відбір. Тому до них висуваються насамперед такі вимоги [8]:

- ріст і розвиток на дешевих і доступних середовищах;
- прояв направленої біосинтетичної активності за мінімального утворення побічних продуктів;
- дріжджі мають бути генетично однорідними та стабільними по відношенню до продуктивності, вимог до складу поживного середовища та умов культивування; бути стійкими (сталими) до дії іншої сторонньої мікрофлори (виробничої інфекції або контамінуючої мікрофлори);
- частка мертвих дріжджових клітин не має перевищувати 2-3%;
- забезпечення швидкого зброджування;
- протягом кожної доби пиво повинно зброджувати до вмісту залишкового екстракту в межах 0,1-0,3%;
- хороші флокулюючі і седиментаційні властивості;
- збереження хорошої активності у 8-10 генераціях;
- густа консистенція (1-3 млрд дріжджових клітин/ cm^3)

Для пивоваріння придатні такі дріжджі, які здатні також витримувати такі умови як високий осмотичний тиск та підвищений вміст спирту.

У пивній промисловості використовують дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae* і *Saccharomyces carlsbergensis*. Дріжджі *S. carlsbergensis* – це дріжджі низового бродіння, які в кінці бродіння швидко осідають щільним шаром на дні апарату. Вони повністю зброджують рафінозу, на відміну від *S. cerevisiae*, які зброджують її лише на 1/3. Інші моно- і дисахариди обидві раси

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

зброджують приблизно однаково та з подібною швидкістю. Така особливість *S. carlsbergensis* пояснюється наявністю у їх ферментному комплексі мелібіази (галактозидази) [9].

Розрізняють сильно-, середньо- та слабозброджуючі дріжджі. Більшість рас дріжджів *S. carlsbergensis* відносяться до сильнозброджуючих дріжджів, які здатні зброджувати мальтодекстрин (ізомальтозу), чого не можуть інші дріжджі [8,12].

Вимоги до пивних дріжджів *S. carlsbergensis*: вони повинні бути мікробіологічно чистими, пластівцеподібними, володіти високою швидкістю зброджування сусла та осідати на дно, утворюючи чисте освітлене прозоре пиво з повним смаком і ароматом.

У пивоварінні широко застосовують різні раси *S. carlsbergensis*: дріжджі раси 776 – середньозброджуючі, за період головного бродіння на суслі концентрацією 11,0 % сухої речовини синтезують 2,7 % етанолу. Клітини яйцеподібної форми, завдовжки 8-10 і завширшки 5-6 мкм. Біомаса збільшується приблизно в п'ять разів від внесеної кількості, здатність до освітлення задовільна [8].

На сьогодні із виробничих дріжджів *S. carlsbergensis* виділені й відселекціоновані раси 11, 41, 44. Із них дріжджі раси 11 – сильнозброджуючі з високою здатністю до освітлення. Пиво, одержане з їх використанням, має приємний смак.

Дріжджі рас 41 і 44 °С середньозброджуючі, мають високу здатність до осадження та освітлення. Пиво з ними має довершений і чистий смак.

Дріжджі рас 5 і Р (львівська раса) – середньозброджуючі, з високою здатністю до осідання й освітлення пива. Смак і аромат пива добрі.

Дріжджі раси F (чехословацька раса) – швидко- та сильнозброджуючі, освітлення пива добре, смак приємний.

Дріжджі раси 8а (М) – сильнозброджуючі, добре освітлюють пиво, глибоко його зброджують і зумовлюють приємний смак [12].

Нова німецька раса дріжджів 34-К прискорює процес бродіння і володіє високою здатністю до освітлення пива (його міцність може досягати 8,5% об. за концентрації сусла 18% сухої речовини).

Дріжджі верхового бродіння застосовують рідше і в основному для одержання темних або спеціальних сортів пива. Дріжджі штаму 191-К використовують для виготовлення спеціальних солодких темних сортів пива, зокрема Оксамитового. Вони не зброджують лактозу та рафінозу [12].

У кваліфікаційній роботі обрано сухі дріжджі виду *S. carlsbergensis* раси Saflager W-34/70, виробник Fermentis, Бельгія. Вони володіють високим рівнем седиментації та середньою щільністю.

2.3.7 Культивування дріжджів

Для бродіння використовують чисту культуру дріжджів або насінневі дріжджі.

Принцип розведення чистої культури полягає в тому, що активні дріжджові клітини ізолюють і розмножують в стерильних умовах так довго,

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

поки їх кількості не вистачить для використання в стандартному бродильному апараті. Мета розмноження ЧКД полягає в тому, щоб за короткий термін підготувати в стерильних умовах дріжджі з правильним метаболізмом, які забезпечать нормальне бродіння і гарну якість пива [8].

Дріжджі закупаються заводом в дуже малих партіях (це може бути навіть декілька клітин ЧК) і розмножується в лабораторії таким чином, що вміст колби переливається на стадії високих завитків в наступну колбу з об'ємом в 10 разів більше за попередню колбу. Згідно таблиці 2.2 розмноження чистої культури дріжджів починають в пробірці на 10 см³, потім в колбі на 100 см³, потім – на 1000 см³, а після цього дріжджі переносять в колбу Карлсберга. [8].

Таблиця 2.2 – Розведення ЧКД у колбах

Колба №	1	2	3
Об'єм колби, см ³	10	100	1000
Об'єм стерильного сусла, см ³	5	50	500
Об'єм культури, см ³	–	5	55
Загальна кількість, см ³	5	55	555

Колби Карлсберга застосовують починаючи з об'єму 10 дм³.

Зазвичай використовують маленькі колби Карлсберга на 8-10 дм³ та великі колби Карлсберга на 20-25 дм³.

Виробнича стадія розмножування дріжджів в бродильному відділенні включає використання системи із двох пропаторів. Місткість пропаторів складає 50 дал для початкової стадії розведення дріжджів у першому пропаторі та 250 дал для основної стадії розведення дріжджів у другому пропаторі.

Конусна частина пропаторів оснащена паровою рубашкою, що дозволяє проводити стерилізацію сусла. Циліндрична частина оснащена охолоджувальною рубашкою. Як холодоагент доцільніше застосовувати розчин пропіленгліколю, аніж випаровувати аміак [8,17].

В момент коли в колбі Карлсберга досягається необхідна концентрація дріжджових клітин в кількості 100-120 млн клітин в 1 см³, підводиться повітря під тиском через повітряний фільтр в колбу і готове розброджене дріжджами сусло витискується в пропатор через спеціальний трубопровід.

Після проходять наступні операції: другий пропатор заповнюється гарячим суслим температурою 95 °С, а інша частина сусла перекачується в перший пропатор. Сусло витримується протягом 40 хв за температури 100°С аби знищити сторонні мікроорганізми, після чого здійснюється його охолодження до температури 10-12°С. З колби Карлсберга дріжджі передаються у найменший апарат – перший пропатор, при чому обов'язковою умовою є аерування сусла для швидшого розмноження. За умови досягнення у суслі бажаної концентрації клітин вміст першого пропатора слід передати в другий пропатор. Перед заданням сусла з дріжджами в другий пропатор необхідно провести аерування сусла протягом

однієї години. Пропагацію в другому пропаторі проводять до концентрації дріжджів 100-120 млн клітин в 1 см³ [8].

Наступне розведення дріжджів проходить з повним випороженням пропатора та наступною СІР-мийкою, засівом нової партії сусла чистою лабораторною культурою дріжджі з колби Карлсберга. В цьому випадку зменшується ризик появи контамінуючої мікрофлори.

Норма внесення дріжджів складає від 15 до 30 млн дріжджових клітин на 1 см³ сусла.

Від концентрації дріжджових клітин при внесенні залежить швидкість зброджування пивного сусла та хід інших біохімічних перетворень.

Підвищена норма внесення дріжджів призводить до збільшення інтенсивності бродіння, зниження приросту біомаси, прискореного зникнення речовин, що формують букет «молодого» пива, підвищеної втрати гірких речовин при бродінні без тиску та високого ризику автолізу дріжджів [17].

Температура сусла при внесенні дріжджів при холодному бродінні становить 8-10 °С, а при теплому бродінні – 14-18 °С. Щоб уникнути температурного шоку у дріжджів температура доливного сусла повинна відповідати температурі вже зброджуваного в циліндрично-конічному апараті. Внесення дріжджів за підвищеної температури сусла може призвести до прискореного розмноження дріжджів, до кращого розподілу дріжджів в зброджуваному суслі завдяки підвищенню турбулентності; до інтенсифікації метаболізму дріжджів, і як результат – отримання менш ароматного пива з «порожнім» смаком [17].

Вносити дріжджі в сусло з ряду мікробіологічних причин слід поступово та рівномірно з самого початку подачі сусла та протягом всієї варки. За відсутності дріжджів є високий ризик розвитку в суслі спороутворюючих бактерій, які можуть спричинити збій технологічного процесу зброджування пивного сусла [8].

Внесення дріжджів здійснюється в таких формах:

- використання дріжджів з пропатора або ЧКД;
- використання суміші з насінневих дріжджів і дріжджів з пропатора;
- тільки насінневі дріжджі;
- вилучення їх з пива на стадії «завитків» при використанні доливного способу.

Не дивлячись на значні витрати людської праці та підвищені мікробіологічні ризики, застосування суміші з насінневих дріжджів та дріжджів з пропатора у відсотковому співвідношенні 30%:70% знайшло більше розповсюдження, так як при цьому процес бродіння відбувається швидше, забезпечується підвищений вміст СО₂, зменшується кількість надлишкових дріжджів та краще освітлюється пиво [17].

При внесенні дріжджів необхідно забезпечити достатню кількість кисню в середовищі, так як дріжджові клітини мають потребу в кисні в першу чергу для синтезу стеринів і жирних кислот, які є основними компонентами клітинних мембран, без яких неможливе утворення нових клітин. Відсутність

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

аерації, запізнiла або надлишкова аерація негативно впливає на швидкість процесу бродіння й розмноження дріжджів.

Недостатня аерація призводить до не менш поганих наслідків, а саме:

- зупинки бродіння при охолодженні;
- повільного падіння екстрактивності;
- повільного доброджування;
- зниження якості пива.

Не варто боятися інтенсивної аерації сусла, тому що кисень необхідний дріжджам для розмноження і вони поглинають його з середовища. За декілька годин кисень зникає з сусла і не чинить на пиво ніякого шкідливого впливу. Набагато шкідливішими є вищенаведені наслідки, які можуть виникнути за умов неостатньої аерації [17].

Для розчинення повітря в холодному суслі його слід тонко розпорозити і в турбулентному потоці перемішати із холодним суслom. При цьому прагнуть забезпечити вміст кисню в межах 8-9 мг O_2 на 1 $дм^3$. Щоб цього досягти, необхідні витрати великої кількості повітря. Для розчинення такої кількості кисню теоретично потрібно близько 3 $дм^3$ повітря на 1 гл сусла, але на практиці потрібно в декілька разів більше, тому що частина бульбашок повітря не розчиняється в суслі і його неможливо розподілити абсолютно рівномірно [10,20].

Проблема полягає також в необхідності тонкого розпилення повітря, яке повинно дуже добре розподілитися і розчинитися в суслі. Бульбашки повітря, які піднімаються на поверхні сусла, утворюють піну. Отже є ризик збільшення обсягу цієї піни і перешкоджання нормальному процесу аерації. Повітря, яке нагнітається, має бути стерильним. Для цього його попередньо пропускають через фільтр для стерилізації повітря. Якщо повітря не стерилізувати, існує можливість розвитку інфекції в дріжджах.

Аерація сусла проводиться таким чином: дріжджі змішують з невеликою кількістю сусла і аерують перед внесенням або аерація сусла проводиться безпосередньо під час внесення дріжджів. Норма вмісту кисню в аерованому суслі становить 5,5-8,0 мг $O_2/дм^3$ 12% сусла при 60-80%-му насиченні повітря киснем до максимально можливих значень його насичення [16, 17].

З метою прискореного бродіння і дозрівання в ферментерах сусло необхідно аерувати з розрахунку від 4,5 до 6 мг кисню на 1 $дм^3$ сусла. Надлишкова аерація спричиняє сильне окислювання сусла, підвищений ризик старіння пива, потребує закупівлі дорогого устаткування і значних витрат, а також викликає сильне піноутворення і внаслідок цього неповне використання обсягу циліндро-конічного бродильного апарату [17].

Серед пристроїв для аерації сусла використовують знайшли своє застосування:

- 1) *Свічки з кераміки або спеченого металевого порошку.* Повітря, проходячи через дрібні пори свічок, потрапляє в сусло, яке обтікає їх; при цьому повітря дуже тонко розпорозується і тому розчиняється. Цей спосіб є простим та ефективним, але свічки потрібно регулярно

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

мити, що через їх високу пористість достатньо важко зробити, в іншому випадку вони можуть бути джерелом контамінації.

- 2) *Аераційні пристрої з трубками Вентури.* У трубці Вентури відбувається інтенсивне зростання швидкості потоку в області звуження трубки. При цьому повітря додається через форсунку, а потім в турбулентному потоці в області розширення трубки повітря інтенсивно перемішується із сушлом. При цьому істотних втрат тиску не виникає [17].
- 3) *Аераційні пристрої з двокомпонентною форсункою.* Двокомпонентна форсунка має пристрій, аналогічний трубці Вентури. При цьому повітря підводиться через дуже тонкі форсунки в стінці, чим досягається утворення найдрібніших пухирців повітря з дуже вузьким розповсюдженням за своїми розмірами. Після перемішування повітря суміш направляється через вузьку форсунку. Завдяки розширенню камери після форсунки суміш сушла, дріжджів і повітря ретельно перемішується.
- 4) *Пристрої зі статичним змішувачем.* У статичному змішувачі ретельне перемішування сушла і повітря досягається за допомогою вбудованих змішувальних елементів, які різко змінюють траєкторію руху сушла. Велике число кутів змушує сушло постійно змінювати напрямок своєї течії, створює турбулентний потік і, отже, хороший розподіл повітря в суслі [17].
- 5) *Відцентровий змішувач.* У цього змішувача повітря подається в сушло через диспергуючий ротор, при цьому він розпилюється на найтонші частинки і таким чином забезпечується дуже добре та інтенсивне розчинення повітря.

2.3.8 Головне бродіння та доброджування

За технологією сумісного способу бродіння та доброджування в ЦКБА розрізняють два температурних режими бродіння:

- холодний режим – температура бродіння в діапазоні 5-8°C;
- теплий режим – температура бродіння в діапазоні 7-12°C.

Під час перших двох діб температура бродіння підтримується в діапазоні 9-14°C для досягнення необхідного кінцевого ступеня зброджування [12].

Регулювання температури відбувається за допомогою поясів зовнішніх оболонок із холодоносієм, який охолоджений не нижче -6 °C.

За умови досягнення вмісту сухих речовин 3,2-3,5% апарат шпунтується за надлишкового тиску 0,04-0,07 МПа. За умови припинення подальшого зменшення вмісту екстракту протягом 24 год визначають закінчення бродіння. На 5-ту добу вміст сухих речовин досягає видимої кінцевої масової частки 2,2-2,5%. Після цього холодоносії подають в оболонку конусної частини і температура досягає рівно 0,5-1,5°C. У циліндричній частині апарату температура є рівною 3-4°C і зберігається протягом 6-7 діб. Далі температуру пива вирівнюють по всій висоті апарата та шпунтують [12].

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

По закінченню приблизно 10 діб від початку бродіння проводять перше знімання дріжджів. Друге знімання здійснюють перед освітленням, а тільки тоді пиво передають на охолодження та сепарування.

Температурне розшарування пива. Температура пива не є однаковою по всій товщі об'єму. Значне перемішування його головним чином за допомогою CO₂ відбувається на стадії інтенсивного бродіння. Таким чином пиво із середньою екстрактивністю початкового сусла досягає найбільшої густини при +2,5 °С; з високим вмістом екстракту – при +1 °С, а з меншим – при +3 °С [12].

Якщо пиво із середньою екстрактивністю охолоджувати до -1°С, то в конусній частині збиратиметься пиво з максимальною густиною при +2,5 °С (за умови, що температура замерзання пива біля -2°С). Особливий вплив температурного розшарування спостерігається на дріжджах: якщо конус не охолоджувати, то більш тепле пиво з дріжджами збиратиметься внизу, а коли вже відчутна явна нестача харчових речовин – дріжджі продовжують бути в активному стані і автолізують, і як наслідок – якість пива помітно погіршиться.

Аспекти бродіння та дозрівання в ЦКБА:

- азотний склад сусла, який залежить від режиму затирання.

Сусло повинно містити не менше 25 мг вільного α-амінного азоту на 100 см³, який необхідний для нормального харчування дріжджів. При застосуванні несолодженої сировини α-амінного азоту має становити 15 мг/100 см³.

- аерація сусла і норма введення дріжджів.

Це головний фактор для інтенсивного та швидкого зброджування. Норма – 30 млн клітин /1 см³, яка відповідає 1 дм³ густих на 1 гл сусла. Не менше 8 мг O₂. Особливо ефективною є потокова аерація через 2; 24 і 40 год після введення дріжджів в сусло. Це дозволить зменшити вміст ефірів у щільному пиві в 2 рази [12].

- дріжджі дуже чутливі до різкої зміни температури.

Різке переохолодження може призвести до шоку. При внесенні їх в логарифмічній фазі росту потрібно запобігати різким зменшенням температури; з іншої сторони температура зброджування впливає на різні компоненти смаку і аромату;

- індикатор дозрівання – розщеплення діацетилу.

Можна виходити з тих положень, що одночасно із значним розщепленням діацетилу зникають інші сполуки молодого пива. Загальний вміст діацетилу в кінці дозрівання має бути не більше 0,1 мг/дм³ [12,20].

Збір дріжджів із ЦКБА. Дріжджі треба знімати з такою частотою, наскільки це можливо. Для цього існують такі причини:

- дріжджі осідає нерівномірно через турбулентні потоки, що виникають при головному бродінні, тобто на поверхні молодого пива спостерігається висока концентрація клітин. Навіть при холодній витримці спостерігається таке явище як збурювання дріжджів завдяки теплим потокам в конусній частині апарата;

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- дріжджі в ході дозрівання виділяють в пиво азотовмісні низькомолекулярні речовини, які не споживаються ними повторно, а лише негативно впливають на стійкість піни;
- при дозріванні та холодній витримці дріжджі виділяють протеїназу, яка розщеплює композиції білків;
- поганий стан клітин веде до їх автолізу. рН підвищується й крім того, утворюються комплекси протеїнів, глікогену і маннану, які розчиняються та призводять до помутніння напою, погіршення процесу фільтрування;
- біомаса, яка в конусі, знаходиться під впливом парціального тиску CO₂. Тиск стовпа рідини клітини краще витримують, аніж дію CO₂.

Методи збору. Дріжджі із конуса можна збирати за допомогою тиску стовпа рідини або насосом, що буде підтримувати потік постійним (мембранні, гвинтові, ексцентрові гвинтові).

Важливим є щоб біомаса поступово сповзала й горизонтальна межа між пивом і дріжджами залишалась постійною; коли утвориться воронка – пиво може засмоктати. Це стосується і роботи насосів (потрібно щоб вони працювали в пульсуючому режимі) [12,17].

Зняті засівні дріжджі одразу не використовують, спочатку їх промивають холодною водою, просівають через вібросито і заливають холодною водою температурою 0-3 °С, де вони відпочивають і можуть зберігатись протягом 4-6 діб. Такі дріжджі використовують до 10 генерацій [8].

Зберігати виробничі дріжджі необхідно в умовах низьких температурах. При короткочасному зберіганні дріжджі необхідно охолоджувати:

- до температури початкового сусла, але не вище 8°С;
- до 3°С в разі зберігання протягом вихідних днів.

Кожен градус починаючи з 3°С знижує життєву силу дріжджів. Під час перерви між варками дріжджі слід зберігати за температури від 0 до +1°С під шаром не повністю зброженого пива або під шаром пива з добавкою сусла.

При довготривалій паузі необхідно пресувати дріжджі та зберігати їх за температури 0...+1°С [17].

2.3.9 Фільтрування пива

Мета фільтрування – забезпечити таку стійкість пива, щоб у ньому протягом тривалого часу не виникало ніяких видимих змін і воно зберігало свій зовнішній вигляд. Нефільтроване пиво містить частинки, які викликають помутніння, а також залишки дріжджових клітин та бактерії, що не відділилися шляхом седиментації після закінчення основного бродіння [12].

Залежно від ступеня витримки вміст дріжджових клітин в нефільтрованому пиві може складати в діапазоні від 100 000/см³ до 1 000 000/см³, вміст бактерій повинен бути як можна меншим. Великий вміст бактерій свідчить про антисанітарію пивзаводу, що є неприпустимим.

Для фільтрування пива застосовують в основному кізельгурові фільтри декількох типів. В якості фільтрувального матеріалу

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

використовують кізельгур різного ступеня проникності. Ефективність фільтрування визначається кількістю знайдених мікроорганізмів у відфільтрованому пиві. Фільтрування за допомогою кізельгурових фільтрів дозволяє знизити кількість дріжджових клітин в 1дм³ пива з 100 млн до 50 [12].

Намивні фільтри. Це такі фільтри, в яких фільтрування відбувається за допомогою допоміжної фільтруючої речовини, що намивається на фільтрувальні перегородки [17].

Щоб досягти якісного фільтрувального ефекту фільтруючий шар наносять в три прийоми:

1. основний (попередній) 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 мілкою кізельгуру у фільтрат. Цей основний шар є найважливішим елементом для подальшого нанесення кізельгуру і фільтрування в цілому. Частинки цього шару спираються 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 [17].
2. запобіжний шар – цей шар також намивається 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.
3. 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 руйнують шари, нанесені на сита або свічки, і пиво виходить мутним. Підвищення різниці тиску має відбуватися повільно і рівномірно до досягнення граничного надлишкового тиску 6-8 бар. Витрата кізельгуру складає 6,0-12,0 г/дал пива.

Намивний свічний фільтр. Представляє собою циліндричну вертикальну ємність з конічним дном, яка здатна витримувати надлишковий тиск.

Фільтрувальні свічки – це фільтруючі перегородки, на які намивається допоміжна фільтруюча речовина [17].

Фільтрування пива розпочинається нанесенням основних шарів кізельгуру, а закінчується в той момент, коли тиск досягає свого граничного значення. Пиво витискується деаерованою водою. Кізельгур видаляється в пастоподібному або в рідкому вигляді. Попередньо кізельгур скидається зі свічок товчками стисненого повітря або стисненого повітря разом з водою. Миття фільтру відбувається в протитоці. Потік води чергується з подачею стисненого повітря, що призводить до утворення завіхрювань і повітряним поштовхам. На останньому етапі фільтр і всі трубопроводи стерилізують

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

підкисленою гарячою водою, після чого фільтр готовий до нового фільтрування [17].

Переваги свічного наливного фільтра:

- навантаження на фільтруючий елемент до 9 кг/м;
- створюється оптимальний потік для рівномірного розподілення кізельгуру;
- можливість видаляти кізельгур як у вологому, так і сухому вигляді;
- легко піддається автоматизації;
- мінімальна витрата води при митті протитоком;
- висока якість.

Таким чином, у даній кваліфікаційній роботі буде використовуватись свічний наливний фільтр.

Фільтрування пива на картонному трап-фільтрі

Фільтрація частинок (трап-відлов) забезпечує видалення залишків фільтраційного матеріалу у фільтраті після первинної фільтрації. У більшості випадків в якості наповнювача використовується кізельгур або целюлоза. Через те що всі види кізельгурових фільтрів мають схильність до витoku кізельгуру у фільтрат, кізельгур потрібно видалити перед розливом або перед відправленням на більш тонку фільтрацію.

Існує багато фільтраційних матеріалів для трап-фільтрації. Найчастіше застосовують фільтраційні картриджі зі скловолокна або полімерів, фільтраційні листи з целюлози, але також і спеціальні нержавіючі сталеві картриджі з інших неорганічних матеріалів. Селективність трап-фільтрів коливається від 5 до 20 мкм [35].

Кінцева мікрофільтрація є останнім етапом фільтрації перед розливом. На пивзаводах часто використовують триетапну систему фільтрації (первинна - трап - вторинна). Фільтруючі картриджі використовуються для кінцевої мікрофільтрації, доступні в двох видах селективності. Волокнистий фільтр в першій ступені фільтрації (1 мкм) виконує функцію попереднього фільтра і усуває дріжджі з метою захисту кінцевої мембрани на другому етапі. Мембрана (0,45 мкм) фільтрує з абсолютною ефективністю і затримує бактерії. Метою кінцевої фільтрації, відомої також під назвою "холодна стабілізація пива", є видалення з пива всіх дріжджів і шкідливих бактерій. Завданням вторинної мікробіологічної фільтрації, що знаходиться перед лінією розливу, є забезпечення мікробіологічної стабільності пива протягом всього терміну придатності [35].

Таким чином, трап-фільтрація перешкоджає попаданню частинок кізельгуру і целюлози, що містять дріжджові клітини, у форфаси і затримує залишки дріжджових клітин після кізельгурового фільтра.

Карбонізація пива

Достатнє насичення пива діоксидом вуглецю – один із найважливіших показників його якості, тому що діоксид вуглецю не тільки позитивно впливає

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

на смак напою та сприяє кращому піноутворенню, а й консервує, гальмуючи розвиток сторонньої мікрофлори. За нормальних умов доброджування й дозрівання пиво зазвичай насичується вуглекислим газом в достатній мірі. Іноді ж при нестачі холоду (підвищення температури в бродильних апаратах), недостатній герметичності апаратів або порушенні технологічного режиму доброджування (в молодому пиві залишилась недостатня кількість екстракту) достатнього насичення пива CO_2 не відбувається і його доводиться штучно вводити, тобто карбонізувати напій [17].

У карбонізатор вприскується потік пива. Для розчинення в пиві CO_2 служить ділянка карбонізації, яка виконана у вигляді довгої вигнутої труби.

CO_2 повинен бути добре диспергований в пиві, а потім повинен мати можливість розчинитися. Розчинення діоксиду вуглецю в пиві спочатку нестійке, зв'язування CO_2 виникає тільки через якийсь час.

По мірі наповнення у форфасах постійно підвищується статичний тиск, і тому карбонізатор постачають клапаном постійного тиску. Необхідно звертати увагу на ступінь чистоти CO_2 . Внесений на даному етапі кисень призведе до сильного погіршення якості пива. Оскільки карбонізатор включають в лінію після фільтра, санітарний стан карбонізатора необхідно підтримувати на належному рівні. З цієї точки зору велику роль відіграє спосіб розпилення CO_2 в пиві. Керамічні свічки та аналогічні пристрої, які неможливо зберігати в чистому стані, не можна застосовувати. В іншому випадку можна проміняти тривалу стійкість пива на його якісніше насичення [17].

2.3.13 Збірники для готового пива (форфаси)

Освітлене пиво є рідиною, яка містить велику кількість вуглекислого газу. При переході від спокійного стану до рухомого (транспортування, фільтрування) рівновага рідина-газ порушується. Тому для відновлення попереднього стану освітлене пиво необхідно витримати визначений термін під тиском вуглекислого газу, завдяки чому відбудеться стабілізація CO_2 в ньому, а також збережеться раніше досягнута якість готового напою [17].

У форфасах, куди подається фільтроване пиво, мають бути забезпечені ізобаричні умови. Використання повітря при наповненні збірника фільтрованим пивом призведе не тільки до втрат CO_2 у пиві, але і до насичення пива повітрям. Збірник слід встановлювати в охолоджену приміщенні, в якому підтримується температура в межах $0...1^\circ\text{C}$ або ж такий збірник повинен мати охолоджуючу поверхню. Тривалість витримки становить від 4-12 год [17].

Збірники освітленого пива повинні мати манометри, запобіжні клапани, вакуум-переривачі і нижні люки. Збірник освітленого пива виконує роль мірника, тому він повинен мати мірне скло. Кожний збірник, заповнений готовим пивом кількісно здається цехом доброджування і приймається цехом розливу [16, 17].

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Технологічні рішення, прийняті в кваліфікаційній роботі:

1. Розведення дріжджів відбувається у системі із двох пропагаторів. Аерація сусла відбувається із застосуванням аераційного пристрою з двокомпонентною форсункою із заданням одразу всієї кількості засівних дріжджів.
2. Для приготування проектованого асортименту продукції обрано сухі дріжджі виду *Sacch. carlsbergensis* раси Saflager W-34/70 через їх швидке зброджування пивного сусла та рівномірну флокуляцію.
3. Зброджування пивного сусла проходить сумісним способом у ЦКБА. Період головного бродіння триває 5-7 діб за температури 8-14°C, період доброджування становить 6-7 діб за температури 2 °С.
4. В період між головним бродінням і доброджуванням здійснюють перше знімання дріжджів (вони є недоброякісними через передчасну флокуляцію).
5. Друге зняття дріжджів з конусної частини ЦКБА проводять після холодної витримки пива, коли температура вирівняна по всій висоті апарата.
6. Зняті засівні дріжджі направляють до дільниці їх очистки для повторного використання (до десяти генерацій).
7. Фільтрування пива проводять на діатомітовому свічковому намивному фільтрі.
8. Стабілізація пива проходить на картонному трап-фільтрі, який перешкоджає потраплянню частинок кізельгуру і целюлози у готове пиво.

					АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Охолоджене сусло, що надходить із варильного відділення, поступає у перший пропагатор 2, де воно стерилізується та охолоджується до заданої температури внесення дріжджів із колби Карлсберга 1, в якій попередньо розводять ЧКД.

Далі у підготовлене сусло задається ЧКД і воно передається у другий пропагатор 3 для пропагації дріжджів до концентрації 100-120 млн клітин в 1 см³.

Сусло із дріжджами додатково насичується повітрям у аераторі 4. Аерацію розраховують таким чином, щоб забезпечити вміст кисню в суслі 4,5-6 мг/дм³. Після цього сусло надходить у циліндро-конічний апарат 5.

На другу добу бродіння у певний об'єм пива за рецептурою задається водно-спиртовий розчин журавлини із збірника 6.

Знімання дріжджів проводиться після закінчення бродіння. Нижній та верхній шари менш якісних дріжджів знімають з ЦКБА і насосом 11 подають у збірник надлишкових дріжджів 10 та направляють на реалізацію. Середній шар, що містить якісні дріжджі, подають на вібросито 7, а потім в збірник насінневих дріжджів 9 для їх зберігання та повторного використання.

Нефільтроване пиво із ЦКБА насосом 12 надходить у буферну ємність 13. Кізельгур з силікагелем змішується з деаерованою водою у збірнику 14 і через дозатор 15 намивається шаром в свічковому діатомітовому фільтрі 16, куди пиво подається для фільтрування. Пиво, яке було частково змішане з водою, надходить у збірник смарочного пива.

Для покращення колоїдної стійкості пиво проходить фільтрування на трап-фільтрі 17. У випадку недостатнього насичення пива діоксидом вуглецю його пропускають через карбонізатор 18, після нього відфільтроване пиво направляється на витримку у форфас 19. Після витримки у форфасах пиво подається у цех розливу.

					ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

Характеристика проекрованої продукції

Обсяг проекрованої продукції наведений в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Обсяг проекрованої продукції

Продукція	Відсоток у загальному обсязі, %	Виробництво	
		За добу, дал	За рік, дал
Пиво Старий Мельник світле 15%	80	12 054,80	4 400 000
Пиво Dunkel темне 13,5%	15	2260,275	825 000
Пиво Chicago Lager Cranberry світле 12,0%	5	753,425	275 000
ВСЬОГО	100	15068,5	5 500 000

За масовою часткою сухих речовин у початковому суслі згідно ДСТУ 3888:15, пиво поділяють на групи:

- Світле: 8-20%;
- Напівтемне: 10-20 %;
- Темне: 11-20%.

Пиво з малим вмістом алкоголю має масову частку сухих речовин початкового сусла (щільність) до 5 %, з середнім - до 12 %, міцне - понад 14% [5].

За способом оброблення поділяють на:

- фільтроване;
- не фільтроване.

Фільтроване в свою чергу поділяється на:

- ✓ пастеризоване;
- ✓ не пастеризоване.

Не фільтроване поділяється на:

- освітлене;
- неосвітлене.

Основні органолептичні та фізико-хімічні показники пива наведено відповідно в табл. 3.2, 3.3, 3.4 і 3.5

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники пива згідно ДСТУ 3888-15 [5]

Найменування показника	Характеристика показника					
	Фільтроване пиво			Нефільтроване пиво: освітлене, неосвітлене		
	світле	напівтемне	темне	світле	напівтемне	темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень			Прозора піниста рідина, без сторонніх включень, не властивих продукту (допускається наявність дріжджового осаду та слабка опалесценція)		
Смак	Солодовий та хмелевий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива	Солодовий смак із присмаком карамельного солоду, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Чистий смак зброженого солодового напою з хмелевою гіркотою та з присмаком дріжджів. Сторонній присмак не допускається		
Піноутворення	Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 8% до 11,5%: Висота піни, не менше, мм – 20,0 Піностійкість не менше, хв – 2,0 Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 12,0 до 20,0%:			Висота піни, не менше, мм – 30,0 Піностійкість не менше, хв – 2,0		
Примітка. Додаткові вимоги до смаку та аромату пива встановлюються виробником у рецептурі на кожну назву						

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники пива згідно ДСТУ 3888-15 [5]

Тип 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, %
Світле	8,0-20,0	2,0-6,0	1,3-5,0	0,4-1,8	0,30-0,35
Світле	8,0-20,0	2,6-6,0	1,3-5,0	0,4-1,8	0,30-0,35
Темне	11,0-22,0	2,8-7,0	1,5-5,5	4,0-8,0	0,30-0,33

Табл. 3.4 – Мікробіологічні показники пива згідно ДСТУ 3888-15 [5]

Назва показника	Норма				Метод випробування
	Непастеризоване			пастеризоване	
	пиво в пляшках з масовою часткою сухих речовин, %		пиво розливане фільтроване та нефільтроване	Пиво в пляшках, металевих та інших видах споживчої тари	
	8 – 11,5	12 - 20			
1	2	3	4	5	6
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), БГКП	не допускаються в 3 см ³	не допускаються в 10 см ³	не допускаються в 1 см ³	не допускаються в 10 см ³	Згідно з ГОСТ 30518
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, не більше ніж, КУО/см ³	–	–	–	5·10 ²	Згідно з ГОСТ 18963

Закінчення таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела	не допускаються в 25 см ³	не допускаються в 25 см ³	не допускаються в 25 см ³	не допускаються в 25 см ³	Згідно з порядком Державного санітарного нагляду

Таблиця 3.5 – ГДК на важкі метали і миш'як [5]

Назва елемента	Допустимі рівні не більше, мг/кг	Метод випробування
Ртуть	0,005	Згідно з ГОСТ 26927
Залізо	15,0	Згідно з ГОСТ 26928
Миш'як	0,2	Згідно з ГОСТ 26930
Мідь	5,0	Згідно з ГОСТ 26931
Свинець	0,3	Згідно з ГОСТ 26932
Кадмій	0,03	Згідно з ГОСТ 26933

3.2 Характеристика сировини

Для виробництва пива використовують:

- солод світлий, темний, карамельний і несолоджені матеріали;
- вода питна підготовлена;
- хміль гранульований;
- ферментні препарати, що дозволені до використання МОЗ України

Від якості і підготовки використаної сировини залежать смакові, поживні і інші споживчі властивості пива. Крім того, сировина має бути безпечною і відповідати нормативним документам [12].

Для виробництва солоду використовують ячмінь, який відповідає вимогам ДСТУ 3769-98 [8].

Органолептичні і фізико-хімічні показники світлого, карамельного та темного ячмінних солодів, рисової січки наведено відповідно в табл. 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10.

Таблиця 3.6 – Органолептичні показники світлого та темного солоду згідно ДСТУ 4282-2004 [7]

№ п/п	Показники	Характеристика світлого та темного солоду
1	Зовнішній вигляд	Однорідні зернова маса, що не містить плісняви та пошкоджених зерен.
2	Колір	Для солоду високої якості від світло - жовтого до жовтого.
3	Запах	Солодовий, більш концентрований у темному солоді. Не допускається кислий і пліснявий та інші не властиві солодовому
4	Смак	Солодовий, солодкуватий. Не допускаються сторонні присмаки: кислий і гіркий.

Таблиця 3.7 – Органолептичні показники карамельного солоду згідно ДСТУ 4282-2004 [7]

№ п/п	Назва показника	Характеристика солоду
1	Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих зерен і зернових шкідників
2	Колір	Від світло – жовтого до брудного з глянцевою відтінком
3	Запах (як самого солоду так і холодної та гарячої витяжок)	Солодовий. Не дозволено пригорілий, затхлий і пліснявий та інші не властиві солодовому
4	Смак	Солодкуватий. Не дозволено гіркий і пригорілий.
5	Вид зерна на зрізі	Запечена коричнева маса. Не дозволено обвуглілу масу

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Таблиця 3.8 – Фізико-хімічні показники світлого та темного солоду згідно ДСТУ 4282-2004 [7]

№ п/п	Найменування показника	Норма для типів солоду			
		Світлого			Темного
		Високої якості	I класу	II класу	
1	2	3	4	5	6
1	Прохід через сито (2,2 x20) мм, %, не більше	3,0	5,0	8,0	8,0
2	Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не допускається	0,3	0,5	0,3
3	Кількість: борошнистих зерен, %, не менш	85,0	80,0	80,0	90,0
4	склоподібних%, не більше	3,0	5,0	10,0	5,0
5	темних%, не більше	Не допускається	Не допускається	4,0	10,0
6	Масова частка вологи (вологість), %, не більше	4,5	5,0	6,0	5,0
7	Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	79,0	78,0	76,0	74,0
8	Масова частка білкових речовин в сухій речовині солоду, %, не більше	11,5	11,5	12,0	-
9	Відношення масової частки розчинного білка до масовій частці білкових речовин в сухій речовині солоду (число Кольбаха),%	39-41	-	-	-
10	Тривалість оцукрювання, хв, не більше	15	20	25	-
Лабораторне сусло					
11	Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль / дм ³ на 100 см ³ води, не більше	0,18	0,20	0,40	0,50-1,30
12	Кислотність, см ³ розчину гідроокису натрію концентрацією 1 моль / дм ³ на 100 см ³ сусла	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3	-

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники карамельного солоду згідно ДСТУ 4282-2004 [7]

№ п/п	Найменування показника	Норма солоду	
		I класу	II класу
1	2	3	4
1	Масова частка вологи (вологість), %, не більше	6,0	6,0
2	Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, %, не менше	75,0	70,0
3	Кількість карамельних зерен, %, не менше	93,0	25,0
4	Масова частка смітної домішки, %, не більше	0,5	0,5
5	Колір (величина Лінтнер - Ln), не менше	20,0	20,0

Таблиця 3.10 – Вимоги до рисової січки згідно ДСТУ 4965:2008 [6]

Показники	Одиниці виміру	Вимоги до зерна
Колір	Білий з різними відтінками	
Аромат	Властивий рису, без сторонніх включень, не затхлий, не плісняви	
Смак	Властивий рису, без сторонніх включень, не кислий, не гіркий	
Вологість, не більше	%	15,5
Доброякісні ядра, не менше	%	98,2
Жир	%	1,9
Безазотисті екстрактивні речовини	%	77,4
Зола	%	1,2
Білок	%	7,5
Амінокислоти:	%	
Треонін		3,92
Лейци		8,61
Лізин		3,95
Валін		6,99
Гліцин		6,84

Органолептичні, мікробіологічні і фізико-хімічні показники води наведено відповідно в табл. 3.11, 3.12, 3.13 і 3.14.

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 3.11 – Органолептичні показники води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]

Назва показника	Норматив	Метод випробовування
Запах при 20°C і при нагріванні до 60°C, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351-74
Смак і присмак при 20°C, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351-74
Колірність, градуси, не більше	20	За ГОСТ 3351-74
Мутність за стандартною шкалою, мг/дм ³ , не більше	1,5	За ГОСТ 3351-74

Таблиця 3.12 – Мікробіологічні показники води згідно з ДСанПіН 2.2.4171-10 [1]

№ п/п	Показники	Норма
1	Число мікроорганізмів в 1 см ³ води, не більше	100
2	Число бактерій групи кишкової палички в 1 дм ³ (колі-індекс), не більше	3
3	Колі-титр	300

Таблиця 3.13 – Фізико-хімічні показники води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]

Назва показника	Норматив	Метод випробовування
Водневий показник, рН	6,0-9,0	Вимірюється рН-метром будь-якої моделі зі скляним електродом з похибкою вимірювань не більше 0,1 рН
Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,3	За ГОСТ4011-72
Загальна жорсткість, мг · екв/дм ³ , не більше	7,0	За ГОСТ 4151-72
Марганець, мг/дм ³ , не більше	0,1	За ГОСТ 4974-72
Мідь, мг/дм ³ , не більше	1,0	За ГОСТ 4388-72

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Закінчення таблиці 3.13

Поліфосфати, мг/дм ³ , не більше	3,5	За ГОСТ 18309-72
Сульфати, мг/дм ³ , не більше	500	За ГОСТ 4389-72
Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	1000	За ГОСТ 18164-72
Хлориди, мг/дм ³ , не більше	350	За ГОСТ 4245-72

Таблиця 3.14 – Токсикологічні показники води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]

№ п/п	Назва хімічного відновника	Норма
1	Алюміній залишковий, мг/дм ³ не більше	0,5
2	Миш'як, мг/дм ³ не більше	0,05
3	Нітрати, мг/дм ³ не більше	45,0
4	Свинець, мг/дм ³ не більше	0,03
5	Стронцій, мг/дм ³ не більше	0,7

Органолептичні та фізико-хімічні показники гранул хмелю наведено в табл. 3.15.

Таблиця 3.15 – Фізико-хімічні показники хмелю гранульованого згідно Технічних умов: ДСТУ 7028:2009 [2]

№ п/п	Показники	Норма
1	Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислот), % у сухій речовині, не менше	10,0-14,0
2	Масова частка хмельових домішок, %, не більше	0,5
3	Масова частка води, %, не більше	12,0
4	Масова частка сірчистого ангідриду, % у сухій речовині, не більше	0,5
5	Масова частка золи, % у сухій речовині, не більше	0,6
6	Вміст не хмельових домішок	Не дозволено
7	Наявність плісняви	Не дозволено
8	Масова частка токсичних елементів, мг/кг, не більше	
	- свинець	10,0
	- кадмій	0,5
	- ртуть	0,1
	- миш'як	0,5

					ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

У процесі виробництва пива також використовують допоміжні матеріали, дозволені органами охорони здоров'я України, використання яких передбачено відповідною технологічною інструкцією, затвердженою в установленому порядку [13].

Допоміжні матеріали:

- Пляшки полімерні. Пляшки полімерні ТУ У6-00209651.128-97 для виробництва пива видуваються з преформ вітчизняного виробництва ТУ У6-002096 51.1 27-97;
- Ковпачок полімерний з прокладкою ТУ У21643937.001-2000 призначений для герметизації пляшок із напоями;
- Етикетка поліпропіленова ТУ 22.1-16476839-001-04 надрукована на поліпропіленовій стрічці і зберігається у вигляді бухти по 15000-20000 шт;
- Етикетка і кольєретка ТУ У21.2-20625995001-2002 для пляшок надруковані на папері густиною 70-80 г/м². Товста етикетка спричиняє додаткову витрату клею, а тонка - пропускає клей на лицьову сторону;
- Пляшки скляні для пива згідно ГОСТ 10117-91;
- Кислота соляна синтетична технічна ДСТУ 2904-94;
- Кроненпробка ГОСТ 10.167-88;
- Кислота молочна харчова ДСТУ 4621:2006;
- Натрію гідросульфат ГОСТ 246-76;
- Діоксид вуглецю рідкий ДСТУ 4817:2007;
- Кізельгур згідно з ТУ У 18.329.

У табл. 2.16 наведена характеристика діоксиду вуглецю згідно з ДСТУ 4817:2007 [3].

Таблиця 3.16 — Характеристика діоксиду вуглецю [3]

Назва показника	Значення для сортів		
	вищого	першого	другого
1	2	3	4
Запах і смак	Злегка кислуватий присмак без сторонніх запахів		
Об'ємна частка діоксиду вуглецю (CO ₂), %, не менше ніж	99,9	99,5	99,0
Наявність мінеральних масил і механічних домішок	Повинен витримувати випробування за п. 10.5 ДСТУ 4817:2007		
Наявність оксиду вуглецю (CO)	Нижче чутливості методу за п. 10.6 ДСТУ 4817:2007		

Закінчення таблиці 3.16

1	2	3	4
Наявність оксидів азоту (NO, NO ₂)	Нижче чутливості методу за п. 10.6 ДСТУ 4817:2007		
Масова концентрація сірчистого ангідриду (SO ₂), г/м ³ , не більше ніж	0,002	0,004	0,005
Наявність сірководню (H ₂ S)	Повинен витримувати випробування за п. 10.8 ДСТУ 4817:2007		
Наявність соляної кислоти	Повинен витримувати випробування за п. 10.9 ДСТУ 4817:2007		
Наявність аміаку та етанол амінів	Повинен витримувати випробування за п. 10.10 ДСТУ 4817:2007		
Масова частка води, %, не більше	Нижче чутливості методу за п. 10.11 ДСТУ 4817:2007		0,1
Масова концентрація водяної пари за температури 20 °С і тиску 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), г/м ³ , не більше ніж	0,037	0,076	0,184
Температура насичення діоксиду вуглецю водяною парою, яка відповідає тиску 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) температурі, 20 °С, °С не вище ніж	Мінус 48	Мінус 42	Мінус 34
Наявність ароматичних вуглеводнів	Повинен витримувати випробування за п. 10.13 ДСТУ 4817:2007		
Масова концентрація оксидів ванадію (у перерахунку на V ₂ O ₅) для скрапленого діоксиду вуглецю мг/кг, не більше ніж	0,02	0,1	0,2

					ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до продуктових розрахунків

Розрахунок продуктів виробництва пива складається з визначення витрат сировини, об'єму напівпродуктів і відходів виробництва на одиницю готової продукції. Витрати для розрахунку беруть з урахуванням сучасної технології виробництва, чинних нормативів і досягнень підприємств галузі [34].

Кваною роботою передбачено випуск пива Старий Мельник з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15,0 %, Dunkel з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 13,5 % та Chicago Lager Cranberry з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,0%. Продуктивність заводу становить 5,5 млн дал/рік.

Вихідні дані та дані для розрахунку наведені в таблицях 4.1-4.4.

Таблиця 4.1 – Асортимент і характеристика пива

Тип пива	Обсяг виробництва пива за рік			
	Обсяг, дал	Частка від загальної кількості, %	Розлив у пляшки	
			Дал	Частка від загальної кількості, %
Старий Мельник	4 400 000	80	4 400 000	100
Dunkel	825 000	15	825 000	100
Chicago Lager Cranberry	275 000	5	275 000	100

Таблиця 4.2 – Рецептúra проєктованих сортів пива

Сорт пива	Концентрація початкового сусла, %	Витрата зернопродуктів на 1 дал		Примітка
		%	кг	
Старий Мельник	15,0	Солод світлий — 90,0 Рисова січка — 10,0	2,07 0,23	Світле
Dunkel	13,5	Солод світлий — 89,5 Солод житній ферментований — 3,4 Солод карамельний — 7,1	2,15 0,08 0,17	Темне
Chicago Lager Cranberry	12,0	Солод світлий — 95,0 Солод карамельний — 5,0	1,9 0,1	Світле

						Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОДУКТОВИХ РОЗРАХУНКІВ	

Таблиця 4.3 – Характеристика сировини

Сировина	Вологість, %	Екстрактивність, % наСР
Солод ячмінний світлий	5,0	78,0
Солод ячмінний карамельний	6,0	72,0
Солод житній ферментований	5,0	80,0
Рисова січка	15,0	85,0

Таблиця 4.4 – Втрати на стадіях виробництва пива

Найменування втрати	Пиво з масовою часткою початкового сусла, %		
	Старий Мельник, 15% світле	Dunkel, 13,5% темне	Chicago Lager Cranberry, 12% світле
Екстракту: з пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	1,75	2,2	2,2
з хмельовою дробиною, шламом під час сепарування, стискування, під час охоло- дження, на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,8	6,4	6,3
У цеху бродіння, % від об'єму холодного сусла	2,5	2,2	2,2
Під час розливу, % від об'єму фільтрованого пива: у пляшки (за вирахуванням поверненого пива)	2,5	2,5	2,5
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до товарного пива)	12,9	12,1	12,8
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у вариль- ному цеху, приведеного до 20 ° С, до товарного пива), % від об'єму сусла, приве- деного до 20 ° С	9,3	8,4	9,2
Під час пастеризації пива в пляшках, % від об'єму пастеризованого пива	2,2	2,2	2,2

						Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Продуктові розрахунки

Пиво Старий Мельник з початковою концентрацією сусла 15% готується із 90 % світлого солоду і 10 % рисової січки з вологістю 15 % і екстрактивністю 85 %, тобто в 100 кг зернопродуктів міститься 90 кг світлого солоду і 10 кг рисової січки.

При поліруванні солоду втрати складають 0,1 % від його маси, тобто $90 \cdot 0,001 = 0,09$ кг.

На подрібнення солоду поступає:

$$90 - 0,09 = 89,91 \text{ кг.}$$

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

$$\text{в солоді — } 89,91 \cdot (1 - 0,05) = 85,42 \text{ кг;}$$

$$\text{в рисовій січці — } 10 \cdot (1 - 0,15) = 8,5 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього: } 85,42 + 8,5 = 93,92 \text{ кг.}$$

Відповідно вміст екстрактивних речовин в сировині:

$$\text{в солоді — } 85,42 \cdot 0,78 = 66,63 \text{ кг;}$$

$$\text{в рисовій січці — } 8,5 \cdot 0,85 = 7,225 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього: } 66,63 + 7,225 = 73,855 \text{ кг.}$$

Втрати екстракту в дробині — 2,214 % від маси екстрактивних речовин сировини, що затирається.

Отже, в сусло перейде екстрактивних речовин:

$$73,855 \cdot (1 - 0,02214) = 72,22 \text{ кг.}$$

В дробині залишиться сухих речовин:

$$93,92 - 72,22 = 21,7 \text{ кг.}$$

Пиво Chicago Lager Cranberry з початковою концентрацією сусла 12% готується із: солод ячмінний світлий — 93%, солод карамельний — 5 %.

При поліруванні солоду втрати складають 0,1 % від його маси, або $95 \cdot 0,001 = 0,095$ кг.

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

$$\text{ячмінного світлого солоду — } 95 - 0,1 = 94,9 \text{ кг.}$$

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

$$\text{в ячмінному світлому солоді — } 94,9 \cdot (1 - 0,05) = 90,1 \text{ кг;}$$

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

Всього кількість СР в сировині, яка поступає на подрібнення, буде:

$$90,1 + 4,7 = 94,8 \text{ кг.}$$

При екстрактивності світлого ячмінного солоду 78 %, карамельного 72 % та кислого 74 % від маси СР на затирання надходить:

з ячмінним світлим солодом — $90,1 \cdot 0,78 = 70,2$ кг;

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

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

$$73,6 \cdot (1 - 0,022) = 72 \text{ кг.}$$

В дробині залишається сухих речовин:

$$94,8 - 72 = 22,8 \text{ кг.}$$

Пиво Dunkel з початковою концентрацією сусла 13,5% готується з: солод ячмінний світлий — 89,5 %, солод житній ферментований — 7,3%, солод карамельний — 2,8%.

При поліруванні солоду втрати складають 0,1 % від його маси, або $(89,5 + 7,3) \cdot 0,001 = 0,0968$ кг.

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

світлого ячмінного солоду — $89,5 - 0,05 = 89,45$ кг;

житнього ферментованого солоду — $7,3 - 0,05 = 7,25$ кг.

При вологості світлого ячмінного солоду 5 %, житнього ферментованого солоду 5 % і карамельного солоду 6 % кількість СР буде:

в світлому ячмінному солоді — $89,45 \cdot (1 - 0,05) = 84,97$ кг;

в житньому ферментованому солоді — $7,25 \cdot (1 - 0,05) = 6,88$ кг;

в карамельному солоді — $2,8 \cdot (1 - 0,06) = 2,63$ кг.

Всього кількість СР в сировині, яка поступає на подрібнення, буде $84,97 + 6,88 + 2,63 = 94,48$ кг.

При екстрактивності світлого ячмінного солоду 78 %, житнього ферментованого солоду 80 % і карамельного 72 % від маси СР на затирання надходить:

зі світлим ячмінним солодом — $84,97 \cdot 0,78 = 66,27$ кг;

з житнім ферментованим солодом — $6,88 \cdot 0,8 = 5,5$ кг;

з карамельним солодом — $2,8 \cdot 0,72 = 1,8$ кг.

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Всього в сировині міститься:

$$66,27 + 5,5 + 1,8 = 73,57 \text{ кг.}$$

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

$$73,57 \cdot (1 - 0,022) = 71,95 \text{ кг.}$$

В дробині залишається сухих речовин:

$$94,48 - 71,95 = 22,53 \text{ кг.}$$

Визначення проміжних продуктів

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

Старий Мельник — 72,22 кг;

Chicago Lager Cranberry — 72 кг;

Dunkel — 71,95 кг.

При встановленій концентрації світлого пива Старий Мельник 15 %, світлого Chicago Lager Cranberry 12 % і темного Dunkel 13 % із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

$$\text{Старий Мельник} — (72,22 \cdot 100) / 15 = 481,46 \text{ кг;}$$

$$\text{Doms} — (72 \cdot 100) / 12 = 600 \text{ кг;}$$

$$\text{Dunkel} — (71,95 \cdot 100) / 13 = 553,46 \text{ кг.}$$

Об'єм сусла при 20 °С (при відносній густині сусла Старий Мельник — 1,0569, Chicago Lager Cranberry — 1,0484, і Dunkel — 1,0526) складає:

$$\text{Старий Мельник} — 481,46 / 1,0569 = 455,54 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 600 / 1,0484 = 572,30 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Dunkel} — 553,46 / 1,0526 = 525,80 \text{ дм}^3.$$

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

$$\text{Старий Мельник} — 455,54 \cdot 1,04 = 473,76 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 572,30 \cdot 1,04 = 595,19 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Dunkel} — 525,80 \cdot 1,04 = 546,83 \text{ дм}^3.$$

Холодне сусло. Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Chicago Lager Cranberry — 6,3 %, для Старий Мельник — 5,8 % і для Dunkel — 6,4 % від об'єму гарячого сусла, приведенного до об'єму при 20 °С.

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таким чином, об'єм холодного сусла складає:

$$\text{Старий Мельник} — 473,76 \cdot (1 - 0,058) = 446,28 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 595,19 \cdot (1 - 0,063) = 557,69 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Dunkel} — 546,83 \cdot (1 - 0,064) = 511,83 \text{ дм}^3.$$

Фільтроване пиво. Витрати у бродильному цеху і цеху фільтрації складає до об'єму пива: Chicago Lager Cranberry — 2,2 %, Старий Мельник — 2,5 % і Dunkel — 2,2 %. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

$$\text{Старий Мельник} — 446,28 \cdot (1 - 0,025) = 435,12 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 557,69 \cdot (1 - 0,022) = 545,42 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Dunkel} — 511,83 \cdot (1 - 0,022) = 500,56 \text{ дм}^3.$$

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

Отже, кількість товарного пива буде:

$$\text{Старий Мельник} 435,12 \cdot (1 - 0,025) = 424,24 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} 545,42 \cdot (1 - 0,025) = 531,78 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Dunkel} 500,56 \cdot (1 - 0,025) = 488,04 \text{ дм}^3.$$

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

$$\text{Старий Мельник} — 473,76 - 424,24 = 49,52 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 595,19 - 531,78 = 63,41 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Dunkel} — 546,83 - 488,04 = 58,79 \text{ дм}^3.$$

або у % до об'єму гарячого сусла:

$$\text{Старий Мельник} — 49,52 \cdot 100 / 473,76 = 10,45 \text{ \%};$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 63,41 \cdot 100 / 595,19 = 10,65 \text{ \%};$$

$$\text{Dunkel} — 58,79 \cdot 100 / 546,83 = 10,75 \text{ \%}.$$

3.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Хміль та хмелепродукти

Витрати хмелю розраховують за формулою:

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

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

де H_{Π} – норма хмелю на 1 дал готового пива; G_c – норма гірких речовин на 1 дал гарячого сусла; α – масова частка α -кислот, %; l – величина гіркоти β -фракцій в хмелі, %; W – масова частка вологи в хмелі, %; $B_{\text{тр}}$ – втрати по рідкій фазі, %.

