

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

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

«До захисту в ЕК»

Директор ННІХТ

\_\_\_\_\_ О.В. Кочубей-Литвиненко  
(підпис)

«    » лютого 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

\_\_\_\_\_ А.М. Куц  
(підпис)

«    » лютого 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

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

на тему: «Дослідження технології пивного сусла із використанням несолодженої сировини»

Виконала: здобувач 2 курсу,  
групи ЗТБ-2-1М

Орел Світлана Петрівна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній  
роботі немає запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань  
Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Київ – 2021 р.**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально – науковий інститут харчових технологій

**Кафедра** біотехнології продуктів бродіння і виноробства

**Освітній ступень** – магістр

**Спеціальність** – 181 «Харчові технології»

**Освітня програма** – «Технології продуктів бродіння і виноробства»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри біотехнології  
продуктів бродіння і виноробства

\_\_\_\_\_ А. М. Куц

31 серпня 2020 року

## **ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу здобувачу

### **Орел Світлані Петрівні**

1. Тема роботи: **Дослідження технології пивного сусла із використанням несолодженої сировини**

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

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 28 жовтня 2020 р. № 883-КС

2. Строк подання роботи 01 лютого 2021 року.

3. Вихідні дані до роботи

1. Технологічний регламент на виробництво пива

2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт

3. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики

4. Дослідити технологію пивного сусла із використанням несолодженої сировини

5. Скласти математичну модель процесу приготування пива та перевірити її адекватність.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Дослідження технології пивного сусла із використанням несолодженої сировини (аналітичний огляд). 2. Матеріали, методи та методика досліджень. 3. Дослідження технології пивного сусла із використанням несолодженої сировини (експериментальна частина). 4. Оптимізація технологічного процесу. 5. Соціально-економічна ефективність роботи. 6. Охорона праці. 7. Цивільний захист. Висновки та рекомендації. Список використаної літератури. Додатки.

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

Таблиці з результатами досліджень -10

Діаграми з результатами досліджень -10

6. Дата видачі завдання

31 серпня 2020 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	13.10.20-29.10.20	Виконано
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	30.10.20-4.11.20	Виконано
	<b>1-а атестація</b>	<b>5.11.2020</b>	Виконано
3.	Експериментальні дослідження технології пивного суслу із використанням несолодженої сировини	05.11.20-17.12.20	Виконано
4.	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	18.12.20-22.12.20	Виконано
	<b>2-а атестація</b>	<b>23.12.20</b>	Виконано
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	23.12.20-30.12.20	Виконано
6.	Підбір несолодженої сировини для виробництва пива	31.12.20-06.01.21	Виконано
7.	Оптимізація технологічного процесу	07.01.21-13.01.21	Виконано
8.	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	14.01.21-24.01.21	Виконано
9.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи	25.01.21-31.01.21	Виконано
10.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	30.01.21-03.02.21	Виконано
11.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	01.02.21-07.02.21	Виконано
12.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	08.02.21-10.02.21	Виконано
	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач \_\_\_\_\_ С. П. Орел  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Р. М. Мукоїд  
(