

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

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » червня 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

із спеціальності 181 «Харчові технології»
(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект фільтраційного відділення пивзаводу потужністю 30 млн дал пива на рік з удосконаленням технології стабілізації пива**

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

Литвинчук Юлія Ігорівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник Мукоїд Роман Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент Карпович Інна Віталіївна
(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

(підпис) **Юлія ЛИТВИНЧУК**

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології продуктів
бродіння та виноробства

_____Анатолій КУЦ

27 березня 2023 року

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

_____Литвинчук Юлії Ігорівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект фільтраційного відділення пивзаводу потужністю 30 млн дал пива на рік з удосконаленням технології стабілізації пива

Керівник роботи Мукоїд Роман Миколайович, к.т.н., доцент

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 05 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Потужність підприємства – 30,0 млн дал пива на рік. 2. Асортимент пива: Пивна душа – 60 %, Ячмінний колос – 10 %, Темний лев – 30 %. 3. Сировина, що використовується для виробництва пива: солод ячмінний світлий, темний та карамельний; рисова січка, ячмінь. Продуктові розрахунки виконують на 100 кг зернової сировини, 1 дал пива та річну потужність.

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

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 21 березня 2022 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

Юлія ЛИТВИНЧУК

Керівник роботи, доцент

Роман МУКОЇД

ANOTATION

The qualification work is based on the improvement of beer stabilization technology at a brewery with a capacity of 30 million dal per year. The characteristics of the designed products, raw materials, main and auxiliary materials are presented, the justification and selection of production methods and modes are carried out.

The filtration department of a brewery has a significant impact on the quality and stability of the product, as well as on the productivity of the brewery. The main purpose of the filtration department is to remove unwanted substances such as suspended particles, yeast, bacteria and other impurities that can affect the quality and shelf life of beer.

In the qualification work, the combined method of main fermentation, fermentation and maturation of beer in devices of a large unit capacity of the CCBA was adopted. This ensures a 2-fold acceleration of the process, an increase in carbon dioxide saturation, stabilization of organoleptic indicators for each batch of beer, and savings in capital costs. Separation of yeast before filtering is provided, which contributes to the intensification of the filtering process, reduction of beer losses and improvement of its quality.

It is customary to carry out the main filtering on a candle kieselguhr filter. In addition, filtration is also carried out on a PVPP filter to remove colloidal suspensions, which contributes to increasing the stability of beer.

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

Key words: stability, turbidity, kieselguhr, PVPP, fermentation, filtering, stabilization.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ.....	10
1.1 Структура підприємства.....	10
1.2 Режими роботи	12
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВА З УДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ	13
2.1 Асортимент проектованої продукції.....	13
2.2 Принципова технологічна схема	13
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації.....	15
2.3.1 Характеристика біохімічних процесів, що відбуваються при зберіганні готового пива.....	15
2.3.1.1 Біологічна стійкість пива	15
2.3.1.1.1 Причини контамінації пива.....	16
2.3.1.1.2 Забезпечення біологічної стійкості пива.....	19
2.3.1.2 Колоїдна стійкість пива.....	19
2.3.1.2.1 Холодне помутніння.....	19
2.3.1.2.2 Необоротне помутніння	20
2.3.1.3 Шляхи підвищення колоїдної стійкості пива	21
2.3.2 Характеристика обладнання , що застосовується для виробництва пива від закінчення головного бродіння до розливу.....	21
2.3.3 Класифікація обладнання для фільтрування пива.....	23
2.3.4 Характеристика основних способів фільтрування	24
2.3.4.1 Очищення пива від надлишкових дріжджів	24
2.3.4.2 Видалення колоїдних помутнінь	25
2.3.4.3 Карбонізація	27
2.3.5 Характеристика фільтрувальних матеріалів, які використовуються при фільтруванні пива та основні процеси під час обробки	29
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	31
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	33
3.1 Характеристика проектованих сортів пива	33
3.2 Характеристика сировини	36
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	41

					Проект фільтраційного відділення пивзаводу потужністю 30 млн дал пива на рік з удосконаленням технології стабілізації пива		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Литвинчук Ю.І.			Літ.	Арк.	Аркушів
Консул.					7	76	
Керівн.		Мукоїд Р.М.			НУХТ ННІХТ ТБ – 4 – 8		
Зав. каф.		Квц А.М.					

**Пояснювальна
записка**

4	ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	42
4.1	Вихідні дані до технологічних розрахунків	42
4.2	Продуктові розрахунки.....	43
4.3	Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	46
4.4	Розрахунки необхідної кількості тари і допоміжних матеріалів	51
5	РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	53
6	ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	57
7	ОХОРОНА ПРАЦІ	62
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	68
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	69
	ДОДАТКИ.....	71

					<i>Зміст</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проблема підвищення стійкості пива має першорядне значення у зв'язку зі зростанням вимог до конкурентоздатності вітчизняного пива і розширенням ринку його збуту.

Процеси помутніння та пов'язані з цим зміни аромату і смаку пива спричиняють дві групи факторів – біологічні, що обумовлені розвитком у товарному пиві мікроорганізмів і визначають біологічну стійкість, та фізико-хімічні перетворення колоїдних речовин пива, які обумовлюють його колоїдну стійкість.

Якщо біологічну стійкість пива підвищують шляхом більш суворого дотримання належного санітарно-гігієнічного рівня виробництва та додатковою пастеризацією, то суттєве підвищення колоїдної стійкості пива вимагає застосування спеціальних технологічних заходів під час приготування і зброджування суслу та стабілізації пива перед випуском у продаж. Різноманітні адсорбенти, такі як таніни, силікагелі, полівінілполіпіролідон, а також ферменти, які використовують для стабілізації, сприяють зниженню вмісту основних попередників каламуті пива – поліпептидів і поліфенолів. Але вони часто мають негативний вплив на колір, піностійкість, хмельову гіркоту та специфічні органолептичні особливості і не забезпечують достатню стабільність пива.

Світовою практикою пивоваріння встановлено, що присутність кисню спричиняє окисну полімеризацію поліфенолів та укрупнення поліпептидів пива і призводить до утворення складних малорозчинних комплексів – складових каламуті пива. Для зменшення дії кисню застосовують цистеїн, аскорбінову кислоту та її солі, які діють як акцептори кисню, але не зупиняють ланцюгового вільнорадикального процесу окиснення компонентів пива. Для цього необхідні речовини – інгібітори окисних процесів, які здатні реагувати з пероксидними радикалами, утворюючи малоактивні або неактивні сполуки. Тому проведення досліджень щодо впливу цих речовин на перебіг специфічних процесів отримання пива з підвищеною стійкістю є актуальним.

Роботою передбачено виробництво таких сортів пива як Пивна душа з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11 %, Ячмінний колос з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,5 %, Темний лев з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15 %, що виготовляються із ячмінного світлого, карамельного, темного солоду та несолоджені сировини, а саме рисової січки та ячменю. Потужність проектного підприємства 30,0 млн дал на рік.

Роботу викладено на 76 сторінках і складається з 6 розділів, анотації, вступу та висновків. Графічний матеріал включає апаратурно-технологічну схему варильного відділення пивзаводу потужністю 30,0 млн дал на рік, викладену на 1 аркуші А1.

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

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

Виробнича структура пивоварного підприємства являє собою змішану виробничу структуру, що означає, що певні дільниці спеціалізуються на певних етапах технологічного процесу, тоді як інші дільниці можуть бути предметно спеціалізовані, тобто зосереджені на виготовленні конкретного продукту або групи продуктів.

У випадку пивоварного підприємства, технологічні етапи виробництва пива описуються наступним чином:

1. Солодова дільниця: В цій дільниці проводиться процес отримання солоду, що є основним компонентом для виробництва пива. Тут проводяться дії з замочування, пророщування і сушіння зерна ячменю.

2. Варильне відділення: Це місце, де проводиться приготування сусла. Зернова сировина змішується з водою та іншими інгредієнтами і піддається термічній обробці, такій як затирання та кип'ятіння.

3. Бродильно-лагерне відділення: У цій дільниці проводяться процеси бродіння пивного сусла і доброджування пива. Бродіння включає ферментацію сусла, під час якої дріжджі перетворюють цукор на алкоголь і вуглекислий газ. Після бродіння пиво піддається процесу доброджування, що сприяє його дозріванню та покращенню смакових якостей.

4. Фільтрувальне відділення: Тут проводяться процеси очищення та фільтрації пива. Пиво проходить через фільтри, що допомагають видалити осад та інші небажані частинки.

5. Цехи розливу пива: Ці дільниці спеціалізуються в розливі пива в пляшки, банки або кеги. Тут також можуть здійснюватись дії з етикетування та упаковки готового продукту.

Однак, що стосується предметної структури пивоварного підприємства, воно обмежується виробництвом тільки пива в малому асортименті. Це означає, що підприємство спеціалізується на виробництві обмеженої кількості сортів пива, але, можливо, не займається виробництвом інших алкогольних або безалкогольних напоїв.

Основні допоміжні дільниці та структури на пивоварному підприємстві включають:

1. Дільниця обслуговування та ремонту: Ця дільниця відповідає за обслуговування та ремонт основних фондів, таких як устаткування, машини та інші технічні засоби, що використовуються виробництвом пива. Вона забезпечує належний стан та функціонування обладнання.
2. Дільниця постачання запчастин: Ця дільниця займається забезпеченням необхідними запчастинами та матеріалами для ремонту та обслуговування устаткування. Вона відповідає за замовлення, закупівлю та зберігання запасних частин.
3. Енергетична дільниця: Ця дільниця забезпечує різні види енергії, необхідні для функціонування пивоварного підприємства. Вона може

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

включати енергопостачання, контроль за системами опалення, вентиляції та іншими енергетичними системами.

4. **Лабораторія:** Лабораторія на пивоварному підприємстві відповідає за постійний аналіз якості продукції, включаючи контроль якості сировини, процесів виробництва та готової продукції. Крім того, вона може бути відповідальна за вирощування та дослідження дріжджів, що використовуються в процесі виробництва пива.
5. **Обслуговуючі господарства:** Ці господарства виконують роботи, необхідні для забезпечення нормального перебігу основних та допоміжних процесів. Вони можуть займатися питаннями утилізації відходів, утриманням прибудинкових територій, системами водопостачання та іншими побутовими та інфраструктурними послугами.
6. **Складські приміщення:**
 - **Зерносклад:** Цей склад використовується для зберігання зернової сировини, такої як ячмінь, що використовується для виробництва солоду.
 - **Склад готової продукції:** На цьому складі зберігається готова продукція – пиво перед доставкою.
 - **Транспортна і тарна дільниця:** Ця дільниця відповідає за зберігання та обслуговування тари, що використовується для транспортування пива, а також за організацію транспортування готової продукції до клієнтів.

Ці допоміжні дільниці та структури грають важливу роль у забезпеченні ефективності та нормального функціонування пивоварного підприємства.

Загальна структура пивоварного підприємства включає в себе виробничі, невиробничі та управлінські підрозділи, які співпрацюють між собою для досягнення загальної мети підприємства. Управлінські підрозділи виконують функції управління і забезпечують координацію діяльності всіх інших підрозділів. До функціональних підрозділів пивоварного підприємства можуть належати:

1. **Планово-виробничий відділ:** Цей відділ відповідає за планування виробничих процесів, контроль за виконанням плану, оптимізацію виробничих потужностей та ресурсів. Він забезпечує раціональне розподілення ресурсів та виконання виробничих завдань.
2. **Відділ заробітної плати:** Цей відділ відповідає за розрахунок заробітної плати співробітників підприємства, ведення кадрових обліків, обробку та аналіз відомостей про витрати на працю.
3. **Відділ кадрів:** Відділ кадрів займається управлінням персоналом підприємства. Він відповідає за підбір, набір, розвиток та утримання кваліфікованого персоналу, а також за вирішення питань, пов'язаних з трудовими відносинами і персональними аспектами працівників.
4. **Відділ збуту і постачання:** Цей відділ відповідає за забезпечення збуту готової продукції пивоварного підприємства та організацію постачання

					<i>Структура підприємства та режими його роботи</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		11

необхідних сировинних матеріалів, запасних частин та інших ресурсів для виробництва.

5. Бухгалтерія: Бухгалтерія відповідає за фінансовий облік, звітність та контроль фінансових операцій підприємства. Вона забезпечує облік прибутків, витрат, операцій з оплатою, податків та інших фінансових аспектів діяльності підприємства.

Усі ці функціональні підрозділи взаємодіють між собою, щоб забезпечити збалансовану та ефективну роботу всього пивоварного підприємства і досягти єдиного результату – якісного виробництва та збуту пива.

1.2 Режими роботи

Керівництво підприємства та функціональні підрозділи працюють 5 днів на тиждень по 8 годин в одну зміну. Кількість робочих днів – 323.

Основні виробничі цехи працюють безперервно у двозмінному режимі по 12 годин кожна. Для цехів розливу передбачено тризмінний режим роботи по 8 годин.

Режим роботи основних виробничих та функціональних цехів і відділень наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Режим роботи цехів і відділень

№ п/п	Цеха та відділення	Початок зміни, год.	Кінець зміни, год.	Перерва, год.	Тривалість зміни, год.	
1.	Керівництво підприємства та функціональні підрозділи (працюють по однозмінному режиму)	9 ⁰⁰	18 ⁰⁰	13 ⁰⁰ ...14 ⁰⁰	8 ⁰⁰	
2.	Основні виробничі цехи, які працюють у двозмінному режимі	1 зміна	8 ⁰⁰	20 ⁰⁰	13 ⁰⁰ ...13 ³⁰	12 ⁰⁰
		2 зміни	20 ⁰⁰	8 ⁰⁰	01 ⁰⁰ ...01 ³⁰	12 ⁰⁰
3.	Цехи розливу, які працюють у тризмінному режимі	1 зміна	8 ⁰⁰	15 ⁰⁰	11 ⁰⁰ ...12 ³⁰	8 ⁰⁰
		2 зміна	15 ⁰⁰	00 ⁰⁰	19 ⁰⁰ ...19 ³⁰	8 ⁰⁰
		3 зміна	00 ⁰⁰	8 ⁰⁰	3 ⁰⁰ ...3 ³⁰	8 ⁰⁰
4.	Допоміжні цехи	8 ⁰⁰	1800	13 ⁰⁰ ...14 ⁰⁰	8 ⁰⁰	

					Структура підприємства та режими його роботи	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ І РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВА З УДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ

2.1 Асортимент проектованої продукції

Останнім часом на пивоварному ринку все більшого попиту набирають сорти пива, з додаванням різних додаткових інгредієнтів: спецій, фруктових соків та хмелю на стадії зброджування. Однак важливо не забувати і класичні стилі, виготовлені виключно з зернової сировини.