Старий Мельник. Для виробництва використано сорт хмелю Нагет, G_c становить 0,72, вміст α -кислоти – 9,5%. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива – 10,45 %, вологість гранульованого хмелю – 12 %.

$$H_{\Pi} = \frac{0,72 \cdot 10^6}{(9,5+1) \cdot (100-12) \cdot (100-10,45)} = 8,7 \text{ г/дал}$$

Chicago Lager Cranberry. Для виробництва використано сорт хмелю Магнум, G_c становить 0,90, вміст α -кислоти – 13%. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива – 10,65 %, вологість гранульованого хмелю – 12 %.

$$H_{\Pi} = \frac{0,90 \cdot 10^6}{(13+1) \cdot (100-12) \cdot (100-10,65)} = 8,17 \text{ г/дал}$$

Dunkel. Для виробництва використано сорт хмелю Аврора, G_c становить 0,99, вміст α -кислоти – 11%. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до товарного пива – 10,75 %, вологість гранульованого хмелю – 12 %.

$$H_{\Pi} = \frac{0,99 \cdot 10^6}{(11+1) \cdot (100-12) \cdot (100-10,75)} = 10,50 \text{ г/дал}$$

Для наведених сортів пива ферментні препарати та молочна кислота в даному випадку не використовуються.

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:

$$\text{Старий Мельник} — 21,7 \cdot 7,14 = 154,94 \text{ кг};$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 22,8 \cdot 7,14 = 162,79 \text{ кг};$$

$$\text{Dunkel} — 22,53 \cdot 7,14 = 160,86 \text{ кг}.$$

Надлишкові дріжджі. Витрати дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндричноконічних бродильних апаратах ЦБА — 1,53 дм³.

Половина надлишкових дріжджів використовують як засівні, а інша — є відходом. Кількість дріжджів, яка йде на відходи, визначають множенням кількості товарного пива в дм³ на 0,01 і складають:

$$\text{Старий Мельник} — 424,24 \cdot 0,01 = 4,24 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 531,73 \cdot 0,01 = 5,31 \text{ дм}^3;$$

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$\text{Dunkel} — 488,04 \cdot 0,01 = 4,88 \text{ дм}^3.$$

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 суслу пива:

$$\text{Старий Мельник} — 474,11 \cdot 1,0569 = 501,08 \text{ кг};$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 426,38 \cdot 1,04840 = 447,01 \text{ кг};$$

$$\text{Dunkel} — 496,88 \cdot 1,0526 = 523,01 \text{ кг}.$$

В ньому міститься екстрактивних речовин:

$$\text{Старий Мельник} — 501,08 \cdot 0,15 = 75,16 \text{ кг};$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 447,01 \cdot 0,12 = 53,64 \text{ кг};$$

$$\text{Dunkel} — 523,01 \cdot 0,135 = 70,60 \text{ кг}.$$

За дійсного ступеня зброджування пива Chicago Lager Cranberry утворюється діоксиду вуглецю 51,4 %, Старий Мельник — 55 % і Dunkel — 47,5 %

$$\text{Старий Мельник} — 75,16 \cdot 0,55 \cdot (176/342) = 21,27 \text{ кг};$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 53,64 \cdot 0,514 \cdot (176/342) = 14,19 \text{ кг};$$

$$\text{Dunkel} — 70,60 \cdot 0,475 \cdot (176/342) = 17,25 \text{ кг}.$$

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

$$\text{Старий Мельник} — 501,08 \cdot 0,0035 = 1,75 \text{ кг};$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 447,01 \cdot 0,0035 = 1,56 \text{ кг};$$

$$\text{Dunkel} — 523,01 \cdot 0,0035 = 1,83 \text{ кг}.$$

Виділяється така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

$$\text{Старий Мельник} — 21,27 - 1,75 = 19,52 \text{ кг};$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 14,19 - 1,56 = 12,63 \text{ кг};$$

$$\text{Dunkel} — 17,25 - 1,83 = 15,42 \text{ кг}.$$

Маса 1 м³ діоксиду вуглецю при 20°C і тиску 0,1 МПа складає 1,832 кг.

Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється:

$$\text{Старий Мельник} — 19,52 \cdot 1,832 = 35,76 \text{ м}^3;$$

$$\text{Chicago Lager Cranberry} — 12,63 \cdot 1,832 = 23,14 \text{ м}^3;$$

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$\text{Dunkel} — 15,42 \cdot 1,832 = 28,25 \text{ м}^3.$$

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

Результати розрахунків з визначення витрат сировини, об'єму напівпродуктів і кількості відходів всього виробництва наведено в табл. 3.5.

Таблиця 4.5 — Зведена таблиця розрахунку продуктів

Назва продукту	Пиво Chicago Lager Cranberry на			Пиво Старий Мельник на			Пиво Dunkel на			Загальне на
	100 кг зернов ої сировини	1 дал пива	0,275 млн. дал	100 кг зернов ої сировини	1 дал пива	4,4 млн. дал	100 кг зернов ої сировини	1 дал пива	0,825 млн. дал	5,5 млн. дал
Зернова сировина, кг:										
світлий солод	95	1,9	522500	90	2,07	9108000	89,5	2,15	1773750	11404250
житній ферм. солод	—	—	—	—	—	—	3,4	0,08	66000	66000
карамельний солод	5	0,1	27500	—	—	—	—	0,17	140250	167750
рисова січка	—	—	—	10	0,23	1012000	—	—	—	1012000
Всього, кг	100	2	550000	100	2,3	10120000	100	2,4	1980000	12650000
Інші види сировини, кг	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Водно-спиртовий розчин журавлини, дм ³	—	1	275000	—	—	—	—	—	—	275000
Хміль:										
гранульований	—	8,17	2246750	—	8,70	38280000	—	10,50	8662500	49189250
кізельгур	—	0,018	4950	—	0,018	79200	—	0,018	14850	99000
ПВПП	—	0,005	1375	—	0,005	22000	—	0,005	4125	27500
Проміжні продукти, дм ³ :										
гаряче сусло	595	11,18	307450	474	11,17	4914800	547	11,20	924000	6146250
холодне сусло	558	10,49	288475	446	10,52	4628800	512	10,49	865425	5782700
фільтроване пиво	545	10,24	281600	435	10,26	4514400	500	10,24	844800	5640800
товарне пиво	532	10,00	275000	424	10,00	4400000	488	10,00	825000	5500000
Відходи:										
пивна дробина, кг	163	3,06	841500	155	3,65	16060000	161	3,3	2722500	19624000
надлишкові дріжджі, дм ³	5,31	0,1	27500	4,24	0,10	440000	4,88	0,1	82500	550000
діоксид вуглецю, кг	12,63	0,24	66000	19,52	0,46	2024000	15,42	0,31	255750	2345750
відходи від полірування, кг	0,09	0,002	550	0,09	0,002	8800	0,09	0,002	1650	11000

					ПРОДУКТОВІ РОЗРАХУНКИ					Арк.
										52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

4.3 Розрахунки витрат основних та допоміжних матеріалів

Пляшки. Необхідну кількість пляшок визначають за формулами:

$$N_{\text{пл.заг}} = Q \cdot 100 / (V(100 - K_6)) \text{ шт.};$$

$$N_{\text{пл.нов}} = Q \cdot (K_n + K_6) / (100V) \text{ шт.};$$

$$N_{\text{пл.об}} = Q / (Vn) \text{ шт.},$$

де $N_{\text{пл.заг}}$, $N_{\text{пл.нов}}$, $N_{\text{пл.об}}$ — необхідна кількість пляшок відповідно загальна, нових пляшок і зворотних, шт.; Q — річний випуск продукції в пляшках, дм^3 ; $V = 0,5$ — місткість пляшки, дм^3 ; $K_6 = 3,09$ — бій пляшок при зберіганні, митті і розливі, %; $K_n = 5$ — кількість пляшок, які не повертаються від населення, %; $n = 40$ — кількість обертів пляшок в рік.

За умови, що 5,5 млн. дал пива розливають в пляшки місткістю 0,5 дм^3 , отже, потрібна кількість пляшок місткістю 0,5 дм^3 :

$$N_{\text{пл.заг}} = 5500000 \cdot 100 / 0,5(100 - 3,09) = 10600000 \text{ шт. пляшок};$$

$$N_{\text{пл.нов}} = 5500000 \cdot (5 + 3,09) / (100 \cdot 0,5) = 889900 \text{ шт. пляшок};$$

$$N_{\text{пл.звор.}} = 5500000 / (0,5 \cdot 40) = 275000 \text{ шт. пляшок}.$$

Ящики. В стандартні ящики укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм^3 . Для укладання всієї продукції з урахуванням 2 % зносу необхідно ящиків для пляшок

$$10,6 / (20 \cdot 0,98) = 0,54 \text{ млн шт. ящиків}.$$

Необхідно врахувати, що 90 % ящиків є зворотними, тому нових ящиків необхідно:

$$0,54 \cdot (100 - 90) / 100 = 0,054 \text{ млн шт.}$$

Необхідність в ящиках при 40 зворотах на рік складає пляшок

$$10,6 / (40 \cdot 20) = 0,1325 \text{ млн шт. або } 132500 \text{ шт.}$$

Кронен-пробки і етикетки для пляшкової і 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:

$$\text{кронен-корок } 10600000 \cdot 1,045 = 11077000 \text{ шт.};$$

$$\text{етикеток } 10600000 \cdot 1,03 = 10918000 \text{ шт.}$$

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

$$10,6 \cdot 1100 = 11660 \text{ кг.}$$

					РОЗРАХУНКИ ВИТРАТ ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Клей декстрин для наклейки етикеток на пляшки. Виходячи із того, що на 1000 пляшок витрачається 0,275 кг клею. На річний випуск пива необхідно декстрину:

$$10,6 \cdot 0,275 / 1000 = 2915 \text{ кг};$$

Наведеними розрахунками визначена кількість тари та допоміжних матеріалів на рік та на добу, яка представлена в табл. 3.6.

Таблиця 4.6 — Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Тара і допоміжні матеріали	Кількість допоміжних матеріалів та тари	
	добу	рік
Скляні пляшки, шт. пляшок:		
загальна кількість	29041	10600000
нові	2438	889900
зворотні	755	275500
Ящики, шт. ящиків:		
загальна кількість	1480	540081
нові	15	5400
зворотні	363	132500
Кронен-пробки, млн шт. : на скляні пляшки	0,031	11,08
Етикетки, млн шт. : на скляні пляшки	0,029	10,92
Каустична сода, кг	0,00003	0,011
Клей декстрин, кг: скляні пляшки	8	2915

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

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

За даними розрахунків необхідну кількість одиниць обладнання підбирають згідно каталогів, проспектів заводів-виробників [21,22,23].

Розрахунок ЦКБА. Необхідну кількість ЦКБА визначають за формулою:

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

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

V_k – корисний об'єм ЦКБА, дал;

Z – оборотність ЦКБА в рік.

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

338 – кількість діб роботи бродильного відділення в рік;

T – тривалість бродіння – доброджування, діб;

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

Оборотність ЦКБА розраховуємо для пива світлого, 15%:

$$Z = 338/(18+1) = 17 \text{ оборотів.}$$

Об'єм циліндричної частини ЦКБА розраховується:

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

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

Висота конусної частини ЦКБА розраховується:

$$h_{\text{к}} = D \cdot 0,866,$$

де D – діаметр конуса, м.

Об'єм конусної частини ЦКБА розраховується:

$$V_{\text{к}} = \frac{h_{\text{к}}}{3} \cdot \pi \cdot r^2,$$

де $h_{\text{к}}$ – висота конусної частини, м.

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

Висота конусної частини ЦКБА при діаметрі 5 м становитиме:

$$h_{\text{к}} = 5 \cdot 0,866 = 4,35 \text{ м.}$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Якщо відомий діаметр апарата, то згідно відомої пропорції діаметр:сусла =1:4, тобто висота сусла (циліндра, що вміщає об'єм сусла), знайдемо висоту сусла із врахуванням його конусної висоти:

$$4 \cdot 4,35 = 17,4 \text{ м.}$$

А без конусу:

$$17,4 - 4,35 = 13,05 \text{ м.}$$

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

$$\frac{13,05}{0,85} = 15,35 \text{ м; .}$$

Загальна висота ЦКБА:

$$4,35 + 15,35 = 19,7 \text{ м.}$$

Розраховуємо об'єм ЦКБА:

$$\text{Циліндричної частини} - V = \frac{3,14 \cdot d^2}{4} \cdot 13,05 = 163,91 \text{ м}^3 \text{ або } 16391 \text{ дал;}$$

$$\text{Конусної частини} - V = \frac{4,35^3}{3} \cdot 3,14 \cdot 2^2 = 18,21 \text{ м}^3 \text{ або } 1821 \text{ дал;}$$

Тоді загальний об'єм ЦКБА становить – 182,12 м³, отже для встановлення приймаємо об'єм ЦКБА 200 м³ з урахуванням коефіцієнту заповнення.

Необхідна кількість ЦКБА становитиме:

$$n = \frac{57827000}{20000 \cdot 17} + 1 = 18 \text{ шт;}$$

Розрахунок збірників дріжджів. Норма задачі дріжджів – 1дм³/1000 дал холодного сусла, кратність приросту для трьох сортів пива – 4 об'єми.

Загальну місткість промивних збірників визначають згідно:

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

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

Отже, згідно формули місткість збірників становитиме:

$$V = \frac{5500000 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3}{338} = 146450 \text{ л; .}$$

Кількість збірників буде рівною:

$$\frac{146450}{3000} = 5 \text{ штук .}$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Для розрахунку геометричних розмірів, так як вони є типовими циліндро-конічними апаратами, приймаємо формули, які були подані вище. Коефіцієнт заповнення тоді становить 0,8, висота циліндра – 2,4 м, висота конуса – 0,762 м.

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

Для підбору обладнання необхідно знайти його продуктивність (годинну пропускну здатність), яку знаходять за формулою:

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

де Q – потужність заводу на рік, дал; $K_{\text{в}}$ – частка продукції у найпруженіший квартал; 63 – кількість діб роботи за квартал; $\tau_{\text{доб}}$ – кількість години роботи цеху за добу; $V_{\text{трр}}$ – втрати пива при розливі (середньозважені), %.

Середньозважені втрати прийемо за найбільшим із 3-х сортів пива – 2,5%.

Отже годинна продуктивність становитиме:

$$q = \frac{5500000 \cdot 0,3}{63 \cdot 16} \cdot \left(1 + \frac{2,5}{100}\right) = 1677,8 \text{ дал/год}$$

Відповідно до розрахунків підбираємо кізельгуровий фільтр німецької фірми Steinecker FKS. Продуктивність 28-42 гл/год, площа фільтрації 7 м², об'єм корпусу 440 дм³, тиск 0,6 Мпа, габаритні розміри 2200×2500 мм.

Розрахунок форфасів. Приймаємо об'єм форфасів для зберігання пива 125 м³. Коефіцієнт заповнення ємності 80 %, в такому випадку корисний об'єм форфасів – 100 м³.

Тоді розрахуємо кількість форфасів, що необхідна для зберігання пива:

$$\frac{5500000}{338} = 16272 \text{ дал/добу};$$

$$\frac{162,7}{100} = 1,63 = 2 \text{ шт.}$$

У випадку несправності приймаємо додатковий збірник, тоді загальна кількість форфасів становитиме: 2 + 1 = 3 шт.

Розрахунок збірника для охолодженої води. За нормами проектування збірник повинен вмещувати воду для одноразового заливу всіх збірників дріжджів.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Збірник для охолодженої води матиме місткість:

$$3000 \cdot 7 = 21000 \text{ л або } 21 \text{ м}^3.$$

Специфікація технологічного обладнання наведена у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Специфікація технологічного обладнання

№ п/п	Найменування обладнання	Кільк., шт	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна, кВт	Трив. роботи ел. двиг. год/добу	Примітка
1	2	3	4	5	6	8
1	Аератор	1	пропускна здатність: 100-150 гл/год	–	–	Steinecker, Німеччина
2	Колба Карлсберга	1	$V = 10 \text{ дм}^3$	–	–	Steinecker, Німеччина
3	Пропагатор	2	$V = 130 \text{ дм}^3$ $V = 260 \text{ дм}^3$	–	–	Steinecker, Німеччина
4	Вібросито	1	SVECO CLASSIC Продуктивність: $8 \text{ м}^3/\text{год}$	–	–	Sweco, США
5	Насос-дозатор дріжджів	1	$V = 3 \text{ м}^3$ Швидкість: 600 об/хв. Розміри: $202 \times 160 \times 239$ мм. Вага: 4,3 кг.	5	–	Alfa Laval
6	Збірник засівних дріжджів	3	$V = 3 \text{ м}^3$	–	–	Krones AG, Німеччина
7	Збірник надлишкових дріжджів	2	$V = 3 \text{ м}^3$	–	–	Krones AG, Німеччина
8	ЦКБА	18	$H = 20000 \text{ мм}$, $V = 200 \text{ м}^3$	–	–	«Holvrieka», Данія
9	Збірник для водно-спиртового розчину журавлини	1	$V = 0,01 \text{ м}^3$	–	–	Krones AG, Німеччина

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Закінчення таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7
10	Насос відцентровий	5	ОНЦ Продуктивність : 10 м ³ /год	6	–	АЛНАС, Росія
11	Буферна ємність	2	V = 3000 дал	–	–	Steinecker, Німеччина
12	Збірник кізельгуру	1	V = 40 дал	–	–	Ш4-ВКП Росія
13	Дозатор кізульгуру	1	Габаритні розміри: 500x200x100	6	–	Steinecker, Німеччина
14	Діатомітовий фільтр	1	FKS Продуктивність: 28-42 гл/год, площа фільтрації= 7 м ² , об'єм корпусу = 440 дм ³ , тиск = 0,6 МПа, габаритні розміри, мм: 2200x2500	8	–	Steinecker, Німеччина
15	Трап-фільтр	2	FMS Кількість фільтрувальних свічок: 18 шт. Тиск: 0,6 МПа Габаритні розміри, мм: 490x1600x490	–	–	Steinecker, Німеччина
16	Карбонізатор	1	Ш4-ВКП Продуктивність: 1200 дал/год 80x335 3,4 кг	–	–	Ш4-ВКП, Росія
17	Форфас	3	V = 500 дм ³ габаритні розміри 1000x850x1800 мм; тиск: в корпусі 0,05 МПа, в сорочці 0,05 МПа	–	–	«Holvrieka», Данія

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Склад кізельгуру. Склад розраховується на трьохденний запас при умові зберігання в мішках.

$$S = K_{\text{пр}} \frac{Q_{\text{доб}} \cdot K_{\text{ск}} \cdot T_{\text{зб}}}{P}$$

де $K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, що враховує площу складських проїздів і проходів;
 $T_{\text{зб}}$ - термін зберігання вантажу, що прибуває або відправляється, на складі днів;
 P - допустиме питоме навантаження на 1 м^2 корисної площі складу, $\text{т}/\text{м}^2$; $K_{\text{ск}}$ - коефіцієнт складочності [17].

$$S = \frac{1,188 \cdot 1 \cdot 3}{0,5} \cdot 1,2 = 9 \text{ м}$$

					РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

7 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Метою технохімічного контролю є гарантія якості. Це роблять за допомогою зняття параметрів з речовин, які задіяні у виробництві як при потраплянні їх на виробництво, так і в самому процесі [21].

Правильна організація роботи заводської лабораторії забезпечує безумовне і повне функціонування всієї системи контролю виробництва.

Об'єкти, методи, періодичність контролю і показники якості заведені спеціальні схеми, затвердженні керівними органами галузі. У виробничих інструкціях з контролю виробництва вказується на необхідність безумовного додержання правил техніки безпеки для хімічних лабораторій [21].

