

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

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

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директорка ННІХТ

Завідувач кафедри БПБВ

\_\_\_\_\_ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО  
(підпис)

\_\_\_\_\_ Анатолій КУЦ  
(підпис)

«    » червня 2025 р.

«    » 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 мікропивоварні із потужністю 0,3 млн дал готового пива  
на рік із використанням нетрадиційної рослинної сировини**

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

**Андрій ДАНИЛЮК РОМАНОВИЧ**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Керівник: доцент, кандидат  
технічних наук, доцент Роман МУКОЇД**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Рецензент: головний пивовар  
мікропивоварні «Elvar», Олександр ПОЛІЩУК**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

\_\_\_\_\_ **Андрій ДАНИЛЮК**

(підпис)

**Київ – 2025 р.**

# 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

Андрія ДАНИЛЮКА

**1. Тема роботи.** Проект мікропивоварні потужністю 0,3 млн дал. пива на рік з використанням нетрадиційної рослинної сировини

Керівник роботи Роман МУКОЇД, 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: «Томатний Ель» 25% від обсягу виробництва; «Цитрусовий Лагер» з використанням цедри лайма 30% від обсягу виробництва; «Ukrainian Golden Ale» 45% від обсягу виробництва.

**4. Зміст пояснювальної записки.** Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трима 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

Розріз – 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	28.04.25-08.05.25	<b>Виконано</b>
1.1	Структура підприємства та режими його роботи		
1.2	Обґрунтування, вибір способів та режимів		
2.	Обґрунтування асортименту проекрованої продукції	09.05.25-14.05.25	<b>Виконано</b>
3.	Техніко-економічне обґрунтування вибору технології пива із використанням нетрадиційної рослинної сировини		
3.1	Принципово-технологічна схема		
3.2	Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва		
3.3	Опис апаратурно-технологічної схеми	<b>15.05.25</b>	<b>Виконано</b>
	<b>1-а атестація</b>		
4	Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів	16.05.25-18.05.25	<b>Виконано</b>
4.1	Характеристика проекрованої продукції		
4.2	Характеристика сировини		
4.3	Характеристика основних і допоміжних матеріалів		
5	Технологічні розрахунки	19.05.25-21.05.25	<b>Виконано</b>
6	Розрахунки площ виробничих і складських приміщень		
7	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
8.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми та плану	22.05.25-24.05.25	<b>Виконано</b>
9	Оформлення креслення і погодження з керівником		<b>Виконано</b>
10.	Контроль якості та безпечності готової продукції	25.05.25-27.05.25	<b>Виконано</b>
11.	Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження		
12.	Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві		
13	Оформлення пояснювальної записки	28.05.25-30.05.25	<b>Виконано</b>
	<b>2-а атестація</b>	<b>31.05.25</b>	<b>Виконано</b>
14	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.06.25-08.06.25	<b>Виконано</b>
15	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
16	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	09.06.25-11.06.25	<b>Виконано</b>
17	Захист роботи в ЕК		

Здобувач

Андрій ДАНИЛЮК

Керівник роботи

Роман МУКОЇД

## АНОТАЦІЯ

Сучасне пивоваріння активно розвивається, відкриваючи простір для експериментів із новими смаками та ароматами. Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню експериментальних підходів до створення пива, яке вирізняється унікальними органолептичними характеристиками завдяки застосуванню нетрадиційних інгредієнтів. Основна увага приділяється використанню томатного соку, коріандру та цедри цитрусових, а також технології хмелевої ракети, яка підсилює ароматичні властивості напою.

Томатний сік у пивоварінні є незвичним компонентом, що додає напою легкої кислоти та освіжаючого смаку, наближеного до фруктових або овочевих нот. Його введення в рецептуру потребує ретельного балансування, щоб уникнути надмірної кислотності чи зміни текстури пива. Коріандр, відомий своєю пряною ароматикою, надає пиву складних відтінків, що асоціюються з традиційними бельгійськими сортами, такими як Witbier. Цедра цитрусових (зокрема апельсина чи лимона) збагачує смак свіжими фруктовими нотами, роблячи напій більш виразним і привабливим для поціновувачів легких, освіжаючих стилів.

Особливе місце в роботі займає аналіз використання хмелевої ракети — сучасного обладнання, яке дозволяє інтенсивно наситити пиво хмелевими ароматами на етапі холодного охмелення. Ця технологія забезпечує збереження летких ароматичних сполук хмелю, що додають пиву яскравих трав'яних, цитрусових або смолистих відтінків, залежно від обраного сорту. Поєднання хмелевої ракети з нетрадиційними інгредієнтами відкриває нові можливості для створення пива з багатогранним смаковим профілем.

У роботі досліджено вплив зазначених компонентів на ключові етапи пивоваріння: підготовку сусла, процес бродіння, дозрівання та стабільність готового продукту. Проведено аналіз хімічного складу сировини, її взаємодії з дріжджами та впливу на кінцеві органолептичні характеристики пива, такі як смак, аромат, колір і пінність. Окремо розглянуто технологічні аспекти, зокрема оптимальні пропорції інгредієнтів, температурні режими та тривалість обробки, щоб досягти гармонійного балансу смаку й аромату.

Робота також висвітлює виклики, пов'язані з використанням нетрадиційної сировини, зокрема ризик мікробіологічного забруднення, складність стандартизації рецептури та потребу в додаткових етапах фільтрації. На основі отриманих даних запропоновано практичні рекомендації для пивоварів, які прагнуть створювати оригінальні сорти пива, зберігаючи високу якість продукту.

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

**Ключові слова:** пиво, нетрадиційна сировина, томатний сік, коріандр, цедра цитрусових, ракета, пивоваріння, органолептика, холодне охмелення, смаковий профіль.

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

## ANNOTATION

Modern brewing is dynamically evolving, opening up opportunities for experimentation with new flavors and aromas. This course project is dedicated to exploring innovative approaches to crafting beer that stands out due to its unique organoleptic characteristics, achieved through the use of non-traditional ingredients. The primary focus is on incorporating tomato juice, coriander, and citrus zest, alongside the application of hop rocket technology, which enhances the aromatic qualities of the beverage.

Tomato juice is an unconventional component in brewing, imparting a slight tartness and refreshing taste reminiscent of fruity or vegetable notes. Its inclusion in the recipe requires careful balancing to avoid excessive acidity or alterations in the beer's texture. Coriander, known for its spicy aroma, adds complex undertones to the beer, evoking associations with traditional Belgian styles such as Witbier. Citrus zest (particularly from oranges or lemons) enriches the flavor with fresh, fruity notes, making the beer more vibrant and appealing to enthusiasts of light, refreshing styles.

A significant part of the project is devoted to analyzing the use of the hop rocket—a modern piece of equipment that enables intense infusion of hop aromas during the cold hopping stage. This technology preserves volatile aromatic compounds of hops, contributing bright herbal, citrus, or resinous notes to the beer, depending on the hop variety used. The combination of the hop rocket with non-traditional ingredients unlocks new possibilities for creating beers with multifaceted flavor profiles.

The project investigates the impact of these components on key brewing stages: wort preparation, fermentation, maturation, and the stability of the final product. An analysis of the chemical composition of the raw materials, their interaction with yeast, and their influence on the beer's final organoleptic properties—such as taste, aroma, color, and foam stability—was conducted. Technological aspects, including optimal ingredient proportions, temperature regimes, and processing durations, were also examined to achieve a harmonious balance of taste and aroma.

The project also addresses challenges associated with using non-traditional raw materials, including the risk of microbiological contamination, difficulties in recipe standardization, and the need for additional filtration stages. Based on the findings, practical recommendations are provided for brewers aiming to create original beer varieties while maintaining high product quality.

**Keywords:** beer, non-traditional raw materials, tomato juice, coriander, citrus zest, hop rocket, brewing, organoleptic characteristics, cold hopping, flavor profile.

					Анотація	Арк
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRAKT

Nowoczesne piwowarstwo aktywnie się rozwija, otwierając przestrzeń do eksperymentowania z nowymi smakami i aromatami. Praca kwalifikacyjna poświęcona jest badaniu eksperymentalnych podejść do tworzenia piwa, które ma unikalne właściwości organoleptyczne dzięki zastosowaniu nietradycyjnych składników. Główny nacisk kładziony jest na wykorzystanie soku pomidorowego, kolendry i skórki cytrusów, a także technologii rakiety chmielowej, która poprawia właściwości aromatyczne napoju.

Sok pomidorowy to nietypowy składnik w piwowarstwie, dodający lekkiej kwaskowatości i orzeźwiającego smaku zbliżonego do nut owocowych lub warzywnych. Jego wprowadzenie do receptury wymaga starannego zbalansowania, aby uniknąć nadmiernej kwasowości lub zmian w teksturze piwa. Kolendra, znana ze swojego korzennego aromatu, nadaje piwu złożony smak kojarzony z tradycyjnymi piwami belgijskimi, takimi jak Witbier. Skórki cytrusów (zwłaszcza pomarańczy lub cytryny) wzbogacają smak o świeże owocowe nuty, czyniąc napój bardziej wyrazistym i atrakcyjnym dla koneserów lekkich, orzeźwiających stylów.

Szczególne miejsce w pracy zajmuje analiza wykorzystania rakiety chmielowej, nowoczesnego urządzenia pozwalającego na intensywne nasycenie piwa chmielowymi aromatami na etapie chmielenia na zimno. Technologia ta zapewnia zachowanie lotnych związków aromatycznych chmielu, które nadają piwu jasne ziołowe, cytrusowe lub żywiczne odcienie, w zależności od wybranej odmiany. Połączenie rakiety chmielowej z nietradycyjnymi składnikami otwiera nowe możliwości.

W artykule zbadano wpływ tych składników na kluczowe etapy warzenia piwa: przygotowanie brzezki, fermentację, dojrzewanie i stabilność gotowego produktu. Przeanalizowano skład chemiczny surowców, ich interakcję z drożdżami oraz wpływ na końcowe cechy organoleptyczne piwa, takie jak smak, aromat, barwa i pienistość. Omówiono również aspekty technologiczne, w tym optymalne proporcje składników, warunki temperaturowe i czas przetwarzania w celu uzyskania harmonijnej równowagi smaku i aromatu.

W artykule podkreślono również wyzwania związane z wykorzystaniem nietradycyjnych surowców, w tym ryzyko zanieczyszczenia mikrobiologicznego, złożoność standaryzacji receptur i potrzebę dodatkowych etapów filtracji. Na podstawie uzyskanych danych przedstawiono praktyczne zalecenia dla piwowarów pragnących tworzyć oryginalne piwa przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości produktu.

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

Słowa kluczowe: piwo, nietradycyjne surowce, sok pomidorowy, kolendra, skórki cytrusów, rukola, warzenie, organoleptyka, chmielenie na zimno, profil smakowy.

**Słowa kluczowe:** piwo, nietradycyjne surowce, sok pomidorowy, kolendra, skórki cytrusów, rukola, warzenie, organoleptyka, chmielenie na zimno, profil smakowy.

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

## Зміст

ВСТУП .....	11
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ. 12	12
1.1 Структура підприємства.....	12
1.2 Режими роботи підприємства .....	13
2. ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ ....	15
3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ .....	18
3.1 Принципова-технологічна схема.....	18
3.2 Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пива із використанням нетрадиційної сировини .....	20
3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми .....	28
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	29
4.1 Характеристика проекрованої продукції .....	29
4.2 Характеристика сировини .....	34
5. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	38
5.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків .....	38
5.2 Продуктові розрахунки .....	38
5.3 Розрахунки витрат допоміжних матеріалів.....	45
6. РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	46
7. РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	48
8. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ .....	51
8.1 Основи системи управління якості та безпечності харчової продукції .	51
8.2 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення .....	53

		№ докум.	Підпис				
Розроб		Данилюк А.Р.					
Перевір		Мвкоід Р.М.					
Затв		Куц А.М.					

**ЗМІСТ**

**Кафедра БПБВ, 2025**

9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ .....	54
10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТКИ.....	61

					Зміст	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

## 1.1 Структура підприємства

### Керівництво

**Директор/власник:** Відповідає за стратегічне планування, фінансове управління, розвиток бізнесу та прийняття ключових рішень. На мікропивоварнях власник часто виконує функції головного пивовара або менеджера.

**Головний пивовар:** Розробляє рецептури пива, контролює якість сировини та технологічні процеси, впроваджує інновації у виробництво.

### Виробничий підрозділ

**Пивовари:** Здійснюють основні етапи виробництва пива — від підготовки солоду до бродіння, фільтрації та розливу. Вони також відповідають за використання обладнання, такого як Hoptower чи Hop Rocket, для холодного охмеління та ароматизації.

**Технічний персонал:** Забезпечує обслуговування та ремонт обладнання (варильні котли, ЦКТ, системи СІР). На малих підприємствах ці функції можуть виконувати пивовари.

**Контроль якості:** Проводить лабораторний аналіз сировини, напівфабрикатів і готового пива для відповідності стандартам (смак, аромат, міцність, прозорість).

### Логістика та складське господарство

**Складський персонал:** Відповідає за приймання, зберігання та видачу сировини (солод, хміль, дріжджі, фруктові пюре, спеції) та готової продукції. Контролює умови зберігання, щоб запобігти псуванню.

**Логістичний менеджер:** Організовує постачання сировини від постачальників і доставку готового пива до клієнтів (пабів, магазинів, ресторанів).

### Маркетинг та продажі

**Менеджер з маркетингу:** Розробляє бренд мікропивоварні, займається просуванням продукції через соціальні мережі, фестивалі, дегустації. Організовує співпрацю з місцевими закладами та дистриб'юторами.

**Менеджер з продажів:** Укладає договори з клієнтами, формує клієнтську базу, координує замовлення та доставку. На невеликих підприємствах ці функції може виконувати одна людина.

### Адміністративний підрозділ

**Бухгалтер:** Веде облік доходів і витрат, нараховує заробітну плату, забезпечує відповідність фінансової звітності законодавчим вимогам. На мікропивоварнях цю функцію часто віддають на аутсорсинг.

**Менеджер з персоналу:** Відповідає за підбір, навчання та мотивацію працівників. У невеликих пивоварнях ці обов'язки може виконувати директор.

### Додаткові функції

					Характеристика підприємства та режими його роботи	Арк
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Дизайнер/креативний спеціаліст:** Створює етикетки, упаковку, рекламні матеріали та оформлення продуктів для привернення уваги споживачів.

**PR-менеджер:** Організовує заходи, такі як дегустації, екскурсії на пивоварню, участь у пивних фестивалях, що сприяють популяризації бренду.

Структура мікропивоварні характеризується компактністю, коли одна людина може виконувати кілька функцій, наприклад, пивовар відповідає за контроль якості чи логістику, гнучкістю, що дозволяє адаптуватися до потреб виробництва та ринку, зокрема шляхом залучення тимчасових працівників під час сезонного зростання попиту, а також локальною орієнтацією, зосередженою на регіональних клієнтах, що визначає спрямованість маркетингу та продажів.

## 1.2 Режими роботи підприємства

Оптимальні режими роботи мікропивоварні розробляються з урахуванням її компактної структури, локальної орієнтації та потреби в гнучкості для забезпечення стабільного виробництва високоякісного крафтового пива. Основна мета полягає в ефективному використанні ресурсів, підтримці якості продукції та швидкому реагуванні на ринковий попит. Робота підприємства залежить від виробничих циклів, сезонності, а також специфіки обладнання, такого як Hoptower чи Hop Rocket, яке використовується для холодного охмеління та ароматизації. Оптимізація режимів роботи іаcludes планування виробничих процесів, управління персоналом, логістикою та маркетингом, щоб забезпечити безперебійну діяльність і конкурентоспроможність на локальному ринку.

Виробничий процес мікропивоварні планується з урахуванням обсягів виробництва, які зазвичай становлять від кількох сотень до кількох тисяч літрів пива на місяць. Для ефективності рекомендується працювати в режимі 5–6 днів на тиждень із 8-годинними змінами, що дозволяє пивоварам і технічному персоналу виконувати основні етапи — підготовку солоду, варіння, бродіння, фільтрацію та розлив. Використання обладнання, такого як Hoptower, потребує чіткого графіку для холодного охмеління, яке триває від кількох днів до тижня залежно від рецептури. Щоб уникнути простоїв, процеси бродіння та дозрівання пива координуються заздалегідь, а очищення обладнання за допомогою СІР-систем проводиться після кожного циклу для забезпечення гігієнічності та готовності до наступної партії.

Персонал мікропивоварні, враховуючи її компактність, працює в багатозадачному режимі. Наприклад, пивовари можуть поєднувати функції контролю якості та технічного обслуговування, а директор або власник часто бере на себе управління продажами чи маркетингом. Оптимальний режим

					Характеристика підприємства та режими його роботи	Арк
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передбачає гнучкий графік для працівників, з можливістю залучення додаткового персоналу в періоди пікового попиту, наприклад, під час літнього сезону або пивних фестивалів. Навчання персоналу проводиться регулярно, щоб забезпечити відповідність стандартам якості та вміння працювати з новітнім обладнанням, таким як Hop Rocket, для експериментальних партій пива з фруктовими пюре чи прянощами[23].

Логістика та складське господарство організуються з акцентом на локальний ринок, що передбачає щотижневі поставки сировини (солод, хміль, дріжджі) та своєчасну доставку готового пива до місцевих пабів, ресторанів чи магазинів. Для оптимізації складських процесів рекомендується підтримувати мінімальний запас сировини, достатній для 1–2 тижнів виробництва, щоб уникнути псування та зменшити витрати на зберігання. Доставка готової продукції планується 2–3 рази на тиждень, залежно від замовлень, із використанням власного транспорту або послуг локальних перевізників. Контроль умов зберігання, зокрема температури та вологості, є обов'язковим для збереження якості сировини та пива.

Маркетинг і продажі мікропивоварні зосереджені на локальному ринку, тому оптимальний режим включає регулярне проведення дегустацій, екскурсій на пивоварню та участь у місцевих пивних фестивалях. Активна присутність у соціальних мережах і співпраця з місцевими закладами сприяють популяризації бренду. Рекомендується виділяти 1–2 дні на тиждень для маркетингових активностей, включаючи оновлення контенту в мережі та організацію заходів. Сезонні акції, наприклад, випуск лімітованих сортів пива з використанням Hop Rocket для додавання унікальних ароматів, плануються заздалегідь, щоб привернути увагу клієнтів і стимулювати продажі. Такий режим роботи дозволяє мікропивоварні підтримувати стабільне виробництво, високу якість і конкурентоспроможність на локальному ринку[24].

					Характеристика підприємства та режими його роботи	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

## 2. ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Розробка асортименту крафтової пивоварні є ключовим етапом проектування, оскільки саме асортимент визначає унікальність продукту, його привабливість для споживачів і конкурентоспроможність на ринку. У межах цього проекту пропонується асортимент із трьох видів пива: томатний ель, цитрусовий лагер із додаванням цедри цитрусових та Ukrainian Golden Ale із додаванням коріандру. Кожен із цих сортів має унікальні органолептичні характеристики, які досягаються завдяки використанню нетрадиційної сировини, що додається на етапі холодного охмелення через hop rocket. Такий підхід дозволяє не лише урізноманітнити смакові профілі, а й підкреслити інноваційний характер пивоварні[22].

Сучасний ринок крафтового пива характеризується високою конкуренцією та зростаючим інтересом споживачів до незвичайних смаків. За даними досліджень, у 2024 році попит на крафтове пиво в Україні зріс на 15% порівняно з попередніми роками, що пов'язано з прагненням споживачів до локальних та автентичних продуктів. Запропонований асортимент враховує ці тенденції, пропонуючи продукти, які поєднують традиційні пивоварні технології з інноваційними інгредієнтами[12].

**Томатний ель** є унікальним продуктом, який поєднує класичну основу елю з додаванням томатного соку або пюре на етапі холодного охмелення через hop rocket. Цей сорт вирізняється насиченим смаком із легкою кислинкою та фруктовими нотами, що робить його привабливим для поціновувачів гастрономічного пива. Томатний ель ідеально підходить для поєднання з італійськими стравами, такими як піца чи паста, що розширює його аудиторію серед гурманів.

**Цитрусовий лагер із додаванням цедри цитрусових** орієнтований на любителів освіжаючих напоїв. Використання цедри лимона, апельсина та грейпфрута, доданої через hop rocket, забезпечує яскравий аромат і легку гірчинку, що гармонійно доповнює класичний профіль лагера. Цей сорт має потенціал стати популярним у теплу пору року, а також як альтернатива традиційним світлим лагерам у пабах і ресторанах.

**Ukrainian Golden Ale із додаванням коріандру** підкреслює локальну ідентичність пивоварні. Коріандр, доданий на етапі холодного охмелення, надає пиву пряні та цитрусові нотки, які гармоніюють із легкою солодовістю золотистого елю. Цей сорт апелює до споживачів, які цінують локальні традиції та шукають пиво з виразним характером. Ukrainian Golden Ale може бути позиціонований як універсальний напій для дружніх посиденьок і гастрономічних подій.

Використання нетрадиційної сировини (томатного пюре, цедри цитрусових, коріандру) на етапі холодного охмелення через hop rocket є інноваційним рішенням, яке дозволяє зберегти природний аромат і смак інгредієнтів. Холодне охмелення передбачає додавання сировини до пива після основного бродіння при низьких температурах, що запобігає втраті

					Обґрунтування асортименту проектованої продукції	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

летких ароматичних сполук. Використання hop rocket — спеціального обладнання для інфузії — забезпечує рівномірне змішування інгредієнтів із пивом, що гарантує стабільність смаку в кожній партії.

Томатне пюре для томатного елю постачається від локальних виробників, що дозволяє підтримувати якість сировини та підкреслювати регіональний характер продукту. Цедра цитрусових для лагера готується шляхом зняття верхнього шару шкірки свіжих фруктів без білої частини, що мінімізує гіркоту та зберігає ефірні олії. Коріандр для Ukrainian Golden Ale подрібнюється безпосередньо перед додаванням, щоб зберегти його ароматичні властивості.

Такий підхід не лише забезпечує високу якість кінцевого продукту, а й відповідає принципам сталого розвитку, оскільки використання локальної сировини зменшує вуглецевий слід пивоварні.

Асортимент пивоварні орієнтований на кілька сегментів споживачів:

**Молодь (25–35 років)**, яка цінує інноваційні смаки та готова експериментувати з новими продуктами. Томатний ель і цитрусовий лагер приваблюють цю аудиторію своєю незвичністю та можливістю використання в коктейлях.

**Гурмани та поціновувачі крафтового пива**, які шукають унікальні поєднання смаків. Усі три сорти відповідають цьому запиту завдяки своїм органолептичним характеристикам.

**Локальні патріоти**, які віддають перевагу продуктам із національною ідентичністю. Ukrainian Golden Ale із коріандром підкреслює український характер пивоварні.

Маркетингові переваги асортименту полягають у його унікальності та гнучкості. Кожен сорт може бути представлений як окремий продукт або як частина дегустаційного набору, що дозволяє залучити різні категорії споживачів. Крім того, використання нетрадиційної сировини створює передумови для створення цікавих історій бренду, які можна використовувати в рекламних кампаніях.[24]

Формування асортименту з трьох сортів є оптимальним для старту крафтової пивоварні, оскільки дозволяє покрити різні смакові вподобання споживачів, не перевантажуючи виробничі потужності. Виробництво томатного елю, цитрусового лагера та Ukrainian Golden Ale не вимагає значних змін у технологічному процесі, оскільки основна диференціація досягається на етапі холодного охмелення. Це знижує витрати на обладнання та сировину.

Попередні розрахунки показують, що собівартість одного літра пива становить приблизно 40–50 грн, залежно від сорту, тоді як роздрібна ціна може досягати 100–150 грн за літр у пабах і ресторанах. Таким чином, рентабельність виробництва залишається високою, що підтверджує економічну доцільність обраного асортименту.

Запропонований асортимент із томатного елю, цитрусового лагера та Ukrainian Golden Ale є обґрунтованим із технологічної, маркетингової та економічної точок зору. Використання нетрадиційної сировини на етапі холодного охмелення через hop rocket дозволяє створити унікальні продукти,

					Обґрунтування асортименту проектованої продукції	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

які відповідають сучасним ринковим тенденціям і запитам споживачів. Асортимент має потенціал для масштабування та адаптації до нових ринкових умов, що робить його основою для успішного розвитку крафтової пивоварні.[24]

*Таблиця 2.1 – Асортимент проєктованої продукції та розподіл потужностей на виробництво*

Сорт пива	Частка, %	Річний обсяг (літри/кеги)	Місячний обсяг (літри/кеги)	Добовий обсяг (літри/кеги)
Томатний Ель	25	75 000 / 1 500	6 250 / 125	298 / 6
Цитрусовий Лагер	30	90 000 / 1 800	7 500 / 150	357 / 7
Ukrainian Golden Ale	45	135 000 / 2 700	11 250 / 225	536 / 11
Загалом	100	300 000 / 6 000	25 000 / 500	1 200 / 24

### 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

#### 3.1 Принципова-технологічна схема

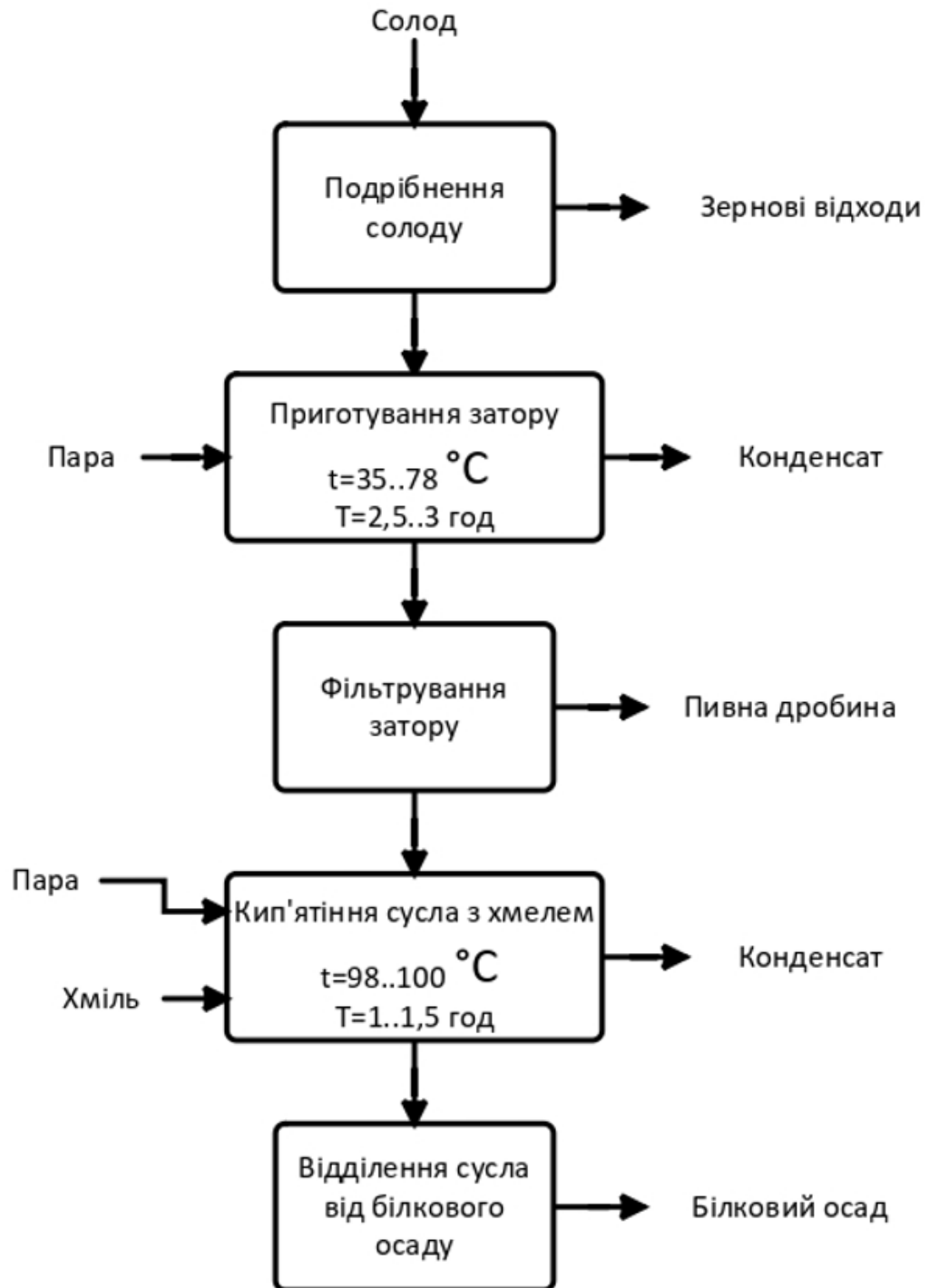


Рисунок 3.1 – Принципова-технологічна схема виготовлення пива із використанням нетрадиційної рослинної сировини. Початок

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

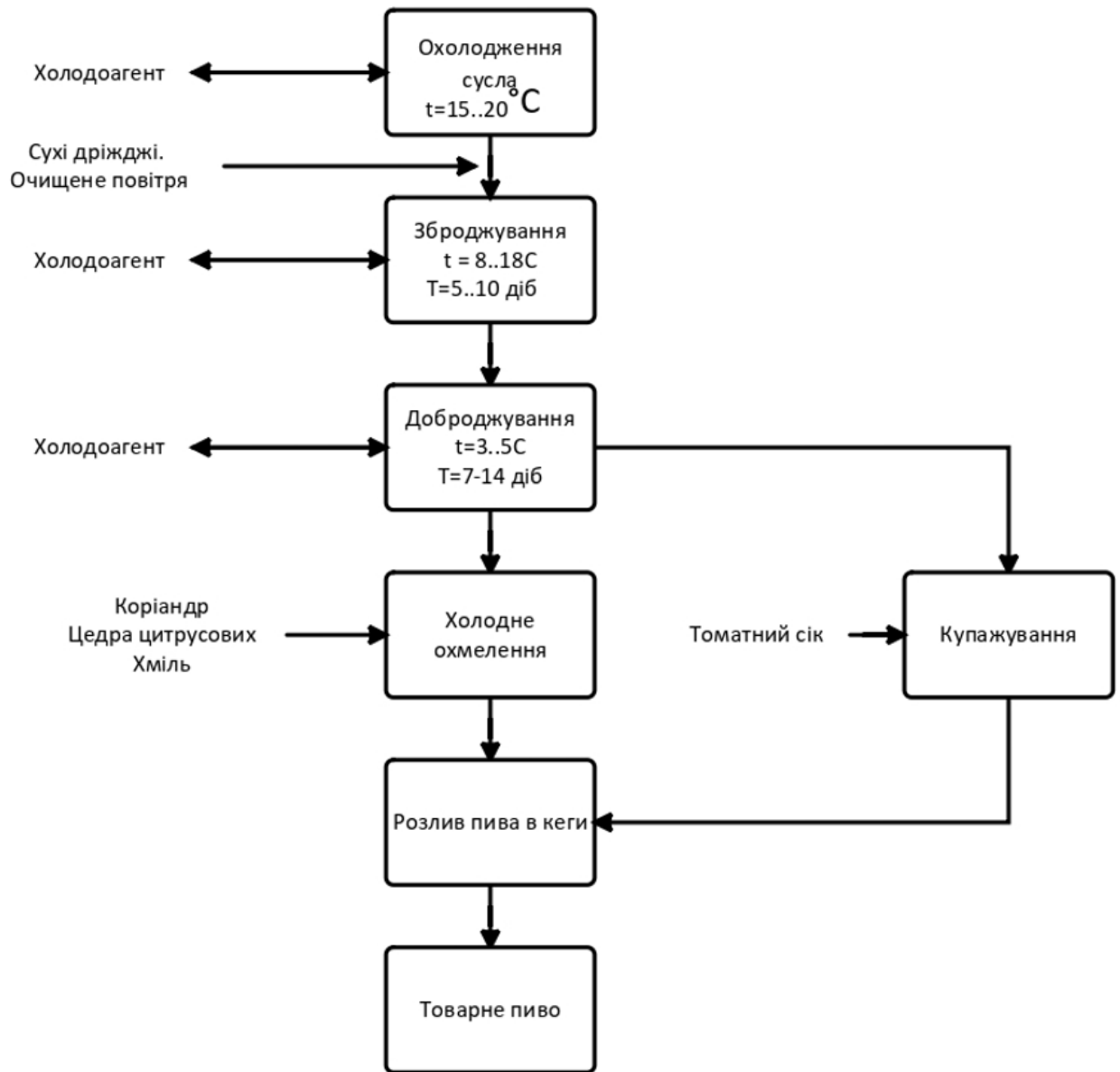


Рисунок 3.1 – Принципова-технологічна схема виготовлення пива із використанням нетрадиційної рослинної сировини. Продовження

### 3.2 Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пива із використанням нетрадиційної сировини

Сучасні мікро-пивоварні виготовляють пиво дотримуючись науступних технологічних стадій виробництва:

- 1) подрібнення солоду;
- 2) затирання солоду;
- 3) фільтрування затору;
- 4) кип'ятіння сусла з хмелепродуктами чи іншою пряно-ароматичною сировиною;
- 5) освітлення й охолодження сусла;
- 6) збродження і доброджування пивного сусла;
- 7) холодне охмелення із використанням нетрадиційної сировини.
- 8) розлив готового пива.

Саме така схема виробництва дозволяє отримати якісний, стабільний продукт, що знаходить своє місце на ринку.

*Подрібнення солоду* – це механічне переминання цілих солодових зерен, головною метою якого є полегшення та пришвидшення фізичних та біохімічних перетворень під час подальших етапів, а саме етапу затирання. Подрібнене зерно має більшу площу поверхні контакту із підготовленою водою, що сприяє розчиненню складників солодового зерна (екстрактивних речовин), щоб максимально вилучити екстракт зернової маси для подальших технологічних процесів[8].

За способом здійснення процесу подрібнення поділяють на:

- ✓ сухе подрібнення (дробарки сухого типу);
- ✓ мокре подрібнення (дробарки мокрого типу);
- ✓ подрібнення молотковими дробарками.

На мікро-пивоварнях віддають перевагу сухому подрібненню завдяки його економічній доцільності. Цей метод є простішим у реалізації, оскільки не потребує додаткового обладнання для зволоження солоду водою температурою 45–50 °С чи насосів для транспортування суміші в заторний апарат. Сухе подрібнення дозволяє ефективно організувати процес, зменшуючи витрати часу та ресурсів, що робить його оптимальним вибором для пивоварень малого масштабу.

Якість подрібнення солоду безпосередньо впливає на якість проведення наступних технологічних операцій :

- ✓ спосіб затирання;
- ✓ тривалість оцукрювання;
- ✓ процес фільтрації затору;
- ✓ кількість видобутого екстракту у варильному цеху;

Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата

- ✓ ступінь зброджування пива.

Для подрібнення солоду на пивоварних підприємствах малого масштабу рекомендовано використовувати валкову дробарку.

#### *Затирання солоду*

Процес затирання полягає у поступовому нагріванні суміші солоду та води (затору) до температур, які забезпечують оптимальну роботу ферментів, із подальшим витримуванням певних температурних пауз. Ці паузи відповідають таким умовам:

- ✓ 45..50 °С — для розщеплення білків і β-глюканів;
- ✓ 62...63 °С — для утворення мальтози (мальтозна пауза);
- ✓ 70...73 °С — для перетворення крохмалю на цукри (оцукрювання);
- ✓ 78 °С — температура завершення затирання.

Оптимальний рівень рН для дії ферментів солоду становить 5,0...5,3. Однак у заторі рН зазвичай варіюється від 5,6 до 6,0, а при використанні води з підвищеною карбонатною жорсткістю може сягати 6,3. Для корекції рН додають молочну кислоту, гіпс або хлорид кальцію.

За способом регулювання температури розрізняють два основні підходи до затирання[8]:

- ✓ настійний (інфузійний) метод;
- ✓ відварний (декокційний) метод.

У настійному методі затор поступово нагрівають до кінцевої температури, дотримуючись пауз, без кип'ятіння окремих його частин. У відварному методі частину затору (відварку) відбирають, кип'ятять і повертають до основної маси, що дозволяє підвищувати температуру до наступного рівня.

Вибір методу залежить від типу пива, яке виготовляється, та бажаного складу затору й сусла. Наприклад, вміст зброджуваних цукрів впливає на ступінь зброджування, а високомолекулярні білки забезпечують насиченість смаку та стійкість піни. Метод затирання дає змогу точно впливати на ці параметри, формуючи характер пива.

#### *Настійний метод [8]*

Настійний метод є найпростішим і найбільш поширеним на мікропивоварнях, оскільки весь затор обробляється в одній ємності без розділення. Температуру підвищують поступово, витримуючи паузи, необхідні для активації ферментів. Оскільки затор не перекачується, контакт із киснем мінімальний, що запобігає окисленню поліфенолів, які можуть погіршити смак і підвищити кольоровість пива.

Ключову роль відіграє якість перемішування. Мішалка повинна мати регульовану швидкість, щоб адаптуватися до різних етапів процесу. Якщо під

час пауз мішалку вимикають, виникають температурні перепади, що подовжують час оцукрювання та фільтрації, а також знижують вихід екстрактивних речовин через ускладнення роботи ферментів.

Для добре розчиненого солоду достатньо послідовно підвищувати температуру до 62 °С, витримуючи 20 хвилин для дії амілаз, після чого затір перекачують у фільтраційний апарат. Це дозволяє уникнути проблем із надлишком високомолекулярних  $\beta$ -глюканів, які ускладнюють фільтрацію, і забезпечити потрібний рівень вільного амінного азоту (FAN) на рівні 200–220 мг/л. При високій температурі пептидази втрачають активність, але термостійкі протеїнази сприяють утворенню піноутворювальних речовин. Такий підхід із тривалістю до 1,5 години широко застосовується на пивоварнях із якісним солодом.

Ступінь розчинення солоду обмежує використання пауз при 50 °С. Для погано розчинених солодів необхідно подовжити розщеплення  $\beta$ -глюканів за допомогою  $\beta$ -глюканаз. Однак пауза при 62–65 °С для  $\beta$ -амілази є обов'язковою, що може призводити до додаткового розчинення  $\beta$ -глюканів, особливо у низькоякісному солоді. Для нормально розчиненого солоду (в'язкість <1,52 мПа·с, вміст  $\beta$ -глюканів <150 мг/л) затирання при початковій температурі 50 °С із загальною тривалістю до 2 годин забезпечує стабільний результат і використовується на багатьох пивоварнях.

*Переваги настійного методу[8]:*

- ✓ простота автоматизації процесу;
- ✓ менше енергоспоживання порівняно з відварним методом;
- ✓ легкість контролю параметрів.

*Недоліки:*

- ✓ складніше досягти нормальної йодної проби при низькій якості солоду;
- ✓ знижений вихід сухих речовин при обробці погано розчиненого солоду.

Завдяки своїм перевагам настійний метод набуває все більшого поширення в сучасному пивоварінні.

*Процес фільтрації затору*

Фільтрація затору являє собою важливий етап, де відбувається розділення суміші, що містить рідку фракцію – сусло, та тверді залишки – пивну дробину. Цей процес здійснюється за допомогою фільтрувальних пристроїв чи прес-фільтрів. Ефективність фільтрації залежить від ступеня подрібнення зернових компонентів: рівномірний помел сприяє ефективному затиранню, однак надто тонкий помел може ускладнити фільтрацію і зменшити швидкість процесу. Сучасні фільтр-преси рекомендовані для роботи

з тонким помелом. У цій роботі передбачено використання одного фільтраційного апарата. Основні етапи фільтрації:

Очищення простору під ситами від повітря. Для забезпечення швидкого фільтрування необхідне видалення забруднень та повітряних бульбашок з-під сит. Досягається це подаванням гарячої води під сита, що одночасно сприяє їх нагріванню.

#### *Перекачування затору.*

Затор необхідно швидко перемістити до фільтраційного апарата, забезпечуючи рівномірний розподіл маси. Нерівномірний розподіл може призвести до нерівномірного вилуговування та зменшення виходу екстракту. Щоб уникнути цього, підтримується низька лінійна швидкість потоку, але при цьому об'єм повинен бути достатнім для завершення перекачування протягом 10 хвилин. Для цього використовують трубопроводи з великим поперечним перерізом. Затор подається знизу, а в заторному апараті включається мішалка для забезпечення однорідності.

#### *Відокремлення дробини.*

Сусло проціджується через шар, що утворений оболонками зерен, які служать природним фільтром.

#### *Рециркуляція каламутного сусла.*

На початку фільтраційного процесу, на дні апарата та під ситами, утворюється шар донного тіста, яке складається з дрібних частинок. Його разом з каламутним першим суслим повертають у фільтраційний апарат на 5-10 хвилин, поки не буде отримано прозоре сусло. Каламутне сусло розподіляють під поверхнею для мінімізації контакту з киснем.

#### *Збір першого сусла.*

Збір першого сусла проводиться якомога швидше для економії часу. Концентрація сусла в різних кранах є однаковою. Фільтрування сусла відбувається через шар дробини, що створює опір потоку, викликаючи розрідження: об'єм сусла, що виходить, перевищує об'єм, що надходить. Це може спричинити ущільнення дробини, що призводить до уповільнення фільтрації. Для уникнення цього підтримують низький фільтраційний тиск. У сучасних апаратах розпушувач регулюється відповідно до тиску, а фільтраційні крани відкривають лише частково (на чверть або третину), що зменшує розрідження.

#### *Промивання дробини.*

Для підтримки плавучості дробини, злив першого сусла продовжують, доки дробина не з'явиться на поверхні затору. Значна кількість екстракту залишається у фільтрувальному шарі, і її вилучають шляхом зрошення дробини гарячою водою (78 °C) через форсунки в фільтраційному чані.

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

Промивання триває до тих пір, поки вміст екстракту не знизиться до 0,2–0,5 % Плато, після чого подальше промивання стає неефективним.

#### *Вивантаження дробини.*

Після завершення промивання, розпушувач піднімають, ножі налаштовують для забезпечення перпендикулярного розташування, і дробину переміщують до вивантажувального люка повільним опусканням пристрою.

#### *Кип'ятіння суслу з хмелем.*

Отримане сусло піддається кип'ятінню протягом 40–60 хвилин з додаванням хмелю, представленого екстрактом чи гранулами (гіркі та ароматичні сорти). Кип'ятіння сприяє випарюванню сусла, екстрагуванню гірких та ароматичних речовин з хмелю, інактивації ферментів, коагуляції білків і стерилізації. Гранульований хміль вносять двічі: 60 % – через 10 хвилин після початку кип'ятіння, 40 % – через 35 хвилин. Переваги гранульованого хмелю:

- ✓ стабільна гіркота пива;
- ✓ високий вихід гірких речовин;
- ✓ тривалий термін зберігання;
- ✓ зменшення витрат на транспортування та зберігання.

Процес кип'ятіння здійснюється у герметичному апараті із зовнішнім кип'ятильником.

#### *Зброджування сусла*

У пивоварінні використовують різні методи зброджування: періодичний, напівбезперервний, циклічний та безперервний. Сучасним варіантом є метод Натана, що використовує циліндро-конічні танки (ЦКТ).

#### *Метод Натана*

Застосовуються герметичні циліндро-конічні апарати з зовнішнім охолодженням і теплоізоляцією, що дозволяє відмовитись від необхідності охолоджувати приміщення. Апарати піддаються дезінфекції та стерилізації, після чого їх заповнюють охолодженим суслom (3–4 °С для світлого пива, 4–5 °С для темного, максимум 9 °С). Під час бродіння, протягом ~22 годин, повітря витісняється вуглекислим газом. Після завершення бродіння конус охолоджується для осадження дріжджів, а пиво під тиском 0,15 МПа виштовхує щільні дріжджі через вентиля.

Сучасні ЦКТ дають змогу поєднувати основне бродіння та доброджування в одному апараті. Сусло охолоджують до 5...17 °С, додають дріжджі (~300 г/гл при вологості 75 %) та аерують до вмісту кисню  $\geq 8$  мг/см<sup>3</sup>. Температуру бродіння підтримують на рівні 9–14 °С за допомогою охолоджувальних поясів (холодоносій не нижче -6 °С). При вмісті сухих речовин 3,2...3,5 % апарат іспунтують під тиском 0,04...0,07 МПа. Бродіння

					Техніко-економічне обґрунтування технології пива із використанням нетрадиційної рослинної сировини та опис апаратурно-технологічної схеми	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

завершується, коли вміст екстракту не знижується протягом 24 годин. На 5-ту добу температуру в конусі знижують до 0,5...1,5 °С, в циліндричній частині – до 3...4 °С на 6...7 добу. Після вирівнювання температури проводиться перше видалення дріжджів через 10 діб, друге – перед освітленням, після чого пиво охолоджують і сепарують.

#### *Температурне розшарування пива*

Температура пива в апараті змінюється: пиво середньої екстрактивності досягає максимальної густини при 2,5 °С, високої – при 1 °С, низької – при 3 °С. Охолодження до -1 °С сприяє накопиченню пива з щільністю 2,5 °С в конусі. Без охолодження конуса, тепле пиво з дріжджами осідає, що при недостатній кількості поживних речовин спричиняє автоліз дріжджів, погіршуючи якість пива.

#### *Ключові аспекти бродіння та дозрівання:*

- ✓ азотний склад сусла: Для нормального живлення дріжджів необхідна наявність  $\geq 25$  мг/100 см<sup>3</sup> вільного  $\alpha$ -амінного азоту (15 мг при використанні не соложеної сировини).
- ✓ аерація та дріжджі: Норма становить 30 млн клітин/см<sup>3</sup> (1 дм<sup>3</sup> густих дріжджів на 1 гл сусла). Поточкова аерація через 2, 24 і 40 годин зменшує вміст ефірів вдвічі.
- ✓ температура: Різке охолодження може спричинити шок дріжджів, впливаючи на смак і аромат.
- ✓ діацетил: Вміст діацетилу на завершення дозрівання не повинен перевищувати 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

*Видалення дріжджів:* Регулярне видалення дріжджів допомагає запобігти автолізу, помутнінню та погіршенню піностійкості, пов'язаних з виділенням низькомолекулярних азотистих сполук та протеїнази. Дріжджі в конусі можуть відчувати тиск СО<sub>2</sub>, що може погіршити їхній стан.

Особливості внесення пряно-ароматичної сировини на етапі холодного охмелення [17]

*Нотtower* — це обладнання для холодного охмеління, яке встановлюється в холодному цеху пивоварні та підключається до ємностей бродіння або зберігання після фільтрації. Його мета — насичення пива ефірними маслами хмелю, фруктовими ароматами чи прянощами без посилення гіркоти.

Основні характеристики:

*Максимізація контакту:* Конструкція забезпечує велику площу взаємодії сировини з пивом.

*Сировина:* Використовуються пелетований хміль, фруктові пюре, тверді пряно-ароматичні добавки (спеції, трави).

					Техніко-економічне обґрунтування технології пива із використанням нетрадиційної рослинної сировини та опис апаратурно-технологічної схеми	Арк
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Турбулентна циркуляція:* Вхідні отвори створюють турбулентний потік, що прискорює екстракцію ароматів.

*Мінімізація окислення:* Система захищає пиво від контакту з киснем.

*Перекачування:* Насос і надлишковий тиск забезпечують стабільний потік.

*Очищення:* Відпрацьована сировина видаляється через спеціальний отвір, а СІР-головки забезпечують промивання.

*Великий обсяг:* Підходить для ароматизації великих партій пива.

Нор Rocket — компактніше обладнання для холодного охмеління, яке ідеально підходить для невеликих партій або експериментальних сортів пива. Воно також використовується для введення хмелю, фруктових пюре чи прянощів.

*Процеси в Нор Rocket[25]:*

1. Завантаження сировини: Пелетований хміль, фруктові пюре (манго, малина) або спеції (коріандр, імбир) додаються в спеціальний відсік.

2. Циркуляція пива: Пиво подається насосом через шар сировини, створюючи турбулентний потік для швидкої екстракції.

3. Екстракція ароматів: Ефірні масла та ароматичні сполуки розчиняються в пиві, надаючи йому унікальних смаків.

4. Мінімізація окислення: Конструкція запобігає потраплянню кисню.

5. Очищення: Відпрацьована сировина видаляється, а обладнання промивається СІР-системою.

*Переваги Нор Rocket:*

- ✓ компактність і гнучкість для експериментальних партій.
- ✓ точне введення ароматів для створення унікальних смаків.
- ✓ простота в обслуговуванні та зміні рецептури.

*Внесення фруктових пюре та пряно-ароматичної сировини*

*Фруктові пюре:* Додають солодкість і фруктові ноти. Пюре рівномірно змішується з пивом під час циркуляції.

*Прянощі:* Спеції чи трави (цедра, ваніль, м'ята) подрібнюються для кращої екстракції.

*Процес:* Сировина контактує з пивом у турбулентному потоці, а тиск і швидкість регулюють інтенсивність ароматизації.

Холодне охмеління та додавання нетрадиційної рослинної сировини, як-от томатний сік, цедра цитрусових чи коріандр, через обладнання типу Нор Rocket є важливими технологічними процесами в пивоварінні, які дозволяють збагачувати пиво унікальними ароматами та смаками без посилення гіркоти. Ці процеси базуються на складних фізико-хімічних взаємодіях між компонентами сировини та пивом, що відбуваються за низьких температур і

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата

контрольованих умов. Вони включають екстракцію ароматичних сполук, дифузію, розчинення та стабілізацію смако-ароматичних характеристик, а також мінімізують небажані реакції, такі як окислення.

Під час холодного охмеління, яке зазвичай проводиться за температури 0–5°C після первинного бродіння, основним процесом є екстракція ефірних масел із хмелю, що додається через Hop Rocket. Хміль у пелетах містить леткі сполуки, такі як мірцен, гумулен і каріофілен, які відповідають за цитрусові, хвойні чи трав'яні аромати. У Hop Rocket пиво циркулює через шар хмелю, створюючи турбулентний потік, який сприяє дифузії цих сполук у рідину. Турбулентність, забезпечена конструкцією обладнання та роботою насоса, збільшує площу контакту між хмелем і пивом, прискорюючи масоперенос. Ефірні масла, що мають гідрофобну природу, розчиняються в пиві завдяки наявності етанолу та низькій температурі, яка запобігає їх випаровуванню. Водночас низька температура мінімізує екстракцію альфа-кислот, відповідальних за гіркоту, що дозволяє отримувати пиво з яскравим ароматом без надмірної гіркоти.

Додавання нетрадиційної рослинної сировини, такої як томатний сік, цедра цитрусових чи коріандр, через Hop Rocket також ґрунтується на фізико-хімічних процесах екстракції та розчинення. Томатний сік містить органічні кислоти (лимонну, яблучну), цукри та ароматичні сполуки, як-от лікопен, які надають пиву фруктовово-овочевого профілю. Під час циркуляції через Hop Rocket сік змішується з пивом, а турбулентний потік забезпечує гомогенізацію суміші. Органічні кислоти частково знижують рН пива, що може впливати на його смакову стабільність і сприйняття. Цедра цитрусових (наприклад, апельсинова чи лимонна) містить ефірні масла, такі як лімонен, які екстрагуються аналогічно до хмелевих масел. Ці сполуки швидко переходять у пиво завдяки високій розчинності в етанолі, додаючи свіжі цитрусові ноти. Коріандр, що містить ліналоол і гераніол, вносить пряно-фруктові аромати. Подрібнені насінини коріандру в Hop Rocket піддаються механічному впливу турбулентного потоку, що полегшує вивільнення летких сполук.

Важливим аспектом є контроль окислювальних процесів, які можуть погіршити якість пива. Hop Rocket спроектований для мінімізації контакту пива з киснем, що запобігає окисленню ефірних масел і фенольних сполук, які можуть утворювати небажані присмаки. Надлишковий тиск у системі, створений насосом, забезпечує стабільний потік і знижує ризик аерації. Крім того, низька температура під час холодного охмеління та додавання сировини гальмує ферментативні реакції, які можуть призвести до втрати аромату. Для томатного соку важливо контролювати його мікробіологічну чистоту перед

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата

додаванням, щоб уникнути контамінації, оскільки цукри в соку можуть стати середовищем для небажаних мікроорганізмів.

Після завершення процесу екстракції відпрацьована сировина (хміль, цедра чи коріандр) видаляється через спеціальний отвір у Hop Rocket, а обладнання промивається за допомогою CIP-систем. Це забезпечує гігієнічність і запобігає перехресному забрудненню ароматів між партіями. Стабілізація смако-ароматичних характеристик пива після додавання сировини залежить від подальшого дозрівання, під час якого молекули ароматичних сполук рівномірно розподіляються в рідині. Для нетрадиційної сировини, як-от томатний сік, може знадобитися додатковий контроль осаду, оскільки тверді частинки соку можуть впливати на прозорість пива.