Під час виконання роботи було обрано класичні сорти світлого та темного пива, які не втрачають свою актуальність з плином часу.

Кваліфікаційною роботою передбачено випуск пива Пивна душа з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11 %, Ячмінний колос з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,5 %, Темний лев з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15 %. Продуктивність заводу 30,0 млн. дал/рік.

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

Таблиця 2.1 – Асортимент та обсяг виробництва проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво на		Розливається у скляну пляшку місткістю 0,5 дм ³ , млн дал
		рік, млн дал	добу, тис. дал	
Пивна душа	60	18,0	54,88	18,0
Ячмінний колос	10	3,0	9,15	3,0
Темний лев	30	9,0	27,44	9,0
Всього	100	30,0	91,47	30,0

2.2 Принципова технологічна схема

Принципова технологічна схема зброджування пивного сусла, доброджування і фільтрування пива наведена на рис. 2.1.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

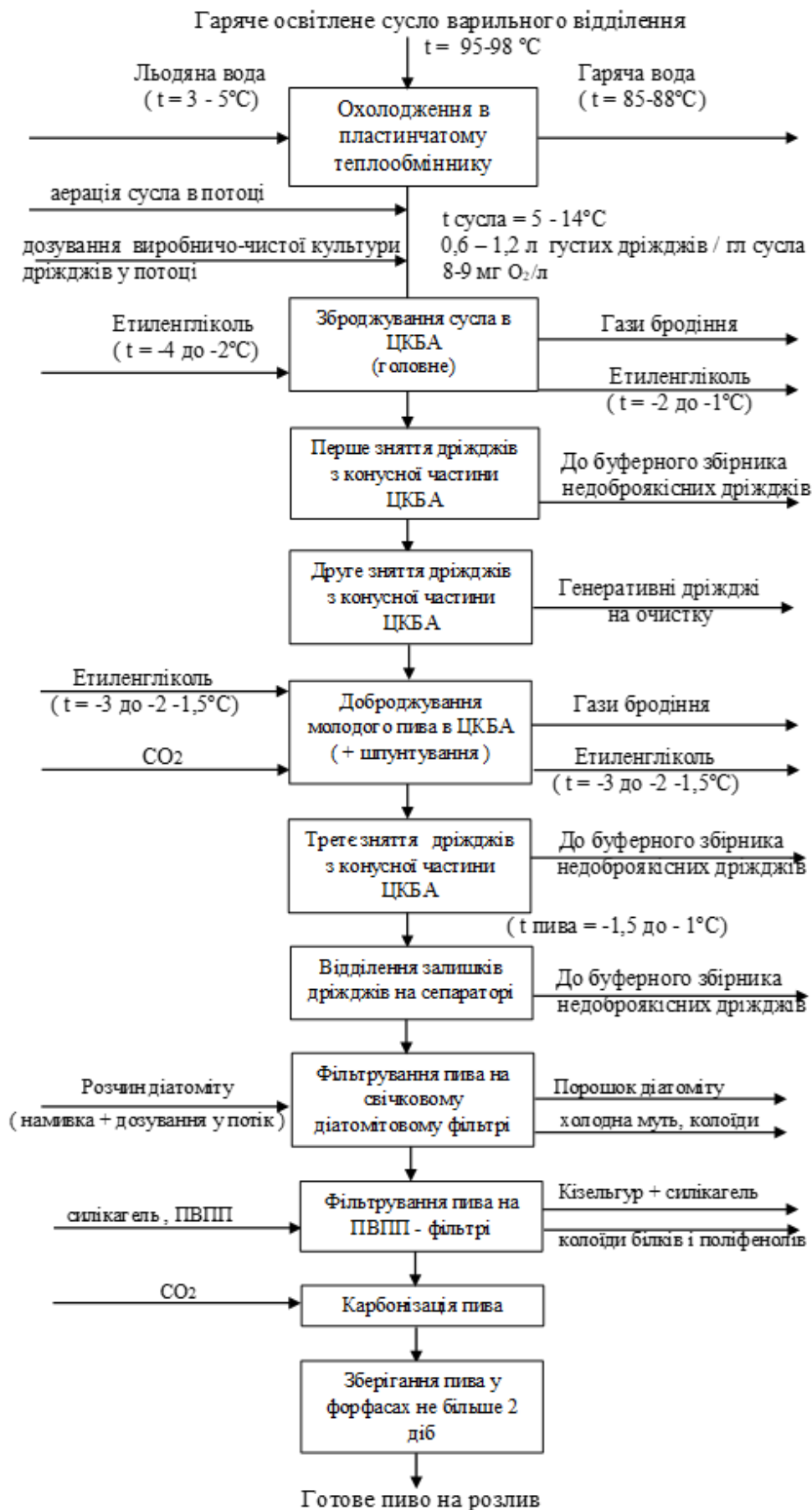


Рис. 2.1 – Принципова технологічна схема зброджування пивного сусле, доброджування і фільтрування пива

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації

2.3.1 Характеристика біохімічних процесів, що відбуваються при зберіганні готового пива

Підвищення стійкості пива є важливою задачею для виробників, оскільки воно дозволяє зберегти якість пива протягом тривалого періоду зберігання та транспортування. Дві основні групи факторів, що спричиняють зміни в пиві – біологічні та фізико-хімічні.

Біологічні фактори пов'язані з розвитком мікроорганізмів у пиві. Це можуть бути дріжджі, бактерії або грибки, які можуть викликати небажані процеси під час ферментації пива. Розвиток таких мікроорганізмів може змінити аромат, смак і зовнішній вигляд пива, роблячи його непридатним для споживання. Для боротьби з цими факторами виробники пива застосовують різні методи, такі як стерилізація устаткування, контроль температури та часу бродіння.

Фізико-хімічні фактори стосуються перетворень колоїдних речовин у пиві, які можуть впливати на його колоїдну стійкість. Колоїдні речовини в пиві включають білки, полісахариди та інші молекули, які можуть утворювати розсіяні системи або осади, які впливають на яскравість, прозорість та стійкість пива. Зміни у цих речовинах можуть виникати через фізичні процеси, такі як агрегація частинок або денатурація білків. Для підвищення колоїдної стійкості пива використовують різні методи фільтрації, стабілізатори, освітлення та інші хімічні агенти [11].

2.3.1.1 Біологічна стійкість пива

Біологічна стійкість пива обумовлена розвитком у ньому мікроорганізмів, які здатні викликати в ньому помутніння або утворення осаду, а також призводити до псування пива за рахунок продуктів життєдіяльності. Наявність спирту, CO₂, гірких речовин та інших факторів у пиві створює негативні умови для розвитку більшості мікроорганізмів, особливо патогенних і термостійких.

У процесі приготування пива використовуються методи, що спрямовані на зниження кількості мікроорганізмів у сировині та створення небажаних умов для їх розвитку. Наприклад, кип'ятіння суслу з хмелем та використання стерильного устаткування допомагають знизити кількість мікроорганізмів у початковій стадії виробництва. Додавання дріжджів для бродіння та контроль температури сприяють перевазі специфічних мікроорганізмів, які забезпечують бродіння пива.

Незважаючи на це, існує декілька видів мікроорганізмів, які можуть розвиватися у пиві. Молочнокислі бактерії, грамнегативні бактерії родів *Pectinatus* і *Megasphaera*, а також активні дріжджі можуть бути присутніми і впливати на якість пива. Їхній розвиток може спричинити помутніння, утворення осаду або неприємний смак. Тому виробники пива зазвичай

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вживають заходи для контролю і попередження розвитку цих мікроорганізмів, такі як строга санітарія, контроль температури та скорочення періоду зберігання.

Однак, навіть з усіма заходами, іноді можуть виникати проблеми з біологічною стійкістю пива. Тому виробники продовжують досліджувати та розробляти нові методи і технології для покращення стійкості пива та забезпечення високої якості продукції [11].

2.3.1.1.1 Причини контамінації пива

Бактерії *Pediosoccus damnosus* можуть бути причиною проблем збереження та якості пива. Вони належать до групи молочнокислих бактерій і можуть утворювати тетради або специфічні клітинні структури, які призводять до утворення осаду та помутніння у пиві. Крім того, вони мають здатність виробляти діацетил – речовину з характерним кислим маслянистим присмаком.

Контамінація бактеріями *Pediosoccus damnosus* може відбуватись на різних етапах виробництва пива, зокрема, у відділенні зберігання чистої культури дріжджів, бродильному цеху та відділенні доброджування. Під час бродіння ці бактерії можуть спричиняти збільшення вмісту діацетилю, що призводить до небажаного смакового профілю пива. Деякі бактерії можуть навіть пройти через фільтр, що ускладнює їх контроль.

Завдяки останнім інноваціям у технології фільтрування та строгому контролю якості, виробники здійснюють заходи для запобігання контамінації пива бактеріями *Pediosoccus damnosus*. Це допомагає знизити ризик їх потрапляння до пива після розливу і забезпечує стабільну якість продукту. Однак, виробники все одно повинні бути уважними та проводити регулярний моніторинг процесу виробництва, щоб вчасно виявляти та усувати будь-які потенційні джерела контамінації [13].

Більшість проблем виникає в «дріжджовому білому» пиві (*Hefeweissbier*), якщо якась кількість педіококів присутня в дозованих дріжджах. Поряд з *Pediosoccus damnosus* зустрічається також *Pediosoccus inopinatus*, але цей вид на пивоварних виробництвах набагато менше поширений [13].

Пивні молочнокислі бактерії, зокрема гетероферментативні види *Lactobacillus brevis* і *Lactobacillus lindneri*, можуть бути причиною псування пива. Вони можуть спричиняти помутніння та надавати пиву кислуватий присмак через вироблення молочної і оцтової кислот, CO₂ і етилового спирту. Варто зауважити, що ці молочнокислі бактерії не виробляють діацетил.

Іноді можуть зустрічатися і гомоферментативні види молочнокислих бактерій, такі як *Lactobacillus casei* і *L. coryniformis*. Ці види спричиняють інтенсивне утворення діацетилю, особливо в слабоохмеленому пиві, наприклад, в дріжджовому білому.

Ці молочнокислі бактерії можуть бути як первинними контамінантами, так і вторинними, і вони можуть присутні у всьому обсязі пива, що

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знаходиться в цеху доброджування. Вони можуть потрапляти на фільтруючі шари під час процесу фільтрації та, при гідравлічних ударах або інших порушеннях процесу, можуть заноситися в пиво після розливу.

Для запобігання контамінації пива молочнокислими бактеріями, виробники застосовують строгі санітарні заходи та контроль якості на різних етапах виробництва. Також важливо використовувати відповідні методи фільтрування та утримання гігієнічних умов у всьому процесі виробництва пива [13].

Грамнегативні анаеробні бактерії родів *Pectinatus* і *Megasphaera* стали значною проблемою в пивній промисловості в останні роки. Ці бактерії зазвичай проявляються внаслідок використання безкисневих технологій, зокрема на етапі розливу пива. Такі технології можуть сприяти розвитку анаеробних умов, що створює сприятливе середовище для росту та розмноження грамнегативних бактерій.

Одна зі шкідливих грамнегативних анаеробних бактерій – *Megasphaera cerevisiae*, утворює характерні скупчення овальної форми, які можуть утворювати пари або ланцюжки. Ці бактерії мають здатність продукувати масляну, валеріанову і капронову кислоти, що суттєво погіршує якість пива і робить його непридатним для споживання.

Однією з можливих причин збільшення поширеності цих бактерій є підвищення значень рН пива, особливо якщо не відбувається природне підкислення сула. Такі умови сприяють розвитку грамнегативних анаеробних бактерій і знижують стійкість пива до їхньої контамінації.

Для боротьби з грамнегативними анаеробними бактеріями виробники пива застосовують різні стратегії, такі як оптимізація технологічних процесів, контроль рівня рН пива, використання антибактеріальних засобів та забезпечення гігієнічних умов на всіх етапах виробництва. Крім того, розробка нових методів фільтрування та додавання консервантів також може сприяти зменшенню ризику контамінації пива цими шкідливими бактеріями [16].

В пивоварному виробництві можуть зустрічатися потенційні або непрямі контаміанти, які не призводять безпосередньо до псування пива, але можуть мати негативний вплив на якість або характеристики пива. Ці мікроорганізми можуть перебувати на виробництві і поступово адаптуватися до пивного середовища.

Деякі з таких мікроорганізмів, наприклад, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum* або *Micrococcus kristinae*, можуть мати вплив на пиво, особливо на певні типи пива, такі як безалкогольне або слабоохмелене пиво, або пиво з підвищеним значенням рН. Хоча вони не здатні розвиватися в пиві, яке було розлите звичайним способом, протягом тривалого часу на виробництві, вони можуть мати можливість адаптуватися та виживати в пивному середовищі, що може впливати на якість пива.

Деякі види мікроорганізмів, які можуть спричинити псування пива, не здатні розвиватися в самому пиві, але можуть знайти умови для розмноження

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

в середовищі культурних дріжджів або ретентату. Це може стати причиною попередньої контамінації, яка потім може передаватися на пиво після розливу.

Більшість таких мікроорганізмів належать до групи грамнегативних ентеробактерій. Вони можуть викликати неприємний «селеровий» присмак у пиві через продукцію сполук, таких як диметилсульфід (ДМС), ацетоїн та інші хімічні речовини.

Контроль за такими потенційними контамінантами вимагає дотримання гігієнічних норм та процедур на виробництві, щоб забезпечити оптимальні умови для збереження якості пива. Крім того, регулярна моніторингова програма та використання адекватних методів дослідження можуть допомогти виявити потенційні контамінанти та запобігти їхньому негативному впливу на пиво [16].

Дикі штами дріжджів, зокрема *Saccharomyces cerevisiae*, які включають *S. diastaticus* і *S. logos*, можуть виступати як контамінанти пива. Ці штами мають здатність зброджувати декстрини, що дозволяє їм розмножуватися в добре зброженому пиві. Це може призводити до утворення помутнінь та осаду в пляшкованому пиві.

Окрім того, дикі штами дріжджів можуть впливати на аромат та смак пива, надаючи йому нетипові ароматичні властивості та "дряпаючий" гіркий присмак. Ці дріжджі можуть бути як первинними контамінантами, які знаходяться в початковому матеріалі, так і вторинними контамінантами, які розмножуються та проникають до пива під час зберігання в бочках і пляшках [11].

Якщо ж культурні дріжджі потрапляють в пиво після розливу через недостатньо ефективне фільтрування, це може призвести до формування легкого осаду або розмноження колоній дріжджів на дні пляшки. Культурні дріжджі можуть мати здатність залишитись у пиві після розливу і продовжувати розмножуватися, особливо якщо вони знаходяться в сприятливих умовах, таких як підвищене поглинання кисню.

Підвищене поглинання кисню при розливі пива може стимулювати активність культурних дріжджів, що може призвести до їх розмноження та утворення осаду в пляшках. Безалкогольне пиво, що отримується методами переривання бродіння або контакту з дріжджами, має відносно велику кількість легкозброджуваних цукрів, які можуть послужити харчовим джерелом для дріжджів та сприяти їх росту.

Для запобігання такій ситуації важливо забезпечити ефективне фільтрування пива під час розливу, щоб уникнути потрапляння дріжджів до пляшки. Також важливо контролювати рівень кисню в процесі розливу та забезпечити належну герметичність пляшок, щоб запобігти поглинанню кисню після розливу [11].

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.3.1.1.2 Забезпечення біологічної стійкості пива

Біологічна стійкість пива є важливим аспектом в його виробництві. Дріжджі використовуються для бродіння пива, де вони перетворюють цукор в спирт і вуглекислий газ. Якщо дріжджі не є бездоганними з мікробіологічної точки зору, то можуть з'явитися небажані мікроорганізми, що призводять до порушення якості пива і збереження.

Установки автоматичної мийки важливі для забезпечення чистоти танків, трубопроводів і апаратів, що використовуються в процесі виробництва пива. Це допомагає уникнути забруднення і розмноження шкідливих мікроорганізмів, які можуть вплинути на якість пива.

Фільтрування і розлив пива без доступу повітря також важливі для забезпечення його біологічної стійкості. Високоякісне фільтрування допомагає видалити небажані частинки і мікроорганізми з пива, що можуть спричинити його порушення. Розлив без доступу повітря запобігає контакту пива з зовнішнім середовищем, що допомагає уникнути забруднення.

Окремі етапи виробництва, такі як бродіння, доброджування, фільтрування і розлив, потребують ретельного мікробіологічного контролю. Це означає, що зразки пива з цих етапів піддаються аналізу, щоб переконатися в відсутності небажаних мікроорганізмів або інфекцій.

Усі ці заходи спрямовані на забезпечення біологічної стійкості пива, збереження його якості та тривалості зберігання без необхідності нагрівання і пастеризації [3].

2.3.1.2 Колоїдна стійкість пива

Розрізняють два типу помутніння: холодне (оборотне) і необоротне [16].

Показником холодної нестабільності пива є поява каламуті при охолодженні пива. Холодне помутніння визначається як помутніння при температурі 0 °С, яке зникає при температурі 20 °С.

До складу осадів, що утворилися при низьких температурах, входять частинки з молекулярної масою від 10 до 100 кДа. Розмір частинок холодного помутніння коливається від 0,1 до 1,0 мкм, в основному вони мають кулясту форму [16].

2.3.1.2.1 Холодне помутніння

Холодне (оборотне) помутніння пива відбувається при охолодженні і характеризується тим, що помутніння зникає при підвищенні температури. Це зв'язано з випаданням речовин, які при низьких температурах утворюють осад.

Холодне помутніння пов'язане зі стабілізацією колоїдної системи пива при зміні температури. При низьких температурах певні речовини, такі як білки та поліфеноли, можуть утворювати комплекси або взаємодіяти, що призводить до утворення помутніння. Проте, при підвищенні температури ці комплекси розсіюються і речовини перестають взаємодіяти, що призводить до розчинення осаду і зникнення помутніння.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Виробники пива звертають особливу увагу на контроль помутніння, зокрема холодного помутніння, і вживають заходів для його попередження. Це може включати використання спеціальних фільтрів, обробку пива флокулюючими агентами або оптимізацію процесів виробництва для зниження концентрації речовин, які спричиняють помутніння [11].

Колоїдний склад пива змінюється в ньому при збільшенні концентрації етанолу, при цьому відбувається зміна співвідношення між колоїдними частинками різної хімічної природи: збільшується частка поліфенольної і полісахаридної фракцій, в той час як кількість поліпептидів в осадах зменшується [11].

2.3.1.2.2 Необоротне помутніння

Стійке (необоротне) помутніння пива, яке не зникає при температурі 20 °С і виникає під час зберігання, може бути спричинене утворенням міцних хімічних зв'язків між високомолекулярними сполуками. Розмір частинок стійкого помутніння зазвичай більший, він коливається від 1 до 10 або навіть до 20 мкм.

Процес утворення стійкого помутніння прискорюється при збовтуванні пива і його зберіганні при високих температурах. Для непастеризованого пива це може бути температура вище 12 °С, а для пастеризованого – вище 20 °С. Підвищена температура сприяє зміні хімічної структури і взаємодії компонентів пива, що може призводити до утворення стійкого помутніння.

Зазвичай значна частина стійкого помутніння може розчинитися при нагріванні пива до температури від 40 до 70 °С. Це пов'язано з розривом хімічних зв'язків і розпадом складних структур, які спричиняють помутніння.

Для зменшення стійкого помутніння пива виробники можуть використовувати різні методи, такі як оптимізація рецептури, фільтрація, використання стабілізуючих агентів або холодової обробки. Метою цих заходів є збереження якості пива і попередження утворення стійкого помутніння під час зберігання та транспортування [16].

Стійке помутніння пива пов'язане з полімеризацією флавоноїдів, які є підкласом фенольних сполук, за допомогою окисної конденсації. Цей процес призводить до утворення високомолекулярних фенольних сполук, відомих як таноїди. Таноїди можуть утворювати зв'язки з білками за допомогою водневих, гідрофобних та іонних зв'язків, які не розриваються при нагріванні.

Кількість сполук, що утворюють необоротне помутніння, зазвичай становить від 6,6 до 14,6 мг/дм³. Хімічний склад осаду може значно варіюватися в залежності від якості сировини та технології виробництва пива. Різні сорти пива можуть мати різні складові, які спричиняють необоротне помутніння [16].

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.1.3 Шляхи підвищення колоїдної стійкості пива

Можна виділити наступні напрямки в підвищенні колоїдної стабільності пива [11]:

- використання ефективної системи фільтрації допомагає видалити колоїдні частинки і осади з пива, забезпечуючи його ясність і стабільність.
- додавання стабілізаторів, таких як каррагенан, альгінат натрію або силікат кальцію, може допомогти утримувати колоїдні частинки у стійкому стані, запобігаючи їх осіданню або згортанню.
- вибір відповідних інгредієнтів, таких як солод, хміль і дріжджі, може мати вплив на колоїдну стабільність пива. Оптимальний баланс між білками, полісахаридами та флавоноїдами може забезпечити кращу стабільність пива.
- суворий контроль параметрів процесу виробництва, таких як температура ферментації, час ферментації і рН, може допомогти уникнути утворення небажаних колоїдних частинок та забезпечити стабільність пива.
- використання методів обробки, таких як загальна фільтрація, ультрафільтрація або пастеризація, може допомогти знизити вміст колоїдних частинок і забезпечити довготривалу стабільність пива.

Ці напрямки можуть використовуватися окремо або в поєднанні для досягнення більшої колоїдної стабільності пива і покращення його якості.

2.3.2 Характеристика обладнання , що застосовується для виробництва пива від закінчення головного бродіння до розливу

Сепаратор. Використання сепаратора в пивоварні дозволяє отримувати пиво стабільної якості, прискорити виробництво і заощадити енергоносії. Збільшення терміну служби фільтра досягається використанням сепаратора, оскільки витрати кізельгуру будуть більшими [17].

Теплообмінники для охолодження. Перед фільтруванням пиво має бути холодним, щоб оптимізувати стабілізацію (холодне помутніння). Під дією сепаратора пиво нагрівається, тому теплообмінник допоможе підтримувати необхідну температуру після сепарації і подальшого потрапляння на фільтр. Рекомендується підтримувати температуру пива якомога ближче до температури замерзання.

Буферна ємність попередньої фільтрації. Використовується для зменшення ефекту ударів тиску від вищої системи. Також забезпечує постійний потік через охолоджувач пива (запобігає замерзанню). Забезпечує час реакції стабілізаторів. Маючи окремі вхідні та вихідні шляхи для забезпечення часу відгуку та змішування інтерфейсу. Після сепаратора пиво рекомендується відстоювати 20...30 хв. що можливо в буфері. Крім того, буфер працює під таким же тиском, як і вхідний отвір фільтра [17].

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Система дозування добавок. Залежно від природи добавки та частоти використання необхідно використовувати окремі системи дозування, які можуть бути не сумісні одна з одною. Кожна добавка має свою інструкцію із застосування. Індивідуальні системи для ПВПП і силікагелю, оскільки приготування цих сорбентів передбачено технічними інструкціями. Може мати окремий вхід як до, так і після фільтра. Дозування здійснюється мембранним насосом за допомогою витратоміра, оскільки дозування має точно відповідати рецептурі.

Фільтри. Найбільш ефективним рішенням є кізельгуровий фільтр зі сталевими свічками з крученого дроту (трапецієподібний переріз). Цей фільтр має високу ефективність і здатність затримувати великий об'єм мулу. Це не вимагає великих витрат і дозволяє дозувати засіб для колоїдної стабілізації. Більш продуманим рішенням є вторинна мікрофільтрація за допомогою мікробіологічних мембранних фільтрів, які гарантують повне захоплення клітин і бактерій. Вони гарантують мікробіологічну стійкість, тобто тривалий термін зберігання пива. Таким чином відпадає необхідність у пастеризації, пиво зберігає свій первинний смак, а витрати на електроенергію значно знижуються [17].

Буфер після фільтра. Використовується для зменшення ефекту ударів тиску від попередньої системи. Забезпечує час реакції стабілізаторів. Маючи окремі вхідні та вихідні шляхи для забезпечення часу відгуку та змішування інтерфейсу. Після фільтрації пиво рекомендується відстояти 1...5 хвилин, що можна зробити в буфері. Відфільтроване пиво в буферній ємності після фільтра може бути використано як перше для наступного циклу фільтрації.

Фільтр PVPP. ПВПП – це порошок, нерозчинний у жодному з відомих розчинників, який трохи набухає у воді. ПВПП відомий тим, що адсорбує танінові (фенольні) сполуки шляхом утворення з ними водневих зв'язків. Водневий зв'язок залежить від рН – у лужних розчинах адсорбовані фенольні сполуки знову десорбуються. Завдяки цьому ПВПП можна регенерувати та використовувати повторно. Зазвичай ПВПП використовується в поєднанні з силікагелями, іноді без них. Існують такі варіанти використання ПВПП [11]:

- задача ПВПП через дозатор в кізельгуровий фільтр – в цьому випадку він буде необоротним;
- застосовувати фільтруючі пластини, які містять ПВПП;
- проводити стабілізацію з регенерацією ПВПП.

У Німеччині дозволено застосовувати не більше 50 г ПВПП/гЛ пива.

Карбонізація. Установка карбонізації пива повинна мати кілька вигинів на трубі, зворотний тиск і вбудовану лінію CO₂. Також є постійно стерильні фільтри на лінії CO₂, відцентровий насос який подаватиме пиво для карбонізації.

На лінії фільтрації рекомендується контролювати продукт з моменту надходження пива в сепаратор до моменту заповнення форфасу. Для цього використовуються наступні контролери: щільності, кольору, кисню, CO₂, тиску, температури.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.3 Класифікація обладнання для фільтрування пива

Фільтрація – це процес поділу, під час якого з пива видаляються залишки дріжджових клітин та інші зважені частинки. Фільтрація також видаляє речовини, які можуть виділятися в пиві в найближчі тижні або місяці з появою каламуті.

Мета фільтрації – отримати пиво настільки стабільним, щоб протягом тривалого часу в ньому не відбувалося видимих змін і пиво зберігало свій зовнішній вигляд [3].

Фільтрація відбувається наступним чином – завдяки фільтрувальній перегородці каламутна рідина поділяється на прозорий фільтрат і фільтрувальний залишок або фільтрувальний шар. Рушійною силою цього процесу завжди є різниця тисків на вході та виході з фільтра.

У пивоварінні для фільтрування застосовуються наступні види фільтрів.

1. Намивні фільтри: намивні рамні фільтр-преси, намивні свічкові фільтри;

2. Намивні дискові фільтри (фільтри з горизонтально розташованими фільтрувальними елементами);

3. Намивні листові фільтри;

4. Пластинчасті фільтр-преси;

5. Камерні фільтри (заторний фільтр-прес);

6. Чашкові фільтри (мас-фільтр);

7. Мембранні фільтри.

Для фільтрації пива майже виключно використовуються намивні, пластинчасті та мембранні фільтри; мас-фільтр, який панував у попередні десятиліття, в даний час практично не використовується.

Намивні фільтри — це фільтри, в яких фільтрація відбувається через допоміжне фільтруюче середовище (найчастіше кізельгур або перліт), яке намивається на перегородки фільтра [17].

Навколо каркаса на певній відстані (50...80 мкм) намотується профільний дріт. Каркас свічки виконаний у вигляді профільованих прутів або труби з перфорованої жерсті. По всій довжині фільтрувальної свічки з'являються дуже вузькі щілини, які можуть бути більше 2 м. Фільтр вміщує до 700 свічок. Це забезпечує більшу фільтруючу поверхню, що гарантує високу продуктивність фільтра.

Також на свічковому фільтрі встановлено ряд трубопроводів і контрольних пристроїв. Всі додаткові фільтруючі елементи розташовані таким чином, щоб за будь-яких обставин (ні на початку, ні під час, ні в кінці фільтрації) не допустити потрапляння кисню в пиво.

Пластинчастий фільтр-прес — це фільтр, який на відміну від намивного фільтр-преса не має рам і, навпаки, складається тільки з пластин. Між цими пластинами розміщені фільтруючі шари (фільтр-картон), через які відбувається фільтрація. Пиво подається зверху і знизу до кожної другої тарілки, проникає через фільтрувальний картон і видаляється з сусідньої тарілки. Таким чином, між кожною пластиною є шар фільтра. Особливе

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значення в таких фільтрах має фільтрувальний картон. Він складається з целюлози і кізельгуру. Висока вартість кізельгуру та його утилізація змушують підприємства економити кізельгур. Однією з таких можливостей, яка все частіше використовується на пивоварнях (особливо великих), є використання сепаратора. При включенні сепаратора в лінію фільтрації витрата кізельгуру зменшується на 20...50 %, а тривалість циклу фільтрації подвоюється [11].