Етапи контролю технологічного процесу наведено в табл. 7.1

Таблиця 7.1 – Схема технохімічного контролю виробництва

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Методи контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Охолоджене сусло	Сусло із варильного відділення	рН	рН-метр	5,2	Кожна варка	Хімік
		Кислотність	Титрування	2,3 см ³ 1 моль/дм ³ розчину луку на 100 см ³ сусла	Кожна варка	
		Оцукрювання	Йодна проба	Збереження жовтого кольору	Кожна варка	
		Вміст амінного азоту	Мідний метод	0,23-0,35	Кожна варка	
		Вміст «сирої мальтози»	Метод Бертрана	75-80 %	Кожна варка	
		Якість освітлення	Візуально	Прозоре	Кожна варка	
		Кінцева ступінь зброджування	Бродильний метод	80-84 %	Кожна варка	

Закінчення таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
		Гіркота	Спектро-фотометричний метод	22-25 мг/дм ³	Кожна варка	
Бродіння в ЦКБА	Молоде пиво з ЦКБА	Температура	Термометр	9-13° С	Постійно	Оператор ЦКБА
		Кінцева ступінь зброджування	Бродіння, кожний ЦКБА	80-84 %	Кожний ЦКБА	Хімік
		Діацетил	Хроматограф	0,1 мг/100 см ³ пива		
Доброджування в ЦКБА	Готове пиво з ЦКБА	Вміст алкоголю	Аналізатор пива «СКАБА»	3,6 % мас, 4,5 % об	Кожний ЦКБА	Хімік
		Видимий екстракт		1,8-2,2 %		
		Дійсний екстракт		3,8-4,2 %		
		Концентрація початкового сула		Пшеничне 11% мас, Традиційне 12,5 % мас, Темне 14 % мас		
		pH		4,3-4,5		
		Колір	0,4-1,8 см ³ розчину йоду на 100 см ³ пива			
		Кислотність	Титрування	1,3-2,8 см ³ 1 н розчину луку на 100 см ³ пива		
		В'язкість	Віскозиметр	1,44 см ³ /сек	Вибірково	Хімік
		Гіркота	Спектро-фотометр, вибірково	16-19 мг/дм ³		
		Смак, аромат	Органолептично	Характерний сорту пива, без сторонніх присмаків		

Таблиця 7.2 — Схема мікробіологічного контролю у цеху ферментації

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник	Методи контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Суло охоложене	Збірник сула	Число бактерій	Метод мембранної фільтрації	Відсутні	Кожного тижня	Мікробіолог
		Кислотоутворюючі бактерії		Відсутні		
		Дріжджі		Відсутні		
Дріжджі	Чиста культура з апаратів ЧКД	Відсоток мертвих клітин	Мікроскопіювання	Не більше 3%	На час розведення ЧКД	
		Наявність бактерій		Не дозволяється		
		Наявність диких дріжджів		Відсутні		
		Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації	Відсутні	На час розведення ЧКД	
Виробничі дріжджі	Збіники виробничих дріжджів	Процент мертвих клітин	Мікроскопіювання	Не більше 5%	Кожної доби	
		Наявність бактерій		Не більше 1%		
		Вміст глікогену		70-75%		
		Наявність диких дріжджів	Мікроскопія або висів на середовище лізин чи кристал-віо	Відсутні	Кожної доби	
		Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації	Відсутні		
Готове пиво	з ЦКБА	Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації	відсутні	Вибірково але не рідше 1 разу на 1 добу	

Таблиця 7.3 – Метрологічний контроль виробництва [24]

№ п/п	Стадії контролю	Найменування заходів вимірювання	Межі вимірювання	Клас точності
1	Визначення масової частки сухих речовин у початковому суслі	Ареометр типу АСТ згідно ГОСТ 18481	0-23	2
2	Визначення видимого ступеня зброджування молодого пива	Згідно з ДСТУ 7104:2009	70-85	10%
3	Визначення температури молодого пива	Термометр ртутний з ціною поділки 1°C та похибкою $\pm 1^\circ\text{C}$ ГОСТ 28498	0-30°C	2
4	Визначення видимого екстракту	Ареометр типу АСТ згідно ГОСТ 18481	0-8	2
5	Визначення шпунтованого тиску пива під час доброджування	Манометр ГОСТ 2405-88	0-2 Бар	1,5
6	Смак і аромат готового напою	Згідно з ДСТУ 7103:2009	Аромат – 1-4 бали Смак – 2-5 балів	2
7	Оцінювання стану пивних дріжджів	Мікроскоп згідно з ГСТУ 18.19-97	–	10%
8	Визначення кількості дріжджових клітин	Мікроскоп згідно з ГСТУ 18.19-97	Живі клітини: 10-30 млн./см ³	10%
9	Визначення кількості мертвих дріжджових клітин	Мікроскоп згідно з ГСТУ 18.19-97	Мертві клітини: 0-0,5 млн./см ³	10%

8 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ

Згідно з «Державними санітарними нормами і правилами для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої», які затверджено наказом МОЗ України 11.12.2007 N 811, та зареєстровано в Міністерстві юстиції України 26 грудня 2008 р. за N 1411/14678 [11]:

1. Цех ферментації:

1.1 Відділення насінневих дріжджів

Приміщення відділення насінневих дріжджів суворо ізолювати від сусідніх приміщень; двері повинні щільно закриватися та із зовнішнього боку мати дезкилимок, просочений дезрозчином; дезкилимок обробляти щодня.

У разі використання ізольованих дріжджових збірників для зберігання дріжджів, обладнаних пристроями для автоматичної підтримки заданої температури, і маючи систему СІР, можливе розташування дріжджових збірників в загальному приміщенні. Миття і дезінфекція обладнання проводиться згідно з програмою, затвердженою підприємством [11].

Дріжджі зберігаються з дотриманням усіх сучасних вимог згідно з програмою, затвердженою підприємством за умови постійного контролю мікробіологами підприємства.

При зберіганні дріжджів у збірниках без термоізоляції температура дріжджового відділення повинна бути в межах 2-4 °С; при роботі з ізольованими ємностями для зберігання дріжджів температура повинна бути в межах 6-12 °С.

Дріжджове відділення повинне мати підведення охолодженої води з температурою не вище ніж 2 °С.

Стіни приміщення дріжджового відділення повинно бути облицьовано плиткою, а стеля покрита водостійкою фарбою. Ремонт приміщення проводити запотребі. Не допускати скупчення конденсаційної вологи на стелі.

Пристрої для подачі охолодженого повітря повинні бути обладнані повітряними фільтрами [11].

Дріжджові ванночки та інші ємності для залишкових дріжджів перед заповненням знезаражувати розчином хлорного вапна з вмістом активного хлору 500 мг/дм³, антиформіном або іншими дезінфекційними засобами, після чого ретельно обполіскувати чистою водою до повного видалення дезінфектанту.

1.2 Відділення чистої культури дріжджів

Входити у відділення чистої культури дозволяється особам, безпосередньо зайнятим роботою і ознайомленим з дотриманням умов стерильності.

Вся апаратура відділення чистої культури повинна забезпечувати роботу в асептичних умовах.

Повітря, яке надходить у стерилізатор і дріжджоростильні апарати, повинне проходити через повітряні фільтри, що забезпечують його повну стерильність.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Дріжджеростильні апарати перед початком роботи ретельно очищати та дезінфікувати або пропарювати протягом 25-30 хвилин [11].

Не рідше одного разу на місяць (або при заміні чистої культури дріжджів) усі ємності дріжджеростильних апаратів звільняти від осаду струменем води під тиском, стінки чистити механічно і ретельно промивати водою, дезінфікувати дезінфекційними засобами, з наступним обполіскуванням до повного видалення дезінфектанту.

При використанні системи СІР миття обладнання проводити згідно з затвердженою керівництвом підприємства програмою й інструкцією з експлуатації СІР.

Приміщення відділення чистої культури дріжджів у кінці кожної зміни ретельно прибирати, струменем води видаляти залишки суслу з підлоги. Стіни, підлогу і двері щотижня обробляти дезінфекційними засобами.

1.3 Цех ферментації

Приміщення цеху ферментації забезпечити вентиляцією. Протягом усього року підтримувати в приміщенні постійну температуру в залежності від температури бродіння [11].

Внутрішні поверхні бродильних ємностей після кожного звільнення очищати, промивати водою і дезінфікувати з наступним ретельним обполіскуванням водою до повного видалення дезінфектанту.

Для дезінфекції устаткування треба враховувати властивості металів, з яких воно виготовлено та їхню корозійну стійкість.

1.3.5 Дрібний інвентар (склянки для відбору проб сусла і пива, вимірювальні циліндри, термометри, цукроміри) до і після вживання добре промити і зберігати в спеціально відведеному місці.

Усі шланги в цеху ферментації до початку і після закінчення робіт промивати водою та два рази на тиждень обробляти дезінфекційними засобами з наступним ретельним промиванням водою.

Після роботи шланги зберігати на стійках, при перервах у роботі кінці шлангів підвішувати на гаки [11].

Дезінфекцію комунікацій у цеху ферментації найефективніше проводити циркуляційним методом у замкнутій системі.

Миття підлог і містків проводити водою і щітками щодня із застосуванням деззасобів.

При дезінфекції технологічних ємностей, не обладнаних мийними голівками, деззасіб наносити на поверхню щітками рівномірним шаром на 20-30 хвилин або повним їх заповненням деззасобом. Змивати до повного видалення слідів деззасобів.

При дезінфекції трубопроводів заповнювати їх розчином деззасобу на 10-30 хвилин, потім змивати водою до одержання нейтральної реакції змивної води [11].

Начальники цехів зобов'язані вести журнал для запису заходів щодо очищення та дезінфекції апаратури з указівкою часу очищення або пропарювання, дезінфекції і виду деззасобу.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

1.3.14 При веденні процесу бродіння і доброджування в циліндро-конічних бродильних апаратах (далі ЦКБА) і при використанні обладнання СІР процес миття і дезінфекції проводити згідно з графіками, затвердженими керівництвом підприємства та інструкцією з експлуатації СІР мийними і дезінфекційними засобами [11].

1.4 Фільтраційне відділення

Рами фільтраційних апаратів перед кожним пуском промивати водою із щітками та не рідше одного разу на тиждень проводити дезінфекцію

При використанні діатомітових фільтрів щодня після закінчення фільтрування і видалення осаду з елементів фільтра промивати його холодною, а потім гарячою водою (85-90 °С) протягом 15-20 хвилин. Гарячу воду витіснити холодною і залишати до наступного циклу роботи [11].

При перерві в роботі фільтра більше 8 годин перед початком наступного циклу фільтрування необхідно промити фільтр гарячою водою (85-90°С). Після промивання гарячою водою (85-90°С) протягом 15-20 хвилин гарячу воду витиснути холодною.

Не менше одного разу на тиждень фільтр заповнювати дезінфекційним розчином, який циркулює в замкнутому циклі протягом 15-20 хвилин. Після цього фільтр промити гарячою і холодною водою до повного видалення дезінфектанту.

Фільтри, що застосовуються для освітлення і знепліднення пива, щодня дезінфікувати паром або гарячою водою (85-90 °С) протягом 20 хвилин, після чого промивати водопровідною водою до повного охолодження [11].

Комунікації від фільтраційного відділення до збірників фільтрованого пива (форфасів) не рідше одного разу на тиждень промивати, обробляти мийним засобом з наступною дезінфекцією, потім ретельно промивати водою до повного видалення дезінфектанту [11].

Збірники фільтрованого пива (форфаси) після кожного звільнення ретельно промивати холодною водою під тиском, двічі на тиждень очищати, мити, дезінфікувати і промивати водою.

Ємності для виправного браку пива після кожного звільнення ємності очищати від осаду та дезінфікувати.

Трубопроводи, по яких пройшло некондиційне пиво, відразу повинні бути промиті і продезінфіковані [11].

Діоксид вуглецю, який використовується для технологічних потреб, повинен проходити через знепліднюючі фільтри.

Трубопроводи для діоксиду вуглецю і фільтри за необхідності пропарювати гострою парою.

					ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРОМСАНІТАРІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

9 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО

Водопостачання та водовідведення

Система водопостачання на заводі централізована. Водопровід об'єднаний – господарчо-питний, виробничий та пожежний.

Викиди виробничих та побутових стоків передаються на каналізаційно-очисні споруди [33, 34].

З варильного відділення подається сусло, яке охолоджене до температури головного бродіння – до 14°C.

Розрахунки витрати пари

Стерилізація. У пропаторі сусло підігрівається з 14 °С до 100 °С.

Питому теплоємність сусла визначають як середньозважену величину питомих теплоємностей сухих речовин сусла:

$$C_o = 1,42 \text{ кДж/кг} \times K \text{ і води } C_v = 4,19 \text{ кДж/кг} \cdot K;$$

$$C_c = 1,42 \times 0,15 + 4,19 \times 0,89 = 3,94 \text{ кДж/кг} \cdot K;$$

$$C_c = 1,42 \times 0,12 + 4,19 \times 0,884 = 3,87 \text{ кДж/кг} \cdot K;$$

$$C_c = 1,42 \times 0,135 + 4,19 \times 0,89 = 3,92 \text{ кДж/кг} \cdot K.$$

Концентрації сусла 15,0 % відповідає густина $d = 1,0569 \text{ кг/м}^3$.

Концентрації сусла 12,0 % відповідає густина $d = 1,0484 \text{ кг/м}^3$.

Концентрації сусла 13,5 % відповідає густина $d = 1,0526 \text{ кг/м}^3$.

На стерилізацію надходить 1,5 % від загального сусла. Тоді річні витрати тепла на підігрів:

$$Q_{15\%} = 660000 \times 1,0569 \times 3,89 \times (100 - 14) = 233\,359\,715 \text{ кДж};$$

$$Q_{12\%} = 41250 \times 1,0484 \times 3,87 \times (100 - 14) = 14\,393\,300,1 \text{ кДж};$$

$$Q_{13,5\%} = 123750 \times 1,0526 \times 3,89 \times (100 - 14) = 43\,576\,929,5 \text{ кДж}.$$

Розрахунки витрати холоду

1) *Охолодження стерильного сусла.* Кількість теплоти, яку відводять дорівнює:

$$Q_{oc15\%} = 660000 \times 1,0569 \times 3,89 \times (100 - 14) = 233\,359\,715 \text{ кДж};$$

$$Q_{oc12\%} = 41250 \times 1,0484 \times 3,87 \times (100 - 14) = 14\,393\,300,1 \text{ кДж};$$

$$Q_{oc13,5\%} = 123750 \times 1,0526 \times 3,89 \times (100 - 14) = 43\,576\,929,5 \text{ кДж}.$$

2) *Витрата холоду на відведення теплоти, яка виділяється при головному бродінні.* При зброджуванні 1 кг мальтози виділяється 614 кДж теплоти.

Кількість зброджуваного екстракту визначається відношенням річної кількості сусла до числа днів роботи бродильного відділення (338 днів).

$$Q_{11\%} = \frac{44000000}{338} \times 1,0569 \times 0,15 \times 614 = 12\,671\,543,1 \text{ кДж};$$

$$Q_{12\%} = \frac{2750000}{338} \times 1,0484 \times 0,12 \times 614 = 628\,481,7 \text{ кДж};$$

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$Q_{11\%} = \frac{8250000}{338} \times 1,0526 \times 0,135 \times 614 = 2\,129\,623,1 \text{ кДж.}$$

3) *Витрата холоду для охолодження молодого пива*

Молоде пиво охолоджується до 2°C. Питома теплоємність пива приймається рівною 4,0 кДж/кг·К. Концентрація молодого пива може бути розрахована за умови що його екстракт зброджений на 50 %.

$$E_1 = 15,0 - (15,0 \times 0,5) = 7,5 \%, \text{ а густина } d = 1,02770;$$

$$E_2 = 12,0 - (12,0 \times 0,5) = 6 \%, \text{ а густина } d = 1,02370;$$

$$E_3 = 13,5 - (13,5 \times 0,5) = 6,75 \%, \text{ а густина } d = 1,02600.$$

Враховуючи втрати холоду апаратами в навколишнє середовище 10 %, витрата холоду складе:

$$Q_{\text{ох}15\%} = \frac{44000000}{338} \times 1,02770 \times 0,075 \times 4 \times (14 - 2) \times 1,1 = 529\,782,4 \text{ кДж};$$

$$Q_{\text{ох}12\%} = \frac{2750000}{338} \times 1,02370 \times 0,06 \times 4 \times (14 - 2) \times 1,1 = 26\,386,0 \text{ кДж};$$

$$Q_{\text{ох}13,5\%} = \frac{8250000}{338} \times 1,02600 \times 0,0675 \times 4 \times (14 - 2) \times 1,1 = 89\,252,9 \text{ кДж.}$$

4) *Витрата холоду на відведення теплоти, що виділяється при доброджуванні.* При доброджуванні в середньому зброджується 1,5 % екстракту початкового суслу:

$$Q_{\text{д}15\%} = \frac{44000000}{338} \times 1,02770 \times 0,015 \times 614 = 1\,232\,145,4 \text{ кДж};$$

$$Q_{\text{д}12\%} = \frac{2750000}{338} \times 1,02370 \times 0,015 \times 614 = 76\,709,3 \text{ кДж};$$

$$Q_{\text{д}13,5\%} = \frac{8250000}{338} \times 1,02600 \times 0,015 \times 614 = 230\,645 \text{ кДж.}$$

5) *Витрата холоду на охолодження пива перед фільтрацією.* Пиво охолоджується до температури -0,5 °C.

$$Q_{\text{охф}15\%} = \frac{44000000}{338} \times 1,02770 \times 4 \times (2 - (-0,5)) = 1\,337\,834,3 \text{ кДж};$$

$$Q_{\text{охф}12\%} = \frac{2750000}{338} \times 1,02370 \times 4 \times (2 - (-0,5)) = 83\,289,2 \text{ кДж};$$

$$Q_{\text{охф}13,5\%} = \frac{8250000}{338} \times 1,02600 \times 4 \times (2 - (-0,5)) = 250\,429 \text{ кДж.}$$

У табл. 9.1 наведені зведені витрати холоду.

Таблиця 9.1 – Витрати холоду

№ п/п	Технологічна операція	Кінцева температура охолодження, °C	Холодоагент та його температура, °C		Витрата холоду, кДж	
			Охолоджена	Профілен-гліколь	добова	річна
1	Охолодження суслу	14	8	-5	12 138 748	291 329 945
2	Головне бродіння	14	-	-10	642 902	15 429 648

Закінчення таблиці 9.1

3	Охолодження молодого пива	2	–	-5	26 892,5	645 421
4	Доброджування	2	–	-5	64 146	1 539 500
5	Охолодження перед фільтрацією	-0,5	–	-5	69 648	1 671 553
6	Втрати в навколишнє середовище (40 % від витрат на технологічні потреби)	–	–	–	2 070 774	124 246 427
Всього					15 013 110,5	434 862 494

Розрахунки витрат електроенергії

Для заводу потужністю 5,5 млн. дал пива на рік витрати електроенергії на технологічні цілі можуть бути прийняті по нормам технологічного проектування 450 кВт · год на 1000 дал товарного пива. При випуску за добу потреба в електроенергії буде складати:

$$450 \times 15,068 = 6\,780,6 \text{ кВт} \cdot \text{добу.}$$

де 15,068 – добова кількість пива, що виготовляється, тис. дал.

Максимальну годинну витрату електроенергії приймають у розмірі 12 % від добової:

$$6\,780,6 \times 0,12 = 813,7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахунки витрат повітря та діоксиду вуглецю

Норми витрат стерильного повітря та діоксиду вуглецю в процесі виробництва пива наведені в табл. 9.2 та 9.3 [34].

Таблиця 9.2 – Витрати стерильного повітря

№ п/п	Технологічна операція	Тиск повітря, МПа	Витрати повітря, м ³		Примітка
			за годину	за добу	
1	Перша пропagaція	0,05	20	480	Механічне очищення повітря та стерилізація
2	Друга пропagaція	0,05	320	7680	
3	Аерація сула	0,05	350	8400	
Разом			690	16560	

Таблиця 9.3 – Норми витрат діоксиду вуглецю на 1 дал пива

Технологічна операція	Норма витрат, г	Тиск CO ₂ , МПа
Перекачування виробничих дріжджів	0,3	0,05
Перекачування пива на фільтрацію	28,5	0,5
Заповнення форфасів	23,1	0,07
Продавлювання пива на розлив	30,1	0,25

					ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

10 ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Основоположним принципом роботи сучасного підприємства є ресурсозбереження, що значно здешевить процес виробництва і збільшить рентабельність роботи підприємства.

Скорочення споживання сировинних і теплоенергетичних ресурсів, а також підвищення якості переробки вторинних сировинних ресурсів можуть бути досягнуті при застосуванні різноманітних способів утилізації відходів в пивоварній промисловості [17].

На ефективність ресурсозбереження вказує поліпшення екологічної ситуації за рахунок очищення стічних вод та повторне використання її на виробництві. На пивоварних підприємствах в залежності від складу і концентрації забруднень розрізняють наступні виробничі стічні води:

- в результаті використання вод в основному виробництві (брудні);
- від допоміжних операцій і процесів, при поверхневому охолодженні апаратури;
- від підсобних приміщень і допоміжних цехів (малозабруднені).

В даний час для очищення стічних вод з високою концентрацією органічних забруднювачів все частіше використовують двохстадійну або багатостадійну технологію, що включає анаеробно-аеробне біологічне очищення, в якій анаеробна очистка (метанове бродіння) є попередньою стадією, а аеробне очищення – остаточною стадією. Таку воду застосовують при мийці обладнання [13].

Один з найбільш дієвих способів збільшення ефективності використання енергії – це застосування сучасних технологій енергозбереження.

Енергозбереження в будівлях різного призначення також може бути досягнута завдяки використанню теплоізоляційних рішень для покрівлі та фасадів. Утеплення фасадів допомагає вдвічі скоротити тепловтрати через зовнішні стіни.

Одним із важливих заходів з енергозбереження в будівлях може бути також установка батарей опалення з автоматичним регулюванням та застосування систем вентиляції, що мають функцію повторного використання теплової енергії, які дозволять зберегти ще більше енергії. Всі перераховані вище заходи дозволяють зменшити витрату тепла на обігрів будівель і, відповідно, збільшити енергозбереження в них не менше ніж на 40%.

Велика частка витрат електроенергії йде на освітлення приміщень, тому на підприємствах слід використовувати енергозберігаючі лампочки, які дозволять знизити витрати на освітлення до мінімуму [13, 17].

Повторне використання CO₂, який утворюється в ході технологічного процесу також підлягає переробці з газової фракції на рідку з подальшим використанням у виробництві.

Установка сонячних батарей на площадках ЦКБА дозволить перетворювати сонячну енергію на додаткову та екологічно чисту електроенергію для використання її електродвигунами, які знаходяться біля насосів [13].

						Арк.
					ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

При компонуванні обладнання підприємств бродильної галузі необхідно користуватись загальними вимогами, нормами та принципами, які існують в технологічному та будівельному проектуванні, а також враховувати особливості того чи іншого технологічного процесу [10].

В основу правил компонування обладнання покладений ряд загальних принципів. Перш за все, має бути забезпечена послідовність технологічних процесів виробництва. Для цієї мети апарати, взаємопов'язані в роботі, необхідно розташовувати як можна ближче один до одного із дотриманням між ними нормативно-експлуатаційних проходів.

Компонування виробничого корпусу передбачає чіткий взаємозв'язок між відділеннями: постійну направленість продуктів за відповідною технологічною схемою, яка забезпечує мінімальну протяжність трубопроводів [10].

Цех ферментації розміщують в окремому охолоджуваному приміщенні головного виробничого корпусу поряд або поблизу варильного цеху заводу. Його можна встановлювати також зовні основної будівлі з використанням циліндроконічних бродильних апаратів та обладнанням закритих майданчиків-приміщень для їх обслуговування. Зовнішня поверхня ЦКБА ізолювана теплоізоляційними матеріалами. Саме тому їх можна розміщувати поза головним корпусом, так як в процесі обслуговування їм не можна завдати шкоди.

Приміщення цеху ферментації повинно бути сухим, світлим, чистим, із температурою 6-8 °С, відповідною вентиляцією для видалення вуглекислого газу, відносною вологістю повітря 70%. Стіни і стелю покривають теплоізоляційним матеріалом. Матеріал для підлоги – плитки, ущільнений бетон з нахилом до стін. Стіни та стелю штукатурять і білять вапном, нижні панелі викладають скляними чи кахельними плитками. Висоту міжповерхових перекриттів, сітку колон, конструкцію перекриттів і покрівлі вибирають залежно від потужності конкретного заводу та будівельних норм [10].

Повітряна система охолодження з ізоляцією приміщення забезпечує сухість стін і стелі.

Відстань між виступаючими частинами обладнання з урахуванням проходів для працівників повинна бути не менше 0,8 м, а для обладнання підвищеної небезпеки (швидкообертаючих, нагрітих, або тих які під тиском) ця відстань збільшується до 1,5-2,0 м. Відстань між рядами обладнання повинна бути не менше 1,5 м. Слід також передбачити додаткову площу для постійного робочого місця обслуговуючого персоналу і ремонту обладнання. Наприклад, відстань між конвеєром та стіною за наявності робочих місць повинна бути не менше 1,4 м, а при їх відсутності – 1,0 м. Обладнання слід розташовувати з урахуванням доступу для прибирання та дезінфекції [10].

До цеху ферментації прилягає фільтраційне відділення і дріжджове відділення, які знаходяться в одному приміщенні.

						Арк.
					БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Найближче до цеху розташовується дріжджове відділення, в якому розміщується станція рекуперації дріжджів і вакуум-збірники для насінневих і залишкових дріжджів.

Фільтрувальне відділення оснащено буферною ємністю для нефільтрованого пива, збірником та дозатором кізельгуру, діатомітовим свічковим фільтром і трап-фільтром. Апарати в даному відділенні знаходяться у відповідності за подачею пива після його зброджування [10].

Біля фільтраційного відділення знаходиться склад кізельгуру.

					БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

12 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

В процесі виробництва пива утворюються такі відходи і вторинні продукти, які підлягають утилізації або видаленню з пивзаводу:

Стічні води. Під час виробничого процесу у воду переходять різноманітні речовини в завислому або розчиненому стані. Тому на підприємстві необхідно встановлювати споруди для очистки стічних вод [28]:

- басейни з активним мулом, спеціальні реактори, реактори з іммобілізованою біомасою;
- установки для анаеробного очищення стічних вод;
- очищення стоків з використанням розділювальних басейнів.

Пивні дріжджі – залишок після ферментації сусла і видалення пива. У натуральному вигляді вони являють собою рідину від світло до темно-коричневого кольору, яка має специфічний запах. Внесені в сусло дріжджі дають досить високий приріст, а отже і велику кількість залишкових дріжджів. У зв'язку з високим показником хімічного споживання кисню (0,53 кг/гЛ) залишкові дріжджі є потужними споживачами кисню, тому необхідно перешкодити їх потраплянню в стічні води [11].

Злив великих мас залишкових дріжджів в будь-яке водоймище викликає процеси бродіння і гниття. У стічних водах ці відходи порушують роботу очисних споруд, призводять до колосального навантаження, неконтрольованої зміни балансу, а також до зниження якості питної води.

Дріжджі можуть використовуватися в якості корму для худоби, але для цього їх попередньо піддають автолізу, тому що в шлунку тварин вони погано переварюються у зв'язку з наявністю міцеліальних оболонок. Крім того, дріжджі можна сушити і додавати в комбікорм. Пивні дріжджі багаті на вітаміни і можуть використовуватися для отримання медичних препаратів для лікування і профілактики багатьох захворювань. З відпрацьованих пивних дріжджів виділяють фермент інвертазу (β -фруктофуранозідази), який застосовують для гідролізу сахарози [11].

Відпрацьований кізельгур. Після фільтрування на 1 дал пива залишається близько 5 кг кізельгурового шламу. Кізельгуровий шлам заборонено утилізувати як побутові відходи, а його переробка у відходи особливого виду потребує досить високих затрат. Кізельгуровий шлам можна використовувати в промисловості в якості адсорбенту або добавки у виробництві цементу, звичайної і силікатної цегли, а також в сільському господарстві у якості добрива, допоміжного матеріалу для регулювання рН ґрунту (після змішування з доломітом, оксидом або гідроксидом кальцію) або добавки до комбікормів. [11]

Гази бродіння. Окрім основних продуктів бродіння – діоксиду вуглецю і етилового спирту, гази бродіння у своєму складі містять достатню кількість органічних кислот, естерів та альдегідів. Гази бродіння необхідно передавати на утилізацію діоксиду вуглецю, коли його вміст становить не менше 96%, тобто наприкінці другої-на початку третьої доби бродіння.

Діоксид вуглецю не повинен містити ніяких органічних сполук, які

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

можуть погіршити якість карбонізованих напоїв. Найбільш доцільним є спосіб каталітичного очищення вуглекислого газу, за яким вихідні домішки в результаті хімічних перетворень на поверхні каталізатора не переходять у діоксид вуглецю. Цей спосіб практично усуває забруднення навколишнього середовища [28].

Серед заходів щодо охорони навколишнього середовища:

- працівниками заводу контролюється рівень забруднення стічних вод за такими показниками як колір, запах, рН, сухий залишок, біохімічне споживання кисню та хімічне споживання кисню.
- стічні води характеризуються високими концентраціями органічних забрудників, тому на підприємстві встановлюють установки для анаеробного очищення, в яких очистка води проводиться без участі повітря, а стічні води повільно очищаються гнильними бактеріями. В процесі утворюється значна кількість біогазу з вмістом чистого метану біля 80%, який можна використовувати для підігріву води для технологічних потреб [28].

Всі відходи збираються в спеціальні місця для їхнього зберігання, нагромадження та утилізації.

Гази бродіння повертають до газгольдеру та зворотної очистки й розрідження, і в подальшому використовують як чистий діоксид вуглецю.

Відпрацьований кізельгур з фільтра в пастоподібному стані вивантажується в бак, з якого спеціальною машиною вивозиться згідно відповідних угод.

Залишкові дріжджі відвантажують у спеціальні збірники, а потім реалізують на корм тваринам [11].

Вивіз та утилізація відходів здійснюється згідно з погодженням «Лімітом на розміщення відходів» і укладених договорів.

Відходи збирають у спеціально обладнаних для цього місцях тимчасового зберігання. Їх сортування проходить за видами та класом небезпеки. На утилізацію відходи вивозяться спеціально обладнаним транспортом відповідно до договорів із спеціалізованими організаціями, які мають на це ліцензії та дозволи [29].

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

13 ОХОРОНА ПРАЦІ

Законодавство України «Про охорону праці» із змінами 21.11.2002 №229-IV поширюється на всі організації, підприємства та установи, незалежно від форми власності. Закон передбачає, що при укладанні трудового договору працівник має бути проінформований під розписку про умови праці, наявність на робочому місці, де він буде працювати, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, та можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника та його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах. Працівник має право відмовитись від дорученої роботи, якщо створилась виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я [14].

У кожному цеху та відділенні пивоварного заводу є конкретні правила та інструкції щодо охорони праці, техніки безпеки, санітарних вимог до промислових приміщень й обладнання, а також протипожежних заходів.

Для створення безпечних умов праці всі частини обладнання, які рухаються, оснащують сітчастим або суцільним огородженням. Гарячі поверхні апаратів, трубопроводів і баків термоізолюють. Машини, транспортери та огороження повинні мати механічне та електричне блокування, бути заземлені, а також обладнанні сигналізацією, яка при пуску і зупинці машини автоматично приводиться у дію. На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або здійснюваних у несприятливих температурних умовах, працівникам видаються безкоштовно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також змиваючі та знешкоджуючі засоби. Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці [14].

Цех ферментації відноситься до категорії Д (з високим ступенем пожежо- та вибухонебезпеки). Основні небезпеки бродильних виробництв пов'язані із застосуванням загальнопромислового обладнання (підйомно-транспортних машин і механізмів, електроустановок, тепловикористовуючих установок, судів, які працюють під тиском та ін.), характерним наявністю небезпечних зон. Для безпечної роботи працюючого персоналу керівництво підприємства повинно затверджувати інструкції з техніки безпеки для кожного робочого місця. Інструктаж обслуговуючого персоналу повинен проводитись не рідше 1 разу в 3 місяці з реєстрацією в спеціальному журналі. Також необхідно проводити аналіз причин виникнення нещасних випадків та розроблення допоміжних мір, які можуть попередити їх повторення [14].

Обслуговуючий персонал повинен добре вивчити обладнання апарату, технологічний режим, призначення і роз положення трубопроводів, арматури і контрольно-вимірювальних приладів, інструкції по техніці безпеки і здати техмінімум по обслуговуванні установки.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ	76

Категорично заборонено підвищувати тиск і температуру в апаратах і трубопроводах до максимально можливих норм. Необхідно слідкувати за щільністю фланцевих з'єднань і справністю огорожень рухомих деталей.

Огляд і ремонт внутрішніх деталей апарата допускається тільки після охолодження апарата, при цьому роботу повинні виконувати 2 працівники: один в середині апарату, а інший зовні. Повинні бути розвішані таблички з інформацією, що працюють люди на об'єкті.

Мікроклімат – це сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у робочій зоні. Параметрами мікроклімату є температура повітря t , °C; відносна вологість ϕ , %; швидкість руху повітря v , м/с.

Параметри мікроклімату нормуються залежно від наступних факторів: періоду року; категорії важкості робіт по фізичному навантаженню; виду робочого місця [11].

Склад повітря робочої зони. На харчових та переробних підприємствах повітря робочої зони може забруднюватися шкідливими речовинами, які виникають в результаті технологічного процесу або містяться у сировині, продуктах та напівпродуктах та відходах виробництва. Ці речовини потрапляють у повітря у вигляді пилу, газів, пари і діють негативно на організм людини. В залежності від їх токсичності та концентрації в повітрі вони можуть бути причиною хронічних отруень або професійних захворювань [28].

Рідини та пил можуть бути присутні в повітрі робочої зони у вигляді аерозолі, тобто у вигляді краплин рідини або твердих часток, які рухаються у повітрі під дією повітряних потоків. Гази та пари змішуються з повітрям на молекулярному рівні і видалити їх з повітря механічними методами досить важко. Харчові та переробні підприємства мають справу з процесами, які пов'язані з утворенням або викиданням таких газів як діоксид вуглецю, аміак, сірчаний водень, діоксид сірки та ін. Особливо небезпечним у цьому переліку є діоксид вуглецю. Цей газ утворюється внаслідок бродіння сировини, що містить вуглеводи та деякі інші речовини, які розкладаються під дією мікроорганізмів, а також при горінні різних видів пального [11, 28].

У даній кваліфікаційній роботі розглядається цех ферментації, тому тут можливе значне виділення діоксиду вуглецю. В середовищі чистого CO_2 настає миттєва смерть внаслідок паралічу дихального центру, а концентрація CO_2 , вища 60%, є дуже небезпечною. Показником насиченості повітря CO_2 є гасіння полум'я за концентрації 8% об.

В якості захисту від кізельгурового пилу проводиться аспірація повітря та доставка кізельгуру на підприємство в спеціальних автоцистернах спецтранспортом для перевезення сипучих продуктів і зберігання

Шум. У бродильному відділенні відсутній шум, який може вплинути на здоров'я людини. У разі його виникнення проводиться виявлення причини і негайне її усунення, тобто ремонтні роботи або заміна устаткування [11].

						Арк.
					ОХОРОНА ПРАЦІ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Іншим небезпечним фактором є *вібрація*, яка крім погіршення самопочуття працюючих та зниження продуктивності праці може призвести до серйозних патологічних змін організму людини.

Вібрацію створюють механічні коливання машин, механізмів та їх елементів. Виникають внаслідок роботи та подачі повітря в апараті. Залежно від видів вібрації їх дія на тіло людини різна. При частоті 0,7 Гц тіло людини і його органи рухаються як одне ціле, не відчуваючи взаємних переміщень. В цьому випадку виникають симптоми не вібраційної, а морської хвороби, виникаючи через порушення нормальної діяльності органів рівноваги.

Як засоби індивідуального захисту використовують антивібраційні рукавиці, взуття [11, 28].

Джерелом вібрації у цеху ферментації є насоси.

Заходи щодо зниження дії вібрації на працюючих:

- зниження вібрації в джерелі її утворення конструктивними або технологічними мірами;
- зменшення вібрації на шляху її розповсюдження засобами віброізоляції і вібропоглинання;
- дистанційне управління, що виключає передачу вібрації на робочі місця.
- використання засобів індивідуального захисту.

Освітлення. Освітлення на робочих місцях регламентується ДНБ В 2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

За видом джерела світла, що використовується, освітлення може бути природним (сонячним), штучним (лампи розжарювання або газорозрядні) та суміщеним, тобто коли у світлі години доби використовують обидва джерела світла одночасно [28].

Природне освітлення виробничих приміщень світлом неба, особливо прямим сонячним світлом, може здійснюватися через світлові отвори в зовнішніх стінах або через ліхтарі.

Природне освітлення поділяється на: бічне одностороннє та двостороннє; верхнє, коли ліхтарі та світлові прорізи знаходяться в покритті або в стінах під ним; комбіноване, коли сполучається бічне і верхнє освітлення.

Система загального освітлення призначається для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівномірне освітлення встановлюється у цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності на всій площі приміщення, при великій щільності робочих місць [11].

Місцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним та переносним. Категорично забороняється застосовувати тільки одне (місцеве) освітлення, оскільки воно створює значну нерівномірність освітлення, яка підвищує втомлюваність зору та розлад нервової системи.

Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його передбачають для робіт I-VIII розрядів точності та зоровими параметрами та

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ				78

коли необхідно створити концентроване освітлення без утворення різних тіней.

Виробничі випромінювання. У цеху ферментації не спостерігається теплового випромінювання. Тепло витрачається лише для миття обладнання, пропарювання трубопроводів та стерилізації обладнання [11, 28].

Електробезпека. Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму слід застосовувати засоби та способи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правила техніки безпеки електроустаткування споживачів».

Пожежна безпека. Пожежна безпека забезпечується системою попередження пожежі, системою протипожежного захисту і організаційно-технічними заходами. Всі приміщення і технологічні установки забезпечуються первинними засобами пожежогасіння (вуглекислотні вогнегасники, внутрішні пожежні крани з комплектом обладнання, щити з лопатами та інше [11].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Вступ

Пиво є масовим і перспективним напоєм як соціальна альтернатива міцним алкогольним продуктам та унікальним джерелом біологічно активних речовин. Виробництво пива відіграє суттєву роль у бюджетоутворенні країни. Тому розширення асортименту – один із основних інтегральних напрямків підвищення якості та конкурентоздатності цього напою [14].

На основі експериментальних досліджень встановлено оптимальну дозу спиртового розчину журавлини, визначено основні органолептичні і фізико-хімічні показники даного сорту пива «Chicago Lager Cranberry».

Актуальність даного дослідження обумовлена тим, що на сьогоднішній день виробництво пива вимагає розроблення та впровадження нового асортименту продукції шляхом використання для нього нетрадиційної сировини, мета якої змінити сенсорні характеристики пива: аромат, смак та текстуру; також не менш вагоме значення має покращення фізико-хімічних показників.

Поєднання пива з натуральними рослинними екстрактами, настоями, сиропами створить напій, який при помірному споживанні буде позитивно впливати на здоров'я споживачів. Використання у складі слабоалкогольного напою настоїв та екстрактів дасть змогу створити напій зі зниженим вмістом цукру, спирту і з приємним нетрадиційним смаком. Тому розроблення нового сорту пива із застосуванням натуральної рослинної сировини представляє собою перспективний напрямок дослідження.

За допомогою використання нетрадиційної сировини сучасні міні-пивоварні піднімають рівень якості своєї продукції, урізноманітнюють її широкою палітрою нових смаків і таким чином привертають увагу споживачів.

Розвиток пивоварної галузі йде за різними напрямками, але мало уваги приділяється культурі споживання пива, покращення його споживних властивостей. Тому саме розроблення пива з підвищеним вмістом біологічно активних речовин є перспективним і проблемним напрямом дослідження.

Метою даної роботи є створення нового сорту пива із нетрадиційною сировиною у вигляді журавлини.

Завданням досліджень є:

- 1) вивчити вплив кількості водно-спиртового розчину журавлини на процес головного бродіння і доброджування;
- 2) визначити органолептичні і фізико-хімічні показники готового пива.

					НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА. ВСТУП	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14.2 Літературний огляд

Ягоди журавлини – надзвичайно цінний харчовий та лікувальний продукт. Ягода володіє тонізуючим і освіжаючим ефектом, підвищує розумові та фізичні здібності людини. В народі її називають «північним виноградом» і «ягодою здоров'я» завдяки своїй унікальності [30].

За часом збору журавлину ділять на два види: осінню, зібрану до випадання снігу, і весняну, яка перезимовує під снігом. Найчастіше збирають журавлину осіннього збору, так як вона добре витримує тривале зберігання, в ній більше корисних поживних речовин, особливо вітаміну С. Журавлина, що збирається ранньою весною, відрізняється великим вмістом цукру, кращим смаком, але гірше зберігається та містить менше вітаміну С [9].

Таблиця 14.1 – Хімічний склад журавлини [9]

<i>Основні поживні речовини, % на 100 г м'якоті зрілих плодів</i>					
Вода			Білок		
89,5			0,5		
загальні	в т.ч. моно- і дисахариди	глюкоза	фруктоза	сахароза	дисахариди
4,80-8,10	3,80	2,16-2,50	1,12	0,29	0,35
<i>Органічні кислоти, %</i>					
бензойна	лимонна	хінна	урсолова	яблучна	щавлева
0,025	3,001-4,200	4,000	7,000	1,000	0,020
<i>Кислотність ягід, %</i>					
загальна		весняного збору		осіннього	
3,3-5,0		2,8		3,0	
<i>Поліфенольні з'єднання, мг %</i>					
антоціани	лейкоантоціани	катехіни	забарвлюючі та дубильні речовини		
181	154	264	1200		

Таблиця 14.2 – Вітамінний та мінеральний склад журавлини [9]

<i>Вітаміни, мг %:</i>						
С	В ₁	В ₂	В ₆	В ₉	К	РР
12,00-35,00	0,02	0,02	0,08	0,01	15,00	0,15
<i>Мінеральні речовини, макроелементи, мг%:</i>						
Na	K	Ca	Mg	P	S	Cl
12,0	119,0	14,0	8,0	11,0	154,0	0,4
<i>Мікроелементи, %:</i>						
мідь	кобальт	срібло	йод	марганець		
0,0003	0,0021	0,0010	0,1590	0,0400		

Речовини, що входять до складу ягід, мають антибактеріальні властивості. Це пов'язано з тим, що вони перешкоджають потраплянню мікроорганізмів до слизистих оболонок, які огортають різні органи.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	
						81

Журавлина зменшує головні болі, знижує вміст протромбіну в крові, підвищують еластичність, міцність стінок кровоносних капілярів. Ягоди журавлини корисно вживати при підвищеному кров'яному тиску, гіпо-вітамінізмі С. Пектинові речовини, що містяться в ягодах журавлини, проявляють желюючі властивості, зв'язують і знешкоджують з'єднання важких металів (свинець, кобальт, цезій, стронцій) та інших шкідливих для організму речовин [30].

Сік журавлини очищає рани та опіки та прискорює їх загоєння, лікує кашель. Він знижує рівень холестерину, знижує ризик сечостатевої інфекції і підвищує ефективність антибіотиків при спільному прийомі. Серцеві та онкологічні хвороби, лікування гастритів, стимуляція підшлункової залози, підвищення фізичної і мозкової активності – це всі корисні властивості журавлини.

Плоди та ягоди загалом відіграють важливу роль у підвищенні харчової цінності пива. Цінність їх полягає у значному вмісті мінеральних речовин (0,3-1,1 %), вітамінів, органічних кислот, поліфенольних з'єднань. Завдяки значному вмісту води, вітаміну С, антоціанів і флавоноїдів вони здійснюють освіжаючу і судинно-укріплюючу дію на організм людини [30].

Серед важливих речовин журавлини є поліфенольні речовини, які відіграють важливу роль при виробництві слабоалкогольної продукції. Вони впливають на бродіння, стійкість і смакові характеристики напоїв. У процесі виробництва пива поліфеноли сприяють осадженню білка суслу, що позитивно впливає на його освітлення. Негативним є те, що з солями заліза і при окисненні вони створюють з'єднання темного кольору, а також можуть бути причиною помутніння [30].

До того ж, ягоди та сік журавлини, крім традиційної та народної медицини, використовуються у консервній та кондитерській промисловості.

У даній науково-дослідній роботі особлива увага була приділена світлому пиву типу LAGER.

LAGER (лагер) – тип пива, який бродить і визріває при низькій температурі з використанням спеціальних «лагерних» дріжджів низового бродіння (2-3°C). Смак лагера чистіший, менш складний та більше зосереджений на солодовій та хмельовій складових, через що має характерний ніжний аромат. В основному LAGER зосереджує в собі світлі сорти пива, але іноді зустрічаються і темні. До нього відносяться такі стилі як Pilsner, Vock, Rauch, Ice beer та Doppelbock [32].

Для приготування пива використовувалась така сировина:

1. Підготовлена вода.

Вода є одним з основних компонентів пива, тому її склад впливає на якість готової продукції.

Вода для напоїв повинна відповідати вимогам ДСанПін № 383 «Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». Крім того, існують додаткові вимоги до води

					ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

технологічного призначення, встановлені «Технологической инструкцией по водоподготовке для производства пива и безалкогольных напитков» ТИ-10-5031536-73-90 [1].

2. Солод.

Згідно рецептури приготування світлого пива типу «Лагер» використовувались три солоди німецького виробника.

Таблиця 14.3 – Характеристика солодів Weuermann

Bohemian Pilsner Malt	Carahell
Виробник: WEYERMANN Німеччина; Частка в засипу: до 100%; Кольоровість сусла: 3-4 засипу: до 30 %; ЕВС. Використовується для всіх типів світлого пива; Як основний солод для спеціальних сортів пива.	Виробник: WEYERMANN Німеччина; Рекомендована частка в засипу: до 30 %; Кольоровість сусла: 20,0-30,0 ЕВС. Використовується для всіх типів світлого пива, а також безалкогольного.

3. Дріжджі.

Для приготування пива використовували дріжджі сухі фірми Fermentis Saflager W-34/70. Основними вимогами до пивних рас дріжджів є висока швидкість зброджування цукрів сусла, утворення пластівців, освітлення пива під час бродіння та надання йому чистого смаку і характерного приємного аромату.

Рекомендована температура бродіння: +9°C-22°C.

Ідеальна температура: +12°C-15°C.

Седиментація: дуже хороша.

Кінцева щільність: середня.

4. Гранульований хміль.

Хміль гранульований для приготування пива повинен відповідати вимогам ДСТУ Хміль ароматичний. Частина 3. Хміль гранульований. Технічні умови: ДСТУ 7028:2009 [2].

Таблиця 14.4 – Характеристика гранульованого хмелю

Magnum	Amarillo
Вміст α-кислоти: 11 - 16% Вміст β-кислоти: 5 - 7.0% Когумулона: 21 - 29% Ефірних олій: 1.6 - 2.6 мг/100 г Гірко-ароматичний сорт хмелю. Дає обволікаючу терпку гіркоту, і тонкий квітково-фруктовий аромат. Покращує стійкість пива.	Вміст α-кислоти: 8.8% Вміст β-кислоти: 5.5 - 8% Ефірних олій: 1 - 2.3 мг/100 г Гірко-ароматичний тип хмелю. Застосовується для пшеничного пива, англійських і американських елів. У готовому пиві має характерні відмінні цитрусові, тропічні і квіткові аромати.

5. Водно-спиртовий розчин журавлини.

Для отримання розчину використовували ягоди, сік журавлини та 30%-у водно-спиртову суміш. Змішували вищезазначені складові у пропорції 1:3. Настоявали протягом семи діб.

Таблиця 14.5 – Характеристика водно-спиртового розчину журавлини

Показник	Розчин журавлини
Вміст СР, %	12,8
Міцність, % об.	2,0
Кислотність, см ³ NaOH 1 моль/дм ³ на 100 см ³ розчину	1,0

Об'єкти, методи та методика досліджень

Об'єкти досліджень

Об'єктом дослідження є технологія пива з використанням нетрадиційної сировини.

Методи досліджень

Методами дослідження є фізико-хімічні, аналітичні, хроматографічні методи, які використовуються у пиво-безалкогольній промисловості [21].

Визначення вмісту сухих речовин рефрактометричним методом [21]

Метод заснований на визначенні показника заломлення і концентрації розчину за допомогою рефрактометра.

Визначення вмісту етилового спирту у водно-спиртових розчинах ареометричним методом [21]

Метод заснований на вимірюванні спиртоміром міцності водно-спиртового розчину без будь-яких домішок, які розчинені в ньому. Якщо температура розчину не дорівнює 20° С, для визначення дійсного вмісту спирту використовують спеціальні спиртові таблиці.

Вміст спирту визначають за середніми значеннями показів спиртоміру.

Визначення титрованої кислотності [21]

Метод заснований на нейтралізації кислот і кислих солей, які містяться в пиві, розчином гідроксиду натрію. Титрування проводять з виносом краплі і застосуванням індикатора фенолфталеїну червоного. Кислотність пива виражають в см³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ пива.

Кислотність лабораторного суслу Кис, см³ гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ суслу, розраховують за формулою

$$K_{ис} = \frac{V \cdot 2}{10},$$

де V — кількість см³ гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³, що пішла на титрування; 2 — коефіцієнт перерахунку на 100 см³ суслу; 10 — коефіцієнт перерахунку гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³ на 1 моль/дм³.

Визначення вмісту спирту у пиві дистиляційним методом [21]

Наявність в пиві спирту та екстрактивних речовин, які мають різні фізико-хімічні показники, впливає на точність їх визначення. Тому для знаходження дійсного значення вмісту спирту та екстрактивних речовин необхідно відділити їх одне від одного перегонкою. Далі дистилят пива, одержаний перегонкою, і залишок, що знаходиться в перегінній колбі, доводять до початкової маси дистильованою водою з подальшим визначенням вмісту спирту ареометричним методом згідно методики 3.2.2 і екстракту — рефрактометричним методом згідно методики 3.2.1.

					ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення масової частки дійсного екстракту [21]

Залишок у перегінній колбі після відгонки спирту доводять водою до маси 200 г, ретельно перемішують і проводять вимірювання на рефрактометрі два-три рази.

Розрахунок дійсного та видимого ступеня зброджування пива [21]

Ступінь зброджування в процентах характеризується відношенням кількості екстракту, що був зброджений, до початкової концентрації сусла.

Дійсний ступінь зброджування визначають шляхом знаходження дійсного екстракту і спирту в пиві, розрахунку вмісту сухих речовин в початковому суслі і наступним розрахунком дійсного ступеня зброджування.

Розраховують дійсний ступінь зброджування V_d у відсотках за формулою:

$$V_d = \frac{(m_{nc} - m_e) \cdot 100}{m_{nc}},$$

де: m_{nc} – масова частка сухих речовин в початковому суслі, %;

m_e – масова частка дійсного екстракту в пиві, %.

Видимий ступінь зброджування V_v у відсотках розраховують по видимому екстракту в пиві, який визначають у пробі пива в присутності спирту і діоксиду вуглецю за формулою:

$$V_v = \frac{(m_{nc} - m_g) \cdot 100}{m_{nc}},$$

де: m_g – масова частка видимого екстракту в пиві, %.

Визначення стійкості пива [21]

Метод полягає в осадженні білкових речовин пива під дією насиченого розчину амонію сульфату.

Ступінь осадження X , в см^3 насиченого розчину амонію сульфату на 100 см^3 пива, розраховують за формулою:

$$X = 10 \cdot V,$$

де V – об'єм амонію сульфату, який викликав помутніння пива, см^3 .

Остаточним результатом аналізу є середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень, виражають його цілим числом.

Визначення вмісту дубильних речовин [21]

Метод визначення дубильних речовин ґрунтується на здатності їх окиснюватись калій перманганатом у присутності індигокарміну.

Вміст дубильних речовин, %, визначають за формулою:

$$x = \frac{(A - B) \times K \times 0,004157 \times V \times 100}{V_1 \times C},$$

					ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

де $(A - B)$ – різниця результатів титрування 0,05 н розчином калій перманганату, одержана в контролі і під час досліду, мл; 0,004157 – коефіцієнт для перерахунку результату титрування на дубильні речовини (1 мл 0,05 н розчину калій перманганату відповідає 0,004157 г дубильних речовин); V – загальний об’єм екстракту, мл; C – маса наважки досліджуваного продукту, г; K – коефіцієнт поправки на титр 0,05 н розчину калій перманганату.

14.3.3 Методика досліджень

Вода є одним з основних компонентів пива, тому її склад впливає на якість готової продукції.

Вода для напоїв повинна відповідати вимогам ДСанПін № 383 «Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». Крім того, існують додаткові вимоги до води технологічного призначення, встановлені «Технологической инструкцией по водоподготовке для производства пива и безалкогольных напитков» ТИ-10-5031536-73-90 [1].

Для досягнення такої якості підготовленої води на міні-пивоварні Syndicate проводиться семиступеневе очищення на установці фільтрації ручного управління Aqua Hard F/BB-4,100S/3, продуктивністю 110 м³/год у комплекті»:

1. Проведення окиснення двохвалентного заліза гіпохлоритом натрію - «Вузол введення гіпохлориту натрію».

2. Хлорована вода поступає на установку, де видаляються механічні домішки, окислені сполуки трьохвалентного заліза. Для обслуговування системи механічних фільтрів використовується «Вузол розпушування повітрям і вузол розпушування водою».

3. Після фільтрації вода направляється на «Установку сорбційну, ручного управління Aqua Hard F/BB-6,000AC/2, продуктивністю 110 м³/год у комплекті» з активованим вугіллям для видалення хлорорганічних продуктів окислення та залишкового активного хлору.

4. Після сорбційної установки, вода направляється на «Автоматичну установку Na-катионування Aqua Hard S/BM-SI2,000SC/2, продуктивністю 110 м³/год у комплекті» для пом’якшення води до жорсткості < 0,2 мг-екв/дм³.

5. Після установки пом’якшення, вода подається на «Блок картриджних фільтрів 5 мкм, продуктивністю 110 м³/год у комплекті» для очищення від механічних домішок.

6. Після блоку картриджних фільтрів, вода розділяється на два потоки для отримання води з різним солевмістом. (Сухий залишок - 60-150 мг/дм³). Вода надходить на «Автоматичну установку зворотного осмосу, продуктивністю 15 м³/год в комплекті» (4 шт.), а 5-10 м³/год поступає на «Автоматичний вузол підмішування пом’якшеної води в комплекті». На установці зворотного осмосу вода під тиском розділяється на два потоки:

					ОБ’ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

перміат 75% (знесолена вода, яка йде на вузол підмішування) та концентрат 25% (вода із високим солемістом, скидається в дренаж).

7. Два потоки проходячи через вузол підмішування, подаються в накопичувальну ємність. З ємності вода за допомогою насосної групи («Насоси відцентрові продуктивністю 40 м³/год в комплекті» 4 шт., 3 робочих та 1 резервний) для контрольного знезаражування проходить через «Установку ультрафіолетового випромінювання StreamLine 60000, продуктивністю 45 м³/год» (2 шт.), і подається на приготування пива.

Таблиця 14.6 – Порівняльна характеристика водопровідної та підготовленої води згідно ДСанПін 2.2.4-171-10 [1]

Назва показника	Водопровідна вода	Вода підготовлена для приготування пива	Граничні значення показника
Водневий показник (рН)	6,5...8,5	6,0...7,0	6,0...9,0
Жорсткість води загальна, моль/дм ³	2...4	не більше 2	не більше 7,0
Кальцій II-валентний, моль/дм ³	2...4	не більше 2, для запобігання помутнінню	Кальцій та магній в сумі не більше 7,0
Магній, моль/дм ³	Сліди	Сліди	
Співвідношення кальцію до магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
Лужність загальна, моль/дм ³	0,5...1,5	Сліди	0,5...6,5
Співвідношення Са ²⁺ до лужності (показник лужності), не менше	1,0	1,0	1,0
Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,2	0,1	0,3
Хлориди, мг/дм ³ , не більше	130	70	150
Сульфати, мг/дм ³ , не більше	180	150	200
Нітрати, мг/дм ³ , не більше	35	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	≤ 1	0,14...5,0	0,14...5,0
Мідь, мг/дм ³ , не більше	≤ 1	0,5	1,0
Окислюваність, мг О ₂ /дм ³ , не більше	2,0	2,0	4,0

14.4 Експериментальна частина

Науково-дослідна робота проводилась в лабораторії кафедри біотехнології продуктів бродіння та виноробства.

Дослідні зразки для виконання наукової роботи було отримано з приватної міні-пивоварні Syndicate.

Аналіз готового сусла показав такі результати:

Таблиця 14.7 – Фізико-хімічні показники на 100 см³ пивного сусла

Показники	Результат аналізу
Амінний азот, мг Na ₂ S ₂ O ₃ на 100 см ³ пивного сусла	0,44
Титрована кислотність, см ³ NaOH 1 моль/дм ³ на 100 см ³ пивного сусла	1,70
pH	6,70
Колірність, см ³ I ₂ 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	0,15
Вміст мальтози, г/100 см ³ пивного сусла	10,0
Вміст сухих речовин, %	12,0

Складання рецептури на приготування пива Chicago Lager на 100 дал готового сусла:

- 1) Солоди: Pilsner – 190 кг;
CaraHell – 10 кг;
- 2) Вода питна підготовлена – 700 дм³.
- 3) Гідромодуль затору – 1:3,5.
- 4) Хміль: Magnum гірко-ароматичний (13 % α-кислоти) – 0,54 кг;
Amarillo гірко-ароматичний (8,8 % α-кислоти) – 0,50 кг.
- 5) Дріжджі сухі фірми Fermentis Saflager W-34/70 – 0,30 кг.
Концентрація СР початкового сусла – 12%.

В охолоджене сусло задавали сухі дріжджі Fermentis Saflager W-34/70 в кількості 0,30 кг на 100 дал сусла.

Для отримання водно-спиртового розчину журавлини використовували ягоди, сік журавлини та 30%-у водно-спиртову суміш. Змішували вищезазначені складові у пропорції 1:3. Настоявали протягом семи діб.

Таблиця 14.8 – Характеристика водно-спиртового розчину журавлини

Показник	Розчин журавлини
Вміст СР, %	12,8
Міцність, % об.	2,0
Кислотність, см ³ NaOH 1 моль/дм ³ на 100 см ³ розчину	1,0

Молоде пиво, приготоване на міні-пивоварні Syndicate, розділили на 4 дослідні зразки в кількості 0,5 дм³. Водно-спиртовий розчин журавлини задавали на II добу бродіння.

Перший зразок – це контроль, в другий зразок задали 5 см³ водно-спиртового розчину журавлини, в третій зразок задали 10 см³ і в четвертий – 15 см³ розчину.

Бродіння проводилось при кімнатній температурі 17°C, а доброджування – за температури 8°C. Під час головного бродіння та доброджування регулярно проводили вимірювання сухих речовин молодого і в подальшому готового пива.

Таблиця 14.9 – Зміна вмісту сухих речовин в процесі головного бродіння і доброджування

Доба	Вміст сухих речовин, %			
	Контроль	5 см ³	10 см ³	15 см ³
Бродіння				
II доба	12,0	12,0	12,0	12,2
III доба	8,0	9,2	9,5	10,0
VI доба	6,8	7,9	7,4	7,5
Доброджування				
VII доба	6,7	7,5	7,0	7,0
XIV доба	6,0	6,8	6,5	6,5

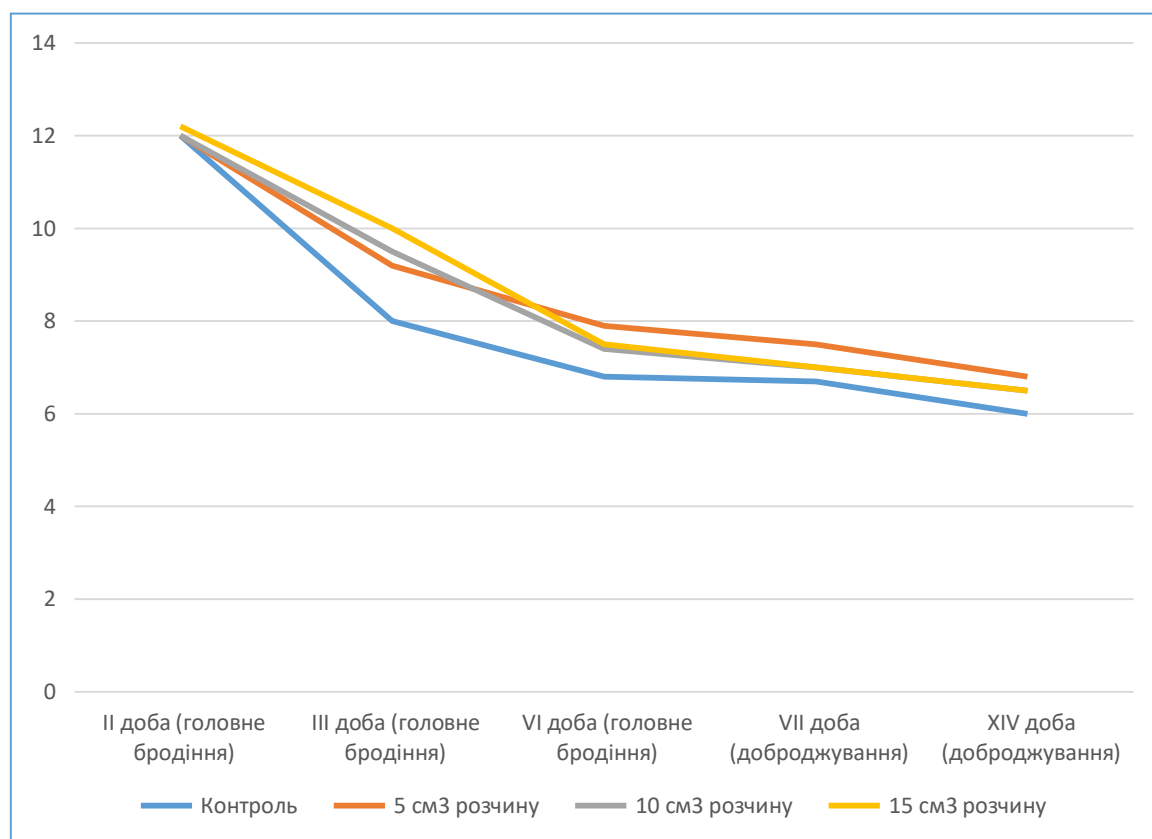


Рис. 14.1 – Зміна вмісту сухих речовин в процесі головного бродіння і доброджування

Як видно з рисунку 14.1, процес збродження контрольного зразку проходив значно швидше порівняно зі зразками, в які був заданий водно-спиртовий розчин журавлини. З цього можемо зробити висновок, що даний розчин має несприятливий вплив на дію пивних дріжджів та не дозволяє збродити сухі речовини сусла у повній мірі.

Таблиця 14.10 – Фізико-хімічні показники готового пива з додаванням водно-спиртового розчину журавлини

Зразок	Показники						
	Видимий екстракт, %	Дійсний екстракт, %	Вміст спирту, %	Кислотність, см ³ , 1 моль/дм ³ розчину NaOH на 100 см ³ пива	Колір, см ³ , 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ води	Видимий ступінь збродження, %	Дійсний ступінь збродження, %
Контроль	6,0	5,0	4,11	1,4	0,15	58,3	54,0
Зразок №1 (5 см ³ на 100 см ³ сусла)	5,8	4,7	3,80	1,5	0,15	62,5	54,0
Зразок №2 (10 см ³ на 100 см ³ сусла)	5,5	4,8	3,96	2,0	0,17	63,0	50,0
Зразок №3 (15 см ³ на 100 см ³ сусла)	5,7	4,8	3,70	2,5	0,21	61,6	47,5

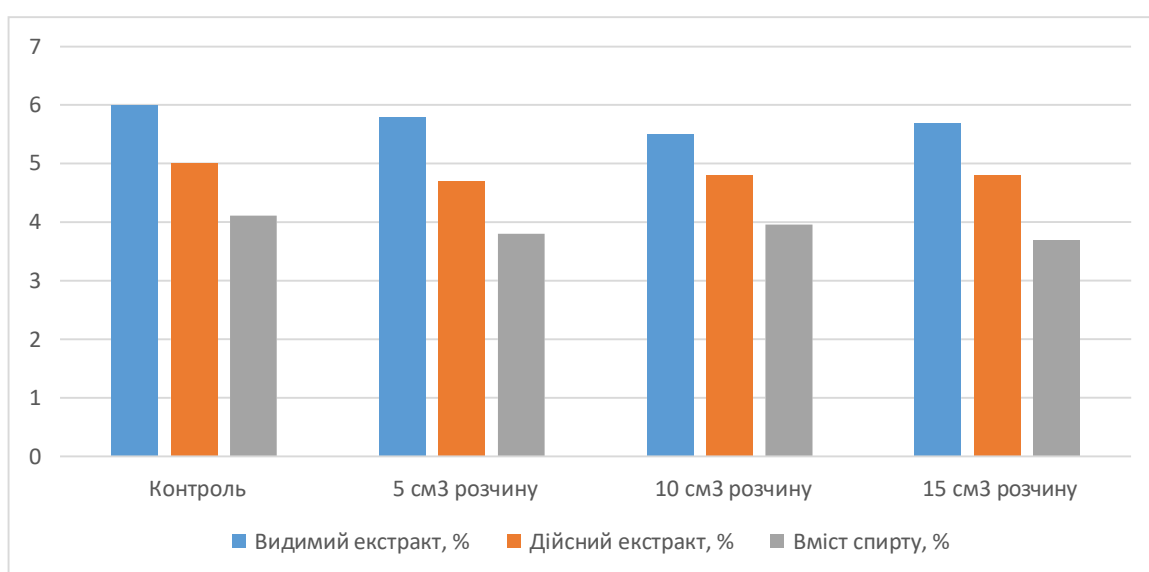


Рис. 14.2 – Зміна показників видимого, дійсного екстракту та вмісту спирту в процесі ферментації

Також було визначено вплив сульфату амонію на стійкість пива до помутнінь. Аналіз на стійкість показав, що пиво стійке до помутнінь, тому що навіть підвищена кількість (1,0-1,2 см³) сульфату амонію не спричинила появи осаду.

Як видно з таблиці 14.9, колірність пива із збільшенням вмісту водно-спиртового розчину журавлини є більшою порівняно з контролем у зв'язку з насиченим червоним кольором вихідної сировини. З рисунку 5.6 спостерігається, що вміст видимого і дійсного екстракту із підвищення кількості розчину журавлини у зразках зменшується на ~ 3% у порівнянні з контрольним зразком, отже можна зробити висновок, що спиртовий розчин має несприятливий вплив на пивні дріжджі та не дає можливості збродити всі сухі речовини суслу у повній мірі. Кислотність зразків згідно збільшення кількості водно-спиртового розчину у зразках збільшувалась на 20% (починаючи з 0,15 моль/дм³ розчину йоду на 100 см³ води у контролі і завершуючи 0,21 моль/дм³ розчину йоду на 100 см³ води у зразку №3 з найбільшою кількістю водно-спиртового розчину). Це можна пояснити тим, що із соком журавлини (який має кислий смак) додатково вноситься певна кількість органічних кислот, які є у ягоді.

Отже, шляхом експериментальних досліджень було виявлено, що найоптимальніша кількість водно-спиртового розчину журавлини – 10 см³ на 100 см³ молодого пива, так як саме ця доза чинить сприятливий вплив на зброджування пива за всіма показниками та позитивно впливає на органолептичні властивості готового напою: смак, аромат та зовнішній вигляд.

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В кваліфікаційній роботі була розглянута технологія зброджування пивного сусла та доброджування і дозрівання молодого пива в ЦКБА.

Розроблена рецептура на нове пиво із журавлиною сорту Chicago Lager Cranberry. Для зброджування пивного сусла використовували сухі пивні дріжджі *Sacch. carlsbergensis* раси Saflager W-34/70. Дані дріжджі розмнож в лабораторних умовах до колби Карлсберга 10 дм³. Пивне сусло зброджували при температурі 8-14 °С протягом 5-7 діб, а доброджування і дозрівання молодого пива проводили протягом 6-7 діб за температури 2°С. Освітлення пива проводили на вертикальному кізельгуровому фільтрі і на трап-фільтрі. В якості нетрадиційної сировини використовували 2%-й водно-спиртовий розчин журавлини. Встановлена його оптимальна доза (10 см³), яка задавалась на другу добу головного бродіння.

За рахунок наявності в журавлині антоціанів і дубильних речовин підвищується стійкість даного пива.

Рекомендується даний сорт пива випускати на пивзаводах середньої потужності і на міні-пивоварнях.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. — [Чинний від 12.05.2010 р.]. — Зареєстровано в міністерству юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. — (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила);
2. Гранули хмелю. Технічні умови: ДСТУ 7028:2009. — [Чинний від 2009-01-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2009. — 22 с. — (Національний стандарт України);
3. Діоксид вуглецю газоподібний і скраплений. Технічні умови: ДСТУ 4817:2007. - Чинний від 2011-07-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 16 с. — (Національний стандарт України);
4. Настоя спиртові з рослинної сировини для лікєро-горілчаного виробництва. Загальні технічні умови. ДСТУ 4705:2006. - [Чинний від 2010-01-01]. - К.: Держстандарт України, 2010. - 14 с. - (Національний стандарт України).
5. Пиво. Загальні технічні умови: ДСТУ 3888:2015. — [Чинний від 2015-05-28]. — К.: Держспоживстандарт України, 2015. — 21 с. — (Національний стандарт України);
6. Рис. Технічні умови: ДСТУ 4965:2008 – [Чинний від 2010-07-01]. – К.: Держстандарт України, 2010. – (Національний стандарт України).
7. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови: ДСТУ 4282:2004. — [Чинний від 2004-1-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 14 с. — (Національний стандарт України);
8. Аннемюлер Г., Мангер Г. – Й., Литц П. Дрожжи в пивоваренні/ Г. Аннемюлер, Г.-Й. Мангер, П. Литц — Пер. с англ. под научн. ред. С.Г. Давыденко. — СПб. : ИД Профессия, 2015. — 428 с., табл., ил.;
9. Беффа М.Т. Лекарственные растения. М.: «Арстель». — 2005. — 255 с.;
10. Гетун, Г.В. Основи проектування промислових будівель: навч. посіб./ Г.В. Гетун. — К.: Кондор, 2003. — 210 с.;
11. Державні санітарні норми і правила для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої: ДСанПіН 4.4.4-152-2008. — [Чинний від 2011-07-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2008. — 37 с. (Державні санітарні норми та правила);
12. Домарецький, В.А. Технологія солоду та пива: підруч./ В.А. Домарецький. — К.: ІНКОС, 2004. — 426 с.;
13. Ермолаєва, Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г.А. Ермолаєва, Р.А. Колчева – М.: ИРПО; Изд. Центр «Академия», 2000. – 416 с.;
14. Закон України «Про охорону праці» // Відомості Верховної Ради України. — 2002. — № 229-IV;
15. Запольський, А.К. Основи екології: підруч. / А.К. Запольський, А.І. Салюк. За ред. К.М. Ситника. — К.: Вища шк., 2001. — 358 с.;

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

16. 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.;
17. Кунце, В. Технология солода и пива: пер. с нем. /В. Кунце, Г. Мит. — СПб.: Профессия, 2009. — 1100 с.;
18. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. — К.: НУХТ, 2012. — 67 с. (№ 8116);
19. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия: Учебное пособие / Под ред. Г.П. Яковлева и К.Ф. Блиновой / Г.А. Белодубровская, К.Ф. Блинова, В.В. Вандышев и др. — СпецЛит Санкт-Петербург, 2004. — 765 с.;
20. Меледина, Т.В. Качество пива: стабильность вкуса и аромата, коллоидная стойкость, дегустация/ Т.В. Меледина, А.Т. Дедегкаев, Д.В. Афонин. — СПб.: ИД «Профессия», 2011. — 220 с.;
21. Мелетьев, А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. / А.Є. Мелетьев, С.Р. Годосійчук, В. М. Кошова // за ред. А.Є. Мелетьєва. — Вінниця: Нова Книга, 2007. — 392 с.
22. Метод. вказівки до викон. диплом. проекту для студ. спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм навч. / уклад. В.Г. Юрчак, В.М. Кошова, В.І. Бабенко, О.І. Гашук, О.О. Євтушенко, Н.П. Івчук, Т.І. Іщенко, С.Й. Крижановський, В.М. Махинько, А.Г. Пухляк, Ю.М. Резніченко, З.М. Романова, В.М. Сидор, Н.М. Ющенко— К.: НУХТ, 2017. — 45 с.;
23. Методичні рекомендації до виконання «Архітектурно-будівельного розділу» дипломного проекту (роботи) для студентів за напрямами підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», 6.051401 «Біотехнологія», 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 6.050604 «Енергомашинобудування» денної та заочної форм навчання / Уклад.: Г.Р. Ашмаріна — К.: НУХТ, 2013. — 214 с.;
24. Мороз В.І., Єгоров В.Т., Смагін В.К., Братченко О.В., Теслик А.Г. Метрологія, стандартизація і сертифікація: Навч. посібн. Харків, 2010. — 78 с.;
25. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения: пер. з нем. / Л. Нарцисс. — СПб: Профессия, 2007. — 640 с.;
26. Новое в пивоварении/ Ч. Бэмфорт (ред); пер с англ. И. С. Горанкиной, Е.С. Боровиковой. — СПб.: Профессия, 2007. — 520 с.;
27. 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.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

28. Основи охорони праці: підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. та ін.; за ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. — К.: Основа, 2006. — 448 с.;
29. Охорона праці в галузі: Метод. вказівки до вивч. дисципліни та викон. контрол. роботи для студентів напряму 0917 «Харчова технологія та інженерія» та 0906 «Хімічна технологія та інженерія» ден. та заоч. форм навчання / уклад. М.П. Гандзюк, М.П. Купчик, В.С. Гуць. — К.: НУХТ, 2001. — 36 с.;
30. Почему растения лечат. Ловкова М. Я., Рабинович А.М., Пономарёва С.М., Бузук Г.Н.: ЛЕНАНД, 2019. — 288 с.;
31. 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. — К.: НУХТ, 2015. — 80 с.;
32. Ренді Мошер, Смак пива. Інсайдерський путівник у світі найвидатнішого напою людства. [Текст] : Ренді Мошер; перекл. з англ. Лана Світанкова. — Львів : Видавництво Старого Лева, 2018 — 388 с.;
33. Романова, З.М. Проектування підприємств галузі: конспект лекцій для студентів спеціальності 6.091700 «Технологія бродильних виробництв і виноробства» денної та заочної форм навчання / З.М. Романова, М.В. Карпутіна. — К.: НУХТ, 2009. — 62 с.;
34. 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. — К.: НУХТ, 2007. — 256 с.;
35. Трап-фільтрація. [Електронний ресурс] // Каталог – Режим доступу до ресурсу: <https://www.technofilter.ru/files/pdf/pivo-list-2018.pdf>
36. Хозиев, О.А. Технология пивоварения / О.А. Хозиев, А.М. Хозиев, В.Б. Цугкиева. — СПб.: Изд-во «Лань», 2012. — 560 с.;
37. Циганков П.С. Методичні вказівки до умовно-графічних зображень в апаратурно-технологічних схемах для студентів спеціальностей 7.091704 «Технологія бродильних виробництв і виноробство» напряму 0917 «Харчова технологія та інженерія» і 7.050201 «Менеджмент у виробничій сфері» напряму 0502 «Менеджмент» денної і заочної форми навчання / П.С. Циганков, П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський. — К.: УДУХТ, 2012.—32 с. (№ 5706).

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96