### 3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми

Солод наважують на вагах 1 і переносять на валкову дробарку 2, звідки подрібнений і очищений солод потрапляє в бункер подрібненого солоду 3. З бункера подрібнений солод вивантажують в мішки і вручну переносять в заторно-сусловарильний апарат 4, де проходить процес затирання солоду. Після затирання сусло перекачують відцентровим насосом 5 на верхню фільтраційну частину фільтраційно-гідроциклонного апарата 6. Замутнене сусло повертають назад у фільтраційний апарат, а освітлене сусло повертається в заторно-сусловарильний апарат для кип'ятіння із хмелем. Дробину промивають і промивну воду додають до основної маси сусла, а дробину вивантажують у контейнер дробини 9 і відправляють на реалізацію. Після процесу кип'ятіння із хмелем гаряче сусло подається на нижню, гідроциклонну частину фільтраційно-гідроциклонного апарата, де відбувається освітлення сусла і відділення білкового осаду і хмелевої шротини. Після освітлення сусло через пластинчастий теплообмінник 7 перекачують на ЦКТ 14, де відбувається головне бродіння і доброджування. Після завершення головного бродіння проводять процес холодного охмелення і купажування через Hop Rocket 15, і готове товарне пиво зберігають перед розливом в ЦКТ за низьких температур. Розлив проводиться в кеги через багатофункціональну кег-мийку 16.

Вода для технологічних потреб готується із водопровідної за допомогою каскаду водопідготовки 13, звідки заповнюється бак підготовленої води 11 та бак гарячої води через бойлер 9. Також для нагріву використовують пару, яку створюють із підготовленої води парогенератором 12.

					Техніко-економічнеобґрунтування технології пива із використанням нетрадиційної рослинної сировини та опис апаратурно-технологічної схеми	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

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

### 4.1 Характеристика проекрованої продукції

Основною сировиною для виробництва пива є вода, солод, дріжджі, хміль. Іноді в залежності від сорту пива можуть додатково застосовувати додаткові несолоджені матеріали такі, як пшениця, ячмінь, рис, крупи та інша сировина, що може містити вуглеводи.

У даній кваліфікаційній роботі розглянуто пиво Цитрусовий лагер, Ukrainian Golden Ale, Томатний Ель. Рецептúra проектованих сортів наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 4.1 – Рецептúra для виробництва проекрованої продукції

Найменування сорту пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Витрата зернопродуктів на 1 дал		Гіркота сусла, г/дал	Примітка
		Найменування зернопродукту	%		
Томатний Ель	13	Солод світлий Солод карамельний Солод кислий	81 15 4	1,2	Світле пиво виготовлене на основі пива Ukrainian Golden Ale шляхом купажування із томатним соком
Ukrainian Golden Ale	13	Солод світлий Солод карамельний Солод кислий	81 15 4	1,2	Світле пиво
Цитрусовий Лагер	11	Солод світлий Солод карамельний Солод кислий	87,5 7,5 5	1,4	Світле пиво

Основні технологічні та органолептичні показники згідно ДСТУ 3888:2015 зазначені в таблицях нижче (табл. 4.2, 4.3) [3].

					Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних та допоміжних атеріалів	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таблиця 4.2 – Органолептичні показники пива згідно ДСТУ 3888:2015

Найменування показника	Характеристика показника					
	Фільтроване пиво			Нефільтроване пиво: освітлене, не освітлене		
	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		
	Для пшеничного пива властивий пряний ( фенольний) аромат					
<b>Примітка 1.</b> Для пива з масовою часткою сухих речовин понад 15 % властивий винний присмак						
<b>Примітка 2.</b> Додаткові вимоги до органічних показників пива встановлює виробник у технологічній інструкції ( рецептурі) на кожний сорт пива.						

Таблиця 4.3 – Фізико-хімічні показники пива

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковом у суслі,%	Масова частка спирту, %	Кислотність, см <sup>3</sup> 1 моль/дм <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію на 100 см <sup>3</sup> пива	Кольоровість см <sup>3</sup> 0,1 моль/дм <sup>3</sup> розчину йоду на 100 см <sup>3</sup> 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.

Для визначення органолептичних характеристик готового пива проводять дегустації та встановлюють бальну оцінку за наступними параметрами.

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

Максимальна дегустаційна оцінка — 25 балів, яка складається з оцінки прозорості — 3, кольору — 3, смаку — 5, хмельової гіркоти — 5, аромату — 4 і

піностійкості — 5.

Дегустаційна оцінка світлого пива за окремими показниками наведена в таблиці.

					Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних та допоміжних атеріалів	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

**Таблиця 4.4 – 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 зависи (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	

					Характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних атеріалів	Арк
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.4

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	
Пінатасиченість 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

					Характеристика проектованої продукції, сировини, основних та допоміжних атеріалів	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

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.

Таблиця 4.6 – Органолептичні показники світлого солоду згідно ДСТУ 4282:2004 [4]

Назва показника	Характеристика світлого солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить запліснявілих та пошкоджених зерен
Колір	Для солоду високої якості – від світло-жовтого до жовтого. Для солоду 1 та 2 класу дозволено сірувато-жовтий
Запах	Солодовий. Не дозволяється кислий, запах плісняви та інші запахи не властиві солодовому
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній присмак.

Таблиця 4.7 – Фізико-хімічні показники солоду згідно ДСТУ4282:2004

Назва показника	Норма для типів солоду			
	Світлого			
	Високої якості	I класу	II класу	
Просів через сито (2,2 × 20) мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0	
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5	
Кількість зерен, %:	• мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0
	• склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0
	• темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0

Масова частка вологи (вологість), %, не більше	4,0	5,0	5,8
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %	1,0 – 1,5	1,6 – 2,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5
Відношення масової частки 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
Лабораторне сусло: Колір, см <sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> води або в одиницях ЕВС Кислотність, см <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла Прозорість ( візуально) Кінцева ступінь зброджування, % В'язкість, МПа.с за 20 ° С	Не більше 0,18  Не більше 3.2 0.9 – 1,1  Прозоре 79 – 81 1,45 – 1,54	Не більше 0,23  Не більше 4,0 0,9 – 1,2  Прозоре 75 – 78 1,61 – 1,78	Не більше 0,40  Не більше 6,6 0.9 – 1,3  Дозволена незначна опалесценція 74 – 70 1,61 – 1,78

**Примітка 1.** Рекомендовані вимоги до якості солоду пивоварного за показником – вміст  $\beta$ -глюканів, не більше: для солоду високої якості -145 мг/л, I класу – 200 мг/л, II класу – 250 мг/л – установлюють у договорі (контракті) між постачальником і покупцем.

**Примітка 2.** Колір солоду в одиницях ЕВС відносно кольору в см<sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> наведено в додатку.

**Примітка 3.** Дозволено визначати кількість мучнистих зерен по фріабеліметру за методикою, атестованою в установленому порядку.

Технологічна вода має відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [5]

**Таблиця 4.8 - Органолептичні показники води згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10. [5]**

Назва показника	Норматив	Метод випробування
Запах при 20°С і при нагріванні до 60°С, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351-74
Смак і присмак при 20°С, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351-74
Колірність, градуси, не більше	20	За ГОСТ 3351-74
Мутність за стандартною шкалою, мг дм <sup>3</sup> /, не більше	1.5	За ГОСТ 3351-74

**Таблиця 4.9 – Фізико-хімічні показники води**

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

					Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних та допоміжних атеріалів	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

**Таблиця 4.10 – Мікробіологічні показники технологічної води для пива згідно ДСанПІН2.2.4-171-10**

№ 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» [6]

**Таблиця 4.11 – Обмежувальні вимоги якості хмелю гранульованого згідно ДСТУ 7028:2009 [6]**

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

## 5. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 5.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Таблиця 4.1 – Вихідні дані до технологічних розрахунків

Втрати	Пиво з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі, %		
	Цитрусовий лагер, 11 %	Томатний Ель, 13 %	Ukrainian Golden Ale, 13%
Солоду при очищенні та поліруванні, % від початкової маси.	0,1	0,1	0,1
Екстракту:			
З пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	2,0	2,0	2,0
З хмелевою дробиною, шламом під час стиснення, під час охолодження на змочування трубопроводів, % від об'єму гарячого сусла	5,8	6,0	6,0
У цеху бродіння, % від холодного сусла	2,2	2,3	2,3
Під час доброджування та купажування, % від об'єму молодого пива	2,4	2,3	2,3
Під час розливу, % від об'єму пива:	2,5		

### 5.2 Продуктові розрахунки

Пиво «Цитрусовий лагер» з концентрацією сухих речовин 11 % в початковому суслі готується з наступної сировини: Солод ячмінний світлий 87,5 %; Солод ячмінний карамельний 7,5 %; Солод ячмінний кислий 5 %. Тобто на 100 кг сировини використовується 87,5 кг світлого солоду, 7,5 кг карамельного та 5 кг кислого.

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:

Світлого солоду –  $87,5 - 0,1 \% = 87,42$  кг

Карамельного солоду –  $7,5 - 0,1 \% = 7,49$  кг

Кислого солоду –  $5 - 0,1 \% = 4,99$  кг

При вологості світлого солоду 4,5 %, карамельного солоду 4 %, кислого солоду 5 % вміст сухих речовин становить:

Світлий солод –  $87,42 \cdot (1 - 0,045) = 83,486$  кг

Карамельний солод –  $7,49 \cdot (1 - 0,04) = 7,19$  кг

$$\text{Кислий солод} - 4,99 \cdot (1 - 0,05) = 4,741 \text{ кг}$$

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

$$\text{СР} = 83,486 + 7,19 + 4,741 = 95,417 \text{ кг}$$

При екстрактивності світлого солоду 79 %, карамельного солоду 80 %, кислого солоду 78,5 % від маси сухих речовин кількість екстракту, на затирання надходить:

$$\text{Світлий солод} - 83,486 \cdot 0,79 = 65,95 \text{ кг}$$

$$\text{Карамельний солод} - 7,19 \cdot 0,8 = 5,75 \text{ кг}$$

$$\text{Кислий солод} - 4,741 \cdot 0,785 = 3,72 \text{ кг}$$

Всього екстрактивних речовин надходить:  $65,95 + 5,75 + 3,72 = 75,42 \text{ кг}$

Екстрактивних речовин в сусло переходить (при втраті з дробиною 2,0%):

$$75,42 \cdot (1 - 0,02) = 73,91 \text{ кг}$$

Маса сухих речовин, що залишаються в дробині:

$$95,42 - 73,91 = 21,51 \text{ кг}$$

Пиво «**Ukrainian Golden Ale**» з концентрацією сухих речовин 13 % в початковому суслі готується з наступної сировини: Солод ячмінний світлий 81 %; Солод ячмінний карамельний 15 %; Солод ячмінний кислий 4 %. Тобто на 100 кг сировини використовується 81 кг світлого солоду, 15 кг карамельного та 4 кг кислого.

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:

$$\text{Світлого солоду} - 81 - 0,1 \% = 80,919 \text{ кг}$$

$$\text{Карамельного солоду} - 15 - 0,1 \% = 14,985 \text{ кг}$$

$$\text{Кислого солоду} - 4 - 0,1 \% = 3,996 \text{ кг}$$

При вологості світлого солоду 4,5 %, карамельного солоду 4 %, кислого солоду 5 % вміст сухих речовин становить:

$$\text{Світлий солод} - 80,919 \cdot (1 - 0,045) = 77,28 \text{ кг}$$

$$\text{Карамельний солод} - 14,985 \cdot (1 - 0,04) = 14,39 \text{ кг}$$

$$\text{Кислий солод} - 3,996 \cdot (1 - 0,05) = 3,8 \text{ кг}$$

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

$$\text{СР} = 77,28 + 14,39 + 3,8 = 95,47 \text{ кг}$$

При екстрактивності світлого солоду 79 %, карамельного солоду 80 %, кислого солоду 78,5 % від маси сухих речовин кількість екстракту, на затирання надходить:

$$\text{Світлий солод} - 77,28 \cdot 0,79 = 61,05 \text{ кг}$$

$$\text{Карамельний солод} - 14,39 \cdot 0,8 = 11,51 \text{ кг}$$

$$\text{Кислий солод} - 3,8 \cdot 0,785 = 2,98 \text{ кг}$$

Всього екстрактивних речовин надходить:  $61,05 + 11,51 + 2,98 = 75,54 \text{ кг}$

Екстрактивних речовин в сусло переходить (при втраті з дробиною 2,0%):

$$75,54 \cdot (1 - 0,02) = 74,03 \text{ кг}$$

Маса сухих речовин, що залишаються в дробині:

$$95,47 - 74,03 = 21,44 \text{ кг}$$

Пиво «Томатний ель» з концентрацією сухих речовин 13 % в початковому суслі готується із сусла пива Ukrainian Golden Ale шляхом купажування із томатним соком перед розливом у пропорціях 1:1, тому розрухунок проводиться на  $\frac{1}{2}$  від об'єму сусла Ukrainian Golden Ale з наступної сировини: Солод ячмінний світлий 81 %; Солод ячмінний карамельний 15 %; Солод ячмінний кислий 4 %. Тобто на 100 кг зернової сировини використовується 81 кг світлого солоду, 15 кг карамельного та 4 кг кислого.

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:

Світлого солоду –  $81 - 0,1 \% = 80,919$  кг

Карамельного солоду –  $15 - 0,1 \% = 14,985$  кг

Кислого солоду –  $4 - 0,1 \% = 3,996$  кг

При вологості світлого солоду 4,5 %, карамельного солоду 4 %, кислого солоду 5 % вміст сухих речовин становить:

Світлий солод –  $80,919 * (1 - 0,045) = 77,28$  кг

Карамельний солод –  $14,985 * (1 - 0,04) = 14,39$  кг

Кислий солод –  $3,996 * (1 - 0,05) = 3,8$  кг

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

$CP = 77,28 + 14,39 + 3,8 = 95,47$  кг

При екстрактивності світлого солоду 79 %, карамельного солоду 80 %, кислого солоду 78,5 % від маси сухих речовин кількість екстракту, на затирання надходить:

Світлий солод –  $77,28 * 0,79 = 61,05$  кг

Карамельний солод –  $14,39 * 0,8 = 11,51$  кг

Кислий солод –  $3,8 * 0,785 = 2,98$  кг

Всього екстрактивних речовин надходить:  $61,05 + 11,51 + 2,98 = 75,54$  кг

Екстрактивних речовин в сусло переходить (при втраті з дробиною 2,0%):

$75,54 * (1 - 0,02) = 74,03$  кг

Маса сухих речовин, що залишаються в дробині:

$95,47 - 74,03 = 21,44$  кг

Визначення проміжних продуктів:

*Гаряче сусло*

Із проведених вище розрахунків було встановлено кількість екстрактивних речовин хмелю, що переходять в сусло:

Цитрусовий лагер – 73,91 кг

Ukrainian Golden Ale – 74,03 кг

Томатний ель – 74,03 кг

При встановленій концентрації сухих речовин в суслі «Цитрусовий лагер» – 11%, «Ukrainian Golden Ale» – 13%, «Томатний ель» – 13% отримуємо наступну масу сусла:

Цитрусовий лагер –  $73,91 * 100 / 11 = 671,91$  кг

Ukrainian Golden Ale –  $74,03 * 100 / 13 = 569,46$  кг

Технологічні розрахунки

Арк

40

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Томатний ель –  $74,03 \cdot 100 / 13 = 569,46$  кг

Об'єм сусла при 20°C ( при відносній густині сусла Цитрусовий лагер 1,04420; Ukrainian Golden Ale 1,0526; Томатний ель 1,0526).

Цитрусовий лагер –  $671,91 / 1,04420 = 643,47$  дм<sup>3</sup>

Ukrainian Golden Ale –  $569,46 / 1,0526 = 541$  дм<sup>3</sup>

Томатний Ель –  $569,46 / 1,0526 = 541$  дм<sup>3</sup>

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

Цитрусовий лагер –  $643,47 \cdot 1,04 = 669,21$  дм<sup>3</sup>

Ukrainian Golden Ale –  $541 \cdot 1,04 = 562,64$  дм<sup>3</sup>

Томатний ель –  $541 \cdot 1,04 = 562,64$  дм<sup>3</sup>

#### *Холодне сусло*

Втрати сусла у відстої при сепаруванні, на змочування трубопроводів приймають відповідно з нормами технологічних втрат Цитрусовий лагер – 5,8 %, Ukrainian Golden Ale – 6,0 %, Томатний Ель – 6,0 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20°C.

Отже, об'єм холодного сусла:

Цитрусовий лагер –  $669,21 \cdot (1 - 0,058) = 630,4$  дм<sup>3</sup>

Ukrainian Golden Ale –  $562,64 \cdot (1 - 0,06) = 528,88$  дм<sup>3</sup>

Томатний ель –  $562,64 \cdot (1 - 0,06) = 528,88$  дм<sup>3</sup>

Втрати у бродильному цеху і цеху купажу складає до об'єму пива Цитрусовий лагер – 2,2 %; Ukrainian Golden Ale – 2,3 %; Томатний ель – 2,3 %, за даних втрат об'єм фільтрованого пива становить:

Цитрусовий лагер –  $630,4 \cdot (1 - 0,022) = 616,53$  дм<sup>3</sup>

Ukrainian Golden Ale –  $528,88 \cdot (1 - 0,023) = 515,86$  дм<sup>3</sup>

Томатний ель –  $528,88 \cdot (1 - 0,023) = 515,86$  дм<sup>3</sup>

#### *Готове пиво*

При розливі пива в кеги об'ємом 30 дм<sup>3</sup> становлять для усіх найменувань пива 2,5 %. Оскільки в пиві «Томатний ель» використовують томатний сік в кількості 1:1 до об'єму пива перед розливом, тому об'єм товарного пива збільшується в 2 рази.

Кількість товарного пива:

Цитрусовий лагер –  $616,53 \cdot (1 - 0,025) = 601,12$  дм<sup>3</sup>

Ukrainian Golden Ale –  $515,86 \cdot (1 - 0,025) = 502,96$  дм<sup>3</sup>

Томатний ель –  $515,86 \cdot (1 - 0,025) \cdot 2 = 1005,92$  дм<sup>3</sup>

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

Цитрусовий лагер –  $669,21 - 601,12 = 68,09$  дм<sup>3</sup>

Ukrainian Golden Ale –  $562,64 - 502,96 = 59,68$  дм<sup>3</sup>

Томатний ель –  $562,64 \cdot 2 - 1005,92 = 119,36$  дм<sup>3</sup>

Або у % до об'єму гарячого сусла:

Цитрусовий лагер –  $68,09 \cdot 100 / 669,21 = 10,18$  %

Ukrainian Golden Ale –  $59,68 \cdot 100 / 562,64 = 10,61$  %

Ukrainian Golden Ale –  $119,36 \cdot 100 / 562,64 \cdot 2 = 10,6$  %

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### **Розрахунки витрат хмелепродуктів**

Для охмелення пивного сусла використовують гранульований хміль типу 90.

#### *Хміль та хмелепродукти*

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

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

Цитрусовий лагер. Для виробництва використано сорт хмелю Цитра,  $\Gamma_{\text{сус}}=1,2$  з вмістом  $\alpha$ -кислот 18,7%, вологість гранульованого хмелю 12%.

$$G_{\text{хм.гран.сус.}} = \frac{0,9 \cdot 1,2 \cdot 10^4}{(18,7 + 1)(100 - 12)} = 6,23 \text{ г/дал сусла,}$$

Ukrainian Golden Ale. Для виробництва використано сорт хмелю Нектарон,  $\Gamma_{\text{сус}}=1,4$  з вмістом  $\alpha$ -кислот 21%, вологість гранульованого хмелю 12%.

$$G_{\text{хм.гран.сус.}} = \frac{0,9 \cdot 1,4 \cdot 10^4}{(21 + 1)(100 - 12)} = 6,51 \text{ г/дал сусла,}$$

Томатний ель. Для виробництва використано сорт хмелю Нектарон,  $\Gamma_{\text{сус}}=1,4$  з вмістом  $\alpha$ -кислот 21%, вологість гранульованого хмелю 12%.

$$G_{\text{хм.гран.сус.}} = \frac{0,9 \cdot 1,4 \cdot 10^4}{(21 + 1)(100 - 12)} = 6,51 \text{ г/дал сусла,}$$

#### *Визначення кількості відходів*

*Пивна дробина.* Кількість пивної дробини, яка має вологість 86% визначається за кількістю сухих речовин, що залишаються у дробині помноженою на коефіцієнт 7,14.

Коефіцієнт розраховують за вологістю:

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

*Кількість пивної дробини:*

Цитрусовий лагер –  $21,51 \cdot 7,14 = 153,58$  кг

Ukrainian Golden Ale –  $21,44 \cdot 7,14 = 153,08$  кг

Томатний ель –  $21,44 \cdot 7,14 = 153,08$  кг

*Білковий відстій:*

Із 100 кг витрачених зернопродуктів незалежно від сорту пива отримують 1,75 кг відстою з вологістю 86 %.

*Надлишкові дріжджі.* Витрата дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндро-конічних бродильних апаратах ЦКБА – 1,53 дм<sup>3</sup>.

Половину зібраних з апарату дріжджів використовують, як засівні для розмноження дріжджової культури, а інша частина – надлишкові. Кількість дріжджів, що направляється у відходи визначається множенням кількості готового пива в дециметрах на коефіцієнт 0,01 і для наших сортів пива становить:

Цитрусовий лагер –  $601,12 \cdot 0,01 = 6,01$  дм<sup>3</sup>

Ukrainian Golden Ale –  $502,96 \cdot 0,01 = 5,03$  дм<sup>3</sup>

Томатний ель –  $502,96 \cdot 0,01 = 5,03$  дм<sup>3</sup>



### Зведена таблиця розрахунків виробництва пива

Найменування сировини	Цитрусовий лагер			Ukrainian Golden Ale			Томатний ель			Сума
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	0,09 млн дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	0,135 млн дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	0,075 млн дал	0,3 млн дал
Зернова сировина, кг										
Світлий солод	87,5	1,46	13140	81	1,61	21735	81	0,805	6037,5	40912,5
Карамельний солод	7,5	0,12	1080	15	0,3	4050	15	0,15	1125	6255
Кислий солод	5	0,08	720	4	0,08	1080	4	0,04	300	2100
Всього	100	1,66	14940	100	1,99	26865	100	0,995	7462,5	25267,5
Інша сировина, кг										
Хміль гранульований	0,38	0,00623	56,7	0,33	0,00651	87,885	0,33	0,003255	24,4125	168,9975
Томатний сік	-	-	-	-	-	-	253,5	5	37500	375000
Коріандр	-	-	-	0,317	0,00625	84,375	0,317	0,00625	84,375	168,75
Сушена цедра лайма та лимона	0,7625	0,0125	112,5	0,158	0,003125	42,1875	0,158	0,003125	42,1875	196,875
Проміжні продукти										
Гаряче сусло	669,21	11,13	100170	562,64	11,19	151065	562,64	5,56	41700	292935
Холодне сусло	630,4	10,49	94410	528,88	10,52	142020	528,88	5,26	39450	275880
Пиво перед розливом	616,53	10,26	92340	515,86	10,26	138510	515,86	5,13	38475	269325
Товарне пиво	601,12	10	90000	502,96	10	135000	502,96	10	75000	300000
Відходи										
Пивна дробина, кг	153,58	2,56	23040	153,08	3,04	41040	153,08	1,52	11400	75480
Відстій білковий, кг	1,75	0,029	261	1,75	0,04	540	1,75	0,02	150	951
Надлишкові дріжджі, дм <sup>3</sup>	6,01	0,1	900	5,03	0,1	1350	5,03	0,05	375	2625
Діоксид вуглецю, кг	18,94	0,315	2835	20,37	0,41	5535	20,37	0,41	3075	11445
Відходи під час підготовки солоду, кг	0,1	0,002	18	0,1	0,002	27	0,1	0,001	7,5	52,5
Виправний брак пива	12,02	0,2	1800	10,06	0,2	2700	10,06	5,03	3772,5	8272,5

### 5.3 Розрахунки витрат допоміжних матеріалів

Пиво розливається у кеги 50 л і оборот однієї кеги на рік 24 рази.

Кількість кег на рік із урахуванням обороту:

$$\frac{300000}{24 * 50} = 250 \text{ кег}$$

Для миття однієї кеги використовується каустична сода в кількості 0,1 дм<sup>3</sup> на 10 кег. Або 0,01 дм<sup>3</sup> на кегу. Та розчин надоцтової кислоти в кількості 0,15 дм<sup>3</sup> на 10 кег, тобто 0,015 дм<sup>3</sup> на кегу. Отже для миття кег потрібно:

Каустичної соди:

$$\frac{300000 * 0,01}{50} = 60 \text{ дм}^3$$

Надоцтової кислоти:

$$\frac{300000 * 0,015}{50} = 90 \text{ дм}^3$$

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

## 6. РОЗРАХУНКИ ПЛОЩІ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Для розрахунку площі складських приміщень мікропивоварні з річною потужністю 0,3 млн дал (300 000 літрів) і розливом пива в кеги по 50 літрів необхідно врахувати потреби зберігання сировини (солод, хміль, дріжджі, нетрадиційна сировина), готової продукції (кеги), пакувальних матеріалів, а також забезпечити простір для логістичних операцій. Нижче наведено розрахунок із формулами та представлено результати в табличній формі.

Визначення обсягів виробництва

Річна потужність мікропивоварні становить 300 000 літрів, що відповідає  $300\ 000 / 50 = 600$  кегів по 50 літрів. Припустимо, що пивоварня працює 5 днів на тиждень, 50 тижнів на рік, тобто 250 робочих днів. Тоді добова продуктивність становить  $30\ 000 / 250 = 120$  літрів/день, або  $120 / 50 = 2,4$  кеги на день. Для спрощення розрахунків округлимо до 3 кегів на день. Склад зберігатиме запас готової продукції на 2 тижні (10 робочих днів), тобто  $3 \times 10 = 30$  кегів.

Розрахунок потреб у сировині

Основні компоненти для виробництва пива:

**Солод:** На 1 літр пива потрібно приблизно 0,2–0,3 кг солоду. Візьмемо середнє значення 0,25 кг/л. Для 30 000 л:  $30\ 000 \times 0,25 = 7\ 500$  кг солоду на рік. Запас солоду на складі — на 1 місяць ( $30\ 000 / 12 = 2\ 500$  л/міс, або  $2\ 500 \times 0,25 = 625$  кг).

**Хміль:** На 1 літр пива потрібно 1–2 г хмелю (візьмемо 1,5 г/л). Для 30 000 л:  $30\ 000 \times 0,0015 = 45$  кг хмелю на рік. Запас на 1 місяць:  $45 / 12 = 3,75$  кг.

**Дріжджі:** Використовуються рідкі або сухі дріжджі, приблизно 0,5–1 г/л. Візьмемо 0,75 г/л:  $30\ 000 \times 0,00075 = 22,5$  кг на рік. Запас на 1 місяць:  $22,5 / 12 = 1,88$  кг.

**Нетрадиційна сировина** (наприклад, томатний сік, цедра, коріандр): Припустимо, що 10% пива (3 000 л) виробляється з додаванням такої сировини. На 1 літр пива потрібно 0,1–0,2 л томатного соку чи 5–10 г цедри/коріандру. Візьмемо 0,15 л соку та 7,5 г цедри/коріандру на літр:  $3\ 000 \times 0,15 = 450$  л соку та  $3\ 000 \times 0,0075 = 22,5$  кг цедри/коріандру на рік. Запас на 1 місяць:  $450 / 12 = 37,5$  л соку,  $22,5 / 12 = 1,88$  кг цедри/коріандру.

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:  $\pi \times (0,4/2)^2 \approx 0,126$  м<sup>2</sup>. Кеги зберігаються в один ярус із проходами (коефіцієнт використання площі 0,7). Для 30 кегів:  $30 \times 0,126 / 0,7 \approx 5,4$  м<sup>2</sup>.

**Солод:** Солод зберігається в мішках (25 кг), розмір мішка  $\sim 0,6$  м  $\times$  0,4 м  $\times$  0,2 м, об'єм 0,048 м<sup>3</sup>. Для 625 кг:  $625 / 25 = 25$  мішків. У штабелі (2 м висота, 4 яруси, коефіцієнт 0,7):  $25 \times 0,6 \times 0,4 / 0,7 \approx 8,57$  м<sup>2</sup>.

**Хміль:** Хміль у вакуумних упаковках, 1 кг займає  $\sim 0,01$  м<sup>3</sup>. Для 3,75 кг:  $3,75 \times 0,01 = 0,0375$  м<sup>3</sup>. Площа (висота штабеля 1 м, коефіцієнт 0,8):  $0,0375 / 0,8 \approx 0,05$  м<sup>2</sup>.

					Розрахунки площі виробничих і складських приміщень	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

**Дріжджі:** Зберігаються в холодильнику, 1,88 кг займають  $\sim 0,02 \text{ м}^3$ .  
Площа:  $0,02 / 0,8 \approx 0,025 \text{ м}^2$ .

**Томатний сік:** Зберігається в герметичних контейнерах, 37,5 л ( $0,0375 \text{ м}^3$ ). Площа (висота 1 м, коефіцієнт 0,8):  $0,0375 / 0,8 \approx 0,05 \text{ м}^2$ .

**Цедра/коріандр:** 1,88 кг займають  $\sim 0,02 \text{ м}^3$ . Площа:  $0,02 / 0,8 \approx 0,025 \text{ м}^2$ .

**Додатковий простір:** Для проходів, навантажувачів і робочих зон додаємо 50% від сумарної площі.

*Загальна площа*

Сумарна площа без проходів: 5,4 (кеги) + 8,57 (солод) + 0,05 (хміль) + 0,025 (дріжджі) + 0,05 (сік) + 0,025 (цедра/коріандр) = 14,12  $\text{м}^2$ . З урахуванням проходів ( $\times 1,5$ ):  $14,12 \times 1,5 \approx 21,18 \text{ м}^2$ .

Округлюємо до  $22 \text{ м}^2$  для зручності планування.

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

## 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 ЦКТ.** Необхідну кількість циліндрично-конічних бродильних апаратів (ЦКБА) розраховують за формулою:

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

$O_x$  – об'єм холодного сусла, який виробляється протягом року, дал;  $V_k$

– корисний об'єм ЦКТ, дал;

$Z$  – обертаємість ЦКТ в рік.

$$Z = \frac{330}{T+1}$$

330 – кількість діб роботи бродильного відділення в рік;  $T$

– тривалість бродіння – доброджування, діб;

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

Обертаємість ЦКБА:

$$Z = 330 / (21 + 1) = 15 \text{ оборотів.}$$

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

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

Висота конусної частини ЦКБА при діаметрі 0,9 м становитиме:

$$h_k = 0,9 \cdot 0,866 = 0,78 \text{ м.}$$

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

$$5 \cdot 0,78 = 3,9 \text{ м.}$$

А без конусу:

$$3,9 - 0,78 = 3,12$$

					Розрахунки та підбір технологічного обладнання	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

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

$$\frac{3,12}{0,85} = 3,67 \text{ м}$$

Загальна висота ЦКБА:

$$3,7+0,78 = 4,5 \text{ м}$$

Розраховуємо об'єм ЦКБА:

$$V_{\text{ц}} = \frac{3,14 * 0,9^2}{4} * 3,12 = 1,98$$

$$V_{\text{к}} = \frac{0,78}{3} * 3,14 * 0,45^2 = 0,17$$

Тоді загальний об'єм ЦКБА становить – 2,15 м<sup>3</sup>, для встановлення приймаємо об'єм ЦКБА 2,25 м<sup>3</sup>. З урахуванням коефіцієнту заповнення.

Необхідна кількість ЦКБА становитиме:

$$V_{\text{к}} = \frac{300000}{2250*15} + 1 = 9,8, \text{ тобто } 10 \text{ ЦКБА.}$$

Таблиця 7.1. – Специфікація технологічного обладнання

Номер позиції в таблиці	Найменування, Тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика, габаритні розміри	Потужність електродвигуна,	Тривалість роботи двигуна,	Примітка
1	Ваги підлогові	1	400 х 500 мм, дискретність 50 г. Максимальна вага 300 кг	-	-	Днепровес ВПД 405-Д
2	Дробарка валкова	1	500 х 200 мм, об'єм завантаження бункера 30 л. Продуктивність 1700 кг/год.	3	0,5	Craft Innovation 20-06-024
3	Бункер солоду	1	Об'єм: 75 л.	-	-	Політор-Р
4	Заторно-сусловарильний апарат	1	Об'єм: 1000 л	3	8	Craft Innovation 20-06-032
5	Насос відцентровий	3	Продуктивність: 5000 л/год.	1,5	3	Calpeda NM-40

Розрахунки та підбір технологічного обладнання

Арк.

49

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

6	Фільтраційно-гідроциклонний апарат.	1	Об'єм: 950 л.	3	4	Craft Innovation 20-06-033
7	Пластинчастий теплообмінник	1	450 x 570 мм	-	-	Thermax ПТА-16
8	Контейнер для дробини	1	Об'єм: 50 л.	-	-	Політор-Р
9	Бойлер	1	Об'єм: 200 л.	-	-	Craft Innovation 20-06-033
10	Бак гарячої води	1	Об'єм: 3000 л.	-	-	Craft Innovation 20-06-033
11	Бак підготовленої води	1	Об'єм: 3000 л.	-	-	Політор-Р
12	Парогенератор	1	Об'єм: 40 л. Продуктивність 76 кг/год	60	8	Craft Innovation 20-06-033
13	Каскад водопідготовки	1	Продуктивність: 500 л/год	-	-	Ecosoft 5000
14	ЦКТ	10	Об'єм: 2,5 м <sup>3</sup>	-	-	Craft Innovation 20-06-033
15	Нор Rocket	1		-	-	Craft Innovation 20-06-033
16	Кег-мийка багатофункціональна	1	Продуктивність миття: 6 кег/год Продуктивність розливу: 20 кег/год	0,5	10	Schulz CIP-100
17	Ємність гліколю	1	Об'єм: 3000 л.	-	-	Craft Innovation

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розрахунки та підбір технологічного обладнання

Арк.

50

## 8. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

### 8.1 Основи системи управління якістю та безпеки харчової продукції

Система управління якістю та безпеки харчової продукції для мікропивоварні є критично важливою для забезпечення стабільної якості пива, відповідності нормативним вимогам і безпеки кінцевого продукту для споживачів. Вона охоплює контроль усіх етапів виробництва — від закупівлі сировини до розливу та доставки, з акцентом на гігієнічність, відповідність стандартам і мінімізацію ризиків. Для мікропивоварні, яка працює з обладнанням на кшталт Hoptower чи Hop Rocket, система якості має бути адаптованою до невеликих масштабів виробництва, але достатньо ефективною, щоб гарантувати безпеку і конкурентоспроможність продукції на локальному ринку. [9]

Основою системи управління якістю є впровадження принципів НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points). Ця система передбачає ідентифікацію потенційних ризиків (біологічних, хімічних, фізичних) на кожному етапі виробництва та встановлення критичних контрольних точок (ККТ) для їх запобігання. Наприклад, під час закупівлі сировини (солоду, хмелю, дріжджів, фруктових пюре) перевіряється її якість і сертифікати постачальників, щоб уникнути контамінації патогенними мікроорганізмами чи хімічними забрудненнями. На етапі бродіння та холодного охмеління, де використовується Hoptower або Hop Rocket, контролюється температура, тиск і тривалість процесу, щоб запобігти розвитку небажаних мікроорганізмів і зберегти ароматичні властивості пива. Регулярне очищення обладнання за допомогою SIP-систем є обов'язковим для усунення залишків сировини та запобігання мікробіологічному забрудненню.

Контроль якості включає лабораторний аналіз сировини, напівфабрикатів і готового пива. Для мікропивоварні, де ресурси обмежені, аналіз може проводитися вибірково: перевірка рН, вмісту алкоголю, гіркоти (IBU) та органолептичних показників (смак, аромат, колір). Використання фруктових пюре чи пряно-ароматичних добавок, які вводяться через Hoptower або Hop Rocket, вимагає додаткового контролю для забезпечення відсутності алергенів і відповідності санітарним нормам. Працівники, які беруть участь у виробництві, проходять регулярне навчання з гігієни та безпечного поводження з сировиною, щоб мінімізувати ризик людських помилок. [14]

Система управління безпекою також передбачає чітке документування всіх процесів. Мікропивоварня веде журнали закупівлі сировини, виробничих циклів, результатів лабораторних аналізів і процедур очищення. Це дозволяє відстежувати партію пива у разі виявлення невідповідностей і швидко реагувати на потенційні проблеми. Наприклад, якщо в готовому пиві виявлено відхилення в смаку чи якості, документація допоможе визначити, на якому етапі (бродіння, охмеління чи розлив) виникла

					Контроль якості та безпеки готової продукції	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

проблема. Для локального ринку, де мікропивоварні часто постачають пиво напряму до пабів чи магазинів, важливим є контроль умов транспортування та зберігання, зокрема підтримання оптимальної температури (зазвичай 2–8°C), щоб запобігти псуванню.[9]

Для забезпечення відповідності міжнародним стандартам мікропивоварня може орієнтуватися на стандарти ISO 22000 або локальні санітарні норми, адаптовані до невеликих виробництв. Регулярні внутрішні аудити та перевірки дозволяють виявляти слабкі місця в системі якості та безпеки. Наприклад, перевіряється справність обладнання, ефективність СІР-систем і дотримання персоналом санітарних процедур. У разі використання Hop Rocket для експериментальних сортів пива з фруктовими чи пряними добавками важливо забезпечити додатковий контроль за чистотою обладнання, щоб уникнути перехресного забруднення між партіями. Такий підхід гарантує, що продукція мікропивоварні залишається безпечною, якісною та відповідає очікуванням споживачів.

					Контроль якості та безпеки готової продукції	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

## 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
<b>Підготовка сировини</b>	Технохімічний	Вологість, екстрактивність солоду, рН води	Арбітражні методи, рН-метрія	Вологомір, рефрактометр, рН-метр	Перед кожним варінням	Визначення якості сировини
<b>Затирання</b>	Технохімічний	Температура, рН, вміст цукрів у суслі	Потенціометрія, йодна проба, рефрактометрія	Термометр, рН-метр, рефрактометр	Кожен етап затирання	Впливає на вихід екстракту
<b>Бродіння</b>	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
<b>Розлив</b>	Технохімічний	Кількість вуглекислого газу, рН, прозорість	Манометрія, спектрофотометрія	СО <sub>2</sub> -манометр, спектрофотометр, рН-метр	Кожна партія	Контроль перед фасуванням
	Мікробіологічний	Стерильність тарита пива після розливу	Бактеріологічний контроль	Ламінарна шафа, середовища, мікроскоп	Раз на партію	Запобігання вторинному зараженню
<b>Загальний контроль</b>	Метрологічне забезпечення	Перевірка точності вимірювань	Калібрування, атестація ЗВТ	Еталони, калібрувальні розчини	За графіком ДСТУ	Відповідність стандартам

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Контроль якості та безпечності готової продукції

## 9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження для мікропивоварні спрямована на мінімізацію впливу виробництва на довкілля, оптимізацію використання ресурсів і зниження витрат. Для невеликого підприємства, яке працює з обладнанням на кшталт Hoptower чи Hop Rocket, важливим є баланс між екологічною відповідальністю, економічною ефективністю та якістю продукції. Впровадження екологічних практик не лише відповідає сучасним стандартам сталого розвитку, але й підвищує репутацію мікропивоварні на локальному ринку, де споживачі дедалі більше цінують екологічно свідомі бренди[10].

Екологічне управління починається з аналізу всіх виробничих процесів для виявлення джерел відходів і можливостей їх скорочення. У мікропивоварні основними відходами є відпрацьований солод (дробина), використаний хміль, дріжджі та стічні води від очищення обладнання, зокрема СІР-систем. Для зменшення відходів дробину можна передавати місцевим фермерам для використання як корм для тварин або компост, а відпрацьований хміль і дріжджі — утилізувати як органічні добрива. Стічні води, що утворюються під час промивання Hoptower чи Hop Rocket, потребують попереднього очищення перед скиданням у каналізацію. Для цього рекомендується встановлення простих очисних систем, таких як відстійники або фільтри, які видаляють органічні залишки та знижують хімічне навантаження на довкілля.

Енергоефективність є ключовим аспектом ресурсозбереження. Виробництво пива, зокрема процеси варіння, охолодження та бродіння, потребує значних витрат електроенергії та води. Для оптимізації енергоспоживання мікропивоварня може використовувати енергоефективне обладнання, наприклад, варильні котли з ізоляцією для зменшення тепловтрат або насоси з регульованою потужністю для перекачування пива через Hoptower. Установка лічильників енергії та води дозволяє відстежувати споживання і виявляти можливості для економії. Наприклад, повторне використання тепла від охолодження сусла для підігріву води в інших процесах може знизити витрати енергії на 10–15%. Крім того, перехід на LED-освітлення у виробничих і складських приміщеннях сприяє додатковій економії електроенергії[11].

Водозбереження є ще одним важливим напрямом. Мікропивоварні використовують значну кількість води для варіння, охолодження та очищення обладнання. Впровадження замкнених циклів водокористування, наприклад, повторне використання промивної води після фільтрації для технічних потреб, може суттєво зменшити її споживання. СІР-системи, що застосовуються для очищення Hoptower і Hop Rocket, оптимізуються шляхом скорочення циклів промивання та використання екологічно безпечних миючих засобів, які легко розкладаються. Контроль витоків і регулярне технічне обслуговування трубопроводів також сприяють зменшенню втрат води.

					Система екологічного управління та енерго- та ресурсозбереження	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Управління сировиною відіграє важливу роль у ресурсозбереженні. Закупівля сировини, такої як солод, хміль чи фруктові пюре, у місцевих постачальників знижує вуглецевий слід від транспортування. Оптимізація складських запасів дозволяє уникнути псування сировини, зокрема фруктових пюре чи пряно-ароматичних добавок, які використовуються в Hop Rocket. Для цього рекомендується підтримувати запас сировини на 1–2 тижні виробництва та використовувати герметичні контейнери для зберігання хмелю і спецій, щоб зберегти їхні ароматичні властивості[15].

Для формалізації екологічного управління мікропивоварня може орієнтуватися на принципи стандарту ISO 14001, адаптованого до невеликих виробництв. Це передбачає регулярний моніторинг екологічних показників, таких як обсяг відходів, споживання води та енергії, а також розробку плану дій для їх скорочення. Проведення внутрішніх екологічних аудитів раз на квартал допомагає виявляти слабкі місця та вдосконалювати процеси. Наприклад, аналіз використання Hoptower може показати можливості для скорочення часу циркуляції пива, що зменшує споживання електроенергії насосами. Впровадження таких заходів не лише знижує вплив на довкілля, але й підвищує економічну ефективність і привабливість мікропивоварні для екологічно свідомих споживачів.

## 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

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

1. **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).
2. **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.
3. **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.
4. **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.

					Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

- Дотримання режиму праці та відпочинку для уникнення перевтоми працівників.
5. **Контроль за санітарно-гігієнічними умовами**
- Забезпечення належної вентиляції виробничих приміщень для видалення парів, вологи та надлишкового тепла, що утворюються під час варіння суслу.
  - 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.
6. **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.
7. **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
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці мікропивоварні з річною потужністю 0,3 млн дал, яка спеціалізується на виробництві крафтового пива із використанням нетрадиційної сировини. У рамках проекту було спроектовано технологічний процес виробництва трьох нетрадиційних сортів пива: Томатний Ель із додаванням томатного соку, Ukrainian Golden Ale із коріандром та Цитрусовий Лагер із використанням шкірки цитрусових. Усі нетрадиційні інгредієнти вводяться на етапі холодного охмелення через hop rocket, що забезпечує збереження їхніх ароматичних та смакових властивостей.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було досягнуто наступних висновків:

1. Використання нетрадиційної сировини дозволило створити унікальні смакові профілі, які вирізняють продукцію мікропивоварні на ринку. Застосування hop rocket забезпечило ефективне введення інгредієнтів, мінімізуючи втрати ароматичних сполук.

2. Проведені розрахунки підтвердили, що мікропивоварня з потужністю 0,3 млн дал є економічно вигідною за умови орієнтації на нішевий сегмент ринку craft beer. Використання місцевих джерел сировини (наприклад, томатного соку та цитрусових) знижує собівартість виробництва.

3. Технологічний процес спроектовано з урахуванням мінімізації відходів, а використання натуральних інгредієнтів сприяє створенню екологічно чистого продукту.

4. Розроблені сорти пива відповідають сучасним тенденціям у пивоварній індустрії, де споживачі надають перевагу оригінальним смакам та локальним продуктам. Це створює передумови для успішного позиціонування мікропивоварні на ринку.

5. Під час виконання роботи було доведено можливість створення конкурентоспроможної мікропивоварні, яка поєднує інноваційні підходи до виробництва пива з урахуванням сучасних ринкових вимог та споживчих уподобань. Подальший розвиток може включати розширення асортименту сортів, оптимізацію технологічних процесів, розробку нових рецептур для зменшення собівартості та залучення ширшої аудиторії.

					Загальні висновки	Арк
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грегірчак Н.М. Мікробіологія галузі: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання. Київ : НУХТ, 2014. 171 с.
2. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ: ІНК ОС, 2004. 426 с.
3. ДСТУ 3888: 2015. Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с. (Національний стандарт України).
4. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-1-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с. (Національний стандарт України).
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 12.05.2010 р.]. Зареєстровано в міністерству юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).
6. ДСТУ 7028:2009. Гранули хмелю. Технічні умови. Чинний від 2011-07-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 24 с. (Національний стандарт України).
7. 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 / А. Куц та ін. ; Рецензент М. Карпутіна. Київ : НУХТ, 2019. 117 с.
8. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.
9. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпеністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій у ланцюзі постачання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 32 с.
10. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 24 с.
11. Сидоренко О. В., Кравченко М. Ф. Екологічний менеджмент у харчовій промисловості: навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2020. 180 с.
12. Білан О. П. Маркетинг у пивоварній галузі: сучасні підходи. Вісник Київського національного торговельно-економічного університету. 2021. № 3. С. 45–52.
13. Гнатів П. С., Романів А. С. Використання нетрадиційної сировини у виробництві пива. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2020. Т. 22, № 86. С. 112–118.
14. Пономаренко І. В. Управління якістю у пивоварінні: монографія. Київ: Кондор, 2019. 256 с.

					Список використаних джерел	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

15. Зайцева Т. М. Енергоефективність у малих пивоварнях: проблеми та перспективи. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2022. № 1. С. 78–85.
16. Kunze W. Technology Brewing and Malting. 6th ed. Berlin: VLB Berlin, 2019. 960 p.
17. Bamforth C. W. Beer: A Quality Perspective. San Diego: Academic Press, 2009. 304 p.
18. Stewart G. G., Russell I. Handbook of Brewing. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2017. 777 p.
19. Mosher R. Tasting Beer: An Insider's Guide to the World's Greatest Drink. 2nd ed. North Adams: Storey Publishing, 2017. 376 p.
20. Esslinger H. M. Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets. Weinheim: Wiley-VCH, 2009. 778 p.
21. Boulton C., Quain D. Brewing Yeast and Fermentation. Oxford: Blackwell Science, 2001. 656 p.
22. Palmer J. J. How to Brew: Everything You Need to Know to Brew Great Beer Every Time. 4th ed. Boulder: Brewers Publications, 2017. 582 p.
23. Hieronymus S. Brewing Local: American-Grown Beer. Boulder: Brewers Publications, 2016. 350 p.
24. European Brewery Convention. Analytica-EBC. 8th ed. Nuremberg: Fachverlag Hans Carl, 2018. 450 p.
25. Craft Beer & Brewing Magazine. The Oxford Companion to Beer [Електронний ресурс]. Oxford: Oxford University Press, 2020. URL: <https://beerandbrewing.com/oxford-companion-to-beer>

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## ДОДАТКИ



					Додатки	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України



# ДИПЛОМ

## ПЕРШОГО СТУПЕНЮ

нагороджується

*Данилюк Андрій*

учасник XIII Міжнародної Науково-практичної конференції  
вчених, аспірантів і студентів «НАУКОВІ ЗДОБУТКИ У  
ВИРІШЕННІ АКТУАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ВИРОБНИЦТВА ТА  
ПЕРЕРОБКИ СИРОВИНИ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ І БЕЗПЕКИ  
ПРОДОВОЛЬСТВА»

Проректор з наукової  
роботи та інноваційної  
діяльності



Оксана ТОНХА

10-11 квітня 2025 року,  
м. Київ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Додатки

Арк

62

УДК 663.252

Данилюк А.Р., здобувач бакалаврату

Коваль С.М., здобувач бакалаврату

Мукоїд Р.М., доцент к.т.н.

Національний університет харчових технологій, м. Київ

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА КРАФТОВОГО ПИВА

Культура крафтового пивоваріння вражає своїм різноманіттям стилів пива, оскільки крафтові виробники не обмежені можливістю до експериментів, вони використовують різноманітні технологічні прийоми, операції, експериментують із сировиною. Одним із наслідків таких експериментів є пиво із використанням нетрадиційної сировини, коли окрім води, солоду, хмелю та дріжджів використовують ще різні прянощі, як чорний перець, коріандр, фруктові та овочеві соки, цедру апельсинів та лаймів, молоко, імбир, хвойні екстракти. Завдяки таким сміливим експериментам крафтових броварень споживачі отримують продукт із неповторними органолептичними характеристиками [1, 2].

### *Особливості процесу виробництва:*

✓ вибір нетрадиційної сировини: необхідно враховувати хімічний склад, органолептичні властивості та придатність сировини для пивоваріння, оскільки фізико-хімічні показники використаної сировини можуть впливати на процеси зброджування, стійкість готового продукту та його безпечність для споживачів;

✓ підготовка сировини: нетрадиційна сировина може потребувати спеціальної обробки, такої як додаткове подрібнення, екстракція або у випадку з фруктовими соками та пюре необхідна короткочасна теплова обробка (пастеризація);

✓ дозування сировини: необхідно точно дозувати нетрадиційну сировину, щоб забезпечити бажані смакові та ароматичні якості пива, або для безалкогольного пива з функціональними властивостями необхідне чітке дозування лікарської сировини.

✓ контроль процесу бродіння: нетрадиційна сировина може впливати на процес бродіння, тому необхідно ретельно контролювати температуру та інші параметри для отримання стабільного продукту з очікуваними органолептичними показниками.

### *Нетрадиційна сировина, що використовується у пивоварінні:*

#### *Рослинна сировина:*

✓ фрукти та ягоди (яблука, вишня, малина, смородина тощо) надають пиву фруктові аромати та смаки, а також збагачують його вітамінами та антиоксидантами;

✓ овочі (гарбуз, морква, буряк тощо) додають пиву унікальні смакові відтінки та колір, а також підвищують його поживну цінність;

					Додатки	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

✓ прянощі та трави (імбир, коріандр, гвоздика, хвойні екстракти тощо) використовуються для ароматизації пива та надання йому особливих смакових якостей;

✓ зернові культури (рис, кукурудза, сорго тощо) використовуються як альтернатива ячмінному солоду, особливо для виробництва безглютенного пива.

*Інша сировина:*

✓ молоко – використовується для виробництва молочного пива, яке має м'якший смак та кремову текстуру;

✓ морські водорості – додають пиву унікальні мінеральні компоненти та морський аромат.

#### **Переваги використання нетрадиційної сировини:**

1. Розширення асортименту: дозволяє створювати нові та оригінальні сорти пива, які задовольняють різноманітні смаки споживачів.

2. Покращення органолептичних властивостей: додає пиву нові аромати, смаки та кольори.

3. Підвищення функціональних властивостей: збагачує пиво вітамінами, антиоксидантами та іншими корисними речовинами.

4. Використання місцевих ресурсів: дозволяє використовувати сировину, яка вирощується в регіоні, що сприяє розвитку місцевого виробництва.

#### **Висновок**

Розширення асортименту крафтового пива за рахунок нетрадиційної сировини є яскравою тенденцією, що відкриває нові горизонти для пивоварної індустрії. Використання фруктів, ягід, овочів, прянощів та інших нестандартних інгредієнтів дозволяє створювати унікальні смакові профілі, задовольняючи зростаючий інтерес споживачів до експериментальних напоїв.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Татар Л. В. Формування якості пива з додаванням нетрадиційної рослинної сировини: автореферат канд. техн. наук: 05.18.15 – Товарознавство харчових продуктів; наук. кер. Пенкіна Н. М. Харків, 2019. 339 с.

2. Федорова Н., Романов О., Романова З. Дослідження впливу часткової заміни хмелю нетрадиційною сировиною на показники готового пива / Н. Федорова, О. Романов, З. Романова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 86-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020 р. – Київ : НУХТ, 2020. – С. 116.

					Додатки	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		