Мембранні фільтри все частіше використовують для фільтрації, щоб знизити вміст мікроорганізмів у пиві. Мембранний фільтр – це фільтр, в якому пиво проходить через мікропористі мембрани і значною мірою звільняється від мікроорганізмів і речовин, що утворюють осад. Мембрани пропонуються у формі:

- фільтруючих модулів;
- мембранних свіч;

Існують модулі фільтрів, які містять ПВПП (полівінілполіпіролідон) для одночасного видалення поліфенолів. У мембранному свічковому фільтрі фільтрація відбувається через фільтруючі свічки, з яких, як правило, кілька свічок з'єднані паралельно і розташовані найчастіше в одному корпусі. Свічки-фільтри мають кілька фільтруючих шарів (найчастіше з поліпропілену). Після кип'ятіння сусло стерильне. Шкідливі для пива мікроорганізми можуть потрапити в пиво тільки при недотриманні санітарних умов на виробництві, після чого вони розмножуються в пиві, утворюючи каламуть і виділяють продукти метаболізму, які можуть зробити пиво абсолютно непридатним для вживання..

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

1. Пастеризація розлитого пива;
2. Пастеризація в потоці;
3. Гарячий розлив пива;
4. Холодно-стерильне фільтрування й розлив [11].

2.3.4 Характеристика основних способів фільтрування

2.3.4.1 Очищення пива від надлишкових дріжджів

Принцип роботи сепаратора. Сепаратор, або тарілчаста центрифуга, являє собою центрифугу вертикальної компоновки. Він використовується для поділу і освітлення рідин. Принцип тарілчаного сепаратора дозволяє розділити тверді і рідкі фази або змішані рідкі фази під впливом відцентрової сили. У порівнянні з декантерною центрифугою сепаратор істотно відрізняється за своєю технічною конструкцією і варіантами застосування. В основу функціонування тарілчаного сепаратора покладений принцип осадження. У сумішах з твердою і рідкою фазами важкі тверді речовини накопичуються на дні ємності. Вони опускаються під впливом сили тяжіння. В безперервно працюючій системі для розділення твердої і рідкої фаз не всі частинки твердої

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речовини встигають осісти на дно. Вони знову залишають систему разом з рідкою фазою. Поділ виконано в повному обсязі. Для запобігання цьому використовується конструкція у вигляді ламелей або дисків. Сам процес сепарації відбувається в просторі між дисками. Чим більше кількість пластин або дисків, тим більше площа освітлення. Конусоподібна форма пластин або дисків запобігає їх закупорку, в наслідок чого частинки твердої речовини просто зісковзують з них [11].

Принцип сепаратора дозволяє відокремлювати рідини різної щільності, наприклад, крапельки масла у воді або крапельки води в маслі.

Сепаратори використовуються головним чином для трьох різних методів розділення:

1. Як кларифікатор/освітлювач для освітлення рідин. Освітлення – це виділення тонкоподрібнених частинок твердої речовини з рідини. Сепаратор використовується для сумішей з низьким вмістом твердої речовини. Якщо суміш, яка очищається містить велику кількість твердої речовини, то правильним вибором є декантер. Типовим прикладом застосування сепаратора є освітлення фруктового соку шляхом видалення речовин, які обумовлюють помутніння.

2. Як очищувач/розділювач сепаратора для розділення рідин. Поділ – це відділення рідини з більш низькою щільністю від рідини з більш високою щільністю. Прикладом використання сепаратора є відділення крапельки води від мінерального масла. При цьому можна відокремлювати тверді речовини.

3. Для згущення рідин. Концентрація - це виділення легкої рідкої фази з важкої рідкої фази. Прикладом є отримання ефірного масла з води з використанням сепаратора. Одночасно можливе відокремлення твердих речовин [11].

2.3.4.2 Видалення колоїдних помутнень

Зважені частинки мути розрізняють за ступенем фільтрації, що залежить від їх розміру. При цьому розрізняють наступні речовини:

- великі дисперсні частинки (розмір більше 0,1 мкм). При мікроскопіюванні видно, що вони являють собою коагульований білок дріжджів або бактерій.
- колоїдні речовини (розмір від 0,001 до 0,1 мкм) здебільшого виявляються емпірично в дегустаційному келиху завдяки заломлення світла (метод Тиндаля-Кегеля). Колоїдні речовини складаються з білкових з'єднань фенольних речовин, гумі-речовин і хмельових смол. Зниження частки колоїдів покращує фізико-хімічні властивості пива, його стійкість, але знижує піностійкість і повноту смаку пива [16].
- молекулярні дисперсні частинки (розмір менше 0,001 мкм) не виявляються візуально і присутні у вигляді молекул або їх ланцюгів.

Методи штучного освітлення засновані на трьох різних процесах, які застосовують або окремо, або в їх поєднанні.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- седиментація. При центрифугуванні завдяки відцентровій силі відокремлюються великі дисперсні частинки в залежності від їх діаметра і числа обертів; відділення колоїдів не відбувається.
- фільтрування. Можливість утримання всіх частинок, що перевищують за розміром пори фільтра, залежить від пропускної здатності сита (фільтра). Залежно від діаметра пор поряд з частинками каламуті можуть відділятися також великі колоїди.
- адсорбція. За допомогою адсорбції поряд з великими дисперсними частками (в залежності від хімічної спорідненості до фільтрувального матеріалу або відповідного електричного заряду) видаляються також колоїди і навіть розчинені речовини [16].

Залежно від механізму освітлення відокремлюються різні групи речовин, а також змінюється вплив фільтрувального матеріалу в ході фільтрування. Пропускна здатність у міру забивання фільтра поступово знижується (пори стають все менше) і зменшується вплив адсорбції. Адсорбція барвників і ПАР відбувається дуже довго. Значення рН під впливом іонів води, використовуваної для промивання, змінюється - гідрокарбонати підвищують рН пива, причому іони Ca_2^+ можуть стати причиною появи небажаних оксалатних домішок. Адсорбційний вплив фільтрувального матеріалу впливає не тільки на речовини, що утворилися при колоїдному помутнінні пива внаслідок сильного охолодження, але і на самі колоїди, що зумовлюють піностійкість і повноту смаку пива. Після фільтрування смак пива деякий час буває незбалансованим і часто гірчить. Лише через кілька діб знову формується гармонійний смак, який залежить від ступеня дисперсності залишкових колоїдів. При дуже тонкому фільтруванні адсорбційними матеріалами спостерігається (швидше за все, через втрату редуруючих або гірких речовин) підвищення стійкості пива до інфікування на лінії розливу [11].

Фільтруючі матеріали – бавовна (мас-фільтри), целюлоза (пластинчасті фільтри), кізельгур і перліт – різні за своєю фільтруючою природою. При використанні бавовняного фільтра існує можливість зміни пропускної здатності фільтра за рахунок різної сили стиснення і тиску на фільтрувальний осад. Бавовняний фільтр характеризується слабкою адсорбцією (але кращої, ніж кізельгур), але її можна підвищити завдяки додаванню целюлози і за допомогою збільшення тривалості фільтрування.

Намивні фільтри з фільтруючими шарами завдяки сильному стискуванню характеризуються високою пропускною спроможністю. Ступінь адсорбції фільтруючих шарів залежить від підготовки їх складових частин (целюлози і т. д.). Для гарантії бажаної адсорбції фільтруюче навантаження на 1 м^2 повинно бути незначне. Кізельгур практично не має адсорбційну здатність, але її можна підвищити завдяки додаванню целюлози, активованого вугілля або стабілізаторів. Пропускна здатність кізельгурового фільтру залежить від вибору ступеня дисперсності кізельгуру або перліту. Фільтруюча здатність кізельгурового фільтру може відносно постійно підтримуватися завдяки поточному дозуванню допоміжних фільтруючих засобів [16].

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Через різний вплив фільтрів, при високих вимогах до стійкості пива доцільно розділяти завдання на попереднє освітлення пива та на тонке фільтрування.

В ході фільтрування нефільтроване пиво фільтрують з постійною швидкістю через звичайний виробничий кізельгур і протягом певного часу вимірюють виникаючий тиск. При цьому спостерігається хороший взаємозв'язок між результатами планового фільтрування і реального [16].

Для забезпечення прийняттого ступеня фільтрування необхідно враховувати наступні обставини. Тиск перед фільтром повинен перевищувати тиск насичення пива CO₂ при відповідній температурі. Тиск перед фільтром в ході фільтрування зростає в міру забивання пор фільтра і зменшення їх розмірів. При одній і тій же продуктивності фільтра при цьому посилюється швидкість надходження фільтрату всередину фільтра. Через високий перепад тисків через фільтр можуть «продавлюватися» вже адсорбовані речовини і дріжджі. Необхідна також достатня фільтруюча поверхню. На збільшенні тиску позначається також тривалість фільтрування, оскільки тиск залежить від ступеня каламутності і колоїдної структури пива. При фільтруванні, наприклад, інфікованого пива може знадобитися зниження швидкості фільтрування.

Вирішальне значення при фільтруванні має температура пива. Пиво в відділенні доброджування при мінусових температурах по шляху до фільтру і при фільтруванні не повинно нагріватися, інакше відбудеться повторне розчинення частинок мути, що підлягають видаленню. Рекомендується тому до фільтрування включити швидке глибоке охолодження, що знижує температуру промивної або деаерованої води (води для намівання фільтруючого шару), що дозволить забезпечити необхідну в процесі фільтрування температуру [11].

2.3.4.3 Карбонізація

Вуглекислота повинна бути добре розчинена в пиві, інакше пухирці виявляться занадто великими. Вони будуть легко залишати рідину, а саме пиво дасть надмірно рясну піну. Якщо ж карбонізація пива піде мляво і дріжджі погано перероблять цукор, смак готового напою буде здаватися «видихлим», газованість буде відчуватися слабо. Так що неправильно проведена карбонізація здатна звести нанівець всі зусилля пивовара.

Карбонізація пива – це насичення його вуглекислотою, яка виділяється в результаті розщеплення дріжджами цукрів [11].

Карбонізувати пиво можна двома основними способами:

- Примусова карбонізація полягає в насиченні пива вуглекислотою шляхом її механічного прогону через ємність з пивом. Це промисловий спосіб, який вимагає певного обладнання та виправданий при регулярному виготовленні великих обсягів напою.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- Природна карбонізація – спадщина стародавнього досвіду пивоварів. Її використовують багато століть поспіль, і сьогоднішні майстри крафтового пивоваріння слідуєть саме цій традиції.

Після закінчення основних процесів бродіння невелика кількість дріжджів все ще зберігається в напої, цією обставиною і користуються пивовари. Розливаючи пиво по пляшках, вони додають нову порцію живильного середовища для дріжджів. Це може бути цукор, мед, глюкоза, пивне сушло [3].

Дріжджі активізуються, поїдають цукри і виділяють при цьому вуглекислоту. Вона циркулює між рідиною і невеликим об'ємом повітря в пляшці, багаторазово абсорбується в пиві і десорбується, залишаючи його. В ході цих процесів великі бульбашки газу розпадаються на все дрібніші, які все краще зв'язуються з рідиною. В добре карбонізованому пиві присутня стійка, щільна піна, а його бульбашки рівні і дрібні. Вони піднімаються до поверхні напою тонкими ланцюжками, як в шампанському.

Шпунтування – ще один вид природної карбонізації. Шпунтування підходить для тих, хто хоче отримати максимально природний смак пива і вже має деякий досвід у пивоварінні. Для того щоб застосувати цей спосіб, необхідно [3]:

- знати щільність пива після повної переробки цукрів дріжджами. Цей показник називають кінцевим ступенем зброджування.
- мати ареометр для вимірювання щільності.

2.3.4.4. Холодна стабілізація пива

Мікробіологічна стабілізація збільшує термін придатності пива. Оскільки сьогодні виробники прагнуть зайняти нові ринки, для них постає питання забезпечення пива ключовими властивостями. Необхідно не тільки доставити товар до споживача, а й зберегти його найважливіші якості.

На практиці доведено, що пиво, відфільтроване методом холодної стабілізації, зберігає свої смакові властивості краще і довше, ніж пиво, стабілізоване миттєвою пастеризацією. Холодна стабілізація також позитивно впливає на смак, який зберігається протягом усього терміну придатності пива.

Картриджі серії, в якій застосовується мембрана з поліефірсульфону (PES), на відміну від поліамідних мембран, мінімізують адсорбцію складових пива [20].

Головні переваги холодної стабілізації:

- холодна стабілізація зберігає початкові, природні характеристики пива, призупиняє зміни його смаку;
- лінія мембранних фільтрів дозволяє, на відміну від миттєвої пастеризації, досягти свіжого і природного смаку;
- холодна стабілізація забезпечує смакові властивості пива протягом всього терміну придатності;
- у фільтрів перед початком фільтрації можна легко перевірити їх цілісність, що гарантує їх ефективність

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- характерні властивості матеріалу мембрани з PES – низька адсорбція і мінімальне зниження смакових характеристик пива, а також збереження його пінистості;
- під час холодної стабілізації видаляються всі мікроорганізми та ефективно справляється і з мікроорганізмами, стійкими до температурної пастеризації (спори і цисти);
- фільтри з мембраною можна повторно ефективно відновлювати, продовжуючи цим їх експлуатаційний термін [20].

Пивовари дуже ретельно підбирають і вибудовують характерний смак пива таким чином, щоб їх марка володіла виключно високими, особливими властивостями. Такі властивості, як колір, смак, гіркота і солодкість в результаті обробки мікробіологічною фільтрацією повинні залишитися незмінними.

Холодна стабілізація – це метод фінальної мікробіологічної фільтрації пива за допомогою мікропористих мембран, під час якого з пива видаляються клітини і мікроорганізми, що сприяють його псуванню. Таким чином досягається продовження терміну придатності пива. В ході традиційних способів стабілізації пива, таких як миттєва пастеризація, клітини і мікроорганізми не видаляються, а тільки деактивуються під впливом температури.

Миттєва пастеризація вимагає більш високої витрати води і електроенергії. З цієї точки зору холодна стабілізація є вигідною технологією як для малих пивзаводів, так і для великих виробників пива [21].

2.3.5 Характеристика фільтрувальних матеріалів, які використовуються при фільтруванні пива та основні процеси під час обробки

Фільтрація відбувається через невелику сітку з невеликим розміром більше, ніж дрібний діатоміт (2...4 мкм). Якби застосовували лише дрібний діатоміт, вона проникла б через субстрат, не затримуючись, і продукт став би ще більш темним, ніж раніше.

Для досягнення ідеального ефекту фільтрації фільтруючий шар діатоміту наносять наступними кроками:

- 1-й основний (первинний або попередній) шар діатоміту; деаерована вода або відфільтрований продукт циркулюють через промивний фільтр разом із концентрованою суспензією грубої діатомової землі під тиском 2...3 бар. Це створює стійкий до зміни тиску первинний шар, який повинен запобігати потраплянню невеликих допоміжних фільтруючих середовищ у фільтрат. Цей первинний шар є важливим елементом для подальшого застосування діатомової землі та фільтрування в цілому. Частинки цього первинного шару впираються одна в одну і взаємно перешкоджають їх подальшому руху. Для первинного шару витрачається 700...800 г/м² кізельгуру, що становить 70 % від загального фільтру кізельгура, що використовується для нанесення попередніх шарів.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- 2-й базовий або захисний шар; він призначений зробити перший фільтрат прозорим після попередніх шарів. Цей шар знову промивають деаерованою водою або фільтрованим продуктом, але використовують менші фільтруючі суміші діатоміту, які затримують каламутність і зменшують засмічення фільтра. Велике значення має рівномірне нанесення попередніх шарів на всю поверхню до фільтра кізельгура [11].

Перліт. Перліт у природному стані являє собою щільну склоподібну породу, утворену вулканічною дією. Коли перліт подрібнений і оброблений у належних умовах, він спливає, як попкорн, розширюючись до 20 або більше разів, ніж його початковий обсяг. Спеціальний процес фрезерування та класифікації дає дикаліт перліту, що допомагає структурі та правильному розподілу розміру частинок, необхідних для оптимальної продуктивності.

Перліт – це аморфний мінерал, що складається з плавленого натрію, калію, силікату алюмінію. Допоміжні засоби для фільтрування дикалітового перліту обробляють при температурах, що перевищують 800 °C (1500 °F), завдяки чому усувають органічні речовини. Вони мають надзвичайно низьку розчинність у мінералах та органічних кислотах, як при низьких, так і при високих температурах.

Розчинність у сильних лугах буде залежати від температури та часу контакту. Засоби для фільтрації дикалітового перліту не надають смаку або запаху рідинам, що фільтруються. Основною перевагою засобів для фільтрування перлітового дикаліту є те, що більшість важать менше на одиницю об'єму ніж стандартні допоміжні засоби для діатомітових фільтрів. Фунт за фунт, це дає до 20 % більшу фільтраційну потужність, що призводить до порівняної економії використання фільтруючих засобів, особливо на ротаційному вакуум-фільтрі попереднього покриття [11].

Целюлоза. При виробництві целюлозних допоміжних засобів целюлоза ретельно переробляється. Її спеціально обробляють для отримання хорошої фільтраційної характеристики в широкому діапазоні сортів. Це по суті чисто целюлоза, практично беззольна і неабразивна.

У більшості випадків целюлоза використовується як попередній шар на перегородці фільтра для фільтрація нерухомого шару. Це створює пористий килимок або паперовий шар на екрані фільтру або тканину. Волокна з'єднуються між собою, забезпечуючи досить жорстке з'єднання. Волокна легко склеюють навіть грубіші отвори перегородки щоб створити ґрунтовий шар за мінімум часу. У такої ґрунтовки не буде тріщин при звичайних перепадах тиску; це усуне невеликі витоки у перегородках фільтру; і також залишиться на перегородці, коли насос зупиниться [11].

Силікагелі. Адсорбційні способи полягають у видаленні з пива мутних речовин шляхом адсорбції. В якості адсорбентів використовують природні або синтетичні неорганічні й органічні речовини. Їх поділяють на дві групи: речовини, адсорбуючі переважно поліпептиди, і речовини, адсорбуючі головним чином поліфеноли.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Для видалення з пива поліпептидів застосовують переважно неорганічні речовини – алюмосилікати і препарати кремнієвої кислоти – силікагелі.

Природний алюмосилікат – бентоніт. Бентоніт поряд з високомолекулярними видаляє з пива та цінні середньо- і низькомолекулярні фракції білка. Тому при його використанні знижуються смакові і пінисті властивості напою. Препарат також сильно набухає в пиві, тому при його застосуванні втрати пива з осадом досягають 3%. Рекомендована доза препарату 100...300 г/гл пива.

Препарати кремнієвої кислоти – силікагелі адсорбують в основному мутноформуєчі білки і не впливають на смак і піну пива. Виготовляють силікагелі з натрієвого рідкого скла і сірчаної кислоти. При реакції утворюються продукти з зернистою структурою з розміром пористих зерен 5...20 мкм. Розрізняють ксерогелі (вологість до 5 %) і гідрогелі (вологість понад 50 %). Силікагелі рекомендується застосовувати при кізельгуровій фільтрації або вносити в буферну ємність перед фільтрацією. Можна дозувати силікагелі у пиво при перекачуванні його на доброджування. Доза препаратів залежить від бажаної стійкості: 30...60 г/гл – стійкість 2 місяці; 120...170 г/гл – стійкість 6...9 місяців. Поліфеноли адсорбуються переважно органічними сполуками натуральними і синтетичними. В основі взаємодії лежить реакція між ароматичними гідроксилами поліфенолів і групами -CO-NH- адсорбентів. Поліфеноли можуть видалятися білками: казеїном, кератином і поліамідними смолами.

Найбільш ефективними сорбентами поліфенолів є ПВП – полівінілпіролідон, ПВПП – полівінілполіпіролідон. ПВПП застосовують спільно з кізельгуром при поточному дозуванні в кількості 10...40 г/гл пива.

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Освітлене сусло з варильного відділення поступає на охолодження. Сусло подають насосом в пластинчастий теплообмінник (2), де його охолоджують до температури 6...13 °С. Охолоджуючим агентом є етиленгліколь з температурою 1...1,5 °С. Після цього охолоджене сусло насосом подають у ЦКБА (1), попередньо насичене повітрям у аераторі (3). Аерацію розраховують таким чином, щоб забезпечити вміст кисню в суслі 6...14 мг/мл.

Деяка частина сусла (5; 20; 100; гкл) поступає у АЧК1 (4); АЧК2 (6); АЧК3 (7), де проходить його стерилізація парою до $t=100$ °С. Далі сусло охолоджують до $t=15...16$ °С та вносять дріжджі із колб Карлсберга. Розведення ЧКД в пропаторі триває 40...48 год. Переведення ЧКД з пропатора в ЦКБА (1) здійснюють при видимому екстракті 10,0...11,0 % (для сусла густиною 14,5 %), та 8,5...9,5 % (для 11 % сусла), та кількості дріжджів 80...120 млн. др. кл./мл. Готові завитки чистої культури дріжджів з розброджувача разом з потоком охолодженого сусла (з однією або двох варок) перекачують в підготовлений ЦКБА (1) для проведення процесу зброджування.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Процес бродіння у ЦКБА проходить при температурі $14\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, яка підтримується за допомогою етиленгліколю. Насіннєві дріжджі після бродіння знімають у збірник для дріжджів (9), а надлишкові – у збірник надлишкових дріжджів (10). Після закінчення процесу бродіння та холодної витримки, яка триває 3...5 доби молоде пиво подається на фільтрацію.

Пиво поступає у сепаратор (11), де його додатково відділяють від надлишкових дріжджів і тоді відцентровим насосом (12) потрапляє у буферну ємність (13), звідки насосом перекачується на свічковий фільтр (14), де проходить його фільтрація через кізельгур. Кізельгур задається із збірника для кізельгуру (15) через дозатор (16).

Для покращення колоїдної стійкості пиво подається до ПВПП-фільтра (18), ПВПП подається із збірника для ПВПП (17) через дозатор (16).

Далі фільтроване пиво подається на карбоблендер (19), після чого відфільтроване пиво подають у форфас (20). Після витримки у форфасі, 12...24 год пиво подають на розлив.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пива з удосконаленням технології стабілізації</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники якості проєктованих сортів пива

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

Таблиця 3.4 – Мікробіологічні показники пива

Найменування показника	Норма			Метод випробування	
	Непастеризоване		Пастеризоване		
	пиво в пляшках з масовою часткою сухих речовин, %	пиво розливане фільтроване та нефільтроване			
	8 – 11,5	12 - 20			
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), БГКП	не допускаються в 3 см 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 факультивно-анаеробних мікроорганізмів, не більше ніж, КУО/см ³	-	-	-	5·10 ²	Згідно з ГОСТ 18963
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 та радіонукліди

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

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

Таблиця 3.6 — Загальна оцінка якості пива

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

					Характеристика проектованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3.2 Характеристика сировини

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

У табл. 3.7 наведено характеристики зернової сировини [19].

Таблиця 3.7 – Характеристики зернової сировини

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

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

Таблиця 3.8 – Органолептичні та фізико-хімічні показники ячменю

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

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

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

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

Таблиця 3.9 – Органолептичні показники світлого, темного, карамельного солоду

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

Таблиця 3.10 – Фізико-хімічні показники солоду

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

					Характеристика проектованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

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

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

Таблиця 3.11 – Обмежувальні норми якості хмелю гранульованого

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

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

Таблиця 3.12 – Фізико-хімічні показники рисової січки

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

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

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

Таблиця 3.13 – Показники якості води для пивоваріння

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

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

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

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

Таблиця 3.14 - Мікробіологічні показники технологічної води

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

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

Головним показником для оцінки технологічних властивостей води для виробництва пива є співвідношення тих іонів, які найбільше впливають на активну кислотність середовища. Величина рН складної буферної системи ячмінно-солодового затору формується завдяки, в основному, вмісту фосфат-іонів Н₂РО₄⁻, НРО₄⁻, РО₄⁻, які переходять в розчин із сировини. Зміни рН відбуваються, якщо порушується іонна рівновага внаслідок дії катіонів та аніонів води на фосфат-іони.

Для виробництва пива Ячмінний колос передбачене використання ферментного препарату Матурекс виробника Новозаймс, Данія. Основну ферментативну активність при застосуванні даного ферментного препарату показує фермент α-ацетолактатдекарбоксилаза.

Ферментний препарат застосовують для інтенсифікації процесу бродіння та доброджування. Виробником рекомендовано задачу ферментного препарату в кількості 10...200 од. акт./дм³ суслу; час дії – залежно від технологічної задачі.

					Характеристика проектованої продукції	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Вимоги до якості основних і допоміжних матеріалів наведені в табл. 3.15 [8, 14].

Таблиця 3.15 – Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Характеристика	Нормативна документація
Молочна кислота 100 %-ва	Сиропоподібна, прозора рідина без осаду та мути зі слабким, характерним для молочної кислоти запахом. Кислий смак, без стороннього присмаку. Масова частка загальної молочної кислоти не менше ніж $40,0 \pm 1,0$ %, в т.ч., що прямо титрується, не менше ніж 37,5 %. Кислотність не більше ніж 6,5 °. Масова частка, не більше ніж, %, ангідридів – 2,5, золи – 0,6.	ДСТУ 4621:2006
Хлорид кальцію	Містить – CaCl_2 . Важкі метали, не більше, в мг/кг: кадмій – 0,05; свинець – 1,0; ртуть – 0,02; миш'як – 1,0; цинк – 50,0; мідь – 25,0.	За документацією виробника
Пляшки полімерні	Видуваються з поліетилен-терефталату вітчизняного виробництва	ТУУ 6-002096 51.1 27-97
Кеги	Використовують для герметизації пляшок	За документацією виробника
Ковпачок полімерний з прокладкою	Надрукована на поліпропіленовій стрічці, зберігається у вигляді бухти по 15000...20000 шт.	ТУУ 21643937.001-2000
Етикетка поліпропіленова	Для пляшок друкують на папері густиною 70...80 г/дм ²	ТУУ 22.1-16476839-001-04
Етикетка і кольєретка	Зберігають за температури + 15...+25 °С та відносній вологості 40...60%, захищеним від прямих сонячних променів. Термін придатності 4 місяці.	ТУУ 21.2-20625995001-2002
Клей декстрин	Сиропоподібна, прозора рідина без осаду та мути зі слабким, характерним для молочної кислоти запахом. Кислий смак, без стороннього присмаку. Масова частка загальної молочної кислоти не менше ніж $40,0 \pm 1,0$ %, в т.ч., що прямо титрується, не менше ніж 37,5 %. Кислотність не більше ніж 6,5 °. Масова частка, не більше ніж, %, ангідридів – 2,5, золи – 0,6.	ТУ У 24.6-31635720-002-2008

					Характеристика проекрованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Технологічні розрахунки продуктів виробництва пива складаються з розрахунку витрат сировини, об'єму напівпродуктів та відходів виробництва на одиницю готової продукції. Витрати для розрахунку обирають з урахуванням сучасної технології виробництва, чинних нормативів і досягнень підприємств галузі [19].

Кваліфікаційною роботою передбачено випуск пива Пивна душа з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11 %, Ячмінний колос з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,5 %, Темний лев з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 15 %. Продуктивність заводу 30,0 млн дал/рік.

Асортимент та обсяг виробництва проєктованих сортів пива наведено в табл. 2.1, а рецептура – в табл. 3.1.

Характеристика сировина, яка використовується для приготування обраних сортів пива наведена в табл. 3.7.

Втрати на стадіях виробництва пива наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Втрати на стадіях виробництва пива

Втрати	Пиво з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі, %		
	11 %, Пивна душа	12,5 %, Ячмінний колос	15 %, Темний лев
Екстракту:			
з пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	1,75	2,2	2,2
з хмельовою дробиною, шламом під час сепарування, стискування, під час охолодження, на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,8	6,35	6,0
У цеху бродіння, % від об'єму холодного сусла	2,5	2,2	2,3
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива	1,75	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 готового пива)	2,5	2,5	2,5
Загальні дійсні з рідкою фазою (від сусла у варильному цеху, приведеного до 20 °С, до готового пива), % від об'єму сусла, приведеного до 20 °С	12,0	12,8	12,8
Під час пастеризації пива в пляшках, % від об'єму пастеризованого пива	8,3	9,3	9,2

									Арк.
									42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки				

4.2 Продуктові розрахунки

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

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

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

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

Всього кількість СР, яка надходить на подрібнення:

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

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

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

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

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

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

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

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки				

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

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

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

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$92,18 - 68 = 24,18 \text{ кг.}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В дробині залишається сухих речовин:

$$94,36 - 68,71 = 25,65 \text{ кг.}$$

Визначення проміжних продуктів

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

$$\text{Пивна душа} - 70,398 \text{ кг;}$$

$$\text{Ячмінний колос} - 68 \text{ кг;}$$

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Темний лев – 68,71 кг.

При встановленій концентрації Пивна душа – 11%, Ячмінний колос – 12,5% та Темний лев – 15% із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

$$\text{Пивна душа} - 70,398 \times 100 / 11 = 640 \text{ кг};$$

$$\text{Ячмінний колос} - 68 \times 100 / 12,5 = 544 \text{ кг};$$

$$\text{Темний лев} - 68,71 \times 100 / 15 = 458 \text{ кг}.$$

Об'єм сусла при 20 °С (при відносній густині сусла Пивна душа – 1,04420, Ячмінний колос – 1,05050, Темний лев – 1,06115):

$$\text{Пивна душа} - 640 / 1,04420 = 612,9 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Ячмінний колос} - 544 / 1,05050 = 517,84 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Темний лев} - 458 / 1,06115 = 431,6 \text{ дм}^3.$$

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

$$\text{Пивна душа} - 612,9 \times 1,04 = 637,41 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Ячмінний колос} - 517,84 \times 1,04 = 538,55 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Темний лев} - 431,6 \times 1,04 = 448,86 \text{ дм}^3.$$

Холодне сусло. Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для пива Пивна душа – 5,8 % Ячмінний колос – 6,35 %, Темний лев – 6,0 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20 °С.

Таким чином, об'єм холодного сусла:

$$\text{Пивна душа} - 637,41 \times (1 - 0,058) = 600,44 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Ячмінний колос} - 538,55 \times (1 - 0,0635) = 504,35 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Темний лев} - 448,86 \times (1 - 0,060) = 421,92 \text{ дм}^3.$$

Фільтроване пиво. Витрати у бродильному цеху і цеху фільтрації складає до об'єму пива: Пивна душа – 2,5 %, Ячмінний колос – 2,2 %, Темний лев – 2,3 %. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

$$\text{Пивна душа} - 600,44 \times (1 - 0,025) = 585,43 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Ячмінний колос} - 504,35 \times (1 - 0,022) = 493,25 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Темний лев} - 421,92 \times (1 - 0,023) = 412,21 \text{ дм}^3.$$

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

					Технологічні розрахунки	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, кількість товарного пива буде:

$$\text{Пивна душа} - 585,43 \times (1 - 0,025) = 570,8 \text{ дм}^3;$$

$$\text{Ячмінний колос} - 493,25 \times (1 - 0,025) = 480,92 \text{ дм}^3;$$

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

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

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

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

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

або у % до об'єму гарячого суслу:

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

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

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

4.3 Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Хміль та хмелепродукти. Витрати хмелю розраховують за формулою [19]:

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

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

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

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

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

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

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

					Технологічні розрахунки	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

Визначення кількості відходів.

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

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

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

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

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

Надлишкові дріжджі. Витрати дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦКБА – 1,53 дм³.

Половину 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:

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

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

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

					Технологічні розрахунки	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

У ньому міститься екстрактивних речовин:

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

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

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

За дійсного степеня зброджування пива Пивна душа утворюється діоксиду вуглецю 52,5 %, Ячмінний колос – 54 %, Темний лев – 58 %:

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

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

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

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

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

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

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

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

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

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

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

Маса 1 м³ діоксиду вуглецю при 20 °С і тиску 0,1 МПа складає 1,832 кг. Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

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

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

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

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 –Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Найменування продукту	Пивна душа на			Ячмінний колос на			Темний лев на			Сума
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	18,0 млн дал на рік	100 кг зернової сировини	1 дал пива	3,0 млн дал на рік	100 кг зернової сировини	1 дал пива	9,0 млн дал на рік	30,0 млн дал на рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Зернова сировина, кг:										
Світлий солод	84	1,47	26 460 000	70	1,455	4 365 000	65	1,612	14 508 000	45 333 000
Темний солод	–	–	–	–	–	–	10	0,248	2 232 000	2 232 000
Карамельний солод	–	–	–	–	–	–	25	0,62	5 580 000	5 580 000
Рисова січка	16	0,28	5 040 000	–	–	–	–	–	–	5 040 000
Ячмінь	–	–	–	30	0,624	1 872 000	–	–	–	1 872 000
Всього, кг	100	1,75	31 500 000	100	2,079	6 237 000	100	2,48	22 320 000	60 057 000
Хмелепродукти, кг:										
Хміль гранульований:										
Магнум	–	0,0105	189 000	–	0,0106	31 800	–	–	–	220 800
Нагет	–	–	–	–	–	–	–	0,0087	78 300	78 300
ФП	–	–	–	–	0,0208	62 400	–	–	–	62 400
Молочна к-та 100 %-ва	0,08	–	1 440 000	0,08	–	240 000	0,08	–	720 000	2 400 000
Проміжні продукти, дм ³ :										
Гаряче сусло	637,41	11,16	200 880 000	538,55	11,19	33 570 000	448,86	11,16	100 440 000	334 890 000
Холодне сусло	600,44	10,51	189 180 000	504,35	10,48	31 440 000	421,92	10,49	94 410 000	315 030 000
Фільтроване пиво	585,43	10,25	184 500 000	493,25	10,25	30 750 000	412,21	10,25	92 250 000	307 500 000
Готове пиво	570,8	10	180 000 000	480,92	10	30 000 000	401,9	10	90 000 000	300 000 000
Відходи, кг:										
Пивна дробина	165,2	2,89	52 020 000	172,64	3,58	10 740 000	183,14	4,55	40 950 000	103 710 000
Відстій білковий	1,75	0,03	540 000	1,75	0,036	108 000	1,75	0,043	387 000	1 035 000
Надлишкові дріжджі, дм ³	5,7088	0,1	1 800 000	4,8092	0,1	300 000	4,019	0,1	900 000	3 000 000
Діоксид вуглецю	16,44	0,28	5 040 000	18,74	0,39	1 170 000	18,48	0,45	4 050 000	10 260 000

Технологічні розрахунки

Дата

Підпис

№ докум.

Арк.

Змн.

4.4 Розрахунки необхідної кількості тари і допоміжних матеріалів

Пляшки. За даними табл. 1.1 у скляні пляшки місткістю 0,5 дм³ розливають пива Пивна душа — 100 %, Ячмінний колос – 100 % і Темний лев — 100 %.

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

Потрібна кількість пляшок визначається за формулою:

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

де Q – річний випуск продукції в пляшках, дм³; V – місткість пляшки, дм³; K₆ – кількість розбитих пляшок при зберіганні, митті й розливі, %. Приймаємо місткість пляшок 0,5 дм³, а кількість розбитих пляшок – 3,1 %.

Кількість нових пляшок знаходять за формулою:

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

де K_n – кількість пляшок, не повернених від населення, %. Приймаємо кількість пляшок, не повернених від населення 5 %.

Кількість оборотних пляшок розраховують з формулою:

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

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

За асортиментом і обсягом проекрованої продукції 4,5 млн дал пива розливають у пляшки місткістю 0,5 дм³. Отже, річна потреба загальної кількості пляшок місткістю 0,5 дм³, а також оборотних і нових:

$$N_{\text{пл.заг}} = \frac{30\,000\,000 \cdot 10 \cdot 100}{0,5(100 - 3,1)} = 619\,195\,046 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{пл.нов}} = \frac{30\,000\,000 \cdot (5 + 3,1)}{100 \cdot 0,5} = 4\,860\,000 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{пл.об}} = \frac{30\,000\,000 \cdot 10}{0,5 \cdot 40} = 15\,000\,000 \text{ шт.}$$

Гофрлотки. В стандартні гофрлотки укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм³ і обгортають їх плівкою ПЕТ. З урахуванням 0,1 % втрат гофрлотків для укладання всієї продукції їх потрібно:

$$N_{\text{гофр}} = \frac{300\,000\,000}{0,5 \cdot 20 \cdot 0,999} = 30\,030\,030 \text{ шт}$$

Для обгортання гофрлотків потрібно термозбіжної плівки ПЕТ

$$G_{\text{плПЕТ}} = \frac{30\,030\,030 \cdot 40}{1\,000} = 1\,201\,201,2 \text{ кг}$$

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

$$300\,000\,000 \cdot 2 \cdot 1,045 = 627\,000\,000 \text{ шт.}$$

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки				

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

для пляшок — $300\,000\,000 \cdot 20,9 = 6\,270\,000\,000$ шт.;

Миття пляшок. На річний випуск пляшкового пива потрібно лугу

$$G_{\text{луг}} = \frac{30\,000\,000 \cdot 1000}{0,5 \cdot 1\,000\,000} = 60\,000 \text{ кг}$$

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

$$6\,270\,000\,000 \cdot 0,275/1000 = 1\,724\,250 \text{ кг}$$

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

Таблиця 4.3 — Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Найменування тари і допоміжних матеріалів	Кількість допоміжних матеріалів та тари на	
	Добу (238 днів робочих розливного цеху)	рік
1	2	3
Пляшки, шт., в т. ч.:	2 601 660	619 195 046
оборотні	20 420	4 860 000
нові	63 025	15 000 000
Гофролотки для вкладання пляшок, шт	126 177	30 030 030
Плівка ПЕТ для обгортання гофролотків, кг	5 047	1 201 201,2
Кронен-корка на пляшки, шт.	2 634 454	627 000 000
Етикетки, шт., на: пляшки	26 344 538	6 270 000 000
Луг, кг	252,1	60 000
Клей для наклеювання етикеток, кг	7 245	1 724 250

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

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

За даними розрахунків необхідну кількість одиниць обладнання підбирають згідно каталогів, проспектів заводів – виготовлювачів [17].

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 – обертаємість ЦКБА в рік.

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

338 – кількість діб роботи бродильного відділення в рік;

T – тривалість бродіння – доброджування, діб;

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

Обертаємість ЦКБА розраховуємо для пива світлого, 11%:

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

Об'єм циліндричної частини ЦКБА розраховується:

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

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

Висота конусної частини ЦКБА розраховується:

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

де D – діаметр конуса, м.

Об'єм конусної частини ЦКБА розраховується:

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

де h_k – висота конусної частини, м.

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

Висота конусної частини ЦКБА при діаметрі 4 м становитиме:

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

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

$$5 \cdot 3,464 = 17,32 \text{ м.}$$

А без конусу:

$$17,32 - 3,464 = 13,856 \text{ м.}$$

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

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

де Q – потужність заводу на рік, дал; $K_{\text{кв}}$ – 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), %.

Середньо зважені втрати приймемо за найбільшим із 3-х сортів пива – 2,5 %.

Отже, годинна продуктивність становитиме:

$$q = \frac{30\,000\,000 \cdot 0,3}{63 \cdot 2 \cdot 8} \cdot \left(1 + \frac{2,5}{100}\right) = 9\,151,8 \text{ дал/год.}$$

Відповідно до даних розрахунків підбираємо кізельгуровий фільтр FKS-01. Продуктивність: 28...42 гл/год, площа фільтрації= 7 м², об'єм корпусу – 440 дм³, тиск = 0,6 МПа, габаритні розміри, мм: 2200×2500.

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

Тоді розрахуємо кількість форфасів, яка необхідна для зберігання пива:

$$\frac{30\,000\,000}{338} = 88\,758 \text{ дал/добу;}$$

$$\frac{887,6}{100} = 8,876 = 9 \text{ шт.}$$

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

$$9 + 1 = 10 \text{ шт.}$$

Специфікація технологічного обладнання бродильного відділення наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Технічна характеристика апаратів бродильного відділення

№ п/п	№ поз. на АТС	Найменування, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	ЦКБА	67	Об'єм: повний 200 м ³ , робочий – 170 м ³ . Тиск, мПа 0.04 - 0.06. Температура, °С - 1.0 - + 13 °С Температура при митті і дезінфекції, °С не вище 20°С. Тиск в рубашці, Мпа 1.2. Маса, 1550 кг.	–	–	Holvrieka, Нідерланди
2	2	Теплообмінник	1	Габаритні розміри, мм: довжина — 1590; ширина — 700; висота — 1330.	–	–	Alfa Laval
3	3	Аератор	1	Габаритні розміри, мм: довжина — 880; ширина — 420; висота — 680.	–	–	Steinecker Німеччина

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
						55

Закінчення табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
4	4	Апарат чистої культури 1	1	Місткість, м ³ : корисна 4.5, повна 5.3. Діаметр, м 1.66. Висота, м 2.65.	–	–	Alfa Laval
5	5	Повітряний фільтр	3	Габаритні розміри, мм: ширина — 700; висота — 360.	–	–	Alfa Laval
6	6	Апарат чистої культури 2	1	Місткість, м ³ : корисна 4.5, повна 5.3. Діаметр, м 1.66. Висота, м 2.65.	–	–	Alfa Laval
7	7	Апарат чистої культури 3	1	Місткість, м ³ : корисна 4.5, повна 5.3. Діаметр, м 1.66. Висота, м 2.65.	–	–	Alfa Laval
8	8	Дозатор дріжджів	1	Габаритні розміри, мм: ширина — 500; висота — 1200.	–	–	Alfa Laval
9	9	Збірник насінєвих дріжджів	17	Габаритні розміри, мм: ширина — 1500; висота — 3000.	–	–	Krones AG, Німеччина
10	10	Збірник надлишкових дріжджів	10	Габаритні розміри, мм: ширина — 1500; висота — 3000.	–	–	Krones AG, Німеччина
11	11	Сепаратор	1	Габаритні розміри, мм: довжина — 1500; ширина — 1000; висота — 1700.	–	–	Floffweg, Німеччина
12	12	Насос відцентровий	3	Продуктивність 25 м ³ /год і напором 32 м.	5,5	–	Alfa Laval
13	13	Буферна ємність	2	Об'єм повний 80 м ³	–	–	Holvrieka, Нідерланди
14	14	Кізелгуровий фільтр	1	Продуктивність: 28...42 гл/год, площа фільтрації= 7 м ² , об'єм корпусу – 440 дм ³ , тиск = 0,6 МПа, габаритні розміри, мм: 2200×2500.	–	–	Krones AG, Німеччина
15	15	Ємність для кізелгуру	1	Габаритні розміри, мм: ширина — 1200; висота — 2100.	–	–	Krones AG, Німеччина
16	16	Дозатор	2	Габаритні розміри, мм: ширина — 500; висота — 1200.	–	–	Steinecker Німеччина
17	17	Збірник ПВПП	1	Габаритні розміри, мм: ширина — 1200; висота — 2100.	–	–	Krones AG, Німеччина
18	18	Фільтр ПВПП	1	Габаритні розміри, мм: ширина — 1000; висота — 4000.	–	–	Steinecker Німеччина
19	19	Карбоблендер	1	Габаритні розміри, мм: довжина — 510; ширина — 410; висота — 570.	–	–	СВР, Італія
20	20	Форфас	10	Об'єм повний 125 м ³	–	–	Holvrieka, Нідерланди
21	21	Мембранний насос	4	Продуктивність 50 м ³ /год і тиск до 7 Бар.	12	–	QBI-40, Польща

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			56

6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Для забезпечення контролю технологічного процесу та проведення фізико-хімічних досліджень у заводській лабораторії потрібне належне обладнання та умови.

Лабораторія повинна мати відповідне приміщення для приладів та проведення аналізів, вагової зони та підсобного приміщення. Приміщення повинно бути обладнане водопроводом, каналізацією, припливно-витяжною вентиляцією, опаленням, а також мати достатнє природне та штучне освітлення. Стіни лабораторних приміщень повинні бути водостійкими та легкими у митті. Підлога повинна бути стійкою до дії дезінфікуючих засобів і мати антиковзке покриття.

Лабораторія має бути оснащена необхідним обладнанням та засобами вимірювальної техніки для проведення досліджень. Кожна одиниця обладнання, що використовується в лабораторії, повинна мати паспорт підприємства-виробника, де вказані технічні характеристики та умови експлуатації. Крім того, керівник установи повинен розробити та затвердити інструкції з використання обладнання та проведення аналізів.

Усі ці вимоги та стандарти допомагають забезпечити правильність та надійність проведення аналізів, а також забезпечують безпечні та ефективні умови праці в лабораторії. Схема технохімічного контролю наведена в табл. 6.1 [14].

Таблиця 6.1 – Схема технохімічного контролю виробництва

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

					<i>Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Продовження табл. 6.1

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

Продовження табл. 6.1

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

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

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

Таблиця 6.2 – Схема мікробіологічного контролю на стадії зброджування пивного сусла

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

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

Метрологічне забезпечення на підприємстві наведено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Метрологічне забезпечення на підприємстві

№ п/п	Стадії контролю	Найменування заходів вимірювання	Межі вимірювання
1	Вологість солоду	Ваги лабораторні 2-го класу точності згідно ГОСТ 24108-88 Шафа сушильна СЕШ 3-М згідно ГОСТ 13586.5-93	0-100 г 105±2 °С
2	Екстрактивність солоду	Цукромір АЦ-3 Термометр ртутний ТЛ-4 згідно з ГОСТ 28498	0-25 кг/м ³
3	Подрібнення солоду	Сита лабораторні із сіткою металевую згідно з ГОСТ 6613	0,25-2 мм
4	рН затору	рН-метр	0-10
5	Масова частка сухих речовин в суслі	Пікнометр ПЖ2-50 згідно з ГОСТ 22524 Цукромір АЦ-3	0-50 мл 0-25 кг/м ³
6	Кислотність у суслі	Бюретка 1-2-25-0,1 згідно з ГОСТ 29251 Крапельниця лабораторна скляна згідно з ГОСТ 25336 Розчин гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм ³ згідно з ГОСТ 25794.1	

					Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Служба охорони праці підприємства. Законодавство України «Про охорону праці» поширюється на всі організації, підприємства та установи, незалежно від форми власності. Згідно з цим законом, всі організації, підприємства та установи, незалежно від форми власності, підпадають під його дію.

При укладанні трудового договору працівник має бути проінформований під розписку про умови праці, включаючи наявність небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочому місці та можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника. Також працівник повинен бути повідомлений про його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах. Інформування працівника про ці умови є обов'язковим, і він підтверджує своє ознайомлення з цією інформацією шляхом підпису розписки.

Згідно з законодавством, працівник має право відмовитись від виконання роботи, якщо виробнича ситуація створює небезпеку для його життя або здоров'я. Це право випливає з обов'язку роботодавця забезпечувати безпечні та здорові умови праці.

У разі робіт з шкідливими та небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або здійснюваних у несприятливих температурних умовах, працівникам надаються безкоштовно, згідно з нормами, спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту. Також працівникам повинні надаватися змиваючі та знешкоджуючі засоби для забезпечення гігієни праці.

Служба з охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства і має такий же статус, як і основні виробничо-технічні служби. Вона відповідає за контроль та забезпечення дотримання вимог щодо охорони праці на підприємстві, виявлення та усунення можливих ризиків для працівників, проведення інструктажів з питань безпеки та організації навчання працівників з питань охорони праці.

Фінансування заходів з охорони праці підприємства. Відповідно до ст. 19 Закону України «Про охорону праці» роботодавець несе відповідальність за фінансування заходів з охорони праці на підприємстві. Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, що використовують найману працю, витрати на охорону праці повинні складати не менше 0,5 % від суми реалізованої продукції. Для підприємств, які утримуються за рахунок бюджету, такі витрати передбачаються в державному або місцевих бюджетах і становлять не менше 0,2 % від фонду оплати праці.

Суми витрат з охорони праці, які відносяться до валових витрат юридичної або фізичної особи, що використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, який затверджується Кабінетом Міністрів України.

Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також інших державних

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається у Державному і місцевих бюджетах окремим рядком, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством.

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів виробництва. Для виявлення наявності шкідливих і небезпечних чинників виробництва треба проаналізувати роботу обладнання цеха і тому розглянемо на прикладі відділення ферментації [18].

У відділенні працюють п'ять спеціалістів, що обслуговують обладнання:

- змінний майстер-пивовар – 1 чол.;
- оператор процесу бродіння – 1 чол.;
- оператор дріжджового відділення – 1 чол.;
- оператор процесу фільтрації – 1 чол.;
- оператор СІП – 1 чол.

Наведемо санітарні норми для найнесприятливіших робочих місць: оператора процесу бродіння та оператора дріжджового відділення і оператора СІП.

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 "Повітря робочої зони", в бродильному відділенні відсутнє нормування загазованості, оскільки обладнання, що може виділяти діоксид вуглецю, знаходиться поза робочою зоною. Також, у зв'язку з ефективною системою кондиціонування та витяжною вентиляцією, повітря виробничого приміщення підтримується у належному стані.

Також, згідно з цим же ГОСТом, запиленість не нормується в бродильному відділенні, оскільки там немає обладнання, що б виділяло пил. Це може свідчити про відсутність значних джерел пилових часток у даному відділенні.

Щодо теплового випромінювання від пропагатора, стерилізатора, ЦКБА та сепаратора в цеху зброджування, його спостереження є незначним. Тепло витрачається на миття обладнання, пропарювання трубопроводів та стерилізацію установки чистої культури дріжджів. За необхідності, важливо вживати заходів для контролю та забезпечення безпеки відповідно до вимог охорони праці та залежно від характеристик теплового випромінювання, щоб запобігти можливим негативним впливам на працівників [18].

Повітря робочої зони виробництва. Шкідливим фактором у виробничому середовищі є дія оточуючого середовища на людину, яка може спричинити професійні захворювання. Мікроклімат є одним з важливих параметрів, який необхідно контролювати та нормувати в робочих приміщеннях.

Принцип нормування мікроклімату полягає в створенні оптимальних умов для теплообміну між людиною та навколишнім середовищем. Параметри мікроклімату, такі як температура, вологість, швидкість руху повітря і теплове випромінювання, повинні бути у межах, які сприяють комфортній робочій атмосфері.

Для працівників встановлені норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони, які були узгоджені Міністерством охорони здоров'я

					Охорона праці	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

України 23 вересня 1993 року за номером 5.05.07.-737. Ці норми визначають допустимі межі температури, вологості та інших параметрів мікроклімату, які дозволяють забезпечити безпечні умови праці для працівників і запобігти негативному впливу мікроклімату на їх здоров'я.

Важливо дотримуватись цих норм та забезпечувати належний контроль за параметрами мікроклімату в робочих приміщеннях, щоб забезпечити комфортні та безпечні умови праці для працівників.

Етиленгліколь є горючою і токсичною речовиною. Його використовують на етапах зброджування та доброджування пива в бродильному відділенні. Враховуючи його характеристики, необхідно дотримуватись певних заходів безпеки для запобігання ризикам.

Оскільки етиленгліколь є горючою речовиною, важливо уникати можливості його займання. Забезпечення аспірації повітря може бути корисним заходом для уникнення накопичення парів етиленгліколю у робочому середовищі, зменшуючи його концентрацію та ризик пожежі.

Також, доставка етиленгліколю на підприємство в спеціальних автоцистернах і використання спецтранспорту для перевезення сипучих продуктів допоможуть забезпечити безпечну та контрольовану транспортування речовини.

Оскільки етиленгліколь є токсичним, важливо дотримуватись заходів безпеки для захисту працівників. Запобігання вдиханню парів етиленгліколю можна забезпечити шляхом використання витяжної вентиляції або інших методів контролю рівня забруднення повітря.

У разі отруєння етиленгліколем важливо негайно надати медичну допомогу. Протиотрутою від отруєння етиленгліколем є етанол і 4-метилпіразол. Вони використовуються для зменшення токсичного впливу речовини на організм.

Враховуючи небезпеки, пов'язані з етиленгліколем, важливо дотримуватись всіх встановлених норм, заходів безпеки та надати належну інформацію та навчання працівникам, щоб запобігти випадкам отруєння чи пожежі та забезпечити безпечні умови праці [18].

Шум та вібрація. Вібрація та шум можуть бути потенційно шкідливими для здоров'я людини, тому їх контроль і зниження до допустимих рівнів є важливими аспектами безпеки праці.

Для контролю рівня шуму у бродильному відділенні застосовується ГОСТ 12.1.003-83. Зазначається, що рівень шуму, створюваний насосами, не перевищує допустимі норми (не вище 80 дБ). У разі перевищення цього рівня, проводяться заходи для виявлення причини та негайного усунення шуму, такі як ремонтні роботи або заміна устаткування.

Вібрація також виникає від роботи насосів у цеху зброджування. Заходи для зниження вібрації на працюючих включають:

- Зниження вібрації в джерелі утворення шляхом застосування конструктивних або технологічних заходів. Це може включати оптимізацію конструкції насосів, використання балансування рухомих частин тощо.

									Арк.
									64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- Зменшення передачі вібрації на робочі місця шляхом використання засобів віброізоляції і вібропоглинання. Це може включати встановлення спеціальних пружних основ або амортизуючих матеріалів під насосами, що допомагають поглинати вібрацію.
- Використання дистанційного управління, що дозволяє виключити передачу вібрації на робочі місця. Це може означати автоматизацію процесів та використання віддалених систем управління, які не потребують прямого контакту з вібруючим устаткуванням.

Крім цього, важливо забезпечити працівникам засоби індивідуального захисту, які можуть допомогти зменшити вплив вібрації на їх тіло, наприклад, застосування спеціальних рукавиць або амортизуючих підшов.

Загальна мета полягає в тому, щоб знизити вібрацію до безпечних рівнів і мінімізувати її вплив на здоров'я та комфорт працівників [18].

Освітлення відділення ферментації. У бродильному відділенні застосовується бокове двобічне природне освітлення, що означає наявність світлових отворів (вікон) в одній або в двох зовнішніх стінах. Однак, вечірній і нічний час вимагають штучного освітлення. Для цього використовують газорозрядні люмінесцентні лампи, зокрема типу ЛД-80 з довжиною хвилі 3440 нм.

Мінімальна освітленість на робочих поверхнях в бродильному відділенні складає 150 лк (люкс) згідно з ДБН В.2.5-28-2006. Це нормативне значення визначається з огляду на характеристики зорової роботи працівників. Люмінесцентні лампи типу ЛД-80 забезпечують мінімальну освітленість для працюючих людей IV розряду зорової роботи середньої точності.

Важливо забезпечити сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи працівників, а також врахувати економічні показники при організації штучного освітлення [2].

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями. Згідно з нормативними вимогами для цеху зброджування, де працює п'ять осіб в одну зміну, рекомендується передбачити такі приміщення та обладнання:

1. Гардеробні: Розраховані на жінок і чоловіків окремо з індивідуальними шафами. Враховуючи двозмінну роботу цеху, необхідно мати по два відділення гардеробних для кожної статі. Кількість шаф повинна відповідати кількості працюючих жінок і чоловіків.
2. Душові: Рекомендується мати два душових відділення для кожної статі. Душові мають примикати до гардеробних.
3. Умивальники: В гардеробних потрібно встановити по два умивальника для забезпечення гігієнічних потреб працівників.
4. Сушарка для робочого одягу: Рекомендується мати сушарку для робочого одягу, яку можна використовувати для всього цеху або кількох цехів. Це допоможе забезпечити швидке висушування робочого одягу після прання.
5. Вбиральня: Може бути одна загальна вбиральня для жінок і чоловіків, але з тамбуром, що закривається для забезпечення приватності. Також

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці	

потрібно мати умивальник у вбиральні для забезпечення гігієнічних потреб працівників.

Заходи з електробезпеки за ДСТУ 7237:2011 [10]. З метою забезпечення захисту працівників від електричного струму у цеху зброджування, необхідно дотримуватись наступних рекомендацій та вимог, передбачених "Правилами улаштування електроустановок" (ПУЕ) та "Правилами техніки безпеки електроустаткування споживачів":

1. Усе електрообладнання, яке використовується в цеху зброджування, повинно бути виконане у вологозахисному виконанні. Це означає, що воно має бути захищене від вологи та бризок. На корпусі обладнання повинен бути розміщений знак – одна чи дві краплі в трикутнику, що позначає наявність вологозахисного захисту.
2. Згідно з ПУЕ, виробничі приміщення поділяються на категорії залежно від небезпеки ураження людини електричним струмом. Для цеху зброджування, де є можливість одночасного доторкання до заземлених конструкцій і конструкцій, що працюють під напругою, в разі пошкодження ізоляції або непрофесійних дій працівника, відповідна категорія – II (підвищена небезпека).

Забезпечення безпеки електричних установок передбачає дотримання наступних заходів:

- електроустановки мають бути заземлені відповідно до вимог ПУЕ для забезпечення ефективного стоку струму в землю у разі виникнення несприятливих ситуацій.
- встановлення захисних пристроїв, таких як автоматичні вимикачі, пристрої захисту від струму замикання, засоби захисту від перенапруг та інших несприятливих впливів.
- усі електроустановки мають бути правильно позначені, щоб працівники могли легко ідентифікувати їх та розуміти потенційні небезпеки.
- важливо періодично перевіряти стан ізоляції електроустаткування та здійснювати ремонт або заміну у разі необхідності.
- працівники, які мають доступ до електроустаткування, повинні мати відповідну професійну підготовку щодо безпеки робіт з електрообладнанням та знати процедури дії в надзвичайних ситуаціях [10].

Заходи з пожежної безпеки, за ДБН В.1.1.7-2002 року [1]. 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).

Для забезпечення пожежної безпеки в цеху зброджування, рекомендується вжити наступні заходи:

					<i>Охорона праці</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

1. Визначте категорію приміщення згідно з нормами технологічного проектування. Категорія Д вказує на високу вибухо-пожежонебезпеку і вимагає виконання особливих заходів безпеки.
2. Визначте ступінь вогнестійкості будівельної конструкції (будівлі) згідно зі СНіП 2.01.02. Відповідний V ступінь вогнестійкості забезпечує підвищену стійкість будівлі до поширення вогню.
3. Врахуйте характеристики приміщень відповідно до їх вибухо-пожежонебезпеки та умов середовища згідно з Правилами улаштування електростановак (ПУЕ).
4. Забезпечте приміщення системами автоматичного пожежогасіння та автоматичною пожежною сигналізацією. Це допоможе виявити пожежу на ранній стадії та запобігти її поширенню.
5. Розмістіть в приміщенні первинні засоби пожежогасіння, такі як вуглекислотні вогнегасники, внутрішні пожежні крани з комплектом обладнання, щити з лопатами тощо. Працівники повинні бути навчені користуватись цими засобами.
6. Розрахуйте запас води на пожежогасіння будівлі, враховуючи розташування приміщення виробництва. Забезпечення достатнього запасу води є важливим аспектом ефективної боротьби з пожежею.
7. Встановіть чіткі шляхи евакуації для працівників у разі пожежі. Забезпечте належну сигналізацію, освітлення шляхів та додаткові засоби для швидкої та безпечної евакуації.

Ці заходи допоможуть забезпечити пожежну безпеку у цеху зброджування. Важливо також періодично перевіряти та обслуговувати системи пожежної безпеки, навчати працівників правилам пожежної безпеки та проводити пожежно-технічні тренування.

					<i>Охорона праці</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На сучасному ринку пива в Україні конкуренція серед пивоварних заводів є досить великою. Для досягнення успіху і збереження конкурентоспроможності пивоварні компанії постійно шукають способи поєднання високої якості пива з оптимальною ціною на продукт. Використання сучасного обладнання і ефективних технологій є важливими аспектами виробництва пива.

Найсучасніше обладнання може забезпечити високу продуктивність, автоматизацію процесів та зниження витрат на виробництво. Так, використання передових систем фільтрації та стабілізації може поліпшити якість пива, забезпечити триваліше зберігання та підтримку сталої якості продукту. Технологічні інновації, такі як використання нових штамів дріжджів, оптимізація процесу ферментації та дозрівання, можуть також позитивно вплинути на якість та смак пива. Окрім цього, удосконалення технологій виробництва може сприяти зменшенню втрат сировини та енергії, покращенню управління виробництвом і контролю якості, а також зниженню негативного впливу на довкілля.

Метою даної кваліфікаційної роботи є удосконалення технології стабілізації пива, а саме передбачено використання сучасне фільтраційне обладнання та карбоблендер для насичення пива діоксидом вуглецю. Для вирішення поставленої задачі в роботі прийнято наступні технічні рішення:

- прийнято суміщений спосіб головного бродіння, доброджування і дозрівання пива в апаратах великої одиничної потужності ЦКБА. Це забезпечує прискорення процесу у 2 рази, збільшення насиченості діоксидом вуглецю, стабілізацію органолептичних показників для кожної партії пива, економію капітальних витрат.
- передбачено сепарування дріжджів перед фільтруванням, що сприяє інтенсифікації процесу фільтрування, скороченню втрат пива і покращенню його якості.
- основне фільтрування прийнято проводити на свічковому кізельгуровому фільтрі. Додатково також проводиться фільтрація на ПВПП-фільтрі, для видалення колоїдних зависів, що сприяє підвищенню стабільності пива.

Роботою передбачено виробництво трьох сортів пива: Пивна душа світле – 60 %, Ячмінний колос світле – 10 % та Темний лев темне – 30 %, які виробляють із ячмінного світлого, карамельного та темного солоду, ячменю та рисової січки.

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

										Арк.
										68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальні висновки					

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.1.7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2003-05-01]. Зареєстровано в міністерстві будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України 03 грудня 2002 р. за № 88. (Нормативний документ Держбуду України. Державні будівельні норми України).
2. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2006-10-01]. Зареєстровано в міністерстві будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України 15 травня 2006 р. за № 168. (Нормативний документ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України. Державні будівельні норми України).
3. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ: ІНКІС, 2004. 426 с.
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 12.05.2010 р.]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).
5. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ 3888: 2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ 4282:2004 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-1-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с. (Національний стандарт України).
8. ДСТУ 4621:2006 Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-03-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 23 с. (Національний стандарт України).
9. ДСТУ 7028:2009 Гранули хмелю. Технічні умови. Чинний від 2011-07-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 24 с. (Національний стандарт України).
10. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. [Чинний від 2011-08-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 12 с. (Національний стандарт України).
11. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.
12. 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

					Список використаної літератури	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ: НУХТ, 2012. 67 с. (№ 8116)

13. Мікробіологія галузі [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. Н.М. Грегірчак. Київ: НУХТ, 2014. 171 с.

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

15. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм навчання / уклад. В.Г. Юрчак, В.М. Кошова, З.М. Романова та ін. Київ: НУХТ, 2017. 45 с.

16. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения: пер. з нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2007. 640 с.

17. 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.

18. Основи охорони праці: підручник/ М.П. Купчик та ін. // під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка. Київ: Основа, 2000. 416 с.

19. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / А.Є. Мелетьєв та ін. // під ред. А.Є. Мелетьєва. Київ: НУХТ, 2007. 256 с.

20. Adsorption of Beer Components During Membrane Microfiltration of Beer. МВАА TQ. Vol.44, No. 3. 2014.

21. The Effect of Microporous Membrane Filtration on Beer Foam Stability. МВАА TQ. Vol.41, No. 4. 2014.

					<i>Список використаної літератури</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					Додатки	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А. Публікація на конференції Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу



										Додатки	Арк.
											72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Організатор конференції:

Національний університет біоресурсів і
природокористування України

Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повосінної відбудови: виклики для України та світу: мат. Міжн. наук.-практ. конф., секція 3: Роль тваринництва, ветеринарної медицини та харчових технологій в умовах війни та вирішенні завдань плану відродження України (м. Київ, 25 трав. 2023 р.). Київ, 2023. С. 680.

Матеріали конференції подано в авторській редакції.

У збірнику подано результати обговорення актуальних проблем, перспектив і шляхів забезпечення продовольчої та екологічної безпеки в умовах війни, плану відновлення України, сталого розвитку світу в контексті глобальних і регіональних викликів, трансформації суспільства та формування нової парадигми розвитку.

Редакційна колегія:

Ніколаско С. М. (відповідальний редактор), Кваша С. М., Кондратюк В. М., Ткачук В. А., Шинкарук В. Д., Барановська О. Д., Баль-Прилипка Л. В., Братішко В. В., Глазунова О. Г., Гриценко І. С., Діброва А. Д., Євсюков Т. О., Каплун В. В., Коломієць Ю. В., Кононенко Р. В., Василюшин Р. Д., Мельник В. І., Остапчук А. Д., Отченашко В. В., Рудик Я. М., Ружилю З. В., Савицька І. М., Тонха О. Л., Цвіліховський М. І., Яра О. С.

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції

**ПРОДОВОЛЬЧА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ПОВОСІННОЇ
ВІДБУДОВИ: ВИКЛИКИ ДЛЯ УКРАЇНИ ТА СВІТУ**

*присвяченої 125-річчю Національного університету біоресурсів
і природокористування України*

**Секція 3. Роль тваринництва, ветеринарної медицини та харчових технологій в умовах
війни та вирішенні завдань плану відродження України**

Відповідальний за випуск: **Отченашко В. В.**

© НУБіП України, 2023.

					<i>Додатки</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

161. **Леонов Р.Г., Розбицька Т.В.** ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ НАССР В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ.....429
162. **Леонова В.В., Розбицька Т.В.** РОЗРОБКА ДОКУМЕНТОВАНОЇ ПРОЦЕДУРИ «УПРАВЛІННЯ ДОКУМЕНТАЦІЄЮ» СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ.....431
163. **Литвинчук Ю., Мукоїд Р.М.** ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРУВАННЯ ПИВА.....433
164. **Ляска Ю.М.** УБЕЗПЕЧИТИ ЗАПАСИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ВІД ЧЛЕНИСТОНОГИХ ФІТОФАГІВ.....435
165. **Ляшенко А.В., Розбицька Т.В.** ВПРОВАДЖЕННЯ НАССР НА М'ЯСОПЕРЕРОБНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ.....439
166. **Макаров О.Р., Голембовська Н.В.** РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ М'ЯСНИХ ХЛІБІВ НА ОСНОВІ ФАРШУ ПРІСНОВОДНОЇ РИБИ.....441
167. **Маліков Д.О., Мартинчук О.А.** РОЗРОБКА ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ДЛЯ ПЕСКО-ВЕГІТЕРІАНСТВА.....443
168. **Мамчур Р.П., Сарана В.В.** АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОТЛЕТНИХ ВИРОБІВ.....445
169. **Маркова Д.В., Слободянюк Н.М., Ізраєлян В.М.** ОСОБЛИВОСТІ ХАРЧУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ В ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ.....446
170. **Масюк К., Очколяс О.М.** ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ДОБАВКИ КІНОА В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ449
171. **Матвійчук В.С., Менчинська А.А.** ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДРУГИХ ЗАМОРОЖЕНИХ СТРАВ З ГІДРОБІОНТІВ.....450
172. **Мацейко В.І., Муштрук Н.М., Муштрук М.М.** ВПЛИВ ВХІДНИХ КОМПОНЕНТІВ НА ВИХІД І ЯКІСТЬ РІДКИХ БІОПАЛИВ.....452
173. **Мацейко В.І., Муштрук Н.М., Муштрук М.М.** ДИЗЕЛЬНЕ БІОПАЛИВО ТА ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ЙОГО ВИРОБНИЦТВА.....454

					<i>Додатки</i>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

УДК 663.45

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРУВАННЯ ПИВА

Литвинчук Ю., студентка, Мукоїд Р.М., доцент, кандидат технічних наук
(*mukoid_roman@ukr.net*)

Національний університет харчових технологій, м.Київ

Фільтрація – це процес розділення пива на прозорий фільтрат і фільтрувальний залишок (осад), у результаті чого отримуємо блискуче та стійке пиво, що зберігає свій початковий вигляд та смак упродовж тривалого часу зберігання. Фільтрувальні здібності пива змінюються залежно від хімічних та фізичних властивостей деяких сполук. Кількість речовин, які впливають на фільтрувальні властивості пива, залежать від складу сировини, що використовувалася, проходження технологічного процесу приготування суслу та пива. Мета фільтрування — зробити пиво настільки стійким, щоб у ньому протягом тривалого часу не виникло жодних видимих змін і пиво зберігало б свій зовнішній вигляд.

Як фільтруючі перегородки можуть бути використані:

- Сита всіх видів, наприклад, металеві та щільні сита або сита у вигляді навитого профільного дроту, як у свічкових фільтрах.
- Металева або текстильна тканина; металева тканина краще миється і дезінфікується, хоча сучасні текстильні тканини, наприклад, на основі поліпропілену (заторний фільтр-прес) за багатьма позиціями не поступаються металевим, але вони не застосовуються для фільтрування пива, оскільки гірше стерилізуються.
- Фільтруючі шари з целюлози, бавовни, кізельгуру, перліту, скляних ниток та інших матеріалів (азбест заборонено застосовувати через його шкоду здоров'ю). Сьогодні пропонуються і широко застосовуються шари, що фільтрують, різного спектру дії, аж до стерилізуючого фільтрування.
- Насипні матеріали, наприклад, гравій для фільтрування води, шари для миття з допоміжних фільтруючих засобів.

					<i>Додатки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

■ Пористі матеріали, такі як метало-керамічні сплави або спечені метали для подачі повітря в рідину.

Мембрани, виготовляються з поліуретану, поліакрилу, поліамідів, поліетилену, полікарбонату, ацетатцелюлози та інших матеріалів. Мембрани дуже тонкі (0,02-1 мкм) і, щоб уникнути розриву, їх накладають на підкладку з великими порами. Допоміжні фільтруючі засоби - це порошкоподібні матеріали (такі як кізельгур або перліт), які наминаються на фільтрувальну перегородку (тканину або сито), форма та структура якої роблять фільтрування можливим у принципі. Фільтрування взагалі можливе лише завдяки їх формі та структурі, проте допоміжні фільтруючі засоби не застосовні без фільтруючої перегородки.

Як допоміжні фільтруючі засоби в пивоварінні використовуються:

- кізельгур для фільтрування пива;
- перліт для фільтрування сусла.

Під кізельгуром розуміють викопні одноклітинні інфузорні водорості (діатоміти), що складаються з діоксиду кремнію (SiO_2). Таких водоростей налічується понад 15 000 видів. Найважливіша якість кізельгуру – висока пористість. Внаслідок пористості та особливої структури панцира, фільтруючі шари з кізельгуру утворюють дуже дрібнопористу систему, яка може затримувати частинки каламуті розміром від 0,1 мкм.

Витрата кізельгура може коливатися від 80 до 200 г/гл, становлячи середньому 150-180 г/гл. Кізельгур – не тільки дуже дорогий допоміжний матеріал; його утилізація після використання також потребує певних витрат.

					<i>Додатки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76