

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

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » червня 2025 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2025 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 цеху ферментації пивоварного заводу потужністю 10 млн
дал пива на рік з впровадженням холодного охмелення пива**

**Виконав: здобувачка 4 курсу групи ТБ-4-8
НАУМЕНКО Марина СЕРГІЇВНА**

(підпис)

**Керівник: доцент, кандидат технічних наук,
доцент Юрій БУЛІЙ**

(підпис)

**Рецензент: професор, кандидат технічних наук,
Олена БІЛИК**

(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)

Київ – 2025 р.

Марина Науменко

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступінь – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та виноробства

Анатолій КУЦ

30 березня 2025 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА Марина НАУМЕНКО

1. Тема роботи. Проект цеху ферментації пивоварного заводу потужністю 10 млн дал пива на рік з впровадженням холодного охмелення пива.

Керівник роботи Юрій БУЛІЙ, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом по Університету від 07 квітня 2025 року № 212-КС

2. Строк подання здобувачем роботи. 01 червня 2025р.

3. Вихідні дані до роботи. _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Асортимент: Норру Lager з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 14,0 %, India Pale Ale з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 14,5 %.

4. Зміст пояснювальної записки. Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трьома мовами). Зміст. Вступ. 1. Характеристика підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування асортименту проекрованої продукції. 3. Техніко-економічне обґрунтування вибору технології пива із використанням нетрадиційної рослинної сировини. 4. Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 5. Технологічні розрахунки. 6. Розрахунки площ виробничих та складських приміщень. 7. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 8. Контроль якості та безпечності готової продукції. 9. Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження. 10. Заходи щодо організації безпечних умов виробництва. 11. Результати науково-дослідної роботи. Загальні висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу.

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

План – 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 – 08 жовтня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та режими його роботи	28.04.25- 05.05.25	Виконано
1.1	Структура підприємства та режими його роботи		
1.2	Обґрунтування, вибір способів та режимів		
2.	Обґрунтування асортименту проекрованої продукції		
3.	Техніко-економічне обґрунтування вибору технології пива із використанням нетрадиційної рослинної сировини	06.05.25- 13.05.25	Виконано
3.1	Принципово-технологічна схема		
3.2	Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва		
3.3	Опис апаратурно-технологічної схеми		
	1-а атестація	15.05.25	Виконано
4	Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів	16.05.25- 20.05.25	Виконано
4.1	Характеристика проекрованої продукції		
4.2	Характеристика сировини		
4.3	Характеристика основних і допоміжних матеріалів		
5	Технологічні розрахунки	21.05.25- 23.05.25	Виконано
6	Розрахунки площ виробничих і складських приміщень		
7	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
8.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми та плану	23.05.25- 27.05.25	Виконано
9	Оформлення креслення і погодження з керівником		Виконано
10.	Контроль якості та безпечності готової продукції	28.05.25- 29.05.25	Виконано
11.	Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження		
12.	Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві		
13	Оформлення пояснювальної записки	30.05.25- 31.05.25	Виконано
	2-а атестація	31.05.25	Виконано
14	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.25- 06.06.25	Виконано
15	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
16	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	07.06.25- 11.06.25	Виконано
17	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Марина НАУМЕНКО

Керівник роботи

Юрій БУЛІЙ

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі представлено обґрунтування впровадження сучасного способу холодного охмелення пивного сусла та готового пива із застосуванням інноваційного обладнання типу «НОРТOWER» з потужністю 10 млн дал на рік. Обрана установка має високу продуктивність, що забезпечує масштабність виробництва та підвищену ефективність процесу охмелення.

Особливу увагу в роботі приділено технології виробництва пива із застосуванням циліндрично-конічних бродильних апаратів (ЦКБА). Саме ці апарати дозволяють поєднати кілька технологічних етапів – головне бродіння, доброджування та дозрівання пива – в одному ємнісному модулі. Такий підхід не лише оптимізує виробничий процес, але й забезпечує збереження високих органолептичних показників кінцевого продукту.

У межах проекту прийнято рішення застосовувати саме технологію зброджування пивного сусла в ЦКБА, оскільки вона визнана найбільш ефективною за співвідношенням витрат часу, ресурсів і якості отриманого пива. Завдяки конструктивним особливостям ЦКБА, процес бродіння протікає швидше порівняно з класичними методами, при цьому досягається стабільність та чистота смаку.

На підставі аналізу сучасних методів холодного охмелення сусла й пива, зокрема з точки зору ароматики, гіркоти та збереження летких речовин, запропоновано впровадити охмелення з використанням обладнання НОРТOWER. Порівняно з іншими технологіями, цей спосіб демонструє вищу ефективність з точки зору інтенсивності ароматизації, стабільності смакових характеристик і скорочення втрат хмільних речовин.

Після етапу охмелення передбачається фільтрування охолодженого пива. Для цього рекомендовано використовувати комбінацію фільтрувального обладнання, а саме кізельгуровий фільтр, полівінілполіпіролідон (ПВПП) як стабілізатор та трап-фільтр, що забезпечує додаткову механічну очистку.

У межах проекту обрано асортимент продукції, що включає два сорти пива: «Норпу Lager» з концентрацією сухих речовин 14,0% та «India Pale Ale» із вмістом 14,5%. Виходячи з характеристик кожного сорту, були виконані детальні продуктові розрахунки, на основі яких здійснено підбір основного технологічного та допоміжного обладнання, необхідного для повного виробничого циклу.

Ключові слова: пивне сусло, пиво, ароматичний хміль, холодне охмелення, НОРТOWER, ЦКБА, зброджування, фільтрація.

					<i>АНОТАЦІЯ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4

ANNOTATION

The qualification work presents the justification for the implementation of a modern method of cold hopping of beer wort and finished beer using innovative equipment of the “HOPTOWER” type with a capacity of 10 million dal per year. The selected installation has high productivity, which ensures the scale of production and increased efficiency of the hopping process.

Particular attention is paid in the work to the technology of beer production using cylindrically-conical fermenters (CCF). These devices allow combining several technological stages - the main fermentation, fermentation and maturation of beer - in one capacity module. This approach not only optimizes the production process, but also ensures the preservation of high organoleptic indicators of the final product.

Within the framework of the project, it was decided to use the technology of fermentation of beer wort in CCF, since it is recognized as the most effective in terms of the ratio of time, resources and quality of the resulting beer. Due to the design features of the CKBA, the fermentation process proceeds faster compared to classical methods, while achieving stability and purity of taste.

Based on the analysis of modern methods of cold hopping of wort and beer, in particular in terms of aroma, bitterness and preservation of volatile substances, it is proposed to introduce hopping using HOPTOWER equipment. Compared to other technologies, this method demonstrates higher efficiency in terms of aroma intensity, stability of taste characteristics and reduction of hop loss.

After the hopping stage, it is planned to filter the cooled beer. For this purpose, it is recommended to use a combination of filtering equipment, namely a diatomaceous earth filter, polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) as a stabilizer and a trap filter, which provides additional mechanical cleaning.

Within the project, a product range was selected, which includes two types of beer: “Hoppy Lager” with a dry matter concentration of 14.0% and “India Pale Ale” with a content of 14.5%. Based on the characteristics of each variety, detailed product calculations were performed, on the basis of which the main technological and auxiliary equipment necessary for the full production cycle was selected.

Keywords: beer wort, beer, aromatic hops, cold hopping, HOPTOWER, CKBA, fermentation, filtration.

					<i>ANNOTATION</i>	<i>Арк</i>
						5
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

STRESZCZENIE

Praca kwalifikacyjna przedstawia uzasadnienie wdrożenia nowoczesnej metody chmielenia na zimno brzeczki piwnej i gotowego piwa przy użyciu innowacyjnego sprzętu typu „HOPTOWER” o wydajności 10 mln dal rocznie. Wybrana instalacja ma wysoką wydajność, co zapewnia skalę produkcji i zwiększoną wydajność procesu chmielenia.

Szczególną uwagę w pracy poświęcono technologii produkcji piwa przy użyciu fermentorów cylindryczno-stożkowych (CCF). Urządzenia te pozwalają na łączenie kilku etapów technologicznych – fermentacji głównej, fermentacji i dojrzewania piwa – w jednym module wydajnościowym. Takie podejście nie tylko optymalizuje proces produkcyjny, ale również zapewnia zachowanie wysokich wskaźników organoleptycznych produktu końcowego.

W ramach projektu postanowiono zastosować technologię fermentacji brzeczki piwnej w CCF, ponieważ jest ona uznawana za najskuteczniejszą pod względem stosunku czasu, zasobów i jakości powstającego piwa. Ze względu na cechy konstrukcyjne CKBA proces fermentacji przebiega szybciej w porównaniu z metodami klasycznymi, przy jednoczesnym osiągnięciu stabilności i czystości smaku.

Na podstawie analizy nowoczesnych metod chmielenia brzeczki i piwa na zimno, w szczególności pod kątem aromatu, goryczki i zachowania substancji lotnych, proponuje się wprowadzenie chmielenia przy użyciu urządzenia HOPTOWER. W porównaniu z innymi technologiami, metoda ta wykazuje wyższą efektywność pod względem intensywności aromatu, stabilności cech smakowych i redukcji strat chmielu.

Po etapie chmielenia planuje się filtrację schłodzonego piwa. W tym celu zaleca się zastosowanie kombinacji urządzeń filtrujących, a mianowicie filtra z ziemi krzemkowej, poliwinylpolipirolidonu (PVPP) jako stabilizatora i filtra pułapkowego, który zapewnia dodatkowe czyszczenie mechaniczne.

W ramach projektu wybrano asortyment, który obejmuje dwa rodzaje piwa: „Hoppy Lager” o stężeniu suchej masy 14,0% i „India Pale Ale” o zawartości 14,5%. Na podstawie charakterystyki każdej odmiany wykonano szczegółowe obliczenia produktu, na podstawie których wybrano główny sprzęt technologiczny i pomocniczy niezbędny do pełnego cyklu produkcyjnego.

Słowa kluczowe: brzeczka piwna, piwo, chmiele aromatyczne, chmielenie na zimno, HOPTOWER, CKBA, fermentacja, filtracja.

					<i>STRESZCZENIE</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	11
<i>ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ</i>	11
1.1 Структура підприємства	11
1.2 Режим роботи цеху	11
2. ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ .	12
2.1 Врахування споживчого попиту та ринкових тенденцій	12
2.2 Диференціація продукції	12
2.3 Технологічні переваги	12
2.4. Сезонність і маркетинг	12
3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА З ВПРОВАДЖЕННЯМ ХОЛОДНОГО ОХМЕЛЕННЯ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	14
3.1 Принципово - технологічна схема	14
3.2 Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пива із впровадженням технології	15
холодного охмелення	15
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	27
4.1 Характеристика проекрованої продукції	27
4.2 Характеристика сировини	32
4.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	36
5. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	38
5.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків	38
5.2 Продуктові розрахунки	39
5.3 Розрахунки витрат основних та допоміжних матеріалів	42
6. РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	47
7. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	49
8. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	53

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

8.1 Основи системи управління якості та безпеки харчової продукції	53
8.2 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення.....	55
9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	56
10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62
ДОДАТКИ.....	65

					<i>Проект цеху ферментації пивоварного заводу потужністю 10 млн дал пива на рік з впровадженням холодного</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Науменко М.С.</i>			ЗМІСТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Булій Ю.В.</i>					8	70
						<i>НУХТ, ННІХТ, ТБ-4-8, 2025</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Куц А.М.</i>						

ВСТУП

Сучасний пивоварний ринок України характеризується високим рівнем конкуренції та активним розвитком, що зумовлено як постійним зростанням попиту на пиво серед споживачів, так і багатим асортиментом продукції, що виробляється пивоварними підприємствами. На сьогодні в країні функціонує значна кількість пивоварень різного масштабу, які постійно вдосконалюють свої технологічні процеси та впроваджують інноваційні рішення для утримання та розширення своїх позицій на ринку.

У цих умовах ключовим фактором конкурентоспроможності стає оптимальне поєднання високої якості продукції з економічною ефективністю її виробництва. Застосування сучасного технологічного обладнання та прогресивних методів обробки сировини дозволяє виробникам створювати продукти з покращеними споживчими властивостями, які відповідають сучасним запитам ринку.

Одним із пріоритетних напрямів удосконалення пивоварних технологій є впровадження методу холодного охмелення. Цей процес передбачає додавання ароматичного хмелю на стадії дозрівання пива — вже після завершення основного бродіння, що дає змогу максимально зберегти леткі ароматичні речовини хмелю, зокрема ефірні олії, без істотного підвищення гіркоти напою. Сухе охмелення набуває особливої популярності при виробництві таких стилів пива, як IPA (India Pale Ale) та Pale Ale, для яких характерні яскраві хмелеві аромати та смакові відтінки.

З технологічної точки зору, суть цього методу полягає у збереженні цінних хмелевих сполук — монотерпенів (мирцен), дітерпенів (дімирцен), сесквітерпенів (β -каріофілен) та інших, які зазвичай втрачаються під час традиційного кип'ятіння суслу. Особливу цінність представляє сполука ксантогумол та його ізомер — ізо-ксантогумол, що утворюється в процесі охмелення і має науково доведені антиканцерогенні властивості. Таким чином, розвиток технологій, спрямованих на підвищення його вмісту в пиві, є актуальним як з технологічної, так і з біофункціональної точки зору.

Серед сучасних рішень для реалізації технології холодного охмелення особливе місце займає обладнання типу Hoptower. Це інноваційна установка, яка забезпечує циркуляцію пива в режимі турбулентного потоку, що дозволяє значно підвищити ефективність екстракції хмелевих компонентів. Завдяки особливостям конструкції та герметичності системи зводиться до мінімуму доступ кисню, що зменшує окислювальні процеси і сприяє збереженню свіжості смаку. Висока ефективність Hoptower дозволяє скоротити час охмелення до 5–14 діб без втрати якості пива.

					<i>Вступ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

Таким чином, впровадження методу холодного охмелення з використанням сучасного обладнання відкриває широкі можливості для створення високоякісного, ароматного, стабільного за показниками напою. Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю вдосконалення технологій виробництва пива шляхом оптимізації етапу охмелення та впровадження новітніх технічних рішень, орієнтованих на якість, стабільність та конкурентоспроможність продукції.

					<i>Вступ</i>	<i>Арк</i>
						10
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

Будь-який пивоварний завод має чітку організаційну структуру, що включає основні, допоміжні, побічні та обслуговуючі цехи й відділення. До основних виробничих підрозділів належать:

- підрозділ підготовки сировини, до якого входять:
 - приймання зернових культур;
 - їх очищення;
 - подрібнення;
- варильний цех;
- ферментаційний підрозділ, який включає:
 - дріжджове відділення;
 - відділення для бродіння та дозрівання напою;
 - фільтраційне відділення;
- цех водопідготовки;
- розливний цех, що поділяється на:
 - лінію розливу в скляну тару;
 - лінію розливу в кеги;
- виробнича лабораторія;
- підрозділ технічного контролю.

До допоміжних цехів відносяться:

- транспортний відділ;
- механічна майстерня;
- будівельна дільниця;
- котельне господарство;
- станція утилізації вуглекислого газу.

Підрозділи, що обслуговують основне виробництво, включають:

- складські приміщення для сировини та допоміжних матеріалів;
- склад тари;
- склад готової продукції.
-

1.2 Режим роботи цеху

Завод функціонує 27 днів на місяць і в цілому 328 днів на рік.

Виробничий процес організовано у дві зміни:

- перша — з 08:00 до 20:00;
- друга — з 20:00 до 08:00.

Загальна тривалість робочого тижня не перевищує 40 год. У межах зміни працівникам надається обідня перерва на 40 хв., а також дві перерви по 30 хв. для відпочинку, які розподіляються протягом зміни.

Напередодні державних свят та вихідних робочий день скорочується на одну годину.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

2. ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Сорти пива відрізняються один від одного смаком, ароматом, кольором, прозорістю, гіркотою, вмістом алкоголю та густиною. Для того, щоб приготувати пиво певного сорту, необхідно правильно підібрати сировину: воду, солод, несолоджені зернопродукти (якщо це передбачає технологія), хміль та дріжджі. Також важливі відповідні технологічні режими.

У рамках кваліфікаційної роботи обрано для виробництва два сорти крафтового пива: IPA (India Pale Ale) та Horru Lager. Вибір цього асортименту зумовлений як тенденціями ринку, так і технологічними та органолептичними особливостями продукції.

2.1 Врахування споживчого попиту та ринкових тенденцій

Зростання популярності крафтового пива. За останні роки спостерігається стабільне зростання зацікавленості споживачів до авторського та крафтового пива з вираженим хмелевим профілем.

IPA є флагманським стилем крафтового сегмента, що користується високим попитом серед молоді та поціновувачів нестандартного смаку.

Horru Lager поєднує свіжість та питкість лагерів із ароматною хмелевою гіркотою, що робить його доступним для ширшої аудиторії, включаючи традиційних споживачів лагерів.

2.2 Диференціація продукції

IPA має високу гіркоту (IBU 40–70), фруктові-цитрусові аромати та вміст алкоголю 5,5–7,5%, що орієнтовано на цільову аудиторію, яка шукає інтенсивні смакові враження.

Horru Lager характеризується помірною гіркотою (IBU 25–40), освіжаючим смаком, чистим лагерним профілем і легкістю пиття — це компроміс для тих, хто хоче м'який, але все ж ароматний варіант.

2.3 Технологічні переваги

Виробництво обох сортів не потребує суттєво різного обладнання, що забезпечує ефективне використання потужностей.

Сухе охмелення (dry hopping), характерне для обох сортів, дозволяє варіювати аромати без зміни основної технології.

2.4. Сезонність і маркетинг

IPA — сезонно універсальне пиво, але особливо добре продається в холодні місяці як зігріваючий і щільний напій.

Horru Lager — чудовий літній варіант, який завдяки освіжаючому характеру може бути позиціонований як "пиво для спекотних днів".

Продуктивність заводу, який буде виробляти це пиво, становить 10,0 млн. дал/рік.

Асортимент та обсяг виробництва проєктованих сортів пиванаведений в табл. 2.1.

					<i>ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

Таблиця 2.1

Асортимент та обсяг виробництва проєктованих сортів пива

Найменування сорту пива	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво на		Розливається у скляну пляшку місткістю 0,5 дмз , млн дал
		рік, млн дал	добу, тис. дал	
<i>Hoppy Lager</i>	65	6,5	19117,65	6,5
<i>India Pale Ale</i>	35	3,5	10294,12	3,5
Всього	100	10,0	29411,77	10,0

					ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА З ВПРОВАДЖЕННЯМ ХОЛОДНОГО ОХМЕЛЕННЯ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

3.1 Принципово - технологічна схема

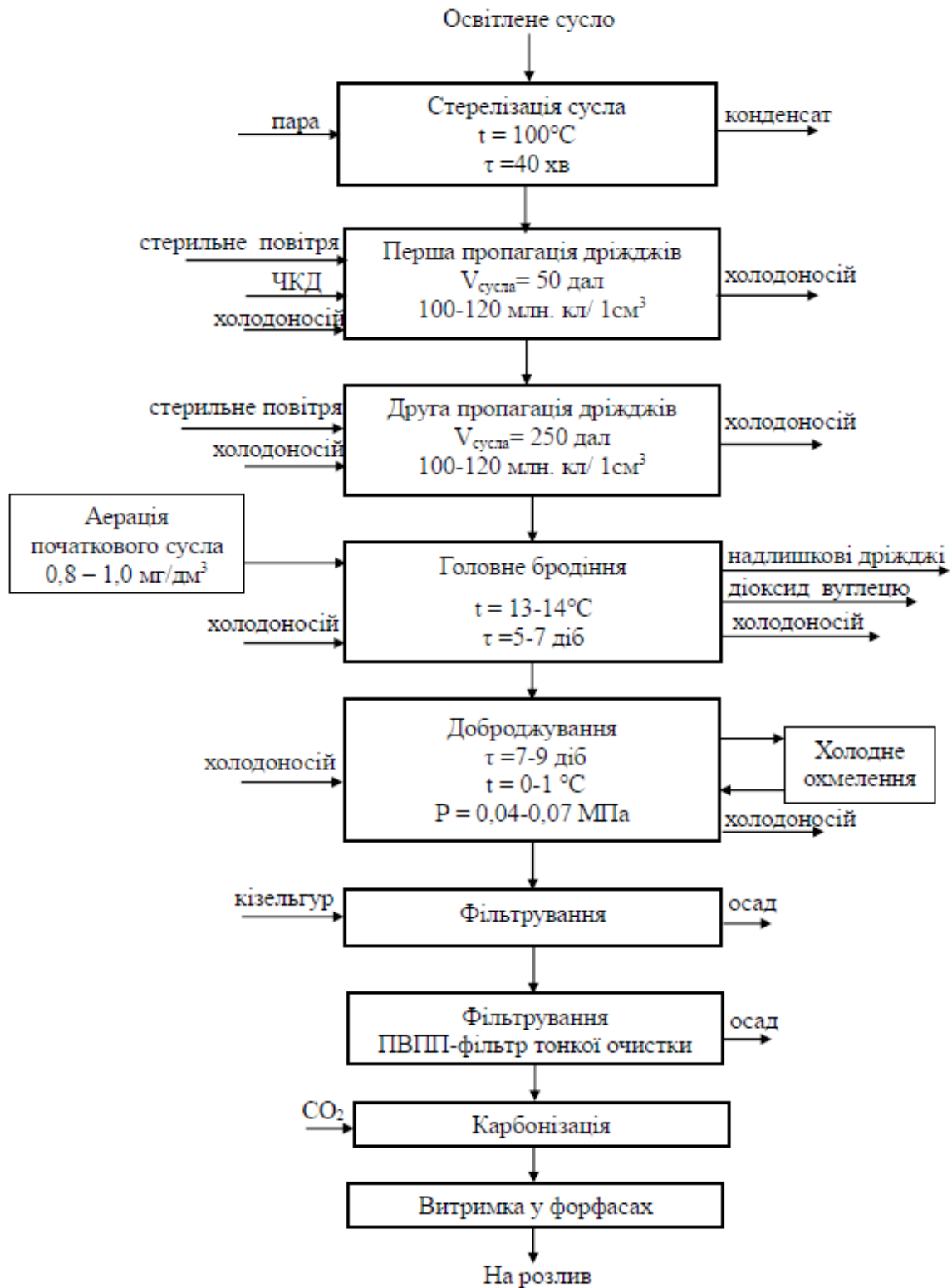


Рисунок. 3.1 – Принципова технологічна схема бродильного відділення з впровадженням холодного охмелення пива

3.2 Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пива із впровадженням технології

холодного охмелення

Культивування дріжджів

У пивоварному виробництві використовуються спеціалізовані дріжджові культури, здатні витримувати високий осмотичний тиск та підвищений вміст спирту. До технологічних дріжджів, що застосовуються у пивоварінні, висуваються низка вимог, зумовлених необхідністю забезпечення стабільності процесів бродіння та якості кінцевого продукту.

Серед основних вимог до пивоварних дріжджів виокремлюють наступні:

1. Висока флокуляційна здатність, яка сприяє ефективному осадженню дріжджових клітин та покращує процес фільтрації пива, що особливо важливо для сортових та спеціальних видів напою.
2. Поступове, повне й щільне осідання клітин після завершення доброджування, що забезпечує кращу адсорбцію білків, колоїдів, барвників і гірких речовин, тим самим підвищуючи стабільність пива та гармонійність його гіркоти.
3. Висока бродильна активність, особливо важлива для виробництва темного та сортового пива зі ступенем зброджування до 95–99%, а також стійкість до автолізу.
4. Толерантність до механічної обробки, кислот, впливу сторонньої мікрофлори та збереження морфофізіологічних властивостей протягом 10–12 генерацій.
5. Помірне накопичення біомаси, що дозволяє уникати надмірного приросту осаду.
6. Контрольований синтез побічних продуктів бродіння – ефірів, альдегідів, кетонів, вищих спиртів, які мають перебувати в межах допустимих концентрацій і гармонійно доповнювати смаковий профіль пива.

Для ініціації процесу бродіння використовують чисту культуру дріжджів (ЧКД) або посівні дріжджі, отримані шляхом контрольованого розмноження.

Процес розмноження ЧКД передбачає ізоляцію активних клітин та їх поступове культивування в стерильних умовах до досягнення необхідної кількості для застосування у промислових бродильних ємностях. Розпочинають з малих об'ємів (наприклад, 5 см³), поступово переходячи до колб у 10 разів більшого об'єму – 50 см³, 500 см³, 5 дм³, 25 дм³ (колба Карлсберга). Далі дріжджі переносяться до апаратів чистої культури (АЧК): АЧК-3 (5 Гл), АЧК-1 (20 Гл), АЧК-2 (100 Гл), де розмноження триває в послідовному порядку. На рис. 3.2 представлено отримання виробничих дріжджів із чистої культури.

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

Способи зброджування пивного сусла

У сучасному пивоварінні застосовуються різні технологічні схеми зброджування, які відрізняються як за організацією процесу, так і за рівнем автоматизації. Залежно від специфіки виробництва, умов заводу та обсягів продукції, вибирають один із наступних типів: періодичний, напівбезперервний, циклічний або безперервний.

Періодичне зброджування: класичний підхід (метод Натана) та удосконалені ЦКБА

Класичний метод Натана передбачає здійснення головного бродіння у герметичних циліндро-конічних резервуарах (ЦКР), ємністю до 600 Гл, оснащених зовнішнім охолодженням і термоізоляцією. Ці умови дозволяють підтримувати низьку температуру (3–5 °С) протягом усього процесу бродіння. Світле пиво зброджують при 3–4 °С, а темне — при 4–5 °С, не охолоджуючи приміщення.

На початковому етапі зброджування надлишковий CO₂ природним чином витісняє повітря з апарата. У середньому це триває до доби, після чого дріжджі починають осідати в конусі. Для прискорення осадження дріжджів температуру в нижній частині апарата знижують. Далі дріжджі ущільнюються під тиском ($\approx 0,15$ МПа) і видаляються як концентрована маса.

Сучасні модифікації цього методу базуються на використанні вдосконалених циліндро-конічних бродильних апаратів (ЦКБА) великої місткості (до 1500 м³). Їх конструкція дозволяє проводити як основне бродіння, так і доброджування в одній ємності. Процес розпочинається з подачі сусла температурою 5–17 °С і внесенням активних дріжджів у кількості близько 300 г/Гл. Під час перекачування сусла його аерують до концентрації розчиненого кисню не нижче 8 мг/дм³.

У перші два дні бродіння підтримують температуру в межах 9–14 °С. Коли концентрація екстракту знижується до 3,2–3,5%, апарат закривають на шпунтування під тиском 0,04–0,07 МПа. По завершенні активного бродіння (при стабільному рівні екстракту протягом 24 годин), охолоджують нижню частину до 0,5–1,5 °С і циліндр до 3–4 °С. Через 6–7 діб знімають основну масу дріжджів та проводять повторне знімання перед фільтрацією.

Особливістю бродіння в ЦКБА є *природне температурне розширвання*, яке виникає через різну щільність пива на різних стадіях. Наприклад, у пива з високим початковим екстрактом найбільша густина фіксується при температурі близько 1 °С, а з низьким — при 3 °С. Через це найгустіші фракції накопичуються в конусі, що може викликати автоліз дріжджів і погіршення якості пива, якщо їх не виводити вчасно.

Напівбезперервна технологія (доливо-переливна схема)

Ця технологія передбачає поетапне переміщення сусла з одного апарата до іншого. Сусло спочатку охолоджують, а потім завантажують у перший резервуар із активними дріжджами (співвідношення 1:1).

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Після початку бродіння частину суміші перекачують до наступного апарата, додаючи нову порцію сусла. Таким чином, кожен наступний резервуар приймає суміш, що вже почала зброджувати, і доливку свіжого сусла. Цикл триває 24 год.

Ця система дозволяє скоротити час на очищення між циклами, але має низку недоліків — зокрема, нерівномірність концентрації дріжджів у ємностях, ускладнений контроль за мікробіологічною чистотою та потребу в частій дезінфекції обладнання.

Безперервне зброджування в каскадних системах ЦКБА

У даному варіанті кілька ЦКБА (7 або 9 шт.) з'єднують у серію, і сусло самопливом переміщується з одного резервуара в інший. У кожному наступному апараті рівень екстракту зменшується (з 8 до 2,6%), а вміст спирту поступово зростає. Температура на вході зазвичай становить 8–10 °С, а на виході — 0–2 °С.

В окремих апаратах (наприклад, у п'ятому–сьомому) відбувається часткове дозрівання і стабілізація пива, включаючи видалення дріжджів. Для запобігання надлишковому насиченню CO₂ на певному етапі проводять промивання вуглекислим газом.

Ця методика дозволяє досягти високої продуктивності — фактично, один ЦКБА може працювати у два рази ефективніше, ніж у періодичному режимі. Проте в разі потрапляння інфекції хоча б в один апарат, це може призвести до втрати всієї партії продукції, тому безперервні схеми вимагають ідеальної санітарії та точного моніторингу параметрів.

Кожна з розглянутих технологій має свої переваги та обмеження. Періодичні схеми (особливо з використанням сучасних ЦКБА) визнані найбільш універсальними, оскільки дозволяють поєднувати зброджування і дозрівання в одному апараті, мінімізуючи витрати на охолодження, втрати дріжджів і площі виробництва.

Модифіковані ЦКБА мають низку суттєвих переваг:

- підвищення продуктивності праці за рахунок автоматизації;
- зменшення втрат продукції завдяки герметичності та контролю температур;
- зручність і безпеку експлуатації (автономне охолодження, спрощене очищення);
- стабільна якість пива за рахунок кращого контролю за процесами масообміну та температурою;
- економія виробничих площ та ресурсів;
- підвищення екологічної та енергетичної ефективності процесу.

Отже, на сьогоднішній день найбільш перспективним напрямком у зброджуванні пива є використання великих ЦКБА, що дозволяють одночасно проводити бродіння й доброджування, забезпечуючи високу якість та стабільність кінцевого продукту. Тому в даній кваліфікаційній роботі в технологічній схемі передбачено використання ЦКБА.

Доброджування і дозрівання пива

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Процес бродіння на проектованому заводі передбачає теплий режим, за якого температура всього цеху бродіння та доброджування (ЦКБА) підтримується в діапазоні 15–17 °С. Ключовим індикатором дозрівання пива є розщеплення діацетилу. Процес вважається завершеним, коли загальний вміст діацетилу не перевищує 0.15 мг/дм³. Після досягнення цього значення кінцева частина танка доброджування доохолоджується етиленгліколем з температурою –5 °С до кінцевої температури –1 °С. Тривалість процесу доброджування становить 5–7 діб, протягом яких відбувається формування аромату та смаку пива.

Протягом доброджування, а також обов'язково перед етапом фільтрації, здійснюється збір (підйом) дріжджів. Це забезпечує оптимальне видалення дріжджового осаду та підготовку пива до подальших стадій обробки.

Дозріле нефільтроване пиво подається на сепаратор для відділення залишків дріжджів. На цьому етапі можливе дозування першої та останньої фракцій фільтрування (які не відповідають вимогам по густині), в обсязі 10–20 % від загального об'єму партії пива. Після сепарації пиво перекачується в буферну ємність для нефільтрованого пива. Ця ємність слугує для запобігання гідравлічним ударам та забезпечує безперебійну подачу пива на фільтрацію.

На стадії перед фільтрацією до пива зі збірника дозуються стабілізуючі речовини – силікагелі. Силікагелі зв'язують білки, що спричиняють помутніння пива, при цьому мінімально впливаючи на фракції, які позитивно впливають на піноутворення. Рекомендована кількість силікагелів становить 20–70 г/Гл пива. Силікагелі виготовляються з сірчаної кислоти та рідкого натрієвого скла. Оптимальними вважаються частинки розміром 8–20 мкм з порами 3–3.5 мкм, оскільки вони забезпечують найефективнішу адсорбцію білків, що викликають помутніння.

Описаний технологічний процес доброджування та освітлення пива є критично важливим для формування кінцевих органолептичних властивостей продукту та забезпечення його стабільності. Дотримання температурних режимів, контроль рівня діацетилу, ефективне видалення дріжджів та застосування силікагелів дозволяють отримати пиво з бажаним ароматом, смаком та високою колоїдною стійкістю, що є запорукою якості готової продукції.

На стадії доброджування і дозрівання молодого пива відбувається холодне (сухе) охмелення пива.

Холодне охмелення

Нопtower - даний тип обладнання призначений для установки в холодному цеху і підключається до ємностей бродіння після завершення первинної ферментації, або до ємностей зберігання після фільтрації пива. Метою холодного охмеління є розчинення ароматичних компонентів в пиві, відомих як ефірні масла, не збільшуючи при цьому гіркоти кінцевого продукту. Устаткування спроектовано таким чином, щоб площа контакту хмелю з пивом була максимальною.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19



Рисунок 3.3 - Обладнання для холодного охмелення (Noptower)

В даній системі можуть бути використаний гранульований ароматичний хміль в пелетах. Певне розміщення входних отворів дозволяє перекачувати пиво для активної циркуляції, і, завдяки чому утворюється турбулентний потік, та збільшується рівень екстрактивності при скороченому часі контакту. Устаткування функціонує за принципом мінімізації попадання кисню в пивний потік і зведення до нуля пов'язаних з цим руйнуючих процесів. Повний потік від ємкостей бродіння до обладнання холодного охмеління створюється завдяки роботі насоса і надлишкового тиску.

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Відпрацьований хміль легко видаляється через спеціальний отвір, а обладнання промивається через вбудовані миючі головки СІР.

Дана система підходить для холодного охмелення і ароматизації великої кількості пива, завдяки великому обсягу завантаження сировини.

Hopmatic - устаткування може бути встановлено на трубопроводі гарячого суслу перед теплообмінником. Основна мета даного методу охмелення - розчинити в суслі якомога більше смакових і ароматичних компонентів хмелю без збільшення одиниць гіркоти. Устаткування сконструйовано таким чином, щоб збільшити площу контакту поточного гарячого суслу з шишками хмелю, і тим самим активувати екстрактивність ароматичних складових хмелю. Відпрацьовані шишки хмелю потім можна легко видалити через спеціальний отвір, а обладнання промити за допомогою СІР-мийки, використовуваної на пивоварні. Так як елементи кислоти, що відповідає за гіркоту в хмелі, зберігаються в нерозчинених вигляді, цей хміль можна використовувати в наступній варці в якості гіркоти-утворюючого компонента.

Такий тип обладнання рекомендований в тому випадку, якщо для отримання пива з характерним виразним хмільним смаком і ароматом недостатньо звичайного кип'ятіння з хмелем.

Hopmaster - даний тип обладнання призначений для використання в бродильному відділенні і підключається до ємностей бродіння після завершення первинної ферментації, або до ємностей зберігання після фільтрації пива. Завдяки вбудованій магнітній мішалці, підвищується відсоток екстрактивності при скороченому часі контакту. Устаткування функціонує за принципом мінімізації попадання кисню в пивний потік і зведення до нуля пов'язаних з цим руйнують процесів. Фільтруюча кошик перешкоджає попаданню в пиво великих волокон. Ця система рекомендується для холодного охмеління або ароматизації невеликих обсягів пива, однак, її дизайн дозволяє технологу сміливо користуватися різними сортами і видами хмелю.

Холодне охмелення, або сухе охмелення (dry hopping) є технологічним прийомом, що набув значної популярності у сучасному пивоварінні. Цей метод полягає у додаванні хмелю до пива після завершення основного бродіння, зазвичай на стадії доброджування або вже до готового пива, при низьких температурах. Такий підхід має як суттєві переваги, що впливають на органолептичні характеристики продукту, так і певні технологічні та економічні недоліки.

Переваги холодного охмелення

Підвищена ароматична інтенсивність та стабільність. Однією з найважливіших переваг холодного охмелення є здатність максимально розкрити леткі ароматичні сполуки хмелю. При додаванні хмелю на гарячій стадії варки значна частина цих сполук випаровується через високі температури. Натомість, при холодному охмеленні, леткі олії хмелю, такі як терпени (наприклад, мірцен, ліналоол, гераніол, гумулен), залишаються у пиві, надаючи йому яскравий, свіжий, інтенсивний аромат. Це особливо актуально для сучасних сортів пива, таких як IPA (India Pale Ale), APA (American Pale Ale) та інших стилів, що

вимагають виражених цитрусових, тропічних, фруктових, хвойних або квіткових нот. Крім того, деякі дослідження показують, що холодне охмелення може сприяти утворенню складних ефірів та інших ароматичних сполук, що посилюють загальний ароматичний профіль та його стійкість з часом.

Контрольований рівень гіркоти. На відміну від гарячого охмелення, де відбувається ізомеризація альфа-кислот хмелю, що відповідають за гіркоту, холодне охмелення мінімально впливає на цей показник. При низьких температурах ізомеризація альфа-кислот відбувається вкрай повільно або не відбувається взагалі. Це дозволяє пивоварам досягати багатого хмелевого аромату без надмірної гіркоти, що є ключовим для створення збалансованих і питких сортів пива з вираженим хмелевим профілем.

Насичений та комплексний смак. Холодне охмелення не лише покращує аромат, але й додає пиву більш насичений і глибокий смак. Хмелеві олії та смоли, які краще розчиняються і зберігаються при нижчих температурах, вносять додаткові нюанси у смаковий профіль. Це можуть бути нотки свіжої трави, смолисті відтінки, або посилення фруктових та цитрусових тонів, які є характерними для певних сортів хмелю. Таким чином, сухе охмелення дозволяє створити пиво з багатошаровим, складним смаком, що відрізняється від пива, охмеленого виключно на гарячій стадії.

Недоліки холодного охмелення

Технологічна складність та додаткові вимоги до обладнання. Застосування холодного охмелення вимагає певних технологічних адаптацій. Хміль необхідно додавати до бродильного чи доброджувального танка, що може потребувати спеціальних систем для безпечного та гігієнічного введення хмелю без контакту з киснем. Процес настоювання хмелю триває від кількох днів до декількох тижнів, що збільшує час виробничого циклу. Крім того, після холодного охмелення може знадобитися додаткова фільтрація або сепарація для видалення частинок хмелю, що ускладнює процес та збільшує виробничі витрати.

Підвищена вартість виробництва. Холодне охмелення, як правило, передбачає використання значно більшої кількості хмелю порівняно з традиційним гарячим охмеленням для досягнення бажаного ароматичного профілю. Це, в поєднанні з вартістю спеціальних, часто ароматичних, сортів хмелю, що використовуються для сухого охмелення, суттєво збільшує сировинні витрати. Крім того, подовження виробничого циклу та можлива потреба у додатковому обладнанні також можуть підвищити загальну собівартість кінцевого продукту.

Холодне охмелення є ефективним інструментом для сучасних пивоварів, що дозволяє створювати пиво з виразним, багатограним ароматом та насиченим смаком, при цьому контролюючи рівень гіркоти. Цей метод є ключовим для виробництва таких популярних стилів, як IPA, де хмелевий аромат є домінуючим. Однак, впровадження холодного охмелення вимагає врахування його технологічної складності, подовження виробничого циклу та значних економічних витрат через збільшену витрату хмелю. Зважений підхід до використання цієї

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

технології дозволяє максимально розкрити потенціал хмелю та задовольнити зростаючі вимоги споживачів до ароматичних профілів пива.

Фільтрування пива

Фільтрування пива є ключовим етапом у технологічному процесі, який має на меті надати продукту максимальну колоїдну стабільність та привабливий зовнішній вигляд протягом усього терміну зберігання. Нефільтроване пиво містить різноманітні завислі частинки, такі як білки, поліфеноли, залишки дріжджових клітин та мікроорганізмів, які не були повністю видалені під час процесу осідання після головного бродіння. Ці компоненти з часом можуть призводити до помутніння пива, погіршення його смакових якостей та скорочення терміну придатності.

Залежно від ступеня витримки та ефективності попередніх стадій, вміст дріжджових клітин у нефільтрованому пиві може варіюватися в межах від 100000 до 1000000 кл на 1 см³. Водночас, кількість бактерій повинна бути мінімальною, оскільки їх високий вміст свідчить про незадовільний санітарний стан пивоварні, що є неприпустимим з точки зору якості та безпеки продукту.

Для ефективної фільтрації пива переважно використовуються *кізельгурові фільтри* різних типів. *Кізельгур (діатоміт)* – це природний фільтруючий агент, що складається з скам'янілих решток діатомових водоростей. Завдяки своїй пористій структурі він забезпечує високу ефективність фільтрації. Ефективність процесу фільтрації оцінюється за кількістю мікроорганізмів, що залишаються у відфільтрованому пиві. Зокрема, застосування кізельгурових фільтрів дозволяє зменшити кількість дріжджових клітин в 1 дм³ пива зі 100 мільйонів до 50 мільйонів, що є значним показником очищення.

Принцип роботи наливних фільтрів. Наливні фільтри – це системи, де фільтрація відбувається шляхом пропускання рідини через сформований на фільтрувальних перегородках шар допоміжної фільтруючої речовини, якою є кізельгур. Для досягнення оптимального фільтруючого ефекту, формування фільтруючого шару відбувається у кілька етапів:

1. Основний (попередній) шар: Цей етап передбачає циркуляцію концентрованої суспензії крупнофракційного кізельгуру (діатоміту) через деаеровану воду або відфільтроване пиво під надлишковим тиском 0.2...0.3 МПа. Таким чином формується стабільний базовий шар, який є стійким до коливань тиску та запобігає проникненню дрібної фракції діатоміту у фільтрат. Цей шар є фундаментальним для подальшого нарощування фільтруючого шару та успішності фільтрації в цілому. Частинки кізельгуру в цьому шарі щільно взаємодіють між собою, перешкоджаючи їх подальшому зміщенню. Для формування основного шару використовується 700...800 г/м² або 70 % від загальної кількості кізельгуру, призначеного для попередніх шарів.
2. Захисний шар: Після основного шару формується захисний шар з дрібніших фракцій кізельгуру, який також промивається деаерованою водою або пивом. Цей шар запобігає помутнінню пива та зменшує засмічення фільтра. Загалом, на формування основних шарів товщиною 1.5...3 мм використовується

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

близько 1000 г/м² кізельгуру. Процес створення захисного шару триває 10...15 хв.

3. Дозування в потоці: Для підтримки стабільної проникності кізельгурового шару, а отже, постійної продуктивності фільтра протягом усього процесу фільтрації, кізельгур безперервно дозується у потік пива. Це запобігає стрибкам тиску та нерівномірному потоку пива, які можуть порушити цілісність сформованих шарів на ситах або свічках і призвести до помутніння фільтрату.

Підвищення різниці тиску під час фільтрації відбувається повільно і рівномірно до досягнення максимально допустимого надлишкового тиску 0.6...0.8 МПа. Витрата кізельгуру при фільтруванні зазвичай становить 6.0...12.0 г на 1 дал пива.

Намивний свічковий фільтр є однією з різновидів намивних фільтрів. Він складається з циліндричного вертикального апарату з конічним дном, розрахованого на роботу під надлишковим тиском. Основними фільтруючими елементами є фільтрувальні свічки – спеціальні перегородки, на які і намивається допоміжна фільтруюча речовина (кізельгур).

Процес фільтрації починається з формування основних шарів діатоміту на свічках і триває до моменту, коли тиск досягає граничного значення. Після завершення фільтрації, пиво витісняється з фільтра деаерованою водою.

Видалення використаного кізельгуру здійснюється у пастоподібному або рідкому вигляді. Попередньо кізельгур відділяють від свічок за допомогою стисненого повітря або суміші стисненого повітря з водою. Далі фільтр промивається у протитоці: потік води чергується з подачею стисненого повітря, що створює вихори та повітряні поштовхи, ефективно очищаючи фільтруючі елементи. На завершальному етапі фільтр та всі пов'язані труби стерилізуються підкисленою гарячою водою, що готує систему до наступного циклу фільтрації.

Переваги свічкового намивного фільтра:

- Високе навантаження на фільтруючий елемент: до 9 кг/м², що забезпечує значну продуктивність;
- оптимальний потік: Створюються умови для рівномірного розподілу кізельгуру, що підвищує ефективність фільтрації;
- гнучкість видалення кізельгуру: Можливість видалення відпрацьованого кізельгуру як у вологому, так і в сухому стані, що спрощує утилізацію;
- легка автоматизація процесу: Сприяє підвищенню ефективності та зниженню трудових витрат;
- мінімальні витрати води при митті протитоком: Забезпечує економію ресурсів;
- висока якість фільтрації: Гарантує отримання прозорого та стабільного пива.

Фільтрування є незамінним етапом у виробництві пива, що забезпечує його колоїдну стабільність та візуальну привабливість, запобігаючи помутнінню, спричиненому дріжджовими клітинами та іншими завислими частинками. Застосування кізельгурових намивних фільтрів, зокрема свічкових намивних фільтрів, дозволяє ефективно очищати пиво, значно зменшуючи вміст мікроорганізмів та забезпечуючи високу якість кінцевого продукту. Багатошарове формування фільтруючого шару та контроль тиску є ключовими для підтримання

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

ефективності фільтрації. Враховуючи високу ефективність, можливість автоматизації та економію ресурсів, свічковий наливний фільтр є оптимальним вибором для забезпечення необхідних показників якості пива.

Карбонізація

Перед розливом у пляшки пиво повинно містити необхідну кількість розчиненого діоксиду вуглецю (CO_2), що забезпечує характерну газованість напою. Однак у процесі зберігання або транспортування частина вуглекислого газу може втрачатися. Основними причинами цього є недостатній надлишковий тиск або підвищена температура пива. У таких випадках виникає необхідність у повторному насиченні пива вуглекислим газом — процесі, який називається карбонізацією.

Суть карбонізації полягає у відновленні або доведенні вмісту CO_2 у пиві до необхідного рівня перед його фасуванням у пляшки, банки або кеги. Для цього використовують спеціальні пристрої — карбонізатори, через які проходить пивний потік. У процесі карбонізації CO_2 вводиться безпосередньо у потік пива, що дозволяє забезпечити рівномірне насичення газом.

На більшості пивоварних підприємств рівень вуглекислого газу, який забезпечується під час доброджування, є достатнім для розливу продукції у кеги та банки. Проте у випадку розливного або пляшкового пива часто застосовується додаткове карбонізування для досягнення бажаної насиченості. Як альтернатива, у ході доброджування можна варіювати тиск у шпунт-апаратах залежно від цільової кількості CO_2 у готовому продукті.

Конструктивно карбонізатор зазвичай являє собою вигнуту, подовжену трубу, у якій забезпечується високий ступінь диспергування газу в рідині. Такий принцип дозволяє вуглекислому газу ефективно змішуватися з пивом. Варто зазначити, що процес розчинення CO_2 у пиві не є миттєвим — на початковому етапі карбонізація нестабільна, і лише з часом досягається хімічна рівновага між вуглекислим газом у газовій та розчиненій фазах. Таким чином, карбонізація — це ключовий етап, що забезпечує якісні органолептичні властивості пива, зокрема — його смак, аромат і відчуття свіжості, зумовлене насиченням вуглекислим газом.

Зберігання готового пива у форфасах

Після закінчення фільтрування пиво має «відпочити». Це необхідно для того, щоб пиво не пінилося під час розливу і встановлювалися зв'язки між молекулами білка та молекулами CO_2 . У ємностях після фільтрації пиво має відстоятися не менше 24 год. При відстоювання пива слід зберігати при температурі $0...4\text{ }^\circ\text{C}$ і тиску $0,9...1,1\text{ МПа}$

3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми

Після завершення процесу приготування пивного суслу охолоджене до заданої температури початкове сусло надходить із варильного відділення до бродильного цеху, де воно направляється у циліндро-конічний бродильний апарат (ЦКБА) (поз. 6). Перед подачею сусло піддається аерації, тобто збагаченню молекулярним киснем. Цей етап здійснюється в спеціальному аераторі (поз. 5), де

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

до пивного сусла надходить стерильне повітря. Метою цієї операції є забезпечення заданої концентрації розчиненого кисню в об'ємі сусла — зазвичай у межах 6–14 мг/дм³, що є критично важливим для забезпечення інтенсивного та повноцінного росту дріжджових клітин на початку бродіння.

Одночасно з основною подачею частина сусла (близько 45–50 Гл) надходить до стерилізатора-пропатора (поз. 1), де проходить обробку паром до температури 100 °С. Ця процедура дозволяє знищити залишкову мікрофлору, яка могла потрапити у продукт на попередніх етапах, і гарантує мікробіологічну стабільність дріжджової культури, що буде додаватися згодом.

Після термообробки сусло охолоджується до температури 15–16 °С і стисненим повітрям перекачується до пропатора (поз 3). В пропаторі здійснюється розведення та активізація чистої культури дріжджів (ЧКД), яку попередньо вносять із колби Карлсберга. Вирощування дріжджів у пропаторі триває 40–48 год. Після досягнення необхідної активності дріжджова біомаса переміщується до збірника насінєвих дріжджів (поз. 7), де зберігається до моменту використання.

Внесення дріжджів у ЦКБА відбувається безпосередньо в потоці разом із суслем. Для цього застосовується дозатор дріжджів (поз. 4), який забезпечує точне і контрольоване дозування дріжджової маси. Надалі, у процесі головного бродіння, відбувається накопичення надлишкової біомаси дріжджів. Після закінчення активного зброджування їх необхідно видалити з бродильного апарата. Це здійснюється шляхом знімання осаду, після чого дріжджі спрямовують через сепаратор, а потім — на регенерацію та зберігання у збірнику надлишкових дріжджів (поз. 8). Відновлені дріжджі після регенерації можуть бути повторно використані для наступних циклів бродіння.

Удосконалення технологічного процесу дозволяє інтегрувати додаткові стадії, зокрема проводити холодне охмелення пива. Після закінчення головного бродіння охолоджують рубашку та зменшують температуру до 0...1 °С, при цьому дріжджі осідають на дно. Молоде пиво з ЦКБА безперервно циркулює через спеціальну ємність Hoptower (поз. 17), заповнену ароматичним хмелем, де проводиться холодне охмелення. На цьому етапі відбувається інтенсивне насичення пива ароматичними сполуками хмелю, які розчиняються у пивному середовищі за понижених температур, що дозволяє максимально зберегти цінні ароматичні леткі компоненти і ефірні олії хмелю.

Наступним кроком є фільтрування пива. Зброджене і насичене ароматичними речовинами хмелю пиво направляється у буферну ємність, звідки воно перекачується відцентровим насосом (поз. 2) у свічковий намивний кізельгуровий фільтр (поз. 12). Для забезпечення ефективного фільтрування пива від залишків дріжджів у потік пива подається розчин кізельгуру через дозатор (поз. 10). Для приготування розчину слугує ємність кізельгуру (поз. 11). Кізельгур виступає як фільтруючий матеріал, затримуючи залишки дріжджів, білкові фракції та інші механічні домішки. Для контрольної фільтрації використовують ПВПП-фільтр (поз. 14). Після фільтрування пиво знову перекачується тим самим насосом у форфас (поз. 16) — проміжну ємність, з якої вже готовий до споживання продукт подається на лінію розливу у пляшки, банки або кеги.

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

4.1 Характеристика проекрованої продукції

Пиво виготовляється з води, ячмінного солоду, хмелю, пивних дріжджів. Іноді додатково застосовуються несолоджені матеріали (непророщене рисове, ячмінне, кукурудзяне борошно та крупи, а також інша сировина, яка містить вуглеводи) та інші допоміжні інгредієнти.

У даній курсовій роботі розглянуто пиво Horru Lager та пиво India Pale Ale. Рецептuru проектованих сортів пива наведена в табл. 2.1

Таблиця 4.1

Рецептура проектованих сортів пива

Найменування сорту пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Витрата зернопродуктів на 1 дал		Гіркота сусла, г/дал	Примітка
		Найменування зернопродукту	%		
Horru Lager	14,0%	Солод спеціальний «Pilsner»	60	0,9	Світле
		Солод світлий	5		
		Солод світлий пшеничний	5		
		Рис	15		
		Солод карамельний	10		
		карахель	5		
India Pale Ale	14,5%	Солод спеціальний «Віденський»	59	1,4	Світле
		Солод карамельний	5		
		карахель			
		Солод темний меланоїдиновий	6		
		Солод світлий	30		

Пиво багате корисними речовинами. Вітаміни В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР сприяють утворенню червоних кров'яних тілець, покращують роботу серця і стимулюють обмін речовин. Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пива за ДСТУ3888:15 «Пиво. Загальні технічні умови» наведені в табл. 2.2-2.5 [5].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Органолептичні показники пива згідно ДСТУ 3888:2015 [5]

Найменування показника	Характеристика показника					
	Фільтроване пиво			Нефільтроване пиво :освітлене,неосвітлене		
	Світле	Напівтемне	Темне	Світле	Напівтемне	Темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень не властивих пиву. Для пшеничного пива допустима опалесценція			непрозора піниста рідина або прозора з опалесценцією без сторонніх включень, не властивих пиву. Допустима наявність дріжджового осаду та часточок білково-дубильних сполук		
Смак	Чистий, зброджений, солодовий, з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з вираженим присмаком карамельного або паленого солоду, з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, з присмаком дріжджів, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з присмаком дріжджів, з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий з вираженим присмаком карамельного або паленого солоду, з присмаком дріжджів, з хмелювою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків
	Для пшеничного пива властивий пряний присмак					
Аромат	Чистий, зброджений, хмелювий без сторонніх запахів			Чистий, зброджений, солодовий, хмелювий без сторонніх запахів. Допустимий слабкий дріжджовий аромат		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ
ПРОДУКЦІЇ

Арк

28

Для пшеничного пива властивий пряний (фенольний) аромат
Примітка 1. Для пива з масовою часткою сухих речовин понад 15% властивий винний присмак
Примітка 2. Додаткові вимоги до органічних показників пива встановлює виробник у технологічній інструкції (рецептурі) на кожний сорт пива.

Таблиця 4.3

Фізико-хімічні показники пива [5]

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі,%	Масова частка спирту, %	Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	Кольоровість см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %
Світле	8,0...20,0	2,0...6,0	1,2...5,0	0,2...1,8	0,30...0,35
Напівтемне	9,0...23,0	2,4...7,2	1,3...5,0	1,9...3,9	0,30...0,35
Темне	9,0...23,0	2,4...7,2	1,3...5,5	Більше 4,0	0,30...0,33
Пшеничне світле пиво	10,0...15,0	2,5...5,0	1,5...3,2	0,4...3,0	0,40...0,45
Пшеничне темне пиво	10,0...15,0	2,7...4,0	1,5...3,7	Більше 3,0	0,30...0,35
Безалкогольне пиво світле	-	0,5	1,2...3,2	0,2...2,5	Не менше 0,30
Безалкогольне пиво темне	-	0,5	1,2...3,2	Більше 2,5	Не менше 0,30

Примітка. Масову частку сухих речовин в початковому суслі безалкогольного пива не визначають.

В пиві органолептично оцінюють прозорість, колір, смак, аромат, хмелеву гіркоту, насиченість діоксидом вуглецю, піноутворення та піностійкість пива.

Максимальна дегустаційна оцінка — 25 балів, яка складається з оцінки прозорості — 3, кольору — 3, смаку — 5, хмелевої гіркоти — 5, аромату — 4 і піностійкості — 5. Дегустаційна оцінка світлого пива за окремими показниками наведена в таблиці.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Характеристика та бальна оцінка органолептичних показників пива

Найменування показника якості	Органолептична характеристика пива	Бал	Оцінка	Примітка
1	2	3	4	5
Прозорість	Прозоре з блиском, без зависів	3	відмінно	
	Прозоре без блиску, поодинокі дрібні зависі (пилоподібні)	2	Добре	
	Слабо опалесціює	1	задовільно	
	Сильно опалесціює	0	незадовільно	Знімають з дегустації як нестандартне
Колір	Відповідає типу пива, знаходиться на мінімально встановленому рівні для даного типу пива	3	відмінно	
	Відповідає типу пива на середньому рівні	2	добре	
	Відповідає типу пива, максимально допустимий для даного сорту	1	задовільно	
	Не відповідає типу пива, світліше або темніше від встановленого стандартного рівня	0	незадовільно	
Аромат	Відмінний аромат, що відповідає даному типу пива чистий, свіжий, чітко виражений	4	відмінно	
	Добрий аромат, що відповідає типу пива, але недостатньо виражений	3	добре	

	В ароматі помітні сторонні відтінки: злегка сирний, фруктовий, дуже виражений солодовий	2	задовільно	
	Виражені сторонні тони в ароматі: фруктовий, кислуватий, дріжджовий, молодого пива та ін.	1	незадовільно	
Смак	Відмінний без сторонніх присмаків, гармонійний смак, що відповідає даному типу пива	5	відмінно	
	Добрий, чистий смак, який відповідає даному типу пива, але не дуже гармонійний	4	добре	
	Не дуже чистий смак, незрілий присмак молодого пива, карамельний смак, пустий, слабо виражений	3	задовільно	
	Пустий смак і сторонній присмак: дріжджовий, фруктовий гострий, кислуватий	2	незадовільно	
Хмельова гіркота	Чисто хмельова, м'яка, врівноважена, що відповідає типу пива	5	відмінно	
	Чисто хмельова, не дуже врівноважена, злегка залишкова, грубувата	4	добре	
	Хмельова, груба, залишкова або слабка, що не відповідає даному сорту пива	3	задовільно	
	Не хмельова, груба	2	незадовільно	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Піна та насиченість діоксидом вуглецю	Густа, стійка, компактна піна заввишки не менше 40 мм, стійкістю не менше 4 хв. при значному та уповільненому виділенні бульбашок газу	5	відмінно	
	Компактна стійка піна заввишки не менше 30 мм, стійкістю не менше 3 хв. при незначному і швидко зникаючому виділенні бульбашок газу	4	добре	
	Піна заввишки не менше 20 мм, стійкістю не менше 2 хв.	3	задовільно	
	Піна заввишки не менше 10 мм, стійкістю не менше 1 хв.	2	незадовільно	
	Без піни		незадовільно	Знімають з дегустації як нестандартне

Таблиця 4.5

Загальна оцінка якості пива

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

4.2 Характеристика сировини

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

У процесі виробництва пива, також використовують допоміжні матеріали, дозволені органами охорони здоров'я України, використання яких передбачено відповідною технологічною інструкцією.

Згідно з ДСТУ 4282:2018 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови» за фізико-хімічними показниками світлий і темний солод повинен відповідати вимогам, які наведені в табл. 4.6, 4.7.

					<i>ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ</i>	Арк
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.6

**Органолептичні показники світлого і темного солодів згідно з ДСТУ
4282:2018 Солод пивоварний ячмінний [20]**

Найменування показника	Значення показника
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих і пошкоджених зерен
Колір	Для солоду високої якості-від світло-жовтого до жовтого. Для солоду I та II класу дозволено сірувато-жовтий
Запах	Солодовий, більш концентрований у темного солоду. Не дозволений : кислий, запах плісняви та інші не властиві солодовому.

Таблиця 4.7

**Фізико-хімічні показники світлого і темного солоду згідно з ДСТУ
4282:2018 Солод пивоварний ячмінний [20]**

Найменування показника	Норми для типів солоду			
	високої якості	світлого		темного
		1 класу	2 класу	
Прохід через сито 2,2x20мм, %, не більше	2,0	3,0	5,0	7,0
Масова частка сміттєвих домішок, %, не більше	Не допуск.	0,3	0,5	0,3
Кількість зерен, %:				
- мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
- склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
- темних, не більше	Не дозволено		4,0	10,0
Масова частка вологи, %, не більше	4,0	5,0	5,5	5,0
Масова частка екстракту на суху речовину солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	75,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду, %	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин в сухій речовині солоду, %, не більше	11,5	12,0	13,0	-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

*ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ
ПРОДУКЦІЇ*

Арк

33

Закінчення табл. 4.7

Відношення масової частки розчинного білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду (число Кольбаха), %	39-41	37-41	-	-
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75-0,70	0,69-0,65	0,64-0,55	-
Тривалість оцукрювання, хв, не більше	10	15	25	-

Найменування показника	Норми для типів солоду			
	світлого			темного
	високої якості	1 класу	2 класу	
Лабораторне сусло:				
Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	Не більше 0,18	Не більше 0,23	Не більше 0,40	0,49-1,80
або в одиницях ЕВС	Не більше 3,2	Не більше 4,0	Не більше 6,6	8...24
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	-
Кінцева 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	-

Примітка 1. Рекомендовані вимоги до якості солоду пивоварного ячмінного за показником – вміст Вглюканів, не більше – для солоду високої якості – 145 мг/л, I класу – 200 мг/л, II класу – 250 мг/л та/або установлюють у договорі (контракті) між постачальником і покупцем.

Примітка 2. Колір солоду в одиницях ЕВС по відношенню до кольору в см³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм³ на 100 см³ води приведено в додатку Б.

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

Технологічна вода має відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10

Таблиця 4.8

Органолептичні показники води згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10. [3]

Назва показника	Норматив	Метод випробування
Запах при 20°C і при нагріванні до 60°C, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351-74
Смак і присмак при 20°C, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351-74
Колірність, градуси, не більше	20	За ГОСТ 3351-74
Мутність за стандартною шкалою, мг дмЗ/, не більше	1.5	За ГОСТ 3351-74

Таблиця 4.9

Фізико-хімічні показники води [3]

Назва показника	Норматив
1	2
Водневий показник, рН	6,0 – 9,0
Залізо, мг/дмЗ, не більше	0,3
Загальна жорсткість, мг · екв дмЗ/, не більше	7,0
Марганець, мг/дмЗ, не більше	0,1
Мідь, мг/дмЗ, не більше	1,0
Поліфосфати, мг/дмЗ, не більше	3,5
Сульфати, мг/дмЗ, не більше	500
Сухий залишок, мг/дмЗ, не більше	1000
Хлориди, мг/дмЗ, не більше	350
Цинк, мг/дмЗ, не більше	5,0

**Мікробіологічні показники технологічної води для пива згідно
ДСанПІН2.2.4-171-10 [3]**

№ з/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 води, не більше	100	20	100
2	Бактерії кишкової групи: В 100 см води, не більше	0	0	0
	В 100 см води, не більше	3	0	3

Вимоги до хмелю

Хміль – важлива складова у виробництві пива. Він також повинен відповідати чинній нормативній документації, а саме ДСТУ 4099:2002 «Хміль гранульований».

**Обмежувальні вимоги якості хмелю гранульованого згідно
ДСТУ 7028:2009 [8]**

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

4.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

У виробництві пива використовують, як основні так і допоміжні матеріали. До основної сировини відносять: дріжджі, ферментні препарати, білий цукор, мед, мальтозну патоку, несолоджену зернову сировину.

					<i>ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ</i>	Арк
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Органолептичні та фізико-хімічні показники рисової крупи згідно вимог
ДСТУ 4965:2008**

Назва показника	Характеристики і норми для рисової крупи					
	Сорт екстра	Вищий сорт	1 сорт	2 сорт	3 сорт	Подріблений
Колір	Білий	Білий з різними відтінками				
Запах	Характерний рисовій крупі без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявілий					
Смак	Характерний рисовій крупі без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий					
Вологість,%, не більше	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Доброякісне ядро,%, не менше	99,7	99,7	99,4	99,1	99,0	98,2
В тому числі : рис подрібнений,%, не більше	4,0	4,0	9,0	13,0	25,0	-
Пожовклі ядра рису,%, не більше	Не допускається	0,5	2,0	6,0	8,0	-
Сміттєва домішка,%, не більше	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,8
Мінеральна домішка	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10
Органічна домішка	Не допускається	Не допускається	0,05	0,05	0,05	0,05

5. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

5.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

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

Кваліфікаційною роботою передбачено випуск пива *Horpy Lager* з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 14,0 %, *India Pale Ale* з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 14,5 %. Продуктивність заводу 10,0 млн.дал/рік. Продуктивність підприємства 10,0 млн дал/рік. Кількість робочих днів було прийнято за 340.

Асортимент та обсяг виробництва проєктованих сортів пива наведено в табл.2.1.

Характеристика сировини, яка використовується для приготування обраних сортів пива наведена в табл. 4.7

Основні дані для розрахунків наведено в табл 5.1.

Таблиця 5.1

Втрати на стадіях виробництва пива

Втрати	Пиво з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі, %	
	Horpy Lager, 14%	India Pale Ale, 14,5%
Солоду при очищенні та поліруванні, % від початкової маси.	0,1	0,1
Екстракту:		
З пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	2,1	2,1
З хмелевою дробиною, шламом під час сепарування, стиснення, під час охолодження на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,8	6,0
У цеху бродіння, % від холодного сусла	2,1	2,3
Під час доброджування та фільтрування, % від об'єму молодого пива	2,4	2,3
Під час розливу, % від об'єму фільтрованого пива:		
У пляшки	2,5	2,5

Загальні видимі з рідкою фазою (від гарячого сусла до готового пива)	12,5	12,3
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	8,5	9,2

5.2 Продуктові розрахунки

Пиво «**Horpy lager**» з концентрацію сухих речовин 14,0% в початковому суслі готується з наступної сировини : Солод пшеничний світлий 15% ; Світлий солод 10%; Спеціальний солод «Pilsner» 60%; рис 10%; Карамельний солод типу Каракель 5%. Тобто на 100 кг сировини використовується 15 кг світлого пшеничного солоду, світлого 5 кг, карамельного солоду 5кг, 10 кг рису та 60 кг Спеціального солоду «Pilsner».

Під час полірування солоду втрати становлять 0,1% тобто на 100 кг солоду втрати 0,1 кг.

Після полірування з урахуванням втрат маса солоду становить:

$$\text{Пшеничного світлого солоду} - 15 - 0,1\% = 14,9 \text{ кг}$$

$$\text{Світлого ячмінного солоду} - 10 - 0,1\% = 9,9 \text{ кг}$$

$$\text{Карамельного солоду каракель} - 5 - 0,1\% = 4,9 \text{ кг}$$

$$\text{Спеціального солоду «Pilsner»} - 60 - 0,1\% = 59,9 \text{ кг}$$

При вологості Спеціального солоду «Pilsner» 4,5%, карамельного солоду каракель 4%, світлого ячмінного солоду 4,5%, світлого пшеничного солоду 4,5%, рису – 12% вміст сухих речовин становить:

$$\text{Спеціального солоду «Pilsner»} - 59,9 * (1 - 0,045) = 57,204 \text{ кг}$$

$$\text{Карамельного солоду каракель} - 4,9 * (1 - 0,04) = 4,704 \text{ кг}$$

$$\text{Пшеничний світлого солоду} - 14,9 * (1 - 0,045) = 14,229 \text{ кг}$$

$$\text{Світлого ячмінного солоду} - 9,9 * (1 - 0,045) = 9,454 \text{ кг}$$

$$\text{Рису} - 10 * (1 - 0,012) = 9,88 \text{ кг}$$

Всього сухих речовин, в сировині, що йде на подрібнення:

$$CP = 14,229 + 9,454 + 4,704 + 57,204 + 9,88 = 95,47 \text{ кг}$$

При екстрактивності Спеціального солоду «Pilsner» - 79%, карамельного солоду каракель - 80%, світлого ячмінного солоду - 79%, пшеничного світлого солоду - 79% та рису - 96% від маси сухих речовин кількість екстракту, на затирання надходить:

$$\text{Спеціального солоду «Pilsner»} - 57,204 * 0,79 = 45,19 \text{ кг}$$

$$\text{Карамельного солоду каракель} - 4,704 * 0,8 = 3,76 \text{ кг}$$

$$\text{Пшеничний світлого солоду} - 14,229 * 0,79 = 11,24 \text{ кг}$$

$$\text{Світлого ячмінного солоду} - 9,454 * 0,79 = 7,47 \text{ кг}$$

$$\text{Рису} - 9,88 * 0,96 = 9,48 \text{ кг}$$

Всього екстрактивних речовин надходить:

$$45,19 + 3,76 + 11,24 + 7,47 + 9,48 = 77,14 \text{ кг}$$

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

Частина екстракту (2,1 % від маси продуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин:

$$77,14 * (1 - 0,021) = 75,52 \text{ кг}$$

Кількість сухих речовин, що залишається у дробині:

$$95,47 - 75,52 = 19,95 \text{ кг}$$

Пиво «**India Pale Ale**» з концентрацією сухих речовин 14,5% в початковому суслі готується з наступної сировини: Солод світлий Віденський - 59%; Солод карамельний карахель – 5%; Солод спеціальний меланоїдиновий – 6 % ; Світлий ячмінний солод – 30%. Тобто на 100 кг сировини використовується 59 кг Венського світлого солоду, карахелю 5 кг, Спеціального меланоїдинового солоду 6 кг; Світлого солоду – 30 кг.

Під час полірування солоду втрати становлять 0,1% тобто на 100 кг солоду втрати 0,1 кг.

Після полірування з урахуванням втрат маса солоду становить:

$$\text{Солод світлий Віденський} - 59 - 0,1\% = 58,9 \text{ кг}$$

$$\text{Солод карамельний карахель} - 5 - 0,1\% = 4,9 \text{ кг}$$

$$\text{Солод спеціальний меланоїдиновий} - 6 - 0,1\% = 5,9 \text{ кг}$$

$$\text{Світлого солоду} - 30 - 0,1\% = 29,9 \text{ кг}$$

При вологості світлого солоду 4,5%, карамельного солоду карахель 4%, солоду світлого Віденського 4,5%, спеціального меланоїдинового солоду 4,9 % вміст сухих речовин становить:

$$\text{Солод світлий Віденський} - 58,9 * (1 - 0,045) = 56,25 \text{ кг}$$

$$\text{Солод карамельний карахель} - 4,9 * (1 - 0,04) = 4,71 \text{ кг}$$

$$\text{Солод спеціальний меланоїдиновий} - 5,9 * (1 - 0,049) = 5,61 \text{ кг}$$

$$\text{Світлого солоду} - 29,9 * (1 - 0,045) = 28,55 \text{ кг}$$

Всього сухих речовин, в сировині, що йде на подрібнення:

$$CP = 56,25 + 4,71 + 5,61 + 28,55 = 95,12 \text{ кг}$$

При екстрактивності світлого солоду 79%, карамельного солоду карахель 80%, солоду світлого Віденського 79%, спеціального меланоїдинового солоду 76% від маси сухих речовин кількість екстракту, на затирання надходить:

$$\text{Солод світлий Віденський} - 56,25 * 0,79 = 44,44 \text{ кг}$$

$$\text{Солод карамельний карахель} - 4,71 * 0,8 = 3,77 \text{ кг}$$

$$\text{Солод спеціальний меланоїдиновий} - 5,61 * 0,76 = 4,26 \text{ кг}$$

$$\text{Світлого ячмінного солоду} - 28,55 * 0,79 = 22,55 \text{ кг}$$

Всього екстрактивних речовин надходить:

$$44,44 + 3,77 + 4,26 + 22,55 = 75,02 \text{ кг}$$

Частина екстракту (2,1 % від маси зернопродуктів, що затираються) втрачається з дробиною, тому в сусло перейде екстрактивних речовин:

$$75,02 * (1 - 0,021) = 73,44 \text{ кг}$$

Маса сухих речовин, що залишаються в дробині:

$$95,12 - 73,44 = 21,68 \text{ кг}$$

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

Визначення проміжних продуктів

Гаряче сусло. За наведеними розрахунками в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин для пива:

Норпу Lager - 75,52 кг

India Pale Ale - 73,44 кг

За встановленої початкової концентрації сусла 14,0 % для пива Норпу Lager, 14,5% для пива India Pale Ale із вказаної кількості екстрактивних речовин отримують сусла для пива:

Норпу Lager – $75,52 * 100 / 14 = 539,43$ кг

India Pale Ale – $73,44 * 100 / 14,5 = 506,48$ кг

Об'єм сусла при 20°C (при відносній густині сусла Норпу Lager 1,05685; India Pale Ale 1,05900).

Норпу Lager – $539,43 / 1,05685 = 510,41$ дм³

India Pale Ale – $506,48 / 1,05900 = 478,26$ дм³

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

Норпу Lager – $510,41 * 1,04 = 530,83$ дм³

India Pale Ale – $478,26 * 1,04 = 497,39$ дм³

Холодне сусло. Втрати гарячого сусла на відстоювання, охолодження, змочування трубопроводів, на бродіння і доброджування в цеху ферментації, приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Норпу Lager — 5,8 %, для India Pale Ale — 6,0 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму за температури 20 °С.

Отже, об'єм холодного сусла:

Норпу Lager – $530,83 * (1 - 0,058) = 500,04$ дм³

India Pale Ale – $497,39 * (1 - 0,06) = 467,55$ дм³

Фільтроване пиво. Втрати у бродильному цеху і цеху фільтрації складає до об'єму пива Норпу Lager – 2,1%; India Pale Ale – 2,3%; за даних втрат об'єм фільтрованого пива становить:

Норпу Lager – $500,04 * (1 - 0,021) = 489,54$ дм³

India Pale Ale – $467,55 * (1 - 0,023) = 456,79$ дм³

Готове пиво. При розливі пива в скляну тару об'ємом 0,5 дм³ становлять для усіх найменувань пива 2,5%.

Кількість товарного пива:

Норпу Lager – $489,54 * (1 - 0,025) = 477,3$ дм³

India Pale Ale – $456,79 * (1 - 0,025) = 445,37$ дм³

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

Норпу Lager – $530,83 - 477,3 = 53,53$ дм³

India Pale Ale – $497,39 - 445,37 = 52,02$ дм³

Або у % до об'єму гарячого сусла:

Норпу Lager – $53,53 * 100 / 530,83 = 10,08$ %

India Pale Ale – $52,02 * 100 / 497,39 = 10,46$ %

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

5.3 Розрахунки витрат основних та допоміжних матеріалів

Хміль та хмелепродукти. Використовуємо хміль типу 90.

Витрати хмелю розраховують за формулою:

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

Де 0,9 – коефіцієнт зниження витрат гранульованого хмелю за рахунок підвищення ступеню використання гірких речовин.

Horru Lager. Для виробництва використано сорт хмелю Каскад. $\Gamma_{\text{сус.}} = 0,9$ з вмістом α – кислот 5,5%, вологість гранульованого хмелю 12%.

$$G_{\text{хм.гран.сус.}} = \frac{0,9 \cdot 0,9 \cdot 10^4}{(5,5 + 1)(100 - 12)} = 14,2 \text{ г/дал сусла}$$

India Pale Ale. Для виробництва використано сорт хмелю Поляріс. $\Gamma_{\text{сус.}} = 1,4$ з вмістом α – кислот 20%, вологість гранульованого хмелю 12%.

$$G_{\text{хм.гран.сус.}} = \frac{0,9 \cdot 1,4 \cdot 10^4}{(20 + 1)(100 - 12)} = 6,8 \text{ г/дал сусла}$$

Ферментні препарати.

Оскільки в технології виробництва пива Horru Lager використовується двохвідварний спосіб приготування пивного сусла, то використання ферментних препаратів не обов'язкове.

Визначення кількості відходів

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

$$\text{Horru Lager} - 19,95 \cdot 7,14 = 142,44 \text{ кг};$$

$$\text{India Pale Ale} - 21,68 \cdot 7,14 = 154,79 \text{ кг}$$

Коефіцієнт розраховують за вологістю:

$$K = \frac{100}{100 - 86} = 7,14$$

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

Надлишкові дріжджі. Витрата дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндричноконічних бродильних апаратах ЦКБА — 1,53 дм³. Половину зібраних з апарату дріжджів використовують як засівні, а інша частина — залишкові. Кількість дріжджів, що направляється у відходи, визначають множенням кількості готового пива в дециметрах на 0,01 і становить для пива:

$$\text{Horru Lager} - 477,3 \cdot 0,01 = 4,77 \text{ дм}^3;$$

$$\text{India Pale Ale} - 445,37 \cdot 0,01 = 4,45 \text{ дм}^3$$

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

$$\text{Hoppy Lager} - 500,04 * 1,05685 = 528,47 \text{ кг};$$

$$\text{India Pale Ale} - 467,55 * 1,05900 = 495,13 \text{ кг}$$

У ньому міститься екстрактивних речовин :

$$\text{Hoppy Lager} - 528,47 * 0,14 = 73,98 \text{ кг};$$

$$\text{India Pale Ale} - 495,13 * 0,145 = 71,79 \text{ кг}$$

За дійсного ступеня зброджування пива Hoppy Lager – 58% та India Pale Ale – 60 % утворюється діоксиду вуглецю для пива:

$$\text{Hoppy Lager} - 73,98 * 0,58 * \frac{176}{342} = 22,08 \text{ кг};$$

$$\text{India Pale Ale} - 71,79 * 0,6 * \frac{176}{342} = 22,16 \text{ кг}.$$

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

$$\text{Hoppy Lager} - 528,47 * 0,0035 = 1,85 \text{ кг};$$

$$\text{India Pale Ale} - 495,13 * 0,0035 = 1,73 \text{ кг}$$

Решта діоксиду вуглецю видаляється у атмосферу по сортам пива:

$$\text{Hoppy Lager} - 22,08 - 1,85 = 20,23 \text{ кг};$$

$$\text{India Pale Ale} - 22,16 - 1,73 = 20,43 \text{ кг}$$

Маса 1 м3 діоксиду вуглецю за температури 20 °С і тиску 0,1 МПа становить 1,832 кг. Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу, для пива:

$$\text{Hoppy Lager} - 20,23 * 1,832 = 37,06 \text{ м}^3$$

$$\text{India Pale Ale} - 20,43 * 1,832 = 37,42 \text{ м}^3$$

Кількість діоксиду вуглецю, що виділяється під час головного бродіння, на 1 дал пива, і підлягає утилізації:

$$\text{Hoppy Lager} - 20,23 / 45,391 = 0,44 \text{ кг};$$

$$\text{India Pale Ale} - 20,43 / 44,537 = 0,45 \text{ кг}$$

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

$$\text{Hoppy Lager} - 477,3 * 0,02 = 9,55 \text{ дм}^3;$$

$$\text{India Pale Ale} - 445,37 * 0,02 = 8,91 \text{ дм}^3$$

Результати розрахунків з визначення витрат сировини, об'єму напівпродуктів і кількості відходів основного виробництва наведено в табл. 5.2.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 5.2 – Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Найменування сировини	Hoppy Lager			India Pale Ale			Сума
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	6,5 млн дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	3,5 млн дал	10,0 млн дал
Зернова сировина, кг							
Пшеничний світлий солод	15	0,31	2 015 000				2 015 000
Карамельний солод карахель	5	0,1	650 000	5	0,11	385 000	1 035 000
Спеціальний солод «Pilsner»	60	1,26	8 190 000				8 190 000
Світлий солод	10	0,21	1 365 000	30	0,67	2 345 000	3 710 000
Рис	10	0,21	1 365 000				1 365 000
Солод світлий Віденський				59	1,32	4620000	4 620 000
Солод спеціальний меланоїдиновий				6	0,13	455000	455 000
Всього	100	2,09	13 585 000	100	2,23	7 805 000	21 390 000
Інша сировина, кг							
Хміль гранульований	0,67	0,0142	92 300	0,3	0,0068	23 800	116 100
Проміжні продукти							
Гаряче сусло	530,83	11,12	72 280 000	497,39	11,17	39 095 000	111 375 000
Холодне сусло	500,04	10,47	68 055 000	467,55	10,5	36 750 000	104 805 000
Фільтроване пиво	489,54	10,26	66 690 000	456,79	10,25	35 875 000	102 565 000
Готове пиво	477,3	10	65 000 000	445,37	10	35 000 000	100 000 000
Відходи							
Пивна дробина, кг	142,44	2,98	19 370 000	154,79	3,47	12 145 000	31 515 000
Відстій білковий, кг	1,75	0,04	260 000	1,75	0,04	140 000	400 000
Надлишкові дріжджі, дм ³	4,77	0,1	650 000	4,45	0,1	350 000	1 000 000
Діоксид вуглецю, кг	20,23	0,42	2 730 000	20,43	0,46	1 610 000	4 340 000
Відходи під час підготовки солоду, кг	0,1	0,002	13 000	0,1	0,002	7000	20 000
Виправний брак пива	9,55	0,2	1 300 000	8,91	0,2	700 000	2 000 000

Розрахунок необхідної тари та допоміжних матеріалів

За прийнятими технологічними рішеннями увесь асортимент пива розливається у скляні пляшки місткістю 0,5 дм³.

Для стабільної та безперебійної роботи заводу необхідно визначити кількість пляшок.

Потрібна кількість пляшок визначається за формулами:

$$N_{\text{пл.заг}} = \frac{Q_{\text{пл}} * 10 * 100}{V(100 - K_6)}$$
$$N_{\text{пл.нов}} = \frac{Q_{\text{пл}} * 10 (K_n - K_6)}{100 * V}$$
$$N_{\text{пл.об}} = \frac{Q_{\text{пл}} * 10}{Vn}$$

Річна потреба у пляшках оборотних та нових:

3,09% – відсоток пляшок пошкоджених у цеху розливу.

$$N_{\text{пл.заг}} = \frac{10000000 * 10 * 100}{0,5(100 - 3,09)} = 206377000 \text{ шт}$$

Річна потреба у пляшках оборотних:

5% – відсоток пляшок, що не повертаються від населення.

$$N_{\text{пл.нов}} = \frac{10000000 * 10(5 + 3,09)}{100 * 0,5} = 16180000 \text{ шт}$$

Річна потреба у нових пляшках:

40 – кількість обертів пляшок.

$$N_{\text{пл.об}} = \frac{10000000 * 10}{0,5 * 40} = 5000000 \text{ шт}$$

Гофролотки. В стандартні гофролотки вкладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм³ і обгортають ПЕТ плівкою. З урахуванням втрат, що становлять 0,1% для гофролотків, для укладання усієї продукції їх потрібно:

$$N_{\text{гофро}} = \frac{Q_{\text{пл}}}{0,5 * 20 * 0,999} = \frac{10000000}{0,5 * 20 * 0,999} = 1001001 \text{ шт}$$

Для обгортання гофролотків необхідно розрахувати кількість *термозбіжної ПЕТ плівки* при нормі втрат 40 кг на 1000 обгорнутих гофролотків:

$$G_{\text{пл. ПЕТ}} = 1001001 * 40 / 1000 = 40040,04 \text{ кг}$$

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

$$10000000 * 2 * 1,045 = 20900000 \text{ шт.}$$

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

$$10000000 * 20,9 = 209000000 \text{ шт}$$

Миття пляшок. На виробництві для миття пляшок використовують 1000 кг луку на 1 млн пляшок продукції. На річний випуск продукції потрібно луку:

$$G_{\text{луг}} = \frac{10000000 * 1000}{0,5 * 1000000} = 20 \text{ 000 кг}$$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Клей декстрин для наклеювання етикеток на пляшки. Для наклеювання етикеток витрачається 0,275 кг клею на 1000 пляшок, річна витрата клею декстрину на рік становить:

$$209000000 * 0,275 / 1000 = 57475 \text{ кг}$$

На основі розрахованих даних складено зведену таблицю потреб в тарі та допоміжних матеріалах необхідних для функціонування виробництва на рік та на добу.

Таблиця 5.3

Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Найменування тари та допоміжних матеріалів	Кількість допоміжних матеріалів та тари на	
	Добу (340 робочих діб)	Рік
Пляшки, шт, в тч:	606991	206377000
Нові	47588	16180000
Оборотні	14706	5000000
Гофролотки для вкладання пляшок, шт	2944	1001001
ПЕТ плівка для обгортання гофролотків, кг	117,8	40040,04
Кронен-корки на пляшки, шт	61471	20900000
Етикетки на пляшки, шт	614706	209000000
Луг, кг	58,82	20000
Клей для наклеювання етикеток, кг	169,04	57475

6. РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Для розрахунку площі складських приміщень пивоварні з річною потужністю 10 млн дал (100 000 000 літрів) і розливом пива в кеги по 50 літрів необхідно врахувати потреби зберігання сировини (солод, хміль, дріжджі, ПВПП), готової продукції (кеги), пакувальних матеріалів, а також забезпечити простір для логістичних операцій. Нижче наведено розрахунок із формулами та представлено результати.

Визначення обсягів виробництва

Річна потужність досліджуваної пивоварні становить 100 000 000 літрів, що відповідає $100\,000\,000 / 50 = 2\,000\,000$ кегів по 50 літрів.

Припустимо, що пивоварня працює 7 днів на тиждень, 50 тижнів на рік, тобто 350 робочих днів.

Тоді добова продуктивність становить:

$$100\,000\,000 / 350 = 285\,715 \text{ л/день,} \\ \text{або } 285\,715 / 50 = 5715 \text{ кеги на день.}$$

Склад зберігатиме запас готової продукції на 5 робочих днів, тобто $5715 \times 5 = 28\,575$ кегів.

Розрахунок потреб у сировині

Основні компоненти для виробництва пива:

Солод: На 1 літр пива потрібно приблизно 0,2–0,25 кг солоду. Візьмемо середнє значення 0,2 кг/л.

Для 10 млн дал: $100\,000\,000 \times 0,2 = 20$ т солоду на рік.

Запас солоду на складі розраховуємо на 1 місяць:

$$100\,000\,000 / 12 = 8\,333\,334 \text{ л/міс, або } 1,667 \text{ т}$$

Хміль: На 1 літр пива потрібно 1–2 г хмелю (візьмемо 1,5 г/л).

Для 10 млн дал: $100\,000\,000 \times 0,0015 = 150\,000$ кг хмелю на рік.

Запас на 1 місяць: $150\,000 / 12 = 12\,500$ кг.

Дріжджі: Використовуються рідкі або сухі дріжджі, приблизно 0,5–1 г/л.

Візьмемо 0,75 г/л: $100\,000\,000 \times 0,00075 = 75\,000$ кг на рік.

Запас на 1 місяць: $75\,000 / 12 = 6\,250$ кг.

Розрахунок площі для зберігання

Готова продукція (кеги): Один кег (50 л) має розміри приблизно 0,4 м (діаметр) \times 0,6 м (висота).

Площа основи: $\pi \times (0,4/2)^2 \approx 0,126 \text{ м}^2$. Кеги зберігаємо в три яруси, для оптимізації місця із проходами (коефіцієнт використання площі 0,7).

Для 28 575 кегів: $28\,575 \times 0,126 / 3 \times 0,7 \approx 144 \text{ м}^2$.

Солод: Солод зберігається в мішках (50 кг), розмір мішка $\sim 0,6 \text{ м} \times 0,4 \text{ м} \times 0,2 \text{ м}$, об'єм $0,048 \text{ м}^3$.

Для 1,667 т: $1\,667\,000 / 50 = 33\,340$ мішків. У штабелі (8 м висота, 16 яруси, коефіцієнт 0,7): $33\,340 \times 0,6 \times 0,4 / 0,7 \approx 154,9 \text{ м}^2$.

Хміль: Хміль у вакуумних упаковках, 1 кг займає $\sim 0,01 \text{ м}^3$.

Для 12500кг: $12\,500 \times 0,01 = 125,0 \text{ м}^3$.

Площа (висота штабеля 3 м, коефіцієнт 0,8): $125,0 \times 0,6 / 0,8 \approx 93 \text{ м}^2$.

					РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	Арк
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дріжджі: Зберігаються у холодильнику, 6250 кг займають $\sim 67 \text{ м}^3$. Площа: $67 / 0,8 \approx 83 \text{ м}^2$.

ПВПП. При умові зберігання в мішках, розраховуємо місячний запас ПВПП для підприємства:

$$\text{Площа: } (0,31 \cdot 1 \cdot 27 / 0,5) \cdot 1,2 = 20,1 \text{ м}^2$$

Додатковий простір: Для проходів, навантажувачів і робочих зон додаємо 30% від сумарної площі.

Загальна площа

Сумарна площа без проходів: 144 (кеги) + 154,9 (солод) + 93 (хміль) + 83 (дріжджі) + 20,1 (ПВПП) = 495 м²

З урахуванням проходів ($\times 1,5$): $495 \times 1,5 \approx 742,5 \text{ м}^2$.

Округлюємо до 745 м² для зручності планування.

					<i>РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

7. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок продуктивності технологічного обладнання, пропускної здатності різних ємкостей та резервуарів виконують на основі продуктивних розрахунків та норм технологічного проектування у послідовності технологічного процесу.

За результатами розрахунків необхідну кількість одиниць технологічного обладнання підбирають згідно каталогів, проспектів заводів – виготовлювачів.

Розрахунок ЦКБА. Необхідну кількість циліндрично-конічних бродильних апаратів (ЦКБА) розраховують за формулою:

$$n = O_x / V_k \cdot z,$$

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

V_k – корисний об'єм ЦКБА, дал;

Z – обертаємість ЦКБА в рік.

$$z = 340 / T + 1,$$

340 – кількість діб роботи бродильного відділення в рік;

T – тривалість бродіння – доброджування, діб;

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

Обертаємість ЦКБА розраховуємо для пива, 11%:

$$Z = 340 / (13 + 1) = 24 \text{ оборотів.}$$

Об'єм циліндричної частини ЦКБА розраховується:

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

де $h_{ц}$ – висота циліндричної частини, м;

d – діаметр апарату, м.

Висота конусної частини ЦКБА розраховується:

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

де D – діаметр конуса, м.

Об'єм конусної частини ЦКБА розраховується:

$$V_k = (h_k / 3) \cdot \pi \cdot r^2,$$

де h_k – висота конусної частини, м.

Крім того при розрахунках потрібно враховувати коефіцієнт заповнення ЦКБА – 0,85. Висота конусної частини ЦКБА при діаметрі 4 м становитиме: $h_k = 4 \cdot 0,866 = 3,464$ м.

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

$$5 \cdot 3,464 = 17,32 \text{ м}$$

А без конусу:

$$17,32 - 3,464 = 13,856 \text{ м}$$

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

$$13,856 / 0,85 = 16,3 \text{ м}$$

Загальна висота ЦКБА:

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$3,464 + 16,3 = 20 \text{ м}$$

Розраховуємо об'єм ЦКБА:

$$V = (3,14 \cdot 4^2) / 4 \cdot 13,856 = 174,03 \text{ м}^3 \text{ або } 17\,403 \text{ дал};$$

$$V = (3,464 / 3) \cdot 3,14 \cdot 2^2 = 14,5 \text{ м}^3 \text{ або } 14,5 \text{ дал};$$

Тоді загальний об'єм ЦКБА становить – 188,53 м³, для встановлення приймаємо об'єм ЦКБА 200 м³. З урахуванням коефіцієнту заповнення. Необхідна кількість ЦКБА становитиме:

$$n = (47\,254\,500 / 200\,000) \cdot 24 + 1 = 11 \text{ штук};$$

Розрахунок збірників дріжджів. Норма здачі дріжджів – 1 дм³ / 1 000 дал холодного суслу, кратність приросту для трьох сортів пива – 4 об'єми. Загальну місткість промивних збірників визначають згідно:

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

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

Отже, згідно формули місткість збірників становитиме:

$$V = 4\,500\,000 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3 / 340 = 119\,822,5 \text{ дм}^3;$$

Кількість збірників буде рівною:

$$11\,982,25 / 3\,000 = 4 \text{ шт.}$$

Для розрахунку геометричних розмірів, так як це типові циліндроконічні апарати, прийемо формули, що були подані вище. Коефіцієнт заповнення приймаємо = 0,8, висоту циліндра – 2,4 м, висоту конуса – 0,762 м. Для рівномірної подачі дріжджів у сусло встановлено **дозатор дріжджів** марки Steinecker, Німеччина.

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

Для підбору фільтраційного обладнання треба знайти його продуктивність (годинну пропускну здатність), що знаходять за формулою:

$$q = (Q \cdot K_{кв} / 63 \cdot \tau_{доб}) \cdot (1 + V_{тр} / 100);$$

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

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

Отже, годинна продуктивність становитиме:

$$q = (100\,000\,000 \cdot 0,3 / 63 \cdot 2 \cdot 8) \cdot (1 + 2,5 / 100) = 1\,372,8 \text{ дал/год.}$$

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

Та **ПВПІ-фільтр** марки Steinecker для додаткової фільтрації.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок форфасів. Приймаємо об'єм форфасів для зберігання пива 125 м³. Коефіцієнт заповнення ємності 80 %, тоді корисний об'єм форфасів – 100 м³. Тоді розрахуємо кількість форфасів, яка необхідна для зберігання пива:

$$4\ 500\ 000 / 338 = 13\ 314 \text{ дал/добу};$$

$$133,1 / 100 = 1,331 = 2 \text{ шт.}$$

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

$$2 + 1 = 3 \text{ шт.}$$

Специфікація технологічного обладнання бродильного відділення наведена в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Специфікація технологічного обладнання

№ з/п	№ поз. АТС	Найменування, тип (марка) обладнання	К-сть	Технічна характеристика	Потужність електро двигуна, кВт	Тривалість роб. двиг., год/добу	Примітка
1	5	Аератор	1	Габаритні розміри, мм: довжина – 880; ширина – 420; висота – 680.	–	–	Krones AG, Німеччина
2	4	Дозатор дріжджів	1	Габаритні розміри, мм: ширина – 500; висота – 1200.	–	–	Steinecker, Німеччина
3	6	ЦКБА	11	Об'єм: повний 200 м ³ , робочий – 170 м ³ . Тиск, МПа 0.04 - 0.06. Температура, °С - 1.0 - + 13 °С. Температура при митті та дезінфекції, °С не вище 20°С. Тиск в рубашці, МПа 1.2. Маса, 1550 кг.	–	–	Holvrieka, Нідерланди
4	17	НОРТOWER	1	V = 260 дм ³ , висота, мм - 2440. Робочий тиск - 1,5 Бар.	–	–	Holvrieka, Нідерланди
5	1	Стерилізатор-пропагатор	1	V = 430 дм ³	–	–	Steinecker, Німеччина
6	3	Пропагатор	1	V = 500 дм ³ цей більше повинен	–	–	Holvrieka, Нідерланди
7	7	Збірник насінневих дріжджів	3	Габаритні розміри, мм: ширина – 1500; висота – 3000.	–	–	Holvrieka, Нідерланди
8	8	Збірник налишкових дріжджів	4	Габаритні розміри, мм: ширина – 1500; висота – 3000.	–	–	Holvrieka, Нідерланди

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закінчення табл. 7.1

9	9	Насос вакуумний	1	Продуктивність 65 м ³ /год.	5,5	–	Етапрон, Україна
10	2	Насос відцентровий	6	Продуктивність 25 м ³ /год і напір 32 м.	5,5	–	Holvrieka, Нідерланди
11	11	Збірник для кізельгуру	1	Габаритні розміри, мм: ширина – 1200; висота – 2100.	–	–	Krones AG, Німеччина
12	10	Дозатор кізельгуру	1	Габаритні розміри, мм: ширина – 500; висота – 1200.	–	–	Krones AG, Німеччина
13	12	Свічковий кізельгуровий фільтр	1	Продуктивність: 28...42 Гл/год, площа фільтрації= 7 м ² , об'єм корпусу – 440 дм ³ , тиск= 0,6 МПа, габаритні розміри, мм: 2200×2500.	–	–	Steinecker, Німеччина
14	16	Форфас	3	Об'єм повний 125 м ³	–	–	Holvrieka, Нідерланди
15	14	ПВПІ-фільтр	1	V = 500 дм ³	–	–	Steinecker, Німеччина
16	15	Карбонізатор	1	Ш4-ВКП Продуктивність: 1200 дал/год 80х335 3,4 кг	–	–	Втормаш, Україна

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

8.1 Основи системи управління якістю та безпекою харчової продукції

Забезпечення якості та безпеки харчової продукції є важливим аспектом успішної діяльності будь-якого виробника, особливо в галузі пивоваріння. Для пивоварень розробка та впровадження ефективної системи управління якістю (СУЯ) та безпекою харчової продукції є критично важливим для підтримання стабільної якості пива, відповідності нормативним вимогам і, найголовніше, гарантування безпеки кінцевого продукту для споживачів. Така система охоплює весь виробничий цикл: від моменту закупівлі сировини до розливу, транспортування та доставки готового пива, з особливим акцентом на гігієнічність, відповідність стандартам і мінімізацію потенційних ризиків. Навіть при роботі з компактним обладнанням, таким як Hoptower або Hop Rocket, система якості повинна бути гнучко адаптована до невеликих масштабів виробництва, але при цьому залишатися достатньо ефективною для забезпечення безпеки та конкурентоспроможності продукції на локальному ринку.

Фундаментом сучасної СУЯ на пивоварні є принципи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) – аналізу ризиків та критичних контрольних точок. Ця системна методологія передбачає [11]:

1. Ідентифікацію всіх потенційних ризиків – біологічних (наприклад, патогенні мікроорганізми), хімічних (залишки пестицидів, мийних засобів) та фізичних (сторонні домішки) – на кожному етапі виробництва пива.

2. Встановлення критичних контрольних точок (ККТ), тобто етапів процесу, де контроль є найважливішим для запобігання або усунення виявлених ризиків до прийняттого рівня.

На практиці це реалізується таким чином:

- *Контроль сировини:* При надходженні солоду, хмелю, дріжджів, фруктових пюре та інших інгредієнтів ретельно перевіряється їхня якість, а також наявність відповідних сертифікатів від постачальників. Це запобігає контамінації неякісною сировиною, що може містити патогенні мікроорганізми або хімічні забруднення.

- *Контроль виробничих процесів:* На етапах бродіння та холодного охмелення, особливо при використанні обладнання типу Hoptower або Hop Rocket, суворо контролюються ключові параметри: температура, тиск і тривалість процесу. Такий контроль запобігає розвитку небажаних мікроорганізмів, забезпечує правильне протікання бродіння та збереження унікальних ароматичних властивостей пива, отриманих від хмелю.

- *Санітарія та гігієна:* Регулярне та ретельне очищення обладнання за допомогою СІР-систем (Clean-in-Place – безрозбірне миття) є обов'язковим. Це дозволяє усунути залишки сировини, дріжджів та продуктів бродіння, запобігаючи мікробіологічному забрудненню, яке може негативно вплинути на смак і безпеку пива.

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Контроль якості не обмежується лише виробничим процесом. Він включає систематичний лабораторний аналіз сировини, напівфабрикатів та готового пива. Для мікропивоварні, де ресурси можуть бути обмежені, аналіз може проводитися вибірково, але охоплювати ключові показники [11]:

- Фізико-хімічні параметри: Перевірка рівня рН, вмісту алкоголю, показників гіркоти (IBU).
- Органолептичні показники: Дегустація пива для оцінки смаку, аромату та кольору. Це дозволяє виявляти будь-які відхилення від стандарту або появу небажаних присмаків.

Навчання персоналу також є невід'ємною частиною СУЯ. Працівники, залучені до виробничого процесу, регулярно проходять тренінги з гігієни та безпечного поводження з сировиною, що допомагає мінімізувати ризик людських помилок та забезпечити дотримання всіх санітарних вимог.

Система управління безпекою передбачає чітке документування всіх процесів. Кожна пивоварня повинна вести детальні журнали, що охоплюють:

- Закупівлю сировини (партії, постачальники, дати).
- Виробничі цикли (параметри бродіння, охмелення, розливу).
- Результати лабораторних аналізів.
- Процедури очищення та санітарної обробки обладнання.

Таке ретельне документування забезпечує повну простежуваність кожної партії пива. У разі виявлення будь-яких невідповідностей або проблем з якістю/безпекою, документація дозволяє швидко ідентифікувати етап виробництва, на якому виникла проблема (наприклад, бродіння, холодне охмелення, розлив), і оперативно реагувати.

Для локального ринку, де пивоварні часто здійснюють прямі поставки до пабів чи магазинів, контроль умов транспортування та зберігання є надзвичайно важливим. Зокрема, підтримання оптимальної температури (зазвичай 2–8С) під час транспортування та зберігання є критичним для запобігання псуванню пива.

Для забезпечення відповідності міжнародним стандартам якості та безпеки харчової продукції мікропивоварня може орієнтуватися на принципи ISO 22000 або на локальні санітарні норми.

Регулярні внутрішні аудити та перевірки є важливим інструментом для постійного вдосконалення СУЯ. Вони дозволяють виявляти потенційні слабкі місця в системі якості та безпеки. Під час таких аудитів перевіряється: справність та належне функціонування обладнання, ефективність СІР-систем, дотримання персоналом усіх санітарних процедур.

Комплексна система управління якістю та безпекою харчової продукції, заснована на принципах НАССР, є абсолютно необхідною для успішної та відповідальної діяльності пивоварень. Вона гарантує контроль на всіх етапах виробництва – від сировини до готового продукту, включаючи ретельний лабораторний аналіз, чітке документування та постійне навчання персоналу.

					<i>КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ</i>	Арк
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.2 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення

Таблиця 8.1

Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва

Етап виробництва	Види контролю	Контрольовані параметри	Методи контролю	Засоби вимірювальної техніки / обладнання	Періодичність контролю	Примітки
Підготовка сировини	Технохімічний	Вологість, екстрактивність солоду, рН води	Арбітражні методи, рН-метрія	Вологомір, рефрактометр, рН-метр	Перед кожним варінням	Визначення якості сировини
Затирання	Технохімічний	Температура, рН, вміст цукрів у суслі	Потенціометрія, йодна проба, рефрактометрія	Термометр, рН-метр, рефрактометр	Кожен етап затирання	Впливає на вихід екстракту
Бродіння	Технохімічний	Вміст спирту, залишкові цукри, кислотність	Спиртометрія, титрування, хроматографія	Спиртометр, титратор, газовий хроматограф	Щоденно	Контроль бродіння
	Мікробіологічний	Наявність небажаних мікроорганізмів	Посіви на живильні середовища	Термостат, автоклав, мікроскоп	Раз на партію	Стерильність процесу
Розлив	Технохімічний	Кількість вуглекислого газу, рН, прозорість	Манометрія, спектрофотометрія	СО ₂ -манометр, спектрофотометр, рН-метр	Кожна партія	Контроль перед фасуванням
	Мікробіологічний	Стерильність тари та пива після розливу	Бактеріологічний контроль	Ламінарна шафа, середовища, мікроскоп	Раз на партію	Запобігання вторинному зараженню
Загальний контроль	Метрологічне забезпечення	Перевірка точності вимірювань	Калібрування, атестація ЗВТ	Еталони, калібрувальні розчини	За графіком ДСТУ	Відповідність стандартам

**КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ
ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Арк

55

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

В умовах зростаючої екологічної свідомості суспільства, впровадження системи екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження є надзвичайно важливим для будь-якого підприємства, зокрема для пивоварні. Ця система спрямована на мінімізацію негативного впливу виробництва на довкілля, оптимізацію використання цінних ресурсів та зниження операційних витрат. Для пивоварень, які використовують спеціалізоване обладнання на кшталт Hoptower, ключовим є знаходження балансу між екологічною відповідальністю, економічною ефективністю та безкомпромісною якістю продукції. Впровадження екологічних практик не лише відповідає сучасним тенденціям сталого розвитку, але й суттєво підвищує репутацію пивоварні на локальному ринку, де споживачі все більше віддають перевагу екологічно свідомим брендам.

Екологічне управління відходами [10]. Ефективне екологічне управління починається з ретельного аналізу всіх виробничих процесів з метою виявлення джерел утворення відходів та пошуку можливостей для їх скорочення або повторного використання. У пивоварні основними видами відходів є:

- Відпрацьований солод (дробина): Це найбільш об'ємний відхід. Його можна успішно передавати місцевим фермерам для використання як цінний корм для тварин або ж застосовувати у сільському господарстві як компост.
- Використаний хміль та дріжджі: Ці органічні залишки можуть бути утилізовані як ефективні органічні добрива, збагачуючи ґрунт поживними речовинами.
- Стічні води: Значні обсяги стічних вод утворюються під час очищення обладнання, зокрема від СІР-систем, які використовуються для промивання Hoptower. Ці води потребують попереднього очищення перед скиданням у каналізацію, щоб зменшити їхнє хімічне та органічне навантаження на навколишнє середовище. Рекомендується встановлення простих, але ефективних очисних систем, таких як відстійники або механічні фільтри, які видаляють великі органічні залишки та знижують рівень забруднення.

Енергоефективність є одним з найважливіших аспектів ресурсозбереження у пивоварінні. Процеси варіння, охолодження суслу та бродіння пива потребують значних витрат електроенергії та теплової енергії. Для оптимізації енергоспоживання можна впровадити такі заходи:

- Використання енергоефективного обладнання, наприклад, варильних котлів з покращеною ізоляцією для мінімізації тепловтрат.
- Застосування насосів з регульованою потужністю для перекачування пива, зокрема через Hoptower, що дозволяє оптимізувати енерговитрати залежно від обсягу та швидкості перекачування.

					<i>СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56

- Установка лічильників енергії та води для постійного моніторингу споживання ресурсів. Це дає змогу точно відстежувати витрати та виявляти потенційні можливості для економії.

- Рекуперація тепла: Повторне використання тепла, що виділяється під час охолодження сула, для підігріву води, яка використовується в інших технологічних процесах, може суттєво знизити витрати енергії на 10-15%.

- Перехід на LED-освітлення у всіх виробничих, складських та адміністративних приміщеннях, що забезпечує значну економію електроенергії.

Водозбереження [10]. Вода є ключовим ресурсом у пивоварінні, і її раціональне використання має велике значення. Пивоварні споживають значні обсяги води для варіння, охолодження та очищення обладнання. Заходи з водозбереження включають:

- Впровадження замкнутих циклів водокористування, наприклад, повторне використання очищеної промивної води (після етапу фільтрації) для технічних потреб (промивання підлог, зовнішнє очищення обладнання).

- Оптимізація CIP-систем, що використовуються для очищення Hoptower, шляхом скорочення циклів промивання та використання біорозкладних, екологічно безпечних мийних засобів, що легко розкладаються.

- Регулярний контроль витоків та технічне обслуговування трубопроводів для запобігання втратам води.

Раціональне управління сировиною також є важливим елементом ресурсозбереження та зниження екологічного сліду. Закупівля сировини (солод, хміль) у місцевих постачальників допомагає значно зменшити вуглецевий слід від транспортування. Оптимізація складських запасів є важливою для уникнення псування сировини. Рекомендується підтримувати запас сировини, достатній для 1–2 тижнів виробництва, та використовувати герметичні контейнери для зберігання хмелю і спецій, щоб зберегти їхні ароматичні властивості.

Для формалізації та підвищення ефективності екологічного управління можна орієнтуватися на принципи стандарту ISO 14001, адаптовані до потреб малих підприємств. Це передбачає:

- Регулярний моніторинг ключових екологічних показників, таких як обсяг утворених відходів, споживання води та енергії.

- Розробку чіткого плану дій для постійного скорочення цих показників.

- Проведення внутрішніх екологічних аудитів (наприклад, раз на квартал) для виявлення слабких місць у системі та вдосконалення процесів. Наприклад, аналіз роботи Hoptower може виявити можливості для скорочення часу циркуляції пива, що безпосередньо призведе до зменшення споживання електроенергії насосами.

					<i>СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>57</i>

Впровадження комплексної системи екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження є стратегічно важливим для сучасних пивоварень. Вона не лише дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля через оптимізацію відходів, зниження енерго- та водоспоживання, а й приносить відчутні економічні вигоди через зменшення операційних витрат. Застосування принципів сталого розвитку, адаптованих до масштабів великих підприємств та особливостей обладнання (як Noptower), сприяє зміцненню позитивного іміджу компанії та підвищує її привабливість для екологічно свідомих споживачів. Це є інвестицією не лише у довкілля, а й у довгостроковий успіх та конкурентоспроможність бізнесу.

					<i>СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ</i>	<i>Арк</i>
						58
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Для забезпечення безпечних умов праці на підприємстві типу пивоварні необхідно впровадити комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на запобігання травматизму, професійним захворюванням і створення комфортного робочого середовища. Нижче наведено основні заходи:

Організація навчання та інструктажів з охорони праці

- Проведення вступного інструктажу для всіх нових працівників із ознайомленням із правилами безпеки, специфікою роботи на пивоварні та потенційними ризиками.
- Регулярні повторні інструктажі (не рідше одного разу на 6 місяців) для закріплення знань і ознайомлення з новими вимогами чи обладнанням.
- Спеціалізоване навчання для працівників, які працюють із технологічним обладнанням (котлами, насосами, системами охолодження тощо).

Забезпечення справності обладнання та його безпечної експлуатації

- Регулярне технічне обслуговування та перевірка обладнання (бойлерів, ферментаційних ємностей, трубопроводів) для запобігання аварійним ситуаціям, таким як витік газу, пари чи хімічних речовин.
- Встановлення захисних кожухів, огорож і аварійних вимикачів на рухомих частинах машин.
- Контроль за тиском і температурою в системах, що працюють під навантаженням, із застосуванням автоматичних датчиків і сигналізації.

Організація безпечного поводження з хімічними речовинами

- Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) — гумовими рукавичками, захисними окулярами, респіраторами — під час роботи з мийними засобами, дезінфектантами чи кислотами.
- Зберігання хімічних речовин у спеціально обладнаних приміщеннях із вентиляцією та маркуванням контейнерів.
- Навчання персоналу правильному змішуванню, застосуванню та утилізації хімікатів.

Забезпечення ергономічних умов праці

- Організація робочих місць із урахуванням зручності доступу до обладнання та матеріалів, щоб мінімізувати фізичне навантаження (підйом важких мішків із солодом, тривале перебування в незручних позах).
- Використання допоміжних механізмів (візки, підйомники) для транспортування сировини та готової продукції.
- Дотримання режиму праці та відпочинку для уникнення перевтоми працівників.

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Контроль за санітарно-гігієнічними умовами

- Забезпечення належної вентиляції виробничих приміщень для видалення парів, вологи та надлишкового тепла, що утворюються під час варіння сусла.
- Регулярне прибирання робочих зон для запобігання накопиченню пилу, залишків солоду чи пролитих рідин, що можуть призвести до ковзання чи інших інцидентів.
- Надання працівникам доступу до питної води, санітарних приміщень і засобів для особистої гігієни.

Пожежна безпека

- Встановлення протипожежних систем (вогнегасників, спринклерів) у зонах із підвищеним ризиком займання (біля газових пальників, складів із сухою сировиною).
- Проведення інструктажів із використання засобів пожежогасіння та евакуації.
- Забезпечення вільного доступу до евакуаційних виходів і їх чіткого маркування.

Моніторинг і контроль ризиків

- Призначення відповідальної особи за охорону праці, яка регулярно перевірятиме стан робочих місць і дотримання правил безпеки.
- Ведення журналу обліку інцидентів і аналіз причин їх виникнення для вдосконалення заходів безпеки.
- Залучення працівників до виявлення потенційних небезпек і внесення пропозицій щодо покращення умов праці.

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи було проєкт цеху ферментації пивоварного заводу потужністю 10 млн дал пива на рік з впровадженням холодного охмелення пива. Для вирішення поставленої задачі в проєкті прийнято наступні технологічні заходи і технічні рішення:

1. Для інтенсифікації процесів бродіння пивного суслу і доброджування молодого пива, зменшення тривалості процесів, виробничих площ, енерговитрат на перекачування суслу і собівартості готового пива передбачено використання суміщеного способу з використанням апаратів великої одиночної потужності ЦКБА.

2. Впровадження холодного охмелення пива на стадії його дозрівання дозволяє підвищити ефективність процесу екстрагування ефірної олії ароматичних сортів хмелю, виключити втрати цінних ароматичних речовин, можливість хімічного перетворення нестабільних ароматичних сполук хмелю і отримати високоякісне пиво з яскраво вираженою ароматикою.

3. Для проведення холодного (сухого) охмелення пива передбачено використання ароматичних сортів хмелю з вмістом α -кислоти 6 % і більше і циркуляцію пива через спеціальне обладнання «Noptower» за температури $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ і тиску 0,5-1,0 атм. Обраний спосіб сприяє інтенсивному екстрагуванню ароматичних сполук ефірної олії без доступу кисню. Обрані технологічні режими дозволяють виключити втрати летких ароматичних речовин, у тому числі β -мирцену, β -каріофілену, α -гумулену, димірцену, β -каріофіллену та інших моно та дитерпенів і отримати готове пиво з яскраво насиченим ароматом.

4. Для підвищення якості готового пива і його колоїдної стійкості в технологічній схемі передбачено використання свічкового кізельгурового наливного фільтра, ПВПП-фільтра.

5. В кваліфікаційній роботі передбачено виробництво двох поєктованих сортів пива: Норпу Lager - 14,0%, India Pale Ale 14,5%, які виробляють із світлого солоду, солоду спеціального «Pilsner», карамельного та спеціального «Віденського» солоду.

6. У пояснювальній записці наведено продуктові розрахунки, розрахунок площ виробничих приміщень, підбір основного технологічного та допоміжного обладнання, а також розробка принципово-технологічної схеми і схеми технохімічного контролю. Окрема увага приділена вимогам до промислової санітарії, екологічної безпеки, системи контролю якості готової продукції та заходів охорони праці.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войналович О.В., Марчишина Є.І., Мотрич М.М. Охорона праці в галузі: харчові технології. Навчальний посібник для студентів спеціальності «181 Харчові технології». ЦУЛ, 2020. 376 с.
2. Воробець М.М., Кондрачук І.В. Стандартизація, сертифікація, метрологія та управління якістю : навчальний посібник. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича, 2022. 104 с.
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 12.05.2010 р.]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).
4. ДСанПіН 4.4.4-152-2008. Державні санітарні норми і правила для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої. [Чинний від 2011-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 37 с. (Державні санітарні норми та правила).
5. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ 4098.1-2002. Хміль ароматичний. Технічні умови. [Чинний від 2003-01-01]. Київ: Держстандарт України, 2002. 16 с.
7. ДСТУ 7028:2009. Гранули хмелю. Технічні умови. Чинний від 2011-07-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 24 с. (Національний стандарт України).
8. ДСТУ 7067:2009. Хміль. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 16 с.
9. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 24 с.
10. ДСТУ 4282:2018 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2019-03-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2018. 14 с.
11. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій у ланцюзі постачання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 32 с.
12. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ: ІНКОС, 2004. 426 с.
13. Кошова В.М., Мукоїд Р.М., Бондаренко А.Д., Василів В.П. Холодне охмелення пива // Новітні технології. 2018. Вип. № 2 (6). С. 115–120.
14. Кочубей-Литвиненко О.В., Пухляк А.Г., Юрчак В.Г., Сімахіна Г.О., Стеценко Н.О., Куц А.М., Бабенко В.І., Харченко Є.І., Гаїцук О.І., Гусятинська Н.А., Крижанівський С.Й., Носенко Т.Т. Метод. вказівки до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм здобуття освіти [Електронний ресурс]. К.: НУХТ, 2024. 62 с.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Арк
						62

15. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.

16. Куц А., Карпутіна М. Технології продуктів спиртового бродіння. Модуль 1. Технологія пива. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи для здобувачів освітнього ступеня "бакалавр" спеціальності 181 "Харчові технології" освітньо-професійної програми "Харчові технології та інженерія" денної та заочної форм навчання. Київ: НУХТ, 2019. 117 с.

17. Куц А.М., Булій Ю.В., Карпутіна М.В. Комплексна дисципліна. Харчові технології. Модуль 6. Технології продуктів бродіння і виноробства: [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійних програм «Харчові технології та інженерія» та «Харчова експертиза та безпека харчової продукції» денної та заочної форм навчання. Київ: НУХТ, 2023. 322 с.

18. Мелетьєв А.Є., Домарецький В.А., Тодосійчук С.Р. та ін. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах / за ред. А.Є. Мелетьєва. К.: НУХТ, 2007. 256 с.

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

20. Переваги процесу холодного охмелення пива / М. С. Науменко, Ю. В. Булій, Р. М. Мукоїд, В. П. Василів // Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства : збірник праць за підсумками XIII Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів, 10–1 квітня 2025 р., м. Київ. – Київ : РВВ НУБіП України, 2025. – С. 341-342

21. Переваги та недоліки сухого охмелення пива / М. Науменко, Ю. Булій // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 7–11 квітня 2025 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2025. – Ч. 1. – С. 164

22. Синяк О.Г., Науменко М.С., Мукоїд Р.М. Холодне охмелення як спосіб покращення пива // European scientific congress : proceedings of the 12th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing, Madrid, Spain, 2023. С. 205–208.

23. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови: ДСТУ 4282:2004. [Чинний від 2004-1-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с. (Національний стандарт України).

24. Шиян П.Л., Прибильський В.Л., Куц А.М. та ін. 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». Київ: НУХТ, 2012. 67 с.

25. Шиян П.Л., Прибильський В.Л., Куц А.М. та ін. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ					Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	63

апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень вапаратурно-технологічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр». К.: НУХТ, 2012. 39 с.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</i>		Арк
							64

ДОДАТКИ



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДОДАТКИ

Арк

65

Переваги та недоліки сухого охмелення пива

Марина Науменко, Юрій Булій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом на передових броварнях все більше використовується сухе або холодне охмелення молодого пива. У порівнянні із традиційним (кип'ятіння суслу з хмелем) інноваційний спосіб дозволяє зберегти ароматичні речовини хмелю, особливо нестабільні речовини ефірної олії.

Матеріали і методи. Методи досліджень – аналітичні, хімічні, органолептичні, фізико-хімічні з використанням приладів та методів досліджень, що застосовуються у пивоварінні. Органолептичні та фізико-хімічні показники визначали згідно ДСТУ 3888-2015 «Пиво. Загальні технічні умови».

Результати. Українські сорти хмелю («Промінь», «Руслан», «Слов'янка», «Клон-18» та ін.) за складом ефірної олії не поступаються європейським і американським («Халертау», «Традиціон», «Амарілло») і в теперішній час використовуються у пивоварінні як для класичного, так і для сухого охмелення суслу. Для забезпечення «благородного» аромату пива крім гіркого використовують європейські ароматичні сорти хмелю («Жатецький», Шпальт», «Халлертау», «Теттнагер» та ін.). Відомі способи охмелення передбачають циркуляцію суслу через збірники з хмелем під час його кип'ятіння за атмосферного або надлишкового тиску або стріпінг суслу.

Відомо, що на стадії кип'ятіння суслу протягом 90 хв компоненти хмелевої олії піддаються різним фізичним, хімічним і біохімічним перетворенням. Під дією високих температур відбувається часткова втрата цінних летких ароматичних речовин (близько 85%), у тому числі β -мирцену, β -каріофілену та α -гумулену. Крім того, леткі ароматичні компоненти хмелевої олії втрачаються і на стадії ферментації суслу в результаті їх контакту з вуглекислим газом, який утворюється в процесі бродіння суслу. При цьому неполярні речовини втрачаються через їх адсорбцію дріжджами, а деякі речовини можуть метаболізуватися. Використання технології холодного охмелення дозволяє виключити вищевказані недоліки і зберегти нестабільні цінні ароматичні речовини: монотерпени (мирцен), дітерпени (дімірцен), сексвітерпени (β -каріофілен) та ін.

Існують статичний і динамічний способи холодного охмелення. Основними відмінностями між ними є швидкість екстрагування і можливість регулювання смако-ароматичного профілю пива. Статичний спосіб передбачає внесення хмелепродуктів в бродильний апарат, в якому відбувається екстрагування ароматичних речовин. Зазвичай хміль задають на стадії головного бродіння або дозрівання, рідше в готове пиво (в кеги). При такому способі складно регулювати час контакту хмелепродуктів і пива, а тривале перебування хмелю в пиві може призвести до виникнення «трав'янистого» присмаку пива. Динамічний спосіб проводять на стадії доброджування молодого пива. Такий спосіб передбачає циркуляцію пива через спеціальне обладнання «Нортower», що сприяє інтенсивному екстрагуванню ароматичних сполук ефірної олії, не збільшуючи гіркоти готового пива. Ефективність динамічного способу холодного охмелення залежить від швидкості потоку пива, характеристики потоку, рушійної сили, часу контакту, складу пива та хмелепродукту.

Висновки. Спосіб сухого (холодного) охмелення пива дозволяє більш повно екстрагувати ефірну олію ароматичних сортів хмелю без ризику її втрат і отримати високоякісне пиво з яскраво вираженою ароматикою.

					<i>ДОДАТКИ</i>	Арк
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ХОЛОДНЕ ОХМЕЛЕННЯ ЯК СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ ПИВА

Синяк Оксана Геннадіївна
Науменко Марина Сергіївна
Здобувачі

Мукоїд Роман Миколайович
к.т.н, доцент

Національний університет харчових технологій
м. Київ, Україна

Вступ. Пиво - один з найпопулярніших напоїв у світі. Його виробництво має багатовікову історію, і за цей час було розроблено безліч різних технологій, які дозволяють створювати пиво різноманітних стилів і смаків. Одним з таких методів є холодне охмелення. Воно полягає в додаванні хмелю в пиво після закінчення основного бродіння, при низьких температурах. Холодне охмелення дозволяє отримати пиво з більш вираженим ароматом і меншою гіркотою, ніж при традиційному охмеленні.

Мета роботи. Визначити переваги та недоліки холодного охмелення пива, як інноваційного процесу сучасного пивоварного виробництва.

Результати обговорення. Холодне охмелення. На органолептичні характеристики пива значний вплив має не тільки якість, кількість і сортові характеристики хмелю, використаного для варіння, але також спосіб його переробки. Застосування хмелю, який є недешевою пивоварною сировиною, підвищує собівартість напою, проте, з погляду технології, використовується не в повній мірі.

Кип'ятіння сусла з хмелем з точки зору якості готового пива та економічної складової процесу пивоваріння є наважливою виробничою операцій. Це особливо відноситься до виробництва світлого пива IPA, пілзенського типу, яке при варінні сильно охмеляють з метою отримання напою з виразним і приємно гірким смаком. У практиці пивоваріння гіркі речовини хмелю більш раціонально використовуються в тому випадку, якщо хміль додають на стадії кип'ятіння сусла в три етапи. На початку кип'ятіння додають

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

тільки 1/4 частина від загального завдання хмелю, оскільки частина гірких кислот поряд з білками коагулюють. Другу порцію, що відповідає 1/2 частини загальної кількості хмелю, вносять через 30 хв після початку кип'ятіння. Дана частина хмелю технологічно використовується найбільш повно, відбувається частковий гідроліз і ізомеризація гірких кислот хмелю. Порцію хмелю, що залишилася, додають за 20 хв до закінчення процесу кип'ятіння: гіркі екстрактивні речовини хмелю надають пиву присмну гіркоту в смаку і необхідні відтінки аромату. Застосування хмелю за цим способом забезпечує також усереднений склад екстрактивних гірких, поліфенольних та ароматичних компонентів хмелю в готовому напої.

Останнім часом у зв'язку з розширенням споживчого попиту та розвитком «крафтового» пивоваріння з'явилася тенденція, згідно з якою виробники прагнуть вивести на ринок «особливий» сорт пива, що відрізняється від інших смаком і ароматом, стає популярною технологія сухого охмелення. Ароматичні сорти хмелю можна вносити в готове пиво на різних технологічних етапах виробництва: в процесі головного бродіння, а також під час доброджування і безпосередньо в кеги.

Процес сухого охмелення, який відбувається на стадії ферментації або розливу пива, з технологічної точки зору не є складним. Натомість з погляду фізико-хімічних перетворень смол, гірких речовин і ароматичних речовин ефірної олії - це надзвичайно складний процес, на який впливають ряд факторів, а саме: кількість внесеного хмелю, тип хмельового продукту, метод екстрагування, час контакту з пивом, присутність дріжджів, сорт хмелю та інші фактори.

Способи виробництва пива за технологією холодного охмелення можна розділити на статичні та динамічні. Основними відмінностями між ними є швидкість екстрагування та можливість регулювання смако-ароматичного профілю пива.

Принцип застосування статичного методу для холодного охмелення полягає у внесенні хмелепродуктів в бродильний апарат, де відбувається

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

поступова екстракція ароматичних компонентів. Зазвичай хміль задається на стадії головного бродіння або дозрівання, рідше в готове пиво (в кеги).

Великим недоліком охмелення на стадії головного бродіння є певна концентрація кисню, який необхідний для розмноження дріжджів і інтенсивне видалення ароматичних речовин внаслідок інтенсивного виділення діоксиду вуглецю.

З метою запобігання потрапляння в сусло великої кількості кисню пивовари часто вносять хміль після закінчення інтенсивного бродіння. Припускається, що внесений з хмелем кисень буде метаболізуватися дріжджами або видалений з рештою CO₂ перш ніж він зможе значно окислити пиво.

Іншим підходом є додати хміль до порожнього танку та продати ємність CO₂. Видалення кисню з апарату має вагомe значення, адже при окисленні хмельової олії отриманий сенсорний профіль пива не буде відповідати використовуваному сорту хмелю (тому що окислені форми мають інший сенсорний профіль), а також зменшується термін придатності пива. Вміст спирту, що утворився під час головного бродіння сприяє кращій екстракції і розчиненню хмельових олій в пиві.

Сухе охмелення в кегах часто практикується, але існує думка, що тривалий час контакту хмелю з пивом в кегах надає йому занадто багато «трав'яного» або «масляного» аромату.

Спосіб холодного охмелення полягає в тому що, використовують спеціальні апарати, спочатку відбувається внесення хмелепродукту в апарат з якого потім видаляється повітря діоксидом вуглецю, після чого апарат заповнюється пивом і весь об'єм циркулює кілька разів за допомогою насосу.

Швидкість екстрагування впливає турбулентний рух пива, який створений перекачуванням. По закінченню процесу екстрагування відпрацьований хмелепродукт можна легко видалити і оскільки він все ще містить деякі смако-ароматичні та гіркі речовини, його можна повторно використати при кип'ятінні.

Існує декілька конструктивних рішень екстрактора, що відрізняються дизайном, розмірами, вартістю, але в більшості випадків це конусоподібний апарат з нержавіючої сталі, в середині знаходиться сітчаста трубка, яка відділяє пиво від хмелю.

При статичному способі відбуваються процеси, які можна назвати мацерацією, тобто повільне екстрагування під впливом діоксидом вуглецю, що відбувається в процесі бродіння, а в динамічному способі відбувається інтенсивніше екстрагування ароматичних ефірних олій в пиво. Час контакту, також істотно відрізняється. При статичному це від декількох діб до декількох місяців, а при динамічному до декількох годин.

На якість кінцевого продукту істотний вплив має тип хмелю і форма в якій він вноситься. Холодне охмелення можна проводити традиційно внесенням шишок хмелю (свіжих або висушених) та гранул типу 90 або 45.

Багато броварів цінують виразний квітковий аромат хмелю, який з'являється саме після сухого охмелення. З іншого боку, деякі дегустатори відзначають «трав'янистий» або «маслянистий» присмак такого пива.

Ароматичний хміль з низьким вмістом α -кислот (6 % або менше) є найбільш кращим для реалізації сухого охмелення через більш високий вміст ароматичних ефірних масел.

Висновки. Холодне охмелення – це інноваційний процес сучасних пивоварних підприємств. Цей процес дозволяє експериментувати із різними сортами хмелів та режимами охмелення, що дозволяє отримати продукти з широким спектром пивних і сулових стилів. Процес холодного охмелення дозволяє отримати стабільніший продукт, що менш схильний до хімічного окиснення, ніж пиво охмелене класичним способом. Пиво отримане в процесі холодного охмелення довше зберігає свої органолептичні показники порівняно із продуктом отриманим класичним охмеленням, що є однозначною перевагою для сучасних пивоварних підприємств.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата