

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

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » лютого 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » лютого 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 10,5 млн
дал на рік з використанням ферментних препаратів**

Виконала: здобувачка 3 курсу
групи ЗТБ-3-1ск

Зейда Ірина Анатоліївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

_____ (підпис)

Рецензент Камбулова Юлія Вікторівна
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

_____ (підпис)

Ірина ЗЕЙДА

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступень – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та виноробства
_____Анатолій КУЦ

28 жовтня 2022 року

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

Зейді Ірині Анатоліївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 10,5 млн дал на рік з використанням ферментних препаратів

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

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 31 січня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Сировина для виробництва пива: солод ячмінний світлий; ячмінь, рисова січка.

4. Передбачити виробництво сортів пива Фенікс світле – 65 %, Віденське особливе – 5 %, Слава ЗСУ – 30 %

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 пивного суслу з використанням ферментних препаратів. 3. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення. 7. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання – 22 червня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

_____ **Ірина ЗЕЙДА**

Керівник роботи, доцент

_____ **Роман МУКОЇД**

ANOTATION

The selection of methods and regimes for the preparation of beer wort with the use of enzyme preparations of a brewery with a capacity of 10.5 million dal of beer per year is substantiated by the qualification work. 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 paper investigates and substantiates the possibility of using enzyme preparations available on the market in order to optimize the beer brewing process. The use of enzyme preparations makes it possible to speed up the technological cycle of production, to obtain finished products with high indicators of biological and colloid stability. The influence of enzyme preparations Laminex® MAX Flow 4G, Amylex 5T, Beerzym® AMYL HT, Beerzym® BG, EnerZyme® P7 on the process of preparation of beer wort and finished beer was studied and evaluated. The paper presents safety requirements for enzyme preparations used in breweries.

For mashing malt and unmalted raw materials, a two-boil method with preliminary preparation of decoction from rice bran was chosen. In the mash machines, uniform mixing of the mash is maintained, the possibility of lump formation, oxygen access is excluded, mash is fed to the lower part of the machines. For effective saccharification of starch, it is assumed to acidify jams to pH 5.2...5.3 by introducing lactic acid. To intensify the beer wort preparation process and improve the quality of ready-made beer, the use of enzyme preparations is provided.

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

Key words: malt, hops, enzyme preparations, beer wort, mashing.

					Анотація	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	10
2 ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР СПОСОБІВ ТА РЕЖИМІВ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ	12
2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції.....	12
2.2 Принципова технологічна схема виробництва пивного сусла з використанням ферментних препаратів	12
2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів	13
2.3.1 Ферментні препарати для корегування складу пивного сусла ...	13
2.3.1.1 Амілолітичні ферменти	15
2.3.1.2 Протеолітичні ферменти	17
2.3.1.3 Геміцелюлази	19
2.3.2 Основні ферментні препарати, які використовують у пивоварінні	20
2.3.3 Основи безпечного використання ферментів	21
2.3.4 Ефективність застосування ферментних препаратів в пивоварінні	22
2.3.4.1 Вплив ферментних препаратів на біологічну і колоїдну стійкість пива.....	26
2.3.5 Основні етапи приготування пивного сусла	28
2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми	31
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	32
3.1 Характеристика проекрованої продукції	32
3.2 Характеристика сировини	35
3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	40
4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	41
4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків	41
4.2 Продуктові розрахунки	42
4.2.1 Продуктові розрахунки пива Фенікс світле	42
4.2.2 Продуктові розрахунки пива Віденське особливе	44
4.2.3 Продуктові розрахунки пива Слава ЗСУ	47
4.3 Розрахунки необхідної кількості тари і допоміжних матеріалів	51
5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	54
6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	61

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 10,5 млн дал на рік з використанням ферментних препаратів		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Зейда І.А.			Літ.	Арк.	Аркушів
Консул.					7	75	
Керівн.		Мукоїд Р.М.			НУХТ ННІХТ ЗТБ – 3 – 1ск		
Зав. каф.		Квц А.М.					

**Пояснювальна
записка**

7 ОХОРОНА ПРАЦІ	64
7.1 Класифікація небезпек на підприємствах бродильної галузі	64
7.2 Вимоги безпеки до території підприємства, розміщення та влаштування будівель і приміщень	65
7.3 Вимоги до розміщення обладнання у виробничих приміщеннях.....	67
7.4 Забезпечення електробезпеки	67
7.5 Загальні вимоги до організації робіт підвищеної небезпеки.....	69
7.6 Вимоги до виконання робіт усередині ємностей.....	69
7.7 Особливі вимоги до проведення робіт у силосах і бункерах	71
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	73

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

ВСТУП

Більшість проблем, які виникають у пивоварінні, пов'язані з технологічними процесами. Зокрема, це проблеми, пов'язані: з якістю оцукрювання затору; значним залишком екстрактивних речовин у дробині; недостатньо інтенсивним і глибоким зброджуванням; із фільтруванням пива; його колоїдною стабільністю. Перед подібними проблемами постають як великі пивовиробництва, так і крафтові підприємства. Сьогодні спостерігається деяка трансформація поняття крафтових технологій. Якщо на початку створення крафтових пивоварень в Україні передбачалося застосування у виробництві пива тільки класичних, традиційних рецептур, то нині споживачі потребують різноманіття пивних смаків, розширення асортименту пропонованої продукції, що вимагає креативного підходу до сировини і технологій у виробництві пива. Застосування ферментних препаратів, які ефективно використовуються на великих пивоварних заводах може стати одним з напрямів вдосконалення процесу пивоваріння і на крафтових підприємствах. Саме тому дослідження ефективності застосування ферментних препаратів, доступних на ринку України, в умовах пивоварного виробництва є актуальним.

Застосування ферментних препаратів у пивоварінні дозволяє ефективніше провести гідроліз білків та полісахаридів солоду, що призводить до збільшення його екстрактивності. На ринку України представлена чимала кількість ферментних препаратів закордонного виробництва, вартість яких є високою, тому необхідним етапом є проведення оцінки ефективності і доцільності їх застосування. З урахуванням актуальності проблеми в умовах пивоварного виробництва проведення такого оцінювання варто здійснювати для кожного ферментного препарату чи їх комбінації для вибраного етапу пивоваріння з урахуванням конкретного виду пива й пивоварні.

Роботою передбачено виробництво таких сортів пива як Фенікс світле з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11 %, Віденське особливе з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,5 %, Слава ЗСУ з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12 %, що виготовляються із ячмінного світлого солоду та несолодженої сировини у вигляді ячменю та рисової січки. Потужність проектного підприємства 10,5 млн дал на рік.

Затирання солоду і несолодженої сировини здійснюється двовідварним способом з попередній приготуванням відварки з рисової січки. В заторних апаратах підтримується рівномірне перемішування затору, виключається можливість утворення комків, можливість доступу кисню. Для ефективного оцукрення крохмалю передбачається підкислення заторів до рН 5,2...5,3 внесенням молочної кислоти.

Роботу викладено на 75 сторінках і складається з 6 розділів, анотації, вступу та висновків. Графічний матеріал включає апаратно-технологічну схему варильного відділення пивзаводу потужністю 10,5 млн дал на рік, викладену на 1 аркуші А1.

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

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

Виробнича структура пивоварного підприємства являє собою змішану виробничу структуру, за якою частина дільниць спеціалізована технологічно, а решта предметно. Технологічно це означає, що дільниці спеціалізуються на виконанні певної частки технологічного процесу або окремої стадії виробничого процесу. Так виготовлення пива проходить декілька етапів:

- отримання солоду відбувається в солодовій дільниці;
- приготування сусла – у варильному відділенні;
- зброжування пивного сусла і доброджування пива проводять у бродильно-лагерному відділенні;
- освітлення та фільтрація пива у фільтрувальній дільниці;
- розливають в цехах розливу пива.

Ознакою предметної структури є те, що виготовляється тільки пиво в малому асортименті.

Крім основних на підприємстві існують допоміжні дільниці, які призначені для обслуговування, ремонту основних фондів, забезпечення запчастинами для ремонту устаткування, різними видами енергії, лабораторія призначена для постійного аналізу якості продукції і вирощування дріжджів як основного компонента у виготовленні пива. Також існують обслуговуючі господарства, що виконують роботи, які забезпечують необхідні умови для нормального перебігу основних і допоміжних процесів.

Для зберігання матеріальних цінностей на заводі є складські приміщення:

- зерносклад;
- склад готової продукції;
- транспортна і тарна дільниця.

Загальну структуру утворює сукупність всіх виробничих, невиробничих та управлінських підрозділів підприємства. Управлінські підрозділи є також і функціональними, що виконують окрему функцію управління. До функціональних підрозділів відносяться:

- планово-виробничий відділ;
- відділ заробітної плати;
- відділ кадрів;
- відділ збуту і постачання;
- бухгалтерія.

Всі організаційні підрозділи функціонують за принципами збалансованої взаємодії для досягнення єдиного результату від діяльності підприємства в цілому.

1.2 Режими роботи

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

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

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	

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

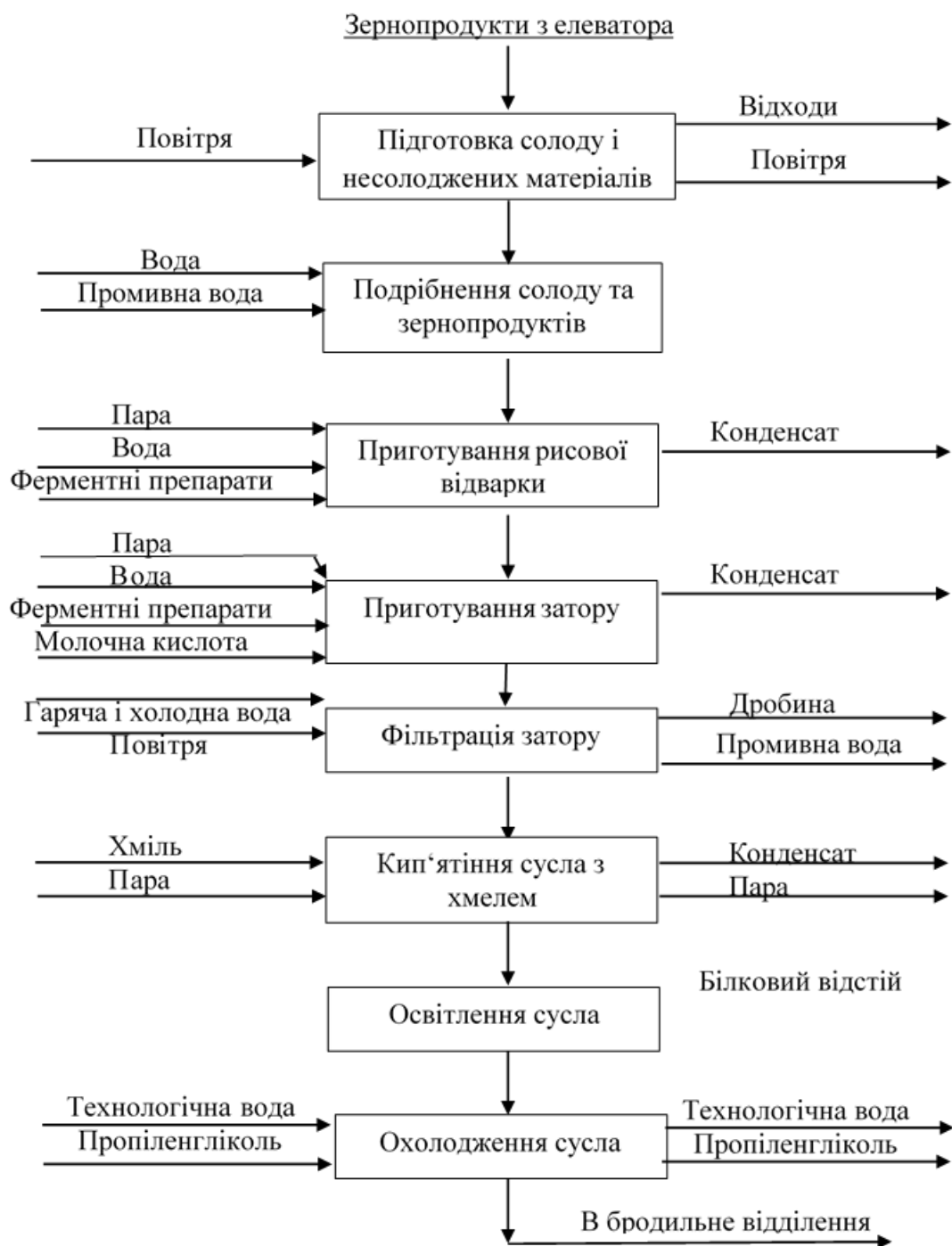


Рис. 2.1 – Принципова технологічна схема приготування пивного сусла

2.3 Аналіз і вибір технологічних способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів

2.3.1 Ферментні препарати для корегування складу пивного сусла

У процесі затирання та фільтрування затору в розчин із сировини, тобто із солоду та хмелю, переходять екстрактивні речовини. До складу екстрагованих речовин входять продукти розщеплення вуглеводів, білків, жирів, неорганічні солі, гіркі речовини хмелю та ін. При цьому на стадії затирання під дією ферментів солоду високомолекулярні речовини розщеплюються на інші речовини [14].

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

У пивоварній галузі особливу увагу приділяють ферментам груп амілаз, протеаз та геміцелюлаз. При переробці солоду високої якості власних ферментів солоду достатньо для реалізації біохімічних та фізико-хімічних процесів, які протікають при затиранні. Більше того, їх буде достатньо навіть у тому випадку, якщо 10...20 % солоду буде замінено на ячмінь. Разом з тим, при переробці недорозчинених солодів, а також при використанні в заторі несолоджених зернових матеріалів необхідно вносити ферментні препарати. На етапі отримання сусла зазвичай використовують ферментні препарати, продуцентами яких є бактерії та гриби. При виборі того чи іншого ферменту слід мати уявлення:

- про чистоту ферменту, щоб уникнути непередбачуваного ефекту від застосування ферментного препарату;
- про умови прояву максимальної активності ферменту;
- про умови денатурації ферменту, оскільки дія ферменту має бути зупинена після затирання та кип'ятіння сусла з хмелем.

Це важливо і для того, щоб не включати інформацію про фермент на етикетці. Більшість препаратів є комплексними, що містять, крім основного ферменту, ще значну кількість супутніх ферментів та білків. Тому ферментні препарати частіше класифікують за основним компонентом суміші ферментів, присутніх в даному препараті: амілолітичні, протеолітичні, ліполітичні та інші [4].

У нашій країні існує певна система присвоєння найменувань ферментним препаратам, у якій враховуються такі чинники:

- основний фермент;
- джерело отримання;
- ступінь очищення.

Активність ФП виражається в одиницях активності на 1 г ФП. За одиницю активності прийнята така кількість ферментного препарату, яка розщеплює 1 г субстрату при певних умовах. Молекулярна активність ферментних препаратів дорівнює числу молекул субстрату, які перетворюються 1 молекул ферменту за одиницю часу. Розрізняють також стандартні одиниці активності ферменту – це така кількість ферменту, що каталізує перетворення 1 мікромоля даного субстрату за 1 хвилину при заданих умовах.

До останнього часу у харчових технологіях використовували лише ферментні препарати вільних ферментів. Недоліком їх є невеликий термін використання – один виробничий цикл.

Розрізняють такі способи іммобілізації ферменту:

- ковалентне зв'язування;
- електростатичне зв'язування;
- співполімеризація;
- включення в полімер;
- інкапсулювання – це включення ферменту в капсулу, органічну чи неорганічну, яка являє собою напівпроникну мембрану.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Імобілізовані ферментні препарати поки що не набули широкого використання в промисловості і застосовуються для розділення D- та L-амінокислот.

Найбільш популярними ферментними препаратами є амілази, протеази та геміцелюлази, активність яких залежить від чистоти препарату та від фізико-хімічних умов зовнішнього середовища. Ці препарати сприяють:

- підвищенню виходу екстракту;
- прискоренню процесу оцукрювання;
- зниженню в'язкості сусла;
- прискоренню процесу фільтрації сусла;
- зменшення каламутності сусла;
- підвищенню колоїдної стійкості пива за рахунок розщеплення білків до поліпептидів.

Промислові ферментні препарати застосовують у процесі затирання під час переробки великих кількостей несоложеного зерна. Їх також вносять при фільтруванні затору. Доза препарату залежить від виду та кількості замітника солоду, якості солоду та несолодженої сировини, виду ферментів та їх активності у відповідному ферментному препараті [19].

2.3.1.1 Амілолітичні ферменти

До групи амілолітичних ферментів відносять α - та β -амілазу, глюкоамілазу, ізоамілазу, пулуланазу та деякі інші. За принципом дії на субстрат ферменти поділяють на ендо- і екзоферменти.

Закінчення «оза» означає, що це речовина (або субстрат), на яку діє фермент, наприклад, амілоза. Закінчення "аза" означає, що це фермент, який впливає на речовину (субстрат), наприклад, амілаза.

Ендоферменти. Прикладом ендоферменту є α -амілаза, яка розриває внутрішньомолекулярні зв'язки у високополімерних ланцюгах амілопектину та амілози (діє всередині молекули). Також до ендоферментів відноситься пулуланаза, але, на відміну від α -амілази, цей фермент гідролізує α -1,6-зв'язку в пулулані, амілопектині та граничних декстринах, в яких є α -1,6 зв'язку.

Екзоферменти атакують субстрат з нередукуючого кінця, відщеплюючи залежно від властивостей ферменту моно- або дисахариди, тобто діють з кінця молекули. Як приклад можна навести β -амілазу, яка відщеплює мальтозу та глюкоамілозу, яка, у свою чергу, відщеплює глюкозу [2].

При переробці великої кількості несолодженої сировини промислові ферменти заповнюють насамперед нестачу α -амілази і тим самим забезпечують повне оцукрювання заторів.

Фермент α -амілаза у першій фазі швидко розщеплює α -1,4-глюкозидні зв'язки амілози переважно на декстрини з низькою молекулярною масою. У зв'язку з цим відбуваються швидкі зміни кольору при реакції з йодним розчином. Протягом першої фази розщеплюється від 20 до 45 % амілози. Потім настає друга фаза з меншою швидкістю реакції, коли α -

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

амілаза розщеплює низькомолекулярні декстрини та в реакційній суміші підвищується вміст мальтотріози, мальтози та глюкози.

Властивості α -амілаз, що продукуються різними мікроорганізмами, можуть сильно відрізнятись за механізмом дії на субстрат і кінцевим продуктам, а також оптимальними умовами прояву максимальної активності (табл. 2.2). Вони можуть мати як розріджувальну активність (внаслідок чого різко знижується в'язкість розчину), так і оцукрювальну активність (внаслідок чого утворюються олігосахариди, не забарвлені розчином йоду).

Таблиця 2.2 – Оптимальні фізико-хімічні умови для прояву активності α -амілаз

Продуцент	pH	Температура
<i>Aspergillus niger</i>	5,8...6,2	58...60
<i>Aspergillus oryzae</i>	4,4...4,6	44...46
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	6,8...7,2	78...82
<i>Bacillus subtilis</i>	6,4...6,6	64...66

Фермент β -амілаза діє в ланцюговій реакції з α -амілазою, поступово відщеплюючи мальтозу від нередукуючого кінця ланцюга. Її дія – оцукрююча. β -амілаза не може обійти α -1,6-глюкозидні зв'язки в молекулах амілопектину, гідроліз крохмалю зупиняється на двох або трьох одиницях глюкози перед розгалуженням, утворюються граничні декстрини. Крім того, на відміну від α -амілази, вона практично не гідролізує неклеїстеризований крохмаль, тільки після клейстеризації крохмалю починає діяти цей фермент. Причому якщо субстратом є амілоза, вона практично повністю гідролізується до мальтози; якщо амілопектин – накопичується близько 54...58 % мальтози та 42...46 % декстринів. Властивості ферменту залежать від продуцента (табл. 2.3) [4].

Таблиця 2.3 – Оптимальні фізико-хімічні умови для прояву активності β -амілаз

Джерело β -амілази	pH
Ячмінь	4,5...5,0
Пшениця	4,6...6,2
<i>Bacillus megaterium</i> № 32	6,5

Амілоглюкозидаза та *пулуланаза* використовуються при переробці ячменю та інших заміників солоду, але насамперед при виробництві пива з високим ступенем зброджування. Ці ферменти розщеплюють полісахариди та продукти їхнього гідролізу в місцях розгалуження молекули, тобто ферменти, що гідролізують α -1,6-глюкозидні зв'язки. Заміна або відновлення ферментів солоду здійснюється за допомогою ферментних препаратів, що містять амілоглюкозидазу або пулуланазу. Обидва ферменти розщеплюють α -1,6-глюкозидні зв'язки розгалужених декстринів і підвищують у розчині вміст мальтози та мальтотріози (пулуланизи) та глюкози (амілоглюкозидази). При

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного суслу з використанням ферментних препаратів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

цьому амілоглюкозидаза розщеплює зв'язки α -1,4. Гідроліз починається з нередукуючого кінця ланцюгів, в результаті чого утворюється єдиний вид цукру, що редукує – глюкоза. Встановлено, що пулуланаза забезпечує більш значне підвищення ступеня зброджування, ніж амілоглюкозидаза, оскільки після її дії зі всіх цукрів, що зброджуються, утворюється переважно глюкоза.

З промислових ферментних препаратів для забезпечення оптимального розщеплення крохмалю та досягнення гарного оцукрювання сусла найбільш придатні препарати, що мають високу α -амілазну активність. Для забезпечення підвищеного ступеня зброджування використовують препарати з високою активністю амілоглюкозидази.

Механізм дії амілолітичних ферментів. Під час дослідження механізму дії амілолітичних ферментів трапляються деякі труднощі, які перш за все полягають у тому, що субстрат – крохмаль неоднорідний і має різні характеристики за ступенем полімеризації глікозидного ланцюга і кількості розгалужень [14].

Механізм впливу амілаз на субстрат розглядають з декількох позицій:

- ✓ вид дії на зв'язки (α -1,4 або α -1,6);
- ✓ тип впливу на субстрат (ендо- або екзо-);
- ✓ вплив на швидкість гідролізу ступеня полімеризації субстрату;
- ✓ можливість гідролізу олігосахаридів.

Наявність ознак амілаз, відображених в 3 і 4 позиції, при дії на лінійні субстрати може свідчити про існування у цих ферментів підцентрової структури. Ймовірно, активний центр амілази може складатися з декількох підцентрів, кожен з яких може вступати в реакції з глюкозними залишками.

2.3.1.2 Протеолітичні ферменти

Протеолітичні ферменти – це ферменти, які гідролізують сполуки пептидів, звільняючи білкові фрагменти або вільні амінокислоти.

При переробці великої кількості несолодженого зерна необхідно вносити відповідні препарати протеолітичних ферментів, які у несолодженому зерні мають низьку активність. При цьому протеази гідролізують високомолекулярні азотисті речовини до низькомолекулярних пептидів та амінокислот. Вони відіграють істотну роль у збагаченні сусла розчинними азотистими речовинами та сприяють хорошій фільтрації пива. Під впливом протеаз утворюються амінокислоти. З технологічної точки зору, протеази мають значення для забезпечення оптимальної концентрації амінокислот, необхідних для харчування дріжджів у ході головного бродіння. Тим самим вони впливають і на приріст дріжджів та опосередковано на органолептичні властивості пива [14].

Ендопептидази можуть гідролізувати глибинні пептидні зв'язки і розщепляти молекулу білка на менші фрагменти. Екзопептидази не можуть гідролізувати пептидні зв'язки, які знаходяться в середині ланцюга, і діють або з карбоксильного, або з амінного кінця ланцюга, відщеплюючи одна за одною

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

кінцеві амінокислоти. В зв'язку з цим екзопептидази поділяються на амінопептидази, карбоксипептидази і дипептидази.

Амінопептидази каталізують відщеплення N-кінцевих амінокислот, карбоксипептидази відщеплюють C-кінцеві амінокислоти, а дипептидази виявляють специфічність до дипептидних субстратів.

Поряд з цим ендопептидази (протеїнази) поділені на підгрупи, в першу чергу на підставі каталітичного механізму (будови активного центру).

Субстратна специфічність протеїназ визначається такими факторами: природою амінокислоти, яка утворює пептидний зв'язок, що гідролізується; радикалами амінокислот, віддалених від гідролізуемого пептидного зв'язку; загальною просторовою конформацією молекули білка, яка робить визначені пептидні зв'язки доступними для дії ферментів [19].

Узагальнена схема ферментативного гідролізу білків протеолітичними ферментами може бути зображена таким чином (рис. 2.2):

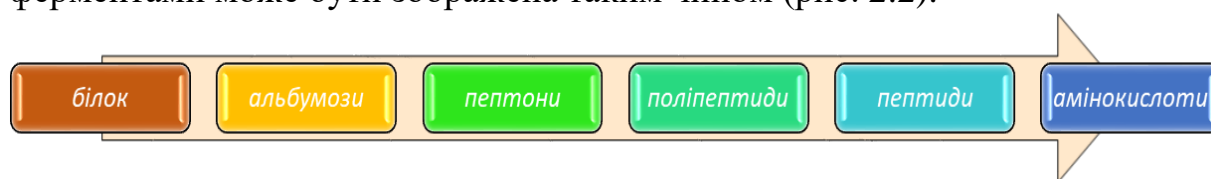


Рисунок 2.2 – Узагальнена схема ферментативного гідролізу білків

Продукти гідролізу білків розрізняються між собою за осадженням під дією різних факторів. Так, альбумози осаджуються насиченим розчином сульфату амонію, але на відміну від білків не коагулюють під час нагрівання. Пептони не осаджуються насиченим розчином сульфату амонію та під час нагрівання, але коагулюють під дією фосфорномолібденової кислоти і таніну. Поліпептиди і амінокислоти солями не осаджуються.

Ферментативне розщеплення білкових речовин, як і крохмалю, повинне розглядатися диференційовано залежно від вимог відповідного виробництва. Так, амінокислоти і прості пептиди добре засвоюються мікроорганізмами, тоді як високо- і середньомолекулярні пептиди суттєво впливають на органолептичні показники продукту, піноутворення та піностійкість.

Оптимальні умови для дії солодової протеїнази: рН 4,5...5,0; температура 50 °С. Так, при виробництві пивного сусла ферментативний гідроліз білків починають при температурах 45...50 °С, коли головним чином утворюються низькомолекулярні продукти розщеплення білка, особливо пептиди й амінокислоти. Температура 50 °С називається температурою пептонізації. Оптимальна температура обумовлює найбільш глибокий розпад білків і тому цей період називають білковою паузою. Але і при температурах 60...70 °С ферментативний гідроліз білка продовжується з накопиченням високо- і середньомолекулярних поліпептидів.

Оптимальне розщеплення високомолекулярних азотистих речовин під час приготування сусла має значення для поліпшення колоїдної стійкості пива.

Амінокислоти мають велике значення для харчування дріжджів. Дріжджі споживають як мінімум 10...14 мг α -амінного азоту на 100 см³ сусла.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Якщо цього значення не вдається забезпечити, то це приводить до зниження швидкості розмноження дріжджів, гальмування процесів бродіння і дозрівання пива, а також до збереження в пиві небажаних речовин, які надають йому букет молодого пива [12].

2.3.1.3 Геміцелюлази

Геміцелюлози – полісахариди (їх також називають некрохмальними полісахаридами), що складаються з різних моноцукорів.

До геміцелюлоз відноситься такий проблемний для пивоваріння полісахарид, як глюкан, який входить до складу клітинних стінок ендосперму. Ферменти, що розщеплюють ці цукри, називаються геміцелюлазами. Зазвичай представлені комплексами ферментів. Так, β -D-глюканази складаються з:

- шести ферментів, що каталізують розщеплення β -1,2-, β -1,3-, β -1,4-, β -1,6-зв'язків (ендоферменти);
- β -ксиланази – п'ять ферментів (ендо- та екзоферменти), β -глюкозидази (екзоферменти).

Найважливішим із цієї групи ферментів для пивоваріння є ендо- β -глюканаза, яка розщеплює високомолекулярний β -глюкан. Геміцелюлази звільняють крохмаль клітин для дії амілаз, також вони звільняють білки (для розщеплення протеолітичними ферментами) та гідролізують некрохмальні полісахариди, що знижує в'язкість та покращує фільтрування охмеленого суслу. При цьому збільшується вихід екстракту та покращуються фільтрування та якість пива.

Ферментні препарати, які мають високу активність геміцелюлаз, насамперед ендо- β -глюканази, рекомендуються для застосування як при переробці великих кількостей несолодженої сировини, так і при переробці погано розчиненого солоду [4].

Залежно від активності ферменту, що переважає в препараті, промислові ферменти використовують у наступних напрямках:

- для гідролізу крохмалю, якщо в препараті переважає активність α -амілази;
- якщо основною активністю препарату є протеолітична, то головна функція ферменту спрямована на оптимальне звільнення ферментних комплексів і розщеплення азотистих речовин;
- якщо в препараті переважає активність геміцелюлази або ендо- β -глюканази, то препарати роблять доступним субстрат для дії амілаз, протеолітичних та інших ферментів та розщеплюють некрохмальні полісахариди при одночасному зниженні в'язкості середовища.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного суслу з використанням ферментних препаратів</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		192

2.3.2 Основні ферментні препарати, які використовують у пивоварінні

В табл. 2.4 наведені деякі ферментні препарати фірм Novozymes і Quest International, які використовують в пивоварінні на етапі отримання сусла. Ферментні препарати виробляють у вигляді порошку або рідкому вигляді [1, 28, 29, 30].

Таблиця 2.4 – Ферментні препарати, які використовують при виробництві пивного сусла

Торгова назва	Активність основна (додаткова)	Мета внесення і доза препарату
Ньютраза 0,5 L (Neutrase 0.5 L)	Нейтральна протеїназа	Переробка заміників солоду для підвищення концентрації розчинних азотистих речовин
Церефло 200 L (Cereflo 200 L)	Бактеріальна ендо- β -глюканаза (α -амілаза)	Переробка несолодженої сировини, покращення фільтрування сусла і пива. Витрата 2...3 кг/т ячменю
Термаміл 120L (Termamyl 120L)	Термостабільна бактеріальна α -амілаза	Переробка несолодженої сировини. Розщеплення крохмалю
Ультрафло L (Ultraflo L)	Грибна ендо- β -глюканаза (целюлаза, пентозаназа)	Розщеплення β -глюканів, пентозанів і інших некрохмальних полісахаридів. Витрата 0,2...0,5 кг/т ячменю. Для збільшення екстрактивності сусла – 0,5 кг/т солоду
Целюкласт 1.5 L (Celluclast 1.5 L)	Грибна целюлаза, екзо- β -глюканаза, ендо- β -глюканаза	Переробка несолоджених матеріалів, збільшення в'язкості сусла, збільшення виходу екстракту
Церемікс 2XL (Ceremix 2XL)	Протеїназа, β -глюканаза, α -амілаза	Переробка несолодженої сировини. Витрата 1,4...1,8 кг/т ячменю
Церемікс 6X MG (Ceremix 6X MG)	Нейтральна протеаза, α -амілаза, β -глюканаза, целюлаза, пентозаназа	Для заміни або доповнення солодових ферментів. Витрата 0,5 кг/т ячменю або 0,1 кг/т солоду
Біоглюканаза (Bioglucanase)	Термостабільна грибна β -глюканаза	Розщеплення β -глюкану, прискорення і покращення фільтрування затору

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2.3.3 Основи безпечного використання ферментів

В даний час споживач став більш перебірливим щодо продуктів, які він вживає, особливо різних добавок та допоміжних матеріалів. Насамперед це стосується ферментів, продуцентами яких є бактерії та гриби. Тому слід звернути увагу на фактори, що сприяють інактивації ферментів і видаленню продуктів, що утворюються з сусла і пива.

Слід зазначити, що ферменти є білками, структура яких має цілком певне просторове розташування (конформацію). Більшість промислово важливих ферментів є водорозчинними речовинами, отже, можуть розчинятися й у пиві.

У готовому пиві ферментів не повинно бути, тому всі вони повинні бути видалені на одній зі стадій виробництва пива:

- із сусла (з пивною дробиною або білковим відстоєм);
- з пива (з дріжджами та під час фільтрування).

Принципи осадження ферментів ґрунтуються на особливості будови їх білкових молекул, на поверхні яких знаходяться як гідрофільні, так і гідрофобні молекули. На цьому ґрунтуються різні методи їхнього осадження. Можна виділити такі фактори, що впливають на осадження білків [14]:

- розмір молекули білка. Чим більші молекули, тим швидше вони агрегують (з'єднуються) і седиментують (осаджуються під силою тяжіння) або вилучають з сусла при додаванні осаджувачів білків, наприклад карагенанів;
- температура (термоінактивація ферментів). Більшість ферментів денатурують при низьких температурах, проте відомі деякі ферменти, які витримують температуру до 95 °С, наприклад, глюкозоізомерази та термостабільна α -амілаза. Для інактивації цих ферментів необхідно використовувати поєднану дію як рН, так і температури. За низьких температур (3...5 °С) ферменти добре осаджуються;
- величина рН має значення для осадження і денатурації ферментів. Більш повному видаленню ферментів із сусла сприяє величина рН, відповідна їх ізоелектричній точці, при якій найповніше відбувається агрегування білкових молекул. Крім того, за певної величини рН може відбуватися денатурація ферментних білків. Це пов'язано з тим, що ділянки білкової молекули набувають великої кількості зарядів одного знаку або втрачають їх, що призводить до відштовхування молекул один від одного або їх тяжіння.

Основні властивості ферментів наведено в табл. 2.5.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 2.5 – Основні властивості ферментів

Фермент	Джерело ферменту	Термо-стабільність, °С	Ізоелектрична точка (рН)
α -амілаза	<i>A.oryzae</i>	При 60 °С – 50 % активності	При рН 3,2 – 50 % активності
Термостабільна α -амілаза	<i>B.stearothermophilus</i>	При 90 °С – 50 % активності	При рН 4,3 – 50 % активності
β -амілаза	Ячмінь	–	4,65; 4,75; 4,9; 5,2
β -амілаза	Пшениця	–	4,1; 4,4; 4,9
β -амілаза	<i>B. Polymuxa</i> № 70	Нижче 50	8,35; 8,59
β -амілаза	<i>B. megaterium</i> № 32	Нижче 65	9,14
β -амілаза	<i>B. Polymuxa</i> № 3	–	4,9
β -амілаза	<i>B. Polymuxa</i> № 3	–	8,4
Глюкоамілаза	<i>Aspergillus awamori</i> X 100	Нижче 62	4,4
	<i>Aspergillus awamori</i>	Нижче 60	3,7
Пулуланаза	<i>B. Polymuxa</i>	Нижче 45	–
	<i>Bacillus</i> sp.	Нижче 60	–
	<i>Bacillus</i> sp 202-1	Нижче 55	–

2.3.4 Ефективність застосування ферментних препаратів в пивоварінні

З метою проведення глибшого гідролізу полімерів солоду і, відповідно, збільшення його екстрактивності, збільшення виходу готового продукту і підвищення колоїдної стійкості пива в пивоварінні, крім ферментних систем солоду, застосовують ферментні системи й іншого походження, наприклад, мікробного. Ферментні препарати містять цитолітичні, протеолітичні й амілолітичні ферменти, не впливають на смакові якості пива, їх легко дозувати та вони є надзвичайно ефективними. Більшість ферментних препаратів є комплексними, тобто, крім основного містять ще й супутні ферменти. Ферменти відіграють лише допоміжну роль у технологічному процесі, не впливають на органолептичні показники одержаного продукту. Ферментні препарати використовують для покращення технологічного процесу та корекції солоду низької якості. За їх допомоги покращують процес фільтрації пива, зменшують час оцукрювання, підвищують стійкість пива, подовжують його термін зберігання та інше [4, 14].

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного суслу з використанням ферментних препаратів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Забезпечення якості харчової продукції і пива, зокрема, неможливе без гарантування безпечності цієї продукції. В Україні на законодавчому рівні прийняті обов'язкові вимоги щодо впровадження та постійного застосування на підприємствах харчової промисловості процедур із забезпечення безпечності харчової продукції, заснованих на принципах Міжнародної системи НАССР, зокрема, у таких документах:

1. Закон України № 771 «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [24].

2. Закон України № 2042 «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин» [22].

3. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 590 від 01.10.2012 «Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР)». Зі змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства № 429 від 17.10.2015 [23].

На ринку України з'являються все нові ферментні препарати, тривають дослідження щодо їх впливу на технологічний процес та з'ясування безпечності їх використання. Так, для можливого використання мікробних ферментних препаратів в біотехнологічних процесах вони повинні відповідати певним вимогам. Ці вимоги стосуються складу ферментативного комплексу, оптимальних умов їх дії (рН, температура), ступеня очищення, величини активності, вмісту наповнювача, вартості та ряду інших факторів.

У ході дослідження Магорівській Г.Я. вдалося з'ясувати, що використання ферментного препарату Hytemphase у процесі затирання дає змогу збільшити вміст екстрактивних речовин та мальтози в суслі, зменшити його в'язкість, а отже, поліпшити якість пива, зменшити тривалість фільтрування, пришвидшити процес зброджування пивного сусла, контролювати його склад [17]. Встановлено, що, зважаючи на високу термостабільність ферментного препарату Hytemphase, він дає змогу здійснювати процес затирання за високих температур, тоді як власні ферменти солоду можуть бути вже інактивованими.

Шепіда Я.Ф., Сидоров Ю.І. та Новіков В.П. дослідили [2] вплив ферментного препарату «Церемікс» на час оцукрювання, густину та час фільтрації сусла пива «Прикарпатське», «Данило Галицький» та «Янтарне». Встановлено, що в результаті додавання препарату знижується в'язкість сусла та збільшується його вихід приблизно на 5 %, скорочується стадія фільтрації, підвищується продуктивність кип'ятіння сусла на 16 %. Під час введення препарату в готове пиво збільшується його колоїдна стійкість, а піностійкість не змінюється. Ферментний препарат не погіршує якість продукту. А в результаті додавання комплексу препаратів «Фунгаміл» та «Матурекс» під час бродіння вказаних марок пива процес скорочується на 1...2 доби. Якість готового виробу при цьому не змінюється, а технологічні показники виробництва покращуються.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведені Романовою З.М. дослідження впливу додавання ферментних препаратів Viscoferm та Brewtan C на стадії бродіння для підвищення стійкості пива довели доцільність використання Viscoferm – збалансованої суміші ксиланази, β-глюканази, амілази, целюлази та протеази, виробленої на основі культивування штамів роду *Aspergillus* та *Trichoderma*. Експериментально була досліджена оптимальна доза внесення препарату – 0,02 г/дал. Авторами роботи встановлено, що додавання ферментного препарату Viscoferm в концентраціях 0,02...0,04 г/дал на стадії ферментації також позитивно впливає на динаміку зброджування. Доведено, що його використання доцільніше ніж галотаніну Brewtan C на стадії бродіння. Аналіз досліджень одержаного пива показав кращі фізико-хімічні властивості в порівнянні з контрольним зразком та зразком з добавкою галотаніну; одержаний зразок заслужив також і на високу органолептичну оцінку [26].

Дослідження комплексного ферментного препарату Viscoferm продовжено у роботі Лойка С. і Романової З.М. [16] та встановлено, що кращим зразком є пиво, стабілізоване шляхом добавки комплексних ферментів Viscoferm на стадії фільтрування затору. Цей зразок пива має найнижчий таніновий показник, що вказує на найменшу кількість білків, здатних до утворення помутнінь в ньому в процесі зберігання.

Вплив ферментних препаратів на технологічний процес і якість одержаного продукту вивчалась і в роботі Кошової В.М. та Мацулевича Н.Є. Причому автори вводили ферментний препарат *Brewers Clarex* в сушло перед початком головного бродіння, а по закінченні фільтрування – ферментний препарат *Profix*. Обране дозування дозволяє прискорити технологічний цикл виробництва і отримати готову продукцію з високими показниками колоїдної стійкості. Цікаво, що на відміну від більш ранніх даних автори [13] на основі результатів проведеної дегустації встановили, що зразки готового пива, одержані з застосуванням ферментних препаратів мають кращі органолептичні властивості, а у оптимальній концентрації – найвищу дегустаційну оцінку. І метою наступної роботи [12] було дослідити, яким чином ферментні препарати впливають на колоїдну стійкість пива та безпосередньо на органолептичні показники готової продукції. Встановлено, що застосування ферментних препаратів у співвідношенні 0,175 г/дал *Brewers Clarex* (перед зброджуванням і дозріванням) і 0,2 г/дал *Profix 6500* (перед розливом) дасть змогу прискорити технологічний цикл виробництва, отримати готову продукцію з високими показниками колоїдної стійкості.

Проведений аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що питанням ефективності застосування ферментних препаратів в пивоварінні приділяється значна увага, однак переважно дослідження стосуються впливу ферментних препаратів на якість (термін придатності) готового напою, а застосування ферментних препаратів в умовах крафтових виробництв з метою збільшення виходу продукту за рахунок додаткового розрідження сусла не проводилось. Зокрема, відсутні такі відомості щодо використання ферментних препаратів *Laminex® MAX Flow 4G*, *Amylex 5T*, *Beerzym AMYL HT*, *Beerzym®*, *EnerZyme® P7*.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ферментні препарати, що застосовувалися в дослідженні, є сировиною, а точніше, технологічною добавкою, яка вводилася для поліпшення технологічних процесів пивоваріння, якості та збільшення обсягів готової продукції.

За рекомендаціями виробників ферментні препарати дозуються у невеликій кількості від 0,001 до 0,075 % до маси сировини [1, 28–30]. Ферментні препарати допускаються до застосування відповідно до чинних законодавчих норм, зокрема регламентом європейського парламенту і Ради (ЄС) № 1332/2008 від 16 грудня 2008 року про харчові ензими та внесення змін до Директиви Ради 83/417/ЄЕС [25]. Для аналізу можливості позитивного впливу на технологічний процес вивчалися такі ферментні препарати:

LAMINEX® MaxFlow 4G – це пивоварний фермент, розроблений для забезпечення високої стабільної продуктивності без шкоди для якості пива незалежно від якості сировини [28].

Відповідно до інформації розробників, він створений на основі високоспецифічних ксиланаз і β -глюканаз, LAMINEX® MaxFlow 4G значно покращує розділення сусла та фільтрацію пива. Фермент мінімізує ризик руйнування шару фільтру завдяки високій селективності щодо водорозчинних арабіноксиланів. LAMINEX® MaxFlow 4G дуже ефективний у зниженні високомолекулярного β -глюкану в усіх типах сусла, що робить розділення сусла та фільтрацію пива набагато легшим і швидшим завдяки зменшенню в'язкості сусла.

Ферментний препарат AMILEX 5T – термостабільна α -амілаза, яку одержують з генетично зміненого штаму *Bacillus licheniformis*. Використовують для корекції солоду низької якості, розрідження крохмалю зернових [1].

Beerzym® AMYL HT – це рідкий, спеціальний, ферментний препарат для розрідження крохмалю зернової сировини під час виробництва пивного сусла із солоду та несолодових матеріалів. Препарат активний за температури затирання. Продуцентом ферменту є спеціально відібраний штам бактерій *Bacillus licheniformis*. Основна активність ферментного препарату зумовлена дією термостабільної α -амілази.

Активність ферменту проявляється у широкому інтервалі рН від 5,0 до 9,0 з оптимумом за рН 6,5 за наявності субстрату та достатньої кількості йонів Кальцію та в температурному інтервалі 30...100 °С (з оптимумом за 90...95 °С) [29].

Beerzym® BG – це рідкий, спеціальний ферментний препарат для розщеплення β глюкану зернової сировини під час одержання пивного сусла. Препарат активний за температури затирання зернової сировини. Фермент одержують із спеціально відібраного штаму гриба *Penicillium emersonii*. Основна активність ферментного препарату зумовлена дією термостабільної β -глюканази. Активність ферменту проявляється у широкому інтервалі рН від 2,0 до 6,5 з оптимумом за рН 4,5 та діапазоні температур від 15 до 95 °С з оптимумом 75...85 °С [30].

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

EnerZyme® P7 – це рідкий, спеціальний ферментний препарат для протеолізу білкових речовин зерна в процесі затирання з температурою до 55 °С. Ферментний препарат одержують із спеціально відібраного штаму *Bacillus subtilis*. Основна активність препарату зумовлена дією протеїнази. Препарат також виявляє незначну α -амілазну і β -глюканазну активність.

2.3.4.1 Вплив ферментних препаратів на біологічну і колоїдну стійкість пива

Стойкість пива при зберіганні – один з важливих показників його якості. Вона визначається часом (у добі), протягом якого розлите пиво залишається прозорим.

Розрізняють *біологічну стійкість*, що характеризує стійкість пива до помутніння і появу осаду в результаті розмноження дріжджів та інших мікроорганізмів, і *білково-колоїдну*, порушення якої проявляється в утворенні небіологічного помутніння як в непастеризованому, так і в пастеризованому пиві [14].

Тому стабілізація пива – основне завдання заключного етапу пивоваріння. В основі колоїдних помутнінь пива при охолодженні лежить утворення комплексу нейтральних полісахаридів, білків, поліфенолів і іонів полівалентних металів. Частка вуглеводів, в основному у вигляді глюкози, в колоїдних частинках каламуті становить до 80 %. У білковий комплекс частинок входять глобулін, альбумін і гордеїн ячменю. В частинках каламуті знаходять 16 видів лужноземельних і важких металів. Зольність колоїдного осаду зазвичай становить 0,7...3,3 %, але може досягати 14 %. Метали беруть участь в утворенні комплексів білків і дубильних кислот, каталізують окислення дубильних речовин, що передуює їх полімеризації. Істотний внесок в скріплення колоїдних частинок вносить утворення водневих зв'язків між гідроксильними групами поліфенолів і кисневими атомами карбонільних груп білків. Основний шлях укрупнення колоїдних частинок – окислювальна полімеризація поліфенолів в присутності розчиненого кисню [19].

Для підвищення стійкості пива крім загальновідомих прийомів (переробка якісної сировини, суворе дотримання технологічних і санітарних режимів виробництва на всіх його стадіях та ін.) запропоновані фізико-хімічні (в основному адсорбційні) і ферментативні способи.

Є відомості про те, що всі випробувані стабілізатори мають негативний вплив на піностійкість пива, тому одночасно потрібне застосування і стабілізаторів піни.

Для запобігання колоїдного помутніння пива необхідно гідролізувати полімери, що входять до складу колоїдних частинок. Більшість ферментативних способів стабілізації засновано на застосуванні протеолітичних ферментів, тобто на розщепленні білкової складової колоїдних частинок. Поряд з цим використовуються препарати амілаз, глюканаз, целюлаз. В якості протеази широко застосовують папаїн, на основі якого створені різні комерційні препарати для стабілізації пива. Крім папаїну

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного суслу з використанням ферментних препаратів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

застосовується бромелаїн, фіцин, пепсин. Також пиво стабілізують за допомогою мікробних ферментних препаратів протосубтиліну, Амілоризину, Целолігнорину.

Для стабілізації пива використовують як індивідуальні ферментні препарати, так і мультиензимних композиції [19].

Встановлено ефективну дію препаратів Амілопроторизину Г10Х і Г20Х на високомолекулярні полімери сусла і молодого пива, що створює перспективу їх застосування для підвищення колоїдної стійкості пастеризованого і стабілізованого освітленого пива. Використання цих препаратів дозволяє отримувати пиво з меншою в'язкістю, більш глибоко зброджуваного, з високим вмістом спирту і меншим вмістом високомолекулярних білкових речовин. При цьому найкраще пиво за смаком, якістю піни і освітлення виходить при використанні Амілопроторизина Г20Х, що володіє високою протеолітичної активністю.

Для підвищення стійкості світлого пива можливе застосування протосубтиліна. Оптимальні умови введення препарату в охмелене сусло – температура 30 ° С, дозування препарату 2 г/гл (активність препарату 100 од/г), тривалість обробки 10...40 хв. У готовому пиві знижується вміст білкової фракції А, а стійкість після пастеризації складає 42...46 діб проти 20 діб у контролі [16].

При дії препаратів з активністю кислих екзопротеаз в суслі утворюються вільні амінокислоти, що гальмує синтез дріжджами розгалужених амінокислот – попередників вищих спиртів і діацетилю. В результаті обробки сусла препаратами Целолігнорин П10Х вміст вищих спиртів в готовому пиві знижується на 6...7 %. Цього не відбувається, якщо обробку проводять на стадії доброджування пива.

Найбільш стабільне пиво отримують, застосовуючи, комплекс ферментів, гідролізуючих азотисті, гумі-речовини, декстрини, поліфеноли і антиціаногени в поєднанні з аскорбіновою кислотою або глюкооксидазою, які додатково зберігають готове пиво від впливу кисню повітря.

Підвищення ефекту стабілізації досягається при додатковій обробці пива сорбентами, що зв'язують поліфеноли. У якості сорбентів використовують сильноосновні аніоніти на основі полістиролу, наприклад АВ-17-П, за допомогою якого з сусла і пива можна вибірково видалити 20...40 % загальної кількості поліфенолів, практично не змінюючи складу інших компонентів. Видалення поліфенолів добре впливає на життєдіяльність дріжджів, ферментативну активність, швидкість зброджування сусла.

Перспективне використання в пивоварінні, зокрема для стабілізації пива, нерозчинних іммобілізованих ферментів. До їх переваг слід віднести легкість виділення з реакційної суміші фільтрацією або центрифугуванням і можливість багаторазового використання, наприклад в якості наповнювача колони, через яку протікає пиво, в безперервному потоці [4].

Незважаючи на певні успіхи, досягнуті при застосуванні ферментних препаратів як покращувачів біологічної стійкості пива, ведеться

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

вдосконалення способів ферментативної обробки пива, можливо, шляхом поєднання їх з адсорбційними методами. Дослідження в цьому напрямку тривають. Однак слід мати на увазі, що для ефективності дії будь-яких стабілізаторів і отримання якісного пива з високою стійкістю обов'язковою умовою є суворе дотримання технології та санітарного режиму виробництва.

2.3.5 Основні етапи приготування пивного сусла

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

- підготовка зернопродуктів (очищення, сортування, подрібнення);
- переведення екстрактивних речовин зернопродуктів (крохмаль, білки тощо) у розчин, тобто сусло, в результаті приготування затору (затирання);
- фільтрування затору (відокремлення сусла);
- кондиціонування (охмелення) сусла кип'ятінням його з хмелем або хмелевими препаратами;
- освітлення і охолодження сусла [4].

Затирання є найважливішим процесом виробництва сусла. Метою затирання є переведення максимальної кількості речовин у розчинний стан за допомогою ферментів. У процесі затирання необхідно створити оптимальні температурні умови для дії ферментів. Тому вони передбачають витримування затору при температурі, найбільш сприятливій для дії пептидаз і цитолітичних ферментів, накопичуючи мальтозу або декстрини до повного оцукрювання крохмалю [14].

До цих основних температурних пауз відносять :

- 35 °С – температура початку затирання;
- 50 °С – білкова пауза;
- 64 °С – мальтозна пауза;
- 75 °С – пауза оцукрювання.

При використанні великої кількості несолоджених матеріалів у затір вводять мікробні ферментні препарати або їхні композиції й звертають при цьому увагу на створення оптимальних умов для дії різних ферментів.

Є такі способи затирання:

- Настоявальні (інфузійні);
- Відварювальні (декокційні).

Настійні способи. За цих способів використовують лише один заторний апарат, у який набирають трохи води й подають помел солоду через передзаторник для попереднього його змочування водою, щоб уникнути утворення грудок.

При переробці солоду високої якості, затирання можна починати при 60...62 °С. Затір при перемішуванні витримують 30...45 хв і нагрівають до 75 °С. За цієї температури приливають воду, поки гідромодуль не досягне величини 1:5. Затір розмішують ще 15...20 хв і залишають у спокої на 30 хв, а потім фільтрують.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Затори, виготовлені інфузійним способом, багатші на ферменти, але при переробці солоду з недостатнім ступенем розчинення вихід екстракту завжди буде нижчим, бо у твердих частинках помелу солоду у його кінчиках лишається значна кількість неоцукреного крохмалю, що й є причиною збільшення втрат екстракту.

Переваги настійного способу:

- не трудомісткий в експлуатації;
- допускають легку можливість здійснювати автоматизацію процесу.

Недоліком настійних способів являється більш складне досягнення нормальної йодної проби і відповідно – менший вихід варильного відділення при переробці солоду з поганою розчинністю. В основному цей спосіб використовують для пива верхового бродіння [4].

Тривалість настійного способу становить 1,5...2,0 год.

Способи затирання з відварками:

- З однією відваркою.

Збільшення температури досягають шляхом відбору, кип'ятіння і зворотної перекачки відварки. Починається затирання з 45...50 °С, поступово витримуючи паузу здійснюють нагрів до 64 °С, відділяють і кип'ятять відварку 15...30 хв. Потім з'єднують відварку з залишками затору з наступним підвищенням температури до 75 °С і оцукрюють.

Цей спосіб дозволяє змінювати склад побічних продуктів бродіння: концентрація етилацеталю збільшується на 70 %, а концентрація ацетальдегіду знижується на 40 %, таким чином можна змінювати аромат пшеничного пива.

- З двома відварками.

У кваліфікаційній роботі запропоновано до використання двовідварний спосіб затирання. Оскільки використовується велика кількість несолодженої сировини та різні види солоду, а також цей спосіб дозволяє перероблювати солод різної якості.

У заторний апарат набирають 1/2 або 1/3 води, необхідної для затору, потім включають мішалку, засипають подрібнену сировину і додають решту води. Класичний двовідварний спосіб починається з 50 °С. При цій температурі затір витримують 15...30 хв, далі у відварний апарат відбирають 1/3 частину заторної маси (густу частину), нагрівають її до 64 °С і витримують мальтозну паузу 15...30 хв. Потім густу частину нагрівають до 72 °С і при цій температурі витримують 20...30 хв. для оцукрювання. після цього швидко нагрівають до температури кипіння і кип'ятять 15...30 хв. Цю частину називають першою відваркою.

При працюючих мішалках першу відварку повільно перекачують до основного затору. Температура всієї заторної маси становить 63 °С і при ній витримують затір 15...30 хв. Густу частину затору перекачують знову у відварний апарат, нагрівають до 72 °С і витримують 20 хв, швидко нагрівають до кипіння і кип'ятять від 5 до 20 хв, залежно від якості солоду і сорту пива.

Другу відварку з'єднують з основною частиною затору, температура підвищується до 70 °С і при ній витримують 30 хв до повного оцукрювання. Потім затор нагрівають до 78 °С і передають на фільтрування.

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного суслу з використанням ферментних препаратів	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Двовідварний спосіб триває 3...3,5 год.

Особливим видом двовідварного способу є прискорений спосіб затирання з двома короткими відварками. Температура початку затирання в цьому випадку – 62 °С, тривалість усього процесу тільки 2 год. Він може здійснюватися також і з використанням лише однієї відварки. Так, як розщеплення β-глюкану тут не відбувається, для даного методу необхідно використовувати добре розчинний солод [19].

При переробці несолоджених продуктів більше 15 % використовують саме двовідварний спосіб затирання.

➤ З трьома відварками.

При трьохвідварному способі підвищення температури здійснюється між основними температурами затирання завдяки відбору відварок, їх кип'ятінню і з'єднанню відварки з рідкою частиною. Так, як основна частина затору досить довго знаходиться при основних температурах затирання, а густа частина інтенсивно підлягає обробці, трьохвідварний спосіб дає пиво з сильним вираженим солодовим ароматом. Оскільки, процес триває 4 – 5 год. і при цьому використовується багато енергії, то цей метод використовують дуже рідко і тільки для виготовлення спеціальних сортів темного пива.

Затирання з рисом. Одновідварний спосіб. Частину затору (1/3) відбирають і ведуть затирання в наступному режимі: температура 72 °С – 10 хв, температура 100 °С – 15 хв. Частина затору, що залишилася витримується при температурі 63 °С протягом 55 хв, після чого з'єднують відварку з затором і температура піднімається до 72 °С. При цій температурі затір витримують 20 хв до оцукрювання. Потім температура збільшується до 78 °С, затір витримується 10 хв і починають фільтрування [14].

Затирання рису з солодом високої якості. Затирання рису починають при температурі 70 °С і витримують його протягом 15 хвилин. Потім температуру підвищують до 88 °С і знову витримують 15 хвилин, в результаті чого відбувається розрідження крохмалю рису.

Паралельно при температурі 37 °С починають затирання з розрахунку 5 % від загальної витрати солоду. Витримують паузу протягом 15 хвилин, потім з'єднують відварку рису з солодовим затором, витримують при температурі 75 °С протягом 15 хвилин, після чого температуру збільшують до 100 °С і кип'ятять 25 хвилин.

Затирання основного солодового затору починають при температурі 50 °С. За цей час проходить цитоліз і протеоліз. При цій температурі затор витримують протягом 15 хвилин. Потім з'єднують рисову відварку з основним затором, в результаті чого температура підвищується до 63 °С, і витримують мальтозну паузу протягом 40 хвилин, після чого температуру піднімають до 72 °С. при цій температурі активується α-амілаза, утворюючи декстрини, мальтозу, а також невелика кількість мальтотріози і глюкози.

Пауза витримується 20 хвилин до оцукрювання. Потім температура збільшується до 78 °С і витримується 10 хвилин для кращого освітлення суслу. Далі затор подають на фільтрування [14].

					Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного суслу з використанням ферментних препаратів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Зернопродукти із складу транспортують норією 1 на шнековий транспортер 2. Транспортер 2 розподіляє зернопродукти відповідно у бункер світлого солоду 3, бункер ячменю 4 та бункер рисової січки 5.

Солод направляють на повітряно-ситовий сепаратор 6, далі солод та несолоджену сировину направляють на магнітний сепаратор 7 для видалення металевих домішок. Відходи, що утворилися в результаті очищення, йдуть на реалізацію. Необхідну кількість зернопродуктів на автоматичних вагах 8 зважують в бункер добового запасу солоду 9 та в бункер добового запасу несолодженої сировини 10.

Очищений солод і несолоджену сировину направляють на подрібнення: солод подрібнюють на дробарці кондиційованого подрібнення 11, а несолоджену сировину на дробарці сухого помелу 12. В дробарку кондиційованого подрібнення подається гаряча вода зі збірника гарячої води 28 за допомогою змішувача води 30. Подрібнені несолоджені зернопродукти надходять в бункер подрібненої несолодженої сировини 13.

Рисову січку направляють на відварку в відварний апарат для рисової січки 14. Звідки потім відцентровим насосом 15 відварку перекачують до основної маси затору в заторний апарат 16, в який подають воду зі збірника для гарячої води 28 та холодної води 29, пара підводиться з котельні, а конденсат відводиться в котельню. Затирання проводять двовідварним способом.

Готовий затір насосом 15 перекачують у фільтр-апарат 17, до нього підводять гарячу воду із збірника 28. Перші порції сусла повторно перекачують у фільтр-апарат 17 насосом 15. Утворена дробина зберігається у збірнику дробини 20, після чого надходить на реалізацію. Після вилужування дробини до вмісту сухих речовин 0,5 % промивну воду направляють у збірник промивної води 19, звідки, при потребі, направляють в заторний апарат 16. Відфільтроване сусло подають у збірник сусла 18, звідки насосом 15 перекачується для нагрівання у пластинчатий теплообмінник, в якості теплоагента використовується гаряча вода із збірника 28.

Далі нагріте сусло перекачують в сусловарильний апарат 22. Охмелення сусла відбувається шляхом його циркуляції через збірники хмелю 23. Для попереднього нагріву сусла перед подачею в сусловарильний апарат встановлено накопичувач енергії 25, з нижньої частини якого вода температурою 75 °С за допомогою відцентрового насоса 15 поступає в труби конденсатора теплообмінника 24, в якому підігрівається до температури 97 °С вторинними парами сусловарильного апарату і далі повертається у верхню частину накопичувача енергії 25.

Охмелене сусло насосом 15 перекачують на освітлення на гідроциклонному апараті 26 та охолодження на пластинчатому теплообміннику 27.

					<i>Обґрунтування та вибір способів та режимів приготування пивного сусла з використанням ферментних препаратів</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

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

У кваліфікаційній роботі розглянуто пиво Фенікс світле, Віденське особливе та Слава ЗСУ. Рецептúra проектованих сортів пива наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 — Рецептúra проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Витрата зернопродуктів на 1 дал		Гіркота сула, г/дал	Примітка
		Найменування зернопродукту	%		
Фенікс світле	11,0	Солод світлий	84	0,99	світле
		Рисова січка	16		
Віденське особливе	12,5	Солод світлий	70	0,99	світле
		Ячмінь	30		
Слава ЗСУ	12,0	Солод світлий	100	1,2	світле

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

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пива за ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови» наведені в табл. 3.2-3.5 [7].

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники якості проектованих сортів пива

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

Смак	Чистий, зброджений, солодовий з хмеллювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмеллювою 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 хмеллювою 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 хмеллювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з вираженим присмаком карамельного або паленого солоду, з присмаком дріжджів, з хмеллювою 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
Фенікс світле	11	2,8	1,2-2,8	0,2-1,8	0,30
Віденське особливе	12,5	3,4	1,3-3,2	0,2-1,8	0,33
Слава ЗСУ	12	3,4	1,3-3,2	0,2-1,8	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

					Характеристика проєктованої продукції	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

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	пиво в пляшках, металевих банках та інших видах споживчої тари		
	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

					<i>Характеристика проектованої продукції</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

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 [27].

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» [6].

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		35

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 4282:2018 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови» [8].

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		36

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» [10].

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 [5].

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		38

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 [5].

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 сусла 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 проєктованих сортів пива передбачене використання ферментних препаратів.

Ферментні препарати застосовують для інтенсифікації процесів приготування пивного сусла, бродіння та доброджування. Виробниками рекомендовано задачу ферментних препаратів в кількості 10...200 од. акт./дм³ сусла; час дії – залежно від технологічної задачі.

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Вимоги до якості основних і допоміжних матеріалів наведені в табл. 2.15 [9, 18].

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		40

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 [27].

Кваліфікаційною роботою передбачено випуск пива Фенікс світле з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11 %, Віденське особливе з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12,5 %, Слава ЗСУ з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12 %. Продуктивність підприємства 10,5 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 %, Фенікс світле	12,5 %, Віденське особливе	12 %, Слава ЗСУ
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	6,3
У цеху бродіння, % від об'єму холодного сусла	2,5	2,2	2,2
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива	1,75	2,2	2,4
Під час розливу, % від об'єму фільтрованого пива:			
у пляшки (за вирахуванням поверненого пива)	2,5	2,5	2,5
у кеги (так само як у пляшки)	0,5		
Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до готового пива)	2,5	2,5	12,8
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	9,2
Під час пастеризації пива в пляшках, % від об'єму пастеризованого пива	8,3	9,3	2,2

4.2 Продуктові розрахунки

4.2.1 Продуктові розрахунки пива Фенікс світле

Пиво Фенікс світле з початковою концентрацією сусла 11 % готують із застосуванням 84 % ячмінного світлого солоду та 16 % рисової січки, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 84 кг солоду світлого та 16 кг рисової січки.

З урахуванням вологості солоду 5,6 % і рисової січки 11 % в заторі міститься сухих речовин:

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

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

Всього кількість сухих речовин, яка надходить на подрібнення:

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

Прийmemo екстрактивність солоду 76 %, а рисової січки 80 % від маси сухих речовин. 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:

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

Визначення проміжних продуктів

Гаряче сусло. Згідно до проведених розрахунків, в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин – 70,398 кг;

З урахуванням встановленої концентрації пива Фенікс світле – 11 % із отриманої кількості екстрактивних речовин отримають сусла:

$$70,398 \cdot 100 / 11 = 640 \text{ кг;}$$

Об'єм сусла за температури 20 °С (при відносній густині сусла Фенікс світле – 1,04420):

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

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

$$612,9 \cdot 1,04 = 637,41 \text{ дм}^3;$$

Холодне сусло. Відповідно з нормами технологічних втрат втрати сусла у відстої при сепаруванні та на змочування трубопроводів приймають для пива Фенікс світле – 5,8 % до об'єму гарячого сусла, приведенного до об'єму за температури 20 °С.

Отже, об'єм холодного сусла:

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

Фільтроване пиво. Втрати у бродильному і фільтраційному відділенні складають до об'єму пива Фенікс світле - 2,5 %. З урахуванням втрат кількість фільтрованого пива:

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

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

Готове пиво. Втрати готового пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі у пляшки складають 2,5 %.

Отже, кількість готового пива буде:

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

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

$$640 - 570,8 = 69,2 \text{ дм}^3;$$

або ж у % до об'єму гарячого суслу:

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

Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Хміль та хмелепродукти. Витрати хмелю при виробництві пива розраховують за формулою [20]:

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

де $N_{\text{п}}$ – норма хмелю на 1 дал готового пива; $\Gamma_{\text{с}}$ – норма гірких речовин на 1 дал гарячого 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, %.

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

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

Ферментні препарати. Для виробництва пива Фенікс світле 11 %-го з використанням 84 % ячмінного світлого солоду та 16 % рисової січки, передбачено використання ферментного препарату Lumizyme.

На 1 т зерно продуктів необхідно 10 тис. амілазних одиниць, а на 1 дал пива:

$$\frac{1,75 \cdot 1000}{1000 \cdot 100} = 0,0175 \text{ г,}$$

де – 1,75 витрата зернопродуктів на виробництво 1 дал 13 %-го темного пива, кг.

Молочна кислота. Витрату для підкислення затору розраховують як 0,08 кг 100 %-ї молочної кислоти на 100 кг зернової сировини або 0,2 кг 40 %-ї молочної кислоти до маси зернопродуктів [9].

Визначення кількості відходів.

Пивна дробина. Кількість пивної дробини, що утворюється з вологістю 86 % розраховують множенням кількості СР, що залишилися в дробині, на коефіцієнт 7,14. Кількість пивної дробини, що утворюється при варці пивного суслу:

$$23,138 \cdot 7,14 = 165,2 \text{ кг};$$

Білковий відстій. На кожні 100 кг витрачених зернопродуктів утворюється 1,75 кг білкового відстою з вологістю 80 %.

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

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.

Зазвичай половину надлишкових дріжджів можна використати в якості засівних, інша половина – є відходом. Кількість дріжджів, що йде на відходи, розраховують множенням кількості готового пива в дм³ на 0,01:

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

Діоксид вуглецю. З рівняння спиртового бродіння розраховують, що із 342 г зброженої мальтози утвориться 176 г діоксиду вуглецю. Приймають, що зброжений екстракт являє собою мальтозу, отже можна підрахувати кількість утвореного діоксиду вуглецю. У бродильне відділення поступило холодного пивного сусла (з відносною густиною сусла Фенікс світле – 1,04420):

$$600,44 \cdot 1,04420 = 626,97 \text{ кг};$$

У ньому міститься екстрактивних речовин:

$$626,97 \cdot 0,11 = 68,97 \text{ кг};$$

За дійсного ступеня зброжування пива Фенікс світле утворюється діоксиду вуглецю 52,5 %:

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

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

$$626,97 \cdot 0,0035 = 2,19 \text{ кг};$$

В атмосферу виділяється наступна кількість діоксиду вуглецю:

$$18,63 - 2,19 = 16,44 \text{ кг};$$

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

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

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

4.2.2 Продуктові розрахунки пива Віденське особливе

Пиво Віденське особливе з концентрацією початкового сусла 12,5 % готують із застосуванням 70 % ячмінного світлого солоду і 30 % несолодженого ячменю, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 70 кг світлого солоду і 30 кг ячменю.

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

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

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

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

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

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

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

					Технологічні розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

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:

$$92,18 - 68 = 24,18 \text{ кг.}$$

Визначення проміжних продуктів

Гаряче сусло. Згідно до проведених розрахунків, в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин – 68 кг;

З урахуванням встановленої концентрації Віденське особливе – 12,5 % із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

$$68 \cdot 100 / 12,5 = 544 \text{ кг;}$$

Об'єм сусла за температури 20 °С (при відносній густині сусла Віденське особливе – 1,05050):

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

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

$$517,84 \cdot 1,04 = 538,55 \text{ дм}^3;$$

Холодне сусло. Відповідно з нормами технологічних втрат втрати сусла у відстої при сепаруванні та на змочування трубопроводів приймають для пива Віденське особливе – 6,35 % до об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму за температури 20 °С.

Отже, об'єм холодного сусла:

$$538,551 \cdot (1 - 0,0635) = 504,35 \text{ дм}^3;$$

Фільтроване пиво. Втрати у бродильному і фільтраційному відділенні складають до об'єму пива Віденське особливе – 2,2 %. З урахуванням втрат кількість фільтрованого пива:

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

Готове пиво. Втрати готового пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі у пляшки складають 2,5 %.

Отже, кількість готового пива буде:

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

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

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

або ж у % до об'єму гарячого сусла:

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

Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Хміль та хмелепродукти. Витрати хмелю при виробництві пива розраховують за формулою [27]:

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

де $N_{\text{п}}$ – норма хмелю на 1 дал готового пива; $\Gamma_{\text{с}}$ – норма гірких речовин на 1 дал гарячого сусла; α – масова частка α -кислот, %; 1 – величина гіркоти β -

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

фракцій в хмелі, %; W – масова частка вологи в хмелі, %; $V_{тр}$ – втрати по рідкій фазі, %.

Для виробництва використано сорт хмелю Магнум, Γ_c становить 0,99, вміст α -кислоти – 11 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до готового пива – 11,59 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

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

Ферментні препарати. Для виробництва пива Віденське особливе 12,5 %-го рецептурою передбачено використання 70 % ячмінного світлого солоду, 30 % – ячменю та амілолітичний ферментний препарат Amylex 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. Витрату для підкислення затору розраховують як 0,08 кг 100 %-ї молочної кислоти на 100 кг зернової сировини або 0,2 кг 40 %-ї молочної кислоти до маси зернопродуктів [9].

Визначення кількості відходів.

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

$$24,18 \cdot 7,14 = 172,64 \text{ кг;}$$

Білковий відстій. На кожні 100 кг витрачених зернопродуктів незалежно від найменування пива утворюється 1,75 кг білкового 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.

Зазвичай половину надлишкових дріжджів можна використати в якості засівних, інша половина – є відходом. Кількість дріжджів, що йде на відходи, розраховують множенням кількості готового пива в дм³ на 0,01:

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

Діоксид вуглецю. З рівняння спиртового бродіння розраховують, що із 342 г зброженої мальтози утвориться 176 г діоксиду вуглецю. Приймають, що зброжений екстракт являє собою мальтозу, отже можна підрахувати кількість утвореного діоксиду вуглецю. У бродильне відділення поступило холодного пивного сусла (з відносною густиною сусла Віденське особливе – 1,05050):

$$504,35 \cdot 1,05050 = 529,82 \text{ кг;}$$

У ньому міститься екстрактивних речовин:

$$529,82 \cdot 0,125 = 74,1 \text{ кг;}$$

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

За дійсного ступеня зброджування пива Віденське особливе утворюється діоксиду вуглецю 54 %:

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

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

$$529,82 \cdot 0,0035 = 1,85 \text{ кг};$$

В атмосферу виділяється наступна кількість діоксиду вуглецю:

$$20,59 - 1,85 = 18,74 \text{ кг};$$

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

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

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

4.2.3 Продуктові розрахунки пива Слава ЗСУ

Пиво Слава ЗСУ з початковою концентрацією сусла 12 % готується з застосуванням 100 % солоду ячмінного світлого, тобто в 100 кг вихідної сировини знаходиться 100 кг солоду.

Під час полірування солоду втрати становлять 0,1 %, або $100 \cdot 0,001 = 0,1$ кг.

На подрібнення солоду поступає:

$$100 - 0,1 = 99,9 \text{ кг}.$$

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

$$\text{в солоді} - 99,9 \cdot (1 - 0,056) = 94,30 \text{ кг}.$$

Приймаємо екстрактивність світлого сухого солоду 76 % від маси сухих речовин. Тоді, вміст екстрактивних речовин в сировині:

$$\text{в солоді} - 94,30 \cdot 0,76 = 71,67 \text{ кг}.$$

Всього екстрактивних речовин міститься 71,67 кг.

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

$$71,67 \cdot (1 - 0,022) = 70,1 \text{ кг}.$$

Кількість сухих речовин, що залишається в дробині:

$$94,30 - 70,1 = 24,2 \text{ кг}.$$

Визначення проміжних продуктів

Гаряче сусло. Із проведених розрахунків в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин – 70,1 кг.

При встановленій концентрації пива Слава ЗСУ – 12% із отриманої кількості екстрактивних речовин отримують сусла:

$$70,1 \cdot 100/12 = 584,17 \text{ кг};$$

Об'єм сусла при 20 °С (при відносній густині сусла Слава ЗСУ – 1,04840):

$$584,17/1,04840 = 557,2 \text{ дм}^3;$$

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

$$557,2 \cdot 1,04 = 579,5 \text{ дм}^3;$$

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

Холодне сусло. Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Слава ЗСУ – 6,3 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20 °С.

Таким чином, об'єм холодного сусла:

$$579,5 \cdot (1 - 0,063) = 543,0 \text{ дм}^3;$$

Молоде пиво. Витрати у бродильному цеху складають до об'єму пива Слава ЗСУ - 2,2 %. За таких втрат кількість молодого пива:

$$543,0 \cdot (1 - 0,022) = 531,05 \text{ дм}^3;$$

Фільтроване пиво. Витрати під час доброджування і фільтрування становлять до об'єму молодого пива Слава ЗСУ – 2,4 %. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

$$531,05 \cdot (1 - 0,024) = 518,3 \text{ дм}^3;$$

Готове пиво. Втрати готового пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі пляшки складають 2,5 %. і під час розливу у кеги — 0,5 %. Пиво Слава ЗСУ розливається у пляшки — 25 %, в кеги — 75 % в процентному співвідношенні від загальної кількості. За таких умов середньозважені втрати пива Слава ЗСУ дорівнюють:

$$0,25 \cdot 2,5 + 0,75 \cdot 0,5 = 1,0 \%$$

Отже, кількість готового пива буде:

$$518,3 \cdot (1 - 0,01) = 513,1 \text{ дм}^3;$$

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

$$579,5 - 513,1 = 66,4 \text{ дм}^3;$$

або у % до об'єму гарячого сусла:

$$66,4 \cdot 100 / 579,5 = 11,45 \%$$

Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Хміль та хмелепродукти. Витрати хмелю розраховують за формулою:

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

де $N_{\text{п}}$ – норма хмелю на 1 дал готового пива; $\Gamma_{\text{с}}$ – норма гірких речовин на 1 дал гарячого сусла; 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, %.

Для виробництва використано сорт хмелю Нагет, $\Gamma_{\text{с}}$ становить 1,2, вміст α -кислоти – 12 %. Втрати по рідкій фазі від гарячого сусла до готового пива – 10,65 %, вологість гранульованого хмелю – 12%.

$$N_{\text{п}} = \frac{1,2 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(12 + 1) \cdot (100 - 12) \cdot (100 - 11,45)} = 11,85 \text{ г/дал.}$$

Ферментні препарати. Для виробництва пива Слава ЗСУ 12 %-го використовують 100 % світлого ячмінного солоду, також передбачено використання ферментного препарату Lumizyme в кінці затирання. На 1 т зернопродуктів необхідно 10 тис. амілазних одиниць, а на 1 дал пива:

									Арк.
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки				

$$\frac{1,95 \cdot 1000}{1000 \cdot 100} = 0,0195 \text{ г,}$$

де – 1,95 витрата зернопродуктів на виробництво 1 дал 12 %-го пива Слава ЗСУ, 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 [9].

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:

$$24,2 \cdot 7,14 = 172,79 \text{ кг;}$$

Білковий відстій. Із 100 кг витрачених зернопродуктів 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 готового пива в дм³ на 0,01:

$$513,1 \cdot 0,01 = 5,131 \text{ дм}^3;$$

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

$$543,0 \cdot 1,04840 = 569,3 \text{ кг;}$$

У ньому міститься екстрактивних речовин:

$$569,3 \cdot 0,12 = 68,32 \text{ кг;}$$

За дійсного степеню зброжування пива Слава ЗСУ утворюється діоксиду вуглецю 62,5 %:

$$68,32 \cdot 0,625 \cdot 176 / 342 = 21,97 \text{ кг;}$$

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

$$569,3 \cdot 0,0035 = 1,99 \text{ кг;}$$

Виділяється в атмосферу така кількість діоксиду вуглецю:

$$21,97 - 1,99 = 19,98 \text{ кг;}$$

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:

$$19,98 \cdot 1,832 = 36,6 \text{ м}^3;$$

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

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

										Арк.
										49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні розрахунки					

Таблиця 4.2 – Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Найменування продукту	Фенікс світле на			Віденське особливе на			Слава ЗСУ на			Сума
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	4,2 млн дал на рік	100 кг зернової сировини	1 дал пива	3,15 млн дал на рік	100 кг зернової сировини	1 дал пива	3,15 млн дал на рік	10,5 млн дал на рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Зернова сировина, кг:										
Світлий солод	84	1,47	6 174 000	70	1,455	4 583 250	100	1,95	6 142 500	16 899 750
Рисова січка	16	0,28	1 176 000	–	–	–	–	–	–	1 176 000
Ячмінь	–	–	–	30	0,624	1 965 600	–	–	–	1 965 600
Всього, кг	100	1,75	7 350 000	100	2,079	6 548 850	100	1,95	6 142 500	20 041 350
Хмелепродукти, кг:										
Хміль гранульований:										
Магнум	–	0,0105	44 100	–	0,0106	33 390	–	–	–	77 490
Нагет	–	–	–	–	–	–	–	0,01185	37 327,5	37 327,5
ФП	–	0,0175	73 500	–	0,0208	65 520	–	0,0195	61 425	200 445
Молочна к-та 100 %-ва	0,08	–	336 000	0,08	–	252 000	0,08	–	252 000	840 000
Проміжні продукти, дм ³ :										
Гаряче сусло	637,41	11,16	46 872 000	538,55	11,19	35 248 500	579,5	11,29	35 563 500	117 684 000
Холодне сусло	600,44	10,51	44 142 000	504,35	10,48	33 012 000	543,0	10,58	33 327 000	110 481 000
Фільтроване пиво	585,43	10,25	43 050 000	493,25	10,25	32 287 500	518,3	10,1	31 815 000	107 152 500
Готове пиво	570,8	10	42 000 000	480,92	10	31 500 000	513,1	10,0	31 500 000	105 000 000
Відходи, кг:										
Пивна дробина	165,2	2,89	12 138 000	172,64	3,58	11 277 000	172,79	3,37	10 615 500	34 030 500
Відстій білковий	1,75	0,03	126 000	1,75	0,036	113 400	1,75	0,034	107 100	346 500
Надлишкові дріжджі, дм ³	5,7088	0,1	420 000	4,8092	0,1	315 000	5,131	0,1	315 000	1 050 000
Діоксид вуглецю	16,44	0,28	1 176 000	18,74	0,39	1 228 500	19,98	0,39	1 228 500	3 633 000

4.3 Розрахунки необхідної кількості тари і допоміжних матеріалів

Пляшки. За даними табл. 2.1 у скляні пляшки місткістю 0,5 дм³ розливають пива Слава ЗСУ — 25 %, Фенікс світле — 100 % і Віденське особливе — 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; K_6 — 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 1,05 млн дал пива Слава ЗСУ розливають у пляшки місткістю 0,5 дм³ і 3,15 млн дал пива в кеги. Отже, річна потреба загальної кількості пляшок місткістю 0,5 дм³, а також оборотних і нових:

$$N_{\text{пл.заг}} = \frac{7\,350\,000 \cdot 10 \cdot 100}{0,5(100 - 3,1)} = 151\,702\,786 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{пл.нов}} = \frac{7\,350\,000 \cdot (5 + 3,1)}{100 \cdot 0,5} = 1\,190\,700 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{пл.об}} = \frac{7\,350\,000 \cdot 10}{0,5 \cdot 40} = 3\,675\,000 \text{ шт.}$$

Кеги. Приймаємо, що пиво розливають у кеги місткістю 5 дм³. Кількість обертів кегів на рік — 40, потреба у нових кеггах — 10 % від кількості оборотних. Загальну кількість кегів розраховують за формулою

$$N_{\text{заг.кег}} = Q_{\text{кег}} / V_{\text{кег}} \text{ шт.},$$

де $Q_{\text{кег}}$ — об'єм пива, що розливають у кеги за рік, дал; $V_{\text{кег}}$ — об'єм кега, дм³.

В кеги розливають 3,15 млн. дал пива на рік, тому потрібно мати кегів місткістю 5 дм³

$$N_{\text{заг.кег}} = 3\,150\,000 / 5 = 630\,000 \text{ шт.}$$

Потрібна кількість оборотних і нових кег:

$$N_{\text{кег.об}} = 877\,600 / 40 = 21\,940 \text{ шт.},$$

$$N_{\text{кег.нов}} = 21\,940 \cdot 0,1 = 2\,194 \text{ шт.}$$

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

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

$$N_{\text{гофр}} = \frac{73\,500\,000}{0,5 \cdot 20 \cdot 0,999} = 7\,357\,357 \text{ шт}$$

Для обгортання гофрлоток потрібно термозбіжної плівки ПЕТ

$$G_{\text{плПЕТ}} = \frac{7\,357\,357 \cdot 40}{1000} = 294\,294 \text{ кг}$$

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

$$73\,500\,000 \cdot 2 \cdot 1,045 = 153\,615\,000 \text{ шт.}$$

Етикетки для пляшкової і кегової продукції. За нормами технологічного проектування витрата етикеток для пляшкової продукції становить 20,9 шт./дал пива, а для кегової продукції – 0,2 шт./дал пива. Отже, потрібно етикеток для пляшок і кегів:

$$\text{для пляшок} — 73\,500\,000 \cdot 20,9 = 1\,536\,150\,000 \text{ шт.};$$

$$\text{для кегів} — 31\,500\,000 \cdot 0,2 = 6\,300\,000 \text{ шт.}$$

Миття пляшок. На річний випуск пляшкового пива потрібно лугу

$$G_{\text{луг}} = \frac{7\,350\,000 \cdot 1000}{0,5 \cdot 1\,000\,000} = 14\,700 \text{ кг}$$

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

$$(1\,536\,150\,000 + 6\,300\,000) \cdot 0,275 / 1000 = 424\,173,75 \text{ кг}$$

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.:	637 406,7	151 702 786
оборотні	5 002,9	1 190 700
нові	15 441,2	3 675 000
Кеги, шт., в т. ч.:	2 647,1	630 000
оборотні	66,2	15 750
нові	6,6	1 575
Гофрлотки для вкладання пляшок, шт	30 913,3	7 357 357

Закінчення табл. 4.3

1	2	3
Плівка ПЕТ для обгортання гофролотків, кг	1 236,5	294 294
Кронен-корка на пляшки, шт.	645 441,2	153 615 000
Етикетки, шт., на: пляшки кеги	6 454 411,8 26 470,6	1 536 150 000 6 300 000
Луг, кг	61,8	14 700
Клей для наклеювання етикеток, кг	1 782,2	424 173,75

					<i>Технологічні розрахунки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок кількості та підбір технологічного й допоміжного обладнання, із застосуванням якого реалізується технологічний процес виконують відповідно до виробничої потужності, прийнятої технологічної схеми, результатами продуктових розрахунків, матеріальними балансами та потужністю серійного обладнання [20]. При виборі обладнання перевагу віддають сучасному обладнанню, яке виробляється серійно, максимально задовольняє технологічні вимоги та відповідає за продуктивністю фактичній потужності операції.

Розрахунок:

Загальна річна потреба у зернопродуктах:

$$G = q \times Q$$

Для пива Фенікс світле (11 %):

$$G = 1,75 \times 4\,200\,000 = 7\,350\,000 \text{ кг} = 7\,350 \text{ т};$$

для Віденське особливе (12,5 %):

$$G = 2,079 \times 3\,150\,000 = 6\,548\,850 \text{ кг} = 6\,548,85 \text{ т};$$

для Слава ЗСУ (12 %):

$$G = 1,95 \times 3\,150\,000 = 6\,142\,500 \text{ кг} = 6\,142,5 \text{ т};$$

$$G_{\text{річне}} = 7\,350 + 6\,548,85 + 6\,142,5 = 20\,041,35 \text{ т}.$$

Варильний агрегат. Добова витрата зернопродуктів в найбільш напружений період року складає:

$$G_{\text{доб}} = \frac{G_p * K_{\text{кв}}}{\tau}$$

де G_p — річна переробка зернопродуктів, т;

$K_{\text{кв}}$ — частка річного об'єму продукції заводу, що виробляється у найнапруженіший квартал, т (30 %);

Згідно з нормами технологічного проектування варильний цех у не ремонтний місяць працює 29 днів.

$$G_{\text{доб}} = \frac{20\,041,35 \cdot 0,3}{29 \cdot 3} = 69,108 \text{ т} = 70 \text{ т/добу}.$$

Підбираємо 1 чотирьохпаратний агрегат із кількістю варок на добу 7. До складу варильного агрегату входить заторний апарат, фільт-прес, сусловарильний апарат та гідроциклонний апарат типу «Вірпул».

Засип на 1 варку:

$$\frac{70}{7} = 10 \text{ т}.$$

Норія для солоду. Норія для відпуску солоду з зерносховища працює кожен день протягом 4,5 год. Тоді продуктивність її повинна бути не менше:

$$70/4,5 = 15,55 \text{ т/год}$$

Підбираємо норію НЦГ-50 з продуктивністю 50 т/год по «важкому» зерну насипною масою $0,76 \text{ т/м}^3$. При транспортуванні солоду насипною масою $0,53 \text{ т/м}^3$, коефіцієнті використання норії 0,85, продуктивність її становить:

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунки та підбір технологічного обладнання				

$$\frac{50 * 0,53 * 0,85}{0,76} = 29,64 = 30 \text{ т/год}$$

Шнековий транспортер повинен бути такою продуктивністю як і норія, 30 т/год.

Ваги автоматичні для зважування солоду повинні мати таку ж потужність як і норія. Обираємо ваги марки КМЗКО продуктивністю 20-60 т/год. Габаритні розміри: 1500×1700×1850 мм.

Бункери виробничого запасу зернопродуктів. Відповідно до норм технологічного проектування загальна місткість бункерів повинна дорівнювати добовому запасу зернопродуктів, тобто 70 т. Виходячи із розрахунків продуктів, бункери виробничого запасу зернопродуктів розраховують для наступної сировини: 100 % світлого солоду; 30 % ячменю; 16 % рисової січки.

Об'єм добового запасу солоду розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{доб. солоду}} = \frac{G_{\text{доб}}}{0,53} \cdot 1,1 \text{ м}^3,$$

де 0,53 – об'ємна маса товарного солоду; 1,1 – коефіцієнт запасу місткості при повному заповненні бункера.

Об'єм бункера добового запасу світлого солоду:

$$V_{\text{доб. св. сол}} = \frac{70 \cdot 1}{0,53} \cdot 1,1 = 145,3 \text{ м}^3.$$

Об'єм бункера добового запасу ячменю:

$$V_{\text{доб. ячм.}} = \frac{70 \cdot 0,30}{0,53} \cdot 1,1 = 43,6 \text{ м}^3.$$

Об'єм бункера добового запасу рисової січки:

$$V_{\text{доб. рис. січ.}} = \frac{70 \cdot 0,16}{0,53} \cdot 1,1 = 23,3 \text{ м}^3.$$

Обираємо 1 бункер для світлого солоду об'ємом 150 м³, 1 бункер для ячменю об'ємом 45 м³, 1 бункер для рисової січки об'ємом 30 м³. Проектуємо бункери квадратного перерізу із пірамідальним днищем.

Геометричні розміри бункера для *світлого солоду* при стороні квадрата $a = 5$ м і куті відкосу 30° будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \text{tg } \alpha \cdot a \text{ м,}$$

де $\text{tg } \alpha$ – кут природнього відхилення зерна (для солоду $\alpha = 30^\circ$; $\text{tg } 30^\circ = 0,5774$).

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} * 0,5774 * 5 = 2,04 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} * h_1, \text{ м,}$$

де V – це об'єм бункера для солоду, 150 м³.

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

$$h = \frac{150}{4^2} - \frac{1}{3} * 2,04 = 8,7 \text{ м.}$$

Геометричні розміри бункера для *ячменю* при стороні квадрата $a = 4 \text{ м}$ і куті відкосу 30° будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} * 0,5774 * 4 = 1,63 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} * h_2, \text{ м,}$$

де V – це об'єм бункера для ячменю, 45 м^3 .

$$h = \frac{45}{4^2} - \frac{1}{3} * 1,63 = 2,27 \text{ м.}$$

Геометричні розміри бункера для *рисової січки* при стороні квадрата $a = 2 \text{ м}$ і куті відкосу 30° будуть наступні:

Висота пірамідальної частини:

$$h_3 = \frac{\sqrt{2}}{2} * 0,5774 * 2 = 0,82 \text{ м.}$$

Висота прямокутної частини:

$$h = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} * h_3, \text{ м,}$$

де V – це об'єм бункера для рисової січки, 30 м^3 .

$$h = \frac{30}{4^2} - \frac{1}{3} * 0,82 = 1,6 \text{ м.}$$

Повітряно-ситовий сепаратор для очищення солоду від домішок обираємо марки А1-БІС-100 продуктивністю $8,3 \text{ т/год}$. Габаритні розміри $2700 \times 2790 \times 2670 \text{ мм}$; маса – 1450 кг .

Підбираємо *магнітний сепаратор* Оліс з електродвигуном ХWD 1,5-4-35. Продуктивність даного апарату – $4 \dots 6 \text{ т/год}$. Потужність електродвигуна – $1,3 \text{ кВт}$; розміри барабану – $800 \times 800 \text{ мм}$.

Дробарка кондиційованого помелу. Подрібнення солоду на одну варку повинно проводитись за $1,5-2,0 \text{ год}$. Отже, потужність солодродробарки повинна бути:

$$Q_{\text{дроб.}} = \frac{10}{1,5} = 6,7 \text{ т/год}$$

Обираємо дробарку кондиційованого подрібнення марки Hurrmann Millstar потужністю 8 т/год .

Дробарка сухого помелу. На цій дробарці буде перероблятися 30% ячменю і 16% рисової січки на одну варку за $1,5-2,0 \text{ год}$. Отже, його продуктивність становить:

$$\frac{10 \cdot 0,46}{1,5} = 3,1 \text{ т/год}$$

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

Заторний апарат. Приймаємо два заторних апарати апарати Hurrmann засипом на 10,0 т.

Фільтраційний апарат. Приймаємо 1 апарат Hurrmann засипом на 10,0 т. Габаритні розміри: діаметр 5400 мм.

Бункер дробини. Приймаємо один апарати Orion Group засипом на 6,0 т. Габаритні розміри, мм: довжина — 15000; ширина — 2400; висота — 2300.

Сушварильний апарат. Приймаємо один апарати Steinecker, засипом на 10,0 т.

Збірник промивних вод розраховують з урахуванням місткості 2,4 м³ води на 1 т зернопродуктів, тоді на одну варку:

$$2,4 * 10 = 24 \text{ м}^3.$$

Збірник виготовляється в формі горизонтального циліндра, який оснащений змієвиком для обігріву. Приймаємо діаметр збірника 3 м, довжину знаходимо з формули:

$$V = \frac{\pi * d^2}{4 * l};$$
$$l = \frac{\pi * d^2}{4 * V};$$
$$l = \frac{3,14 * 9}{3,14 * 9} = 3,5 \text{ м};$$

Збірник для сусла на виході з фільтр-преса (буферна ємність) повинен мати таку ж місткість, як і сушварильний апарат. Тому приймаємо збірник об'ємом 50 м³. Габаритні розміри, мм: Н = 4600; D = 3000.

Насос для перекачування затору. Із заторного апарату затор має перекачуватися за 20 хв. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3,0 – 3,5 дм³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 10 000 кг зернопродуктів відповідно:

$$V = 10\ 000 * 3,5 = 350 \text{ м}^3.$$

Приймаємо шестеренчастий насос марки GGN з подачею до 250 м³/год і тиском до 16 бар. Маса насоса 475 кг.

Сушварильний насос. Відповідно до режиму варки сусла з хмелем перекачування охмеленого сусла із сушварильного апарату відбувається протягом 30 хв. Об'єм сусла, відповідно до продуктового розрахунку, складає 600 дм³ на 100 кг переробляємих зернопродуктів. Отже, із одної варки отримуємо сусла:

$$V_{\text{сусла}} = 6\ 000 * \frac{600}{100} = 36\ 000 \text{ дм}^3.$$

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

$$Q_{\text{сусл.насоса}} = 36\ 000 * \frac{60}{30} = 72\ 000 \text{ дм}^3/\text{год}.$$

Для розрахованої потужності приймаємо насоси АВЗ-63Д продуктивністю 100 м³/год і напором 50 м.

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Гідроциклонний апарат. Для підбору вірпула знаходимо його повну місткість, м³,

$$V = V_{\text{зат}} * K,$$

де $V_{\text{зат}}$ — кількість суслу одержувана з одного затору, м³;

K — коефіцієнт заповнення.

Приймаємо, що з 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м³ суслу і коефіцієнт заповнення 0,8. Місткість апарата становитиме:

$$V = 6,0 \cdot 10/0,8 = 75 \text{ м}^3.$$

Приймаємо гідроциклонний апарат Meura продуктивністю 792 м³/год, повний об'єм – 90 м³. Діаметр – 5700 мм; висота – 2500 мм.

Специфікація технологічного обладнання для приготування пивного суслу наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 — Специфікація технологічного обладнання

№ п/п	№ п. на апар техн схемі	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	Норія	1	Продуктивність – 50 т/год; висота норії не більше 40 м; ширина стрічки 300 мм; крок ковшів 180 мм; швидкість руху стрічки 2,2 м/с; маса головки 405 кг, башмака 275 кг.	3,2	4,5	КМЗКО
2	2	Шнековий транспортер	2	Продуктивність — 12 т/год; діаметр гвинта 400 мм; крок гвинта 120 мм; частота обертання 75 об/хв.	2,1	4,5	GGH
3	3	Бункер для світлого солоду	1	$V = 150 \text{ м}^3$; ширина = 5 м; $h_1 = 2,04 \text{ м}$; $h = 8,7 \text{ м}$.	-	-	Агроінвест
4	4	Бункер ячменю	1	$V = 45 \text{ м}^3$; ширина = 4 м; $h_2 = 1,63 \text{ м}$; $h = 2,27 \text{ м}$.	-	-	Агроінвест
5	5	Бункер рисової січки	1	$V = 30 \text{ м}^3$; ширина = 2 м; $h_3 = 0,82 \text{ м}$; $h = 1,6 \text{ м}$.	-	-	Агроінвест
6	6	Повітряно – ситовий сепаратор	1	Продуктивність 8,3 т/год; габаритні розміри 2700x2790x2670; маса 1450 кг.	1,1	10	A1-БІС-100
7	7	Магнітний сепаратор	1	Продуктивність 4-6 т/год; габаритні розміри барабана 800 x 800.	1,3	10	Оліс
8	8	Ваги автоматичні ДН - 500	5	Продуктивність - 20-60 т/год; величина порції 250 – 500 кг; габаритні розміри 1500x1700x1850; маса 860 кг.	-	-	НВП Техно ваги

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунки та підбір технологічного обладнання	58

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
9	9	Бункер добового запасу солоду	1	Габаритні розміри 9200×4100×2100 мм	-	-	Агроінвест
10	10	Бункер добового запасу несолодженої сировини	1	Габаритні розміри 9200×4100×2100 мм	-	-	Агроінвест
11	11	Дробарка кондиційовано го помелу Hurrmann Millstar	1	Потужність - 8 т/год; кондиції повітря подачі на фільтр: тиск - 4,5 бар; потік - 55 м ³ /год.	10	7	Німецьчина
12	12	Дробарка сухого помелу Meura	1	Потужність - 5 т/год; кондиції повітря подачі на фільтр: тиск - 4,5 бар; потік - 55 м ³ /год.	10	7	Німецьчина
13	13	Бункер подрібненої несолодженої сировини	1	Габаритні розміри 9200×4100×2100 мм	-	-	Агроінвест
14	14	Відварний апарат	1	Місткість 16,5 м ³ ; площа поверхні нагріву 10,4 м ² ; діаметр 2400 мм; висота циліндричної частини 606 мм; кришки – 1250; сферичного днища – 530 мм; маса апарата 9750; робоча маса 21000 кг.	-	-	Hurrmann
15	15	Відцентровий насос	12	Потужність 75000-230000 дм ³ /год., маса 475 кг	7,7	8	GGH
16	16	Заторний апарат ВКЗ-5	2	Місткість 33 м ³ ; площа поверхні нагріву 20,8 м ² ; діаметр 4800 мм; висота циліндричної частини 1212 мм; кришки – 2500; сферичного днища – 1060 мм; маса апарата 19500; робоча маса 42000 кг.	32.5	11	Hurrmann
17	17	Фільтр-апарат Hurrmann	1	Габаритні розміри: діаметр 5400. Робоча маса 29815кг.	-	-	Німецьчина
18	18	Проміжний збірник суслу	1	Об'єм 50 м ³ . Габаритні розміри, мм: Н = 4600; D = 3000	-	-	Orion. Group
19	19	Збірник промивних вод	1	Довжина - 3500 мм; діаметр - 3000 мм; об'єм - 24 м ³ .	-	-	Orion. Group
20	20	Збірник дробини	1	Засипом на 6,0 т. Габаритні розміри, мм: довжина — 15000; ширина — 2400; висота — 2300.	-	-	Orion. Group

								Арк.
								59
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	Розрахунки та підбір технологічного обладнання			

Завершення табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
21	21	Пластинчастий теплообмінник	2	Продуктивність – 1500 дм ³ /год, використаного тепло агента – 12 м ³ /год, кількість пластин – 86 шт, поверхня теплообміну - 0,15 м ² , габаритні розміри мм: 1278x700x1200	-	-	Start-Heat
22	22	Сушварильний апарат	1	Місткість 45,6 м ³ ; площа поверхні нагріву 47,2 м ² ; діаметр 5200 мм; висота циліндричної частини 967 мм; кришки – 2690 мм; сферичного днища – 1870 мм; маса апарата 20000; робоча маса 58000 кг.	7,5	10	STEINECKER
23	23	Збірник хмелю	2	Повний об'єм – 0,2 м ³ ; робочий об'єм – 0,05 м ³ ; маса - 430 кг; діаметр - 700 мм; висота - 1313 мм.	-	-	Orion. Group
24	24	Кожухотрубний теплообмінника	1	Габаритні розміри: 1000x400 мм	8	-	STEINECKER
25	25	Енергозберігаюча колона	1	Габаритні розміри мм: 1000x4400	-	-	STEINECKER
26	26	Гідроциклонний апарат	1	Продуктивність 792 м ³ /год; повний об'єм 90 м ³ ; діаметр 5700 мм; висота 2500 мм.	-	-	Meura
27	27	Двосекційний теплообмінник	1	Площа охолодження водою 8,6 м ² ; ропою – 4,2 м ² ; габаритні розміри 1590700x1330 мм, маса 520 кг.	-	-	ТОВ "Атом-технології"
28	28	Збірник гарячої води	1	Габаритні розміри, мм: 3028x4000	-	-	Orion. Group
29	29	Збірник холодної води	1	Габаритні розміри, мм: 3028x4000	-	-	Orion. Group
30	30	Змішувач води	1	Габаритні розміри, мм: ширина — 500; висота — 1200	-	-	Orion. Group

6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Правильна організація роботи заводської лабораторії забезпечує безумовне і повне функціонування всієї системи контролю виробництва. Заводська лабораторія призначена для управління якістю продукції. Приміщення центральної лабораторії розміщують у адміністративному корпусі підприємства. Тут проводять основні аналізи по оцінці якості сировини, допоміжних матеріалів, пива, а також мікробіологічний контроль.

Щоб управляти якістю продукції в лабораторії проводять дегустації, вдосконалюють і освоюють нові методи проведення аналізів, вживають заходи щодо поліпшення колоїдної стійкості пива.

У солодовому відділенні розміщують свою зернову лабораторію, в якій проводять аналізи по оцінці якості ячменю, солоду, несолоджених матеріалів, а також хмелю.

Приміщення лабораторії обладнують водопроводом, каналізацією, припливно-витяжною вентиляцією, опаленням, мати природне та штучне освітлення. Поверхня стін у лабораторних приміщеннях повинна бути водостійкою, легко митися; на висоту 1,5 м стіни облицьовують глазурованою плиткою або фарбують водостійкою фарбою світлих тонів; в автоклавних боксах поверхня стін на всю висоту повинна бути облицьована світлою глазурованою плиткою. Підлога у лабораторних приміщеннях має бути гладкою, легко митися, бути стійкою до дії дезінфікуючих засобів, при цьому покриття не повинно мати дефектів, бути слизьким.

Лабораторія повинна мати обладнання та засоби вимірювальної техніки, що необхідні для проведення досліджень. На кожен одиницю обладнання, що використовується, має бути паспорт підприємства - виробника та розроблена й затверджена керівником установи інструкція. Персонал лабораторії забезпечується спецодягом (халатами, шапочками та іншими засобами індивідуального захисту) залежно від характеру робіт.

Виробнича лабораторія складається з приміщень для фізико-хімічних та мікробіологічних досліджень, які забезпечують необхідні умови для їх проведення.

Лабораторія також має бути акредитована згідно з чинним законодавством.

Мікробіологічні відділи виробничих лабораторій повинні мати такий основний набір приміщень:

- ✓ робочу кімнату для проведення досліджень;
- ✓ бокс для посівів;
- ✓ кімнату для знезараження та стерилізації;
- ✓ кімнату для підготовчих робіт (миття посуду, підготовка до стерилізації, приготування поживних середовищ).

Лабораторія стежить за тим, щоб продукти, які задіяні у виробництві були екологічно чисті та безпечні для здоров'я людини.

Схема технохімічного контролю наведена в табл. 6.1 [18].

					<i>Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Таблиця 6.1 – Схема технохімічного контролю виробництва

Об'єкт дослідження	Місце відбору проби	Показники, що визначаються	Показник якості	Нормативні документи	Періодичність контролю	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Солод під час приймання	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Однор. зернова маса без плісняви	ДСТУ, ТУ	В день надходження на завод	Хімік
		Колір	Світложовтий або жовтий			
		Смак	Солодовий			
	В середній пробі від партії	Прохід крізь сито (2,2*20) мм домішок, %	Не більше 3			
Масова частка вологи, %		Не більше 5				
Хміль гранульований	В середній пробі від партії	Масова частка вологи, %	Не більше 10,0	ДСТУ, ТУ	Під час приймання	Хімік
		Масова частка альфа-кислот	Не менше 2,5			
Вода для технологічних цілей	В середній пробі	Запах, смак, прозорість	Відповідає показникам	ДСТУ	Один раз на квартал	Хімік
		Жорсткість, ммоль/дм ³	2-4			
		Ферум, мг/дм ³	Не більше 0,1			
		Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	Не більше 0,2			
		Лужність, ммоль/дм ³	0,5-1,5			
Подрібнення сухого солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %:		ДСТУ	Не рідше 1 разу на декаду і під час установавлення вальців дробарки	Хімік
		Лузга	15-18			
		Мілка крупка	30-35			
		Крупна крупка	18-22			
		Борошно	25-35			
Приготування затору	Заторний апарат	рН затору	5,4-5,6	ДСТУ	1 раз у 10 днів	Хімік

Закінчення табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7
Гаряче сусло	Суслора рильна лінія	рН сусла	5,2-5,4	ДСТУ, ТУ	Кожна варка. При зміні партій сировини	Хімік
		Оцукрювання	Пробу на йод витримує			
		Колір, ЕВС/см ³ , 0,1 моль/дм ³ роз- чину I ₂ на 100 см ³ води	Світле: 6-10, 0,36-0,63 Темне: 120- 150, 9-10			
		Вміст гірких речовин, мг/дм ³	Світле: 17-23 Темне: 22-26			
Охолод- жене сусло	Суслора рильний апарат	Кислотність, у см ³ 1 моль/дм ³ р- нуNaOH на 100 см ³ пива	0,9-1,2	ДСТУ	Кожна варка	Техно- лог
		Колірність, см ³ 0,1 моль/дм ³ р-ну йоду на 100см ³ води	Не більше 0,23	ДСТУ	Кожна варка	Техно- лог

Метрологічне забезпечення на підприємстві наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – 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 металевою 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 і мікробіологічний контроль виробництва
та його метрологічне забезпечення

Арк.

63

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Класифікація небезпек на підприємствах бродильної галузі

У бродильній галузі існує підвищений ризик травматизму, зумовлений частим наближенням людини до обладнання, у зв'язку з необхідністю управляти потоком продукту, усувати затори і розсипання його, здійснювати очищення машин, апаратів і трубопроводів [21].

Відповідно ДСТУ EN 1672-1-2001, обладнання для харчової промисловості може мати наступні види небезпеки:

- *Технічна небезпека* – зумовлена механічною небезпекою (наявність у зоні роботи оператора обертових деталей, вузлів і продукту, що переміщуються), небезпекою раптового звільнення накопиченої енергії (раптове звільнення енергії пари, гідравлічного або пневматичного тиску, вакууму або стиснутого повітря), небезпекою ковзання (можливість ковзання підосви взуття робітників на поверхнях, покритих вологою, оліями і жирами).
- *Електрична небезпека* – ураження електричним струмом (в умовах вологості, у вологій і/або запиленій атмосфері, внаслідок улучення води та інших речовин в обладнанні при його митті під тиском або паровому очищенні), розряд статичної електрики (електричний потенціал утворюється при переміщенні сипких продуктів, переливанні рідин – діелектриків, перемотуванні поліетиленової плівки, паперу).
- *Теплова небезпека* – створюється при наявності перегрітих або холодних поверхонь обладнання (у гарячих цехах або в охолоджуваних камерах).
- *Радіаційна небезпека* – небезпека радіоактивного забруднення як для оператора, так і для харчового продукту (може створюватися при обробці зерна на елеваторах для боротьби з комахами).
- *Небезпека від контакту з матеріалами і речовинами або від вдихання їх* – небезпека від сировини і продуктів: алергійні реакції від пилу або випарів багатьох харчових продуктів, ферментація (процеси в харчових продуктах: бродіння з виділенням діоксиду вуглецю, подих зі споживанням кисню, внаслідок чого створюється непридатна для подиху людей атмосфера), запахи (створюють небезпеку для здоров'я людини неприємні запахи від деяких харчових матеріалів), небезпека засинання та удушення (створюється при обваленні зводів у бункерах і силосах з борошном і цукром); небезпека очищення (створюється як процесом очищення, так і використовуваними при цьому речовинами); пожежна небезпека і небезпека вибуху (обумовлені обігом у технологічному процесі здрібнених харчових продуктів органічного походження, використанням схильних до запалення рідин і газів, застосуванням окислювачів для обробки харчових продуктів і процесів очищення); біологічна і мікробіологічна небезпека (зумовлена як використанням мікроорганізмів у технологічному процесі, так і перенесенням їх ззовні в харчову сировину і готову продукцію).

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

- *Ергономічна небезпека* (зумовлена часто повторюваними рухами, наприклад при упакуванні продукту).
- *Небезпека від накопиченого продукту* (виникає внаслідок накопичення при аварійній зупинці якого-небудь вузла технологічної лінії продукту, що може нагріватися, займатися, виділяти токсичні речовини) [21].

7.2 Вимоги безпеки до території підприємства, розміщення та влаштування будівель і приміщень

Загальні положення та вимоги до нормування і забезпечення безпеки діючих, модернізованих або споруджуваних промислових підприємств усіх типів, а також виробничих і технологічних комплексів, орієнтованих на випуск, збереження або переміщення товарів чи надання послуг, встановлюють ДСТУ 3273-95 «Безпека промислових підприємств. Загальні положення і вимоги».

Вимоги щодо безпеки підприємства формуються як у виді технічних та організаційних мір, так і у виді гранично допустимих значень показників безпеки.

Дозвіл на початок виконання робіт підвищеної небезпеки або експлуатацію об'єктів, машин, механізмів, обладнання підвищеної небезпеки видаються відповідним Державним департаментом МНС та його територіальними органами згідно з Порядком видачі дозволів Державним комітетом з нагляду за охороною праці і його територіальними органами.

Територія підприємства повинна бути рівною, мати необхідні ухили та стоки для відводу атмосферних і поливних вод. Вільні ділянки території повинні бути озеленені. Територія підприємства повинна мати не менше двох в'їздів – виїздів. Допускається передбачати один в'їзд – виїзд для території підприємства, потужність якого до 10 т продукції на добу. При цьому приймається ширина воріт для автомобільного транспорту за найбільшою шириною автомобілів плюс 1,5 м, але не менше 4,5 м, а для залізничного транспорту – не менше 4,9 м. Основні проїзди, пішохідні доріжки, а також площадки перед експедиціями і складами повинні мати тверде покриття. Ширина проїзної частини автодоріг до виробничих корпусів повинна бути не менше 7 м, інших з одnobічним рухом автомобілів – 4,5 м. Територія підприємства повинна мати штучне освітлення в темний час доби, що забезпечує освітленість на поверхні основних проїздів не менше 3 лк, інших проїздів і проходів – 2 лк, у місцях навантаження готової продукції і розвантаження сировини не менше 5 лк [21].

Територія підприємства повинна бути обладнана вантажо-розвантажувальними площадками (платформами, естакадами) висотою на рівні підлоги вагона або кузова автомобіля, зливно-наливними пристроями для рідких продуктів, а також спеціальними площадками для збереження напівфабрикатів, тари, пального, допоміжних матеріалів і обладнання.

Заглиблені резервуари, колодязі, люки повинні бути закриті кришками врівень із прилягаючою територією. Газопроводи, інші підземні комунікації

					<i>Охорона праці</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

повинні бути позначені пізнавальними знаками на території підприємства та відзначені на генплані підприємства.

Для збору і тимчасового збереження відходів виробництва і сміття повинні бути влаштовані водонепроникні, щільно закриті кришками збірники ємністю не більше дводобового їх накопичення. Розміщення збірників відходів і сміття допускається на відстані не менше 25 м від виробничих і складських приміщень на асфальтованих або бетонаних площадках, розміри яких перевищують габарити збірників на 1 м з усіх боків.

На території підприємства передбачається протипожежне водопостачання.

Відстань між будівлями і спорудами приймається відповідно до технологічних норм, умов розміщення транспортних шляхів і інженерних мереж, але не менше встановлених санітарних і протипожежних розривів.

Відстань між будівлями і спорудами, що освітлюються через віконні прорізи, повинна бути не менше найбільшої висоти до верху карниза будівель і споруд, що протистоять один одному. Величина розриву між окремими корпусами будівель з напівзамкнутим двором (II- або III-образне будівництво) повинна бути не менше напівсуми висот протистоячих будівель, але не менше 15 м, а при відсутності шкідливих виділень у простір – не менше 12 м. Санітарний розрив між найближчими корпусами будівель з замкнутим двором повинний бути не менше подвійної висоти найбільш високої з оточуючих двір будівель, але не менше 20 м [21].

Розміщення основних виробництв у підвальних і напівпідвальних приміщеннях не допускається.

Виробничі приміщення, у яких виконуються технологічні процеси з виділенням шкідливих газів, пару, пилу, повинні бути відокремлені, зокрема: відділення варильні, бродильні, фільтрувальні. Відокремлені повинні бути також склади харчових продуктів, пахнучих нехарчових речовин, миючих і дезінфікуючих засобів. Кислоти повинні зберігатися на складах хімічних матеріалів у спеціальних одноповерхових, оснащених опаленням та вентиляцією, приміщеннях при температурі не нижче 3 °С. Луги зберігаються в закритих приміщеннях без опалення.

Об'єм виробничих приміщень повинен бути таким, щоб на кожного працівника приходилося не менше 15 м³ вільного простору і не менше 4,5 м² площі.

Висота виробничих приміщень визначається в залежності від їхнього призначення і виду обладнання, що в них встановлюється, але не менше 4,8 м у будинках багатоповерхових та 4,2 м у будинках одноповерхових. У приміщеннях висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій перекриття повинна бути не менше 2,2 м, висота від підлоги до низу виступаючих частин комунікацій, обладнання і площадок у місцях постійного проходу людей і на шляхах евакуації – не менше 2 м, а в місцях непостійного проходу – не менше 1,8 м. Кожне виробниче приміщення повинне мати не менше одного основного проходу шириною не менше 1,5 м, з'єднаного з виходом або сходовими

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

клітками. Зони проходу працівників і проїзду транспорту повинні бути розмежовані.

Підлоги у виробничих приміщеннях монтують водонепроникними, без вибоїв і порогів. Металеве покриття підлог повинно мати рифлення, а покриття площадок, естакад, переходів, сходинок повинно бути виконано рифленим або з просічно-витяжної сталі [21].

7.3 Вимоги до розміщення обладнання у виробничих приміщеннях

Виробниче обладнання розміщують у приміщеннях відповідно до вимог технологічного процесу, виробничої санітарії, техніки безпеки та пожежної безпеки. При розміщенні обладнання повинні виконуватися вимоги безпеки, викладені в стандартах і технічних умовах на обладнання конкретного виду.

При розміщенні обладнання необхідно передбачати ширину проходів не менше:

- 1,5 м – основного при наявності постійних робочих місць;
- 1,0 м – біля віконних прорізів, доступних з рівня підлоги або площадки;
- 0,8 м – між обладнанням для обслуговування і ремонту, а також між обладнанням і стінами;
- 1,4 м – при наявності між ними постійних робочих місць;
- 0,5 м – між ємностями, збірниками, мірниками і стінами;
- 0,3 м – між насосами і стінами;
- 0,7 м – між рядами силосів, а також між силосами і стінами в складах безтарного збереження борошна;
- 0,25 м – між суміжними в ряді силосами круглого перетину. Відстань від підлоги площадки обслуговування силосів до перекриття або низу виступаючих частин конструкцій повинна бути не менше 2 м.

У машинних відділеннях аміачних і хладонових (з одиничною продуктивністю не менше 3,5 кВт) холодильних установок основний прохід між компресорами, а також проходи між виступаючими частинами машин і щитами з контрольно-вимірювальними приладами або електроцитами хладонових установок приймається шириною не менше 1,5 м, прохід між виступаючими частинами компресорів повинний бути не менше 1 м, прохід між гладкою стіною і компресором (апаратом) – не менше 0,8 м [21].

7.4 Забезпечення електробезпеки

Наслідок дії на людину електричного струму залежить від багатьох факторів, у тому числі від схеми включення його в електричну мережу. Захист людей від ураження електричним струмом при дотику до металевих неструмоведучих частин обладнання, які у нормальних умовах його експлуатації не знаходяться під напругою, але можуть виявитися під ним у результаті ушкодження ізоляції, повинні бути забезпечені захисним заземлення або занулення. Захисне заземлення слід виконувати навмисним електричним з'єднанням металевих конструкційних частин електроустановок з «землею» або її еквівалентом, занулення – електричним з'єднанням їх з

					Охорона праці	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

заземленою точкою джерела живлення електроенергією за допомогою нульового захисного проводу.

Захисному заземленню або зануленню підлягають металеві частини електроустановок, доступні для дотику людини, які не мають інших видів захисту, що забезпечують електробезпеку. До частин, що підлягають заземленню або зануленню, відносяться: корпуси електричних машин, трансформаторів, світильників і т.п.; приводи електричних апаратів; вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів; каркаси розподільних щитів, а також щитів управління, щитків, шаф і т.п.; металеві конструкції розподільних пристроїв, оболонки і броня контрольних і силових кабелів, рукави і труби електропроводки і т.п.; металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів; електроустаткування, розміщене на частинах верстатів, що рухаються, машин і механізмів.

В якості заземлюючих і нульових захисних провідників слід використовувати спеціально призначені для цієї мети провідники, а також металеві будівельні, виробничі та електромонтажні конструкції. У приміщеннях сухих, без агресивного середовища, заземлюючі і нульові захисні провідники допускається прокладати безпосередньо по стінах. В вологих, сирих і особливо сирих приміщеннях та в приміщеннях з агресивним середовищем заземлюючі і нульові захисні провідники слід прокладати на відстані від стін не менше 10 мм. Кожна частина електроустановки, що підлягає заземленню або зануленню, повинна бути приєднана до мережі заземлення або занулення за допомогою окремого відгалуження [21].

Для захисту від ураження електричним струмом при ушкодженні ізоляції використовуються також: захисне відключення, розділюючий трансформатор, мала напруга (не більш 42 В між фазами і відносно землі), ізоляція (додаткова, посилена або подвійна), вирівнювання потенціалів. Існує також правило: на 1 В робочої напруги приймається опір ізоляції провідників не менше 1 кОм.

Захист електричних машин і апаратів від перевантажень і коротких замикань здійснюється за допомогою плавких запобіжників або реле.

Штепсельні з'єднання та електророзетки для напруг 12 і 36 В за своєю конструкцією повинні відрізнятися від штепсельних з'єднань для напруг 127 і 220 В. Штепсельні з'єднання та електророзетки, розраховані на напруги 12 і 36 В, повинні бути пофарбовані в колір, що візуально значно відрізняється від кольору штепсельних з'єднань, розрахованих на напруги 127 і 220 В.

Електромережа штепсельних розеток для живлення периферійних пристроїв та обладнання для обслуговування, ремонту і налагодження при розташуванні їх вздовж стін приміщення прокладають біля них по підлозі, як правило, у металевих трубах і гнучких металевих рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання і його технічних характеристик.

Електромережа штепсельних розеток для живлення периферійних пристроїв та обладнання для обслуговування, ремонту і налагодження при розташуванні їх у центрі приміщення прокладається у каналах або під знімною

					<i>Охорона праці</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

підлогою в металевих трубах або гнучких металевих рукавах, які повинні бути заземлені. При цьому не дозволяється застосовувати провід і кабель в ізоляції з вулканізованої гуми та інших матеріалів, що містять сірку.

Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції. Тимчасова електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується самим коротким шляхом без заплутування проводів у конструкціях машин, приладів і меблів. Доточувати проводи можна тільки шляхом пайки з наступним ізолюванням місць з'єднання [21].

7.5 Загальні вимоги до організації робіт підвищеної небезпеки

До виконання технологічних процесів пред'являють особливі вимоги. Характерні для підприємств бродильних виробництв роботи, зв'язані з оглядом, очищенням, ремонтом, розгерметизацією технологічного устаткування, комунікацій, у тому числі всередині ємкостей (силосів, бункерів, цистерн, резервуарів та іншого аналогічного устаткування, а також колекторів, тунелів, колодязів та ін.), при проведенні яких існує або не виключена можливість виділення в робочу зону вибухо-, пожежонебезпечних або шкідливих парів, газів та інших речовин, здатних викликати вибух, загоряння, зробити шкідливий вплив на організм людини, а також роботи при недостатньому вмісті в повітрі кисню (нижче 20 % обсягу) і на висоті повинні проводитися за наряд-допуском відповідно до вимог інструкцій, розроблених на основі діючих правил з урахуванням місцевих умов.

На підприємстві за кожним цехом (виробництвом) повинен бути розроблений перелік робіт з підвищеною небезпекою. У переліку повинні бути роздільно зазначені роботи, що проводяться з оформленням наряду-допуску за встановленою формою і без оформлення такого документа, але з обов'язковою реєстрацією виконуваних робіт перед їх початком у відповідному журналі.

Перелік робіт з підвищеною небезпекою розробляється начальниками цехів, узгоджується з виробничим (технічним) відділом, службою охорони праці і затверджується роботодавцем. Перелік робіт з підвищеною небезпекою повинен періодично, не рідше одного разу на рік, переглядатися і перезатверджуватися. У переліку повинні бути зазначені: цех, місце і характер роботи, можливі шкідливі і небезпечні виробничі фактори при її проведенні, виконавці, основні заходи, що забезпечують безпеку виконуваних робіт.

Список осіб, що можуть призначатися керівниками робіт за нарядами-допусками, встановлюється роботодавцем [21].

7.6 Вимоги до виконання робіт усередині ємностей

Для проведення робіт усередині ємності повинна призначатися бригада в складі не менше 3-х чоловік (працюючий, дублер, спостерігач). Перебування всередині ємності дозволяється одній людині. При необхідності перебування в ємності більшої кількості працівників повинні бути розроблені, внесені в наряд-допуск і додатково здійснені міри безпеки, що передбачають збільшення кількості спостерігачів (не менше одного спостерігача на одного

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Охорона праці	69

працюючого в ємкості), порядок входу та евакуації працюючих, порядок розміщення шлангів, забірних патрубків протигазів, сигнально-рятувальних мотузок, наявність засобів зв'язку і сигналізації на місці проведення робіт та ін. Роботи всередині ємності повинні виконуватися при температурі в ній не вище 30 °С. При виконанні робіт при більш високій температурі повинні бути розроблені додаткові заходи безпеки (безперервне обдування працівника свіжим повітрям, застосування теплоізолюючих костюмів і взуття, часті перерви в роботі та ін.) [21].

Виконувати роботи всередині ємності при температурі 50 °С і вище взагалі не допускається.

Роботи всередині ємності повинні проводитися в денний час. При проведенні робіт у нічний час повинні бути розроблені відповідні міри безпеки та отриманий дозвіл роботодавця.

Перед проведенням робіт у ємності повинні бути знеструмлені всередині її електроприлади і пристрої з живленням від електричної мережі, вивішені плакати з попереджувачим написом «Не вмикати! Працюють люди!». Вентиляція ємності і періодичний аналіз повітря в ній повинні проводитися протягом всього часу ремонтних робіт. Місцевий вентиляційний відсмоктувач ємності, в якій повинні здійснюватися роботи, необхідно відключити від вентиляційної мережі інших ємностей.

Зняття кришки люка-лазу допускається тільки після звільнення ємності від продукту.

До початку роботи в ємності її необхідно (залежно від властивостей речовин, що знаходяться в ній) промити, пропарити гострою парою, продути чистим повітрям, після чого провести аналіз повітряного середовища на вміст шкідливих речовин. Результати аналізу повинні пред'являтися письмово. Видалення виявленого горючого газу повинне проводитися за допомогою переносного або пересувного вентилятора у вибухозахищеному виконанні. Не дозволяється застосовувати для вентиляції ємності балони зі стисненим повітрям.

Видалення газу з невеликих ємностей допускається шляхом заповнення їх водою та наступного злива або відкачки її. Діоксид вуглецю повинен видалятися з ємності через нижній люк або витіснятися шляхом заповнення її водою.

Якщо вміст шкідливих і небезпечних речовин у ємності через 2...3 години після пропарювання її перевищує гранично допустиму концентрацію або вміст кисню в повітрі менше 19 %, роботи всередині ємності повинні здійснюватися в шлангових протигазах ПШ-1 і ПШ-2 або киснево-ізолюючих апаратах (використання фільтруючих протигазів не дозволяється).

Тривалість одноразового перебування працюючого в протигазі не повинна перевищувати 15 хвилин з наступним відпочинком на чистому повітрі не менше 15 хвилин.

При роботі всередині ємності повинні застосовуватися світильники і прилади, що підключаються до джерела живлення з напругою не вище 12 В. Включення і вимикання світильників здійснюється поза ємністю.

					Охорона праці	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботи всередині резервуарів і апаратів, в яких можливе утворення вибухо-пожежонебезпечних сумішей, повинні виконуватися за допомогою інструмента та інвентарю, що виключають утворення іскор. Виконання робіт усередині таких резервуарів і апаратів у комбінезонах, куртках та іншому одязі з матеріалів, що електризуються, не дозволяється [21].

7.7 Особливі вимоги до проведення робіт у силосах і бункерах

Спуск робітника в силос проводиться за допомогою спеціальної лебідки, призначеної для спуску і підйому людей. Виробничі силоси мають пристосування для закріплення таких лебідок. Встановлену на силосі лебідку до пуску в роботу та щорічно піддають технічному посвідченню з записом про це в її паспорті. Лебідки з ручним приводом оснащують рукоятками безпеки. Вантажний трос лебідки сталевий, діаметром не менше 7,7 мм. Швидкість опускання колиски з робітником не повинна перевищувати 20 м/хв. Колиска має огороження висотою не менше 1,2 м і пристрій, що виключає її перекидання.

До спуску в силоси та обслуговування лебідки допускаються особи, спеціально навчені безпечним методам роботи, що мають медичний висновок, який дозволяє їм за станом здоров'я працювати на висоті або спускатися в силоси, і дали письмову згоду на спуск в силос. Роботи в силосах і бункерах (для збереження солоду, несолодженої сировини) повинні проводитися тільки в денний час. Роботи в силосах під керівництвом відповідальної особи проводяться бригадою в складі не менше 4-х чоловік: один – спускається, другий – обслуговує лебідку і два спостерігача, один з яких обирає шланг протигаза, а інший – обирає канат, прикріплений до рятувального пояса робітника, що спускається.

Перед початком робіт особа, відповідальна за їх виконання, перевіряє стан лебідки, троса, колиски, інших пристосувань та пристроїв. До спуску в силос робітник повинний надягти шланговий протигаз, рятувальний пояс із сигнально-рятувальною мотузкою та захисну каску. При довжині шланга більше 12 м повітря для подиху робітника подають за допомогою повітродувки з електроприводом. Під час перебування людини в силосі відходити від лебідки і люка силосу особам, що беруть участь у його спуску, не дозволяється. Доступ робітників у силоси через нижні люки дозволяється тільки після їхнього провітрювання та одержання даних про відсутність у повітрі токсичних і вибухо-пожежонебезпечних речовин. На стінках і зводах силосу не повинно бути прилиплих мас продукту; верхній лазовий люк повинен бути закритий суцільною лазовою кришкою на замок. По закінченні роботи в силосі відповідальний за її виконання повинен переконатися у відсутності в ньому людей та сторонніх предметів і тільки після цього дати дозвіл на закриття люків. При очищенні силосів не дозволяється обдув їх внутрішніх поверхонь стисненим повітрям, щоб уникнути утворення вибухонебезпечних сумішей. При руйнуванні зводів і завислих мас зернопродуктів не допускається перебування людей під силосом або бункером. Зачищати силос методом «підкопу» не дозволяється [21].

					Охорона праці	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Амилекс 5Т. Технічні науки та технології. 2022. № 3(29). С. 133. URL: <http://ekspotech.ru/index.php?name=production&op=printe&id=129>. (дата звернення 11.01.2023).
2. Вплив ферментних препаратів на технологію виробництва та якість пива калузької пивоварні / Я.Ф. Шепіда, Ю.І. Сидоров, В.П. Новіков, Р.Й. Влязло. Вісник Державного університету «Львівська політехніка». 2001. № 426: Хімія, технологія речовин та їх застосування. С. 148–150.
3. Дипломне проектування: Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студ. спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм навч. / уклад. В.Г. Юрчак, В.М. Кошова, В.І. Бабенко, О.І. Гашук, О.О. Євтушенко. Н.П. Івчук, Т.І. Іщенко, С.Й. Крижановський, В.М. Махинько, А.Г. Пухляк, Ю.М. Резніченко, З.М. Романова, В.М. Сидор, Н.М. Ющенко Київ: НУХТ, 2017. 45 с.
4. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ: ІНКОС, 2004. 426 с.
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 12.05.2010 р.]. Зареєстровано в міністерству юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).
6. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ 3888: 2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с. (Національний стандарт України).
8. ДСТУ 4282:2018 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2019-1-03]. Київ: Держспоживстандарт України, 2018. 14 с. (Національний стандарт України).
9. ДСТУ 4621:2006 Кислота молочна харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-03-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 23 с. (Національний стандарт України).
10. ДСТУ 7028:2009 Гранули хмелю. Технічні умови. Чинний від 2011-07-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 24 с. (Національний стандарт України).
11. 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).

					Список використаної літератури	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

12. Кошова В. М. Мисюра Т.Г., Попова Н.В. Вплив ферментних препаратів на колоїдну стійкість пива. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2017. Т. 23, № 4. С. 127-132.
13. Кошова В.М., Мацулевич Н.Є., Вплив поліфенолів на колоїдну стійкість пива. Наукові праці НУХТ. 2011. № 37-38. С. 34-37.
14. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.
15. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ: НУХТ, 2012. 67 с. (№ 8116)
16. Лойко С., Рубан В., Романова З. Дослідження впливу ферментів та фенолів сировини для стійкості пива. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 84-а міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 5–6 квітня 2018 р. Київ: НУХТ, 2018. Ч.1. С. 285.
17. Магорівська Г. Я. Приготування пивного сусла з використанням ферментного препарату Nutenphase. Науковий вісник НЛТУ України. 2009. Вип. 19.4. С. 110–113. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_4/110_Magoriwska_19_4.pdf. (дата звернення: 17.12.2022).
18. 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.
19. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения: пер. з нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2007. 640 с.
20. 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.
21. Основи охорони праці: підручник/ М.П. Купчик та ін. // під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка. Київ: Основа, 2000. 416 с.
22. Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин: Закон України від 18.05.2017 № 2042-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text> (дата звернення: 12.12.2022).

					Список використаної літератури	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР): Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01.10.2012 № 590 (зі змінами від 17.10.2015 № 429). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Text> (дата звернення: 08.12.2022).
24. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР (зі змінами від 28.07.2022 № 2468-IX). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 02.12.2022).
25. Регламент європейського парламенту і Ради (ЄС) № 1332/2008 від 16 грудня 2008 року про харчові ензими та внесення змін до Директиви Ради 83/417/ЄЕС, Регламенту Ради (ЄС) № 1493/1999, Директиви 2000/13/ЄС, Директиви Ради 2001/112/ЄС і Регламенту (ЄС) № 258/97. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_017-08 (дата звернення 07.01.2023).
26. Романова З.М., Романов О.С., Косоголова Л.О. Інтенсифікація процесів пивоваріння за участі ферментів. Проблеми екологічної біотехнології. 2017. № 2.
27. 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.
28. Laminex. The ideal filtration aid in beer. URL: <https://www.dupontnutritionandbiosciences.com/brewing/products/laminex.html>. (дата звернення 15.01.2023).
29. Thermostable bacterial α -amylase for starch liquefaction in beer production with malt and adjuncts. URL: https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Beer/technical_data_sheets/GB/beerzym_amyl_ht-beer-technical_data-sheet-english-erbsloeh.pdf (дата звернення 09.01.2023).
30. Thermostable fungal β -glucanase for glucan degradation in brewing mashes. URL: https://erbsloeh.com/fileadmin/user_upload/pdf/Beer/technical_data_sheets/GB/beerzym_bg-beer-technical_data-sheet-english-erbsloeh.pdf (дата звернення 07.01.2023).

					Список використаної літератури	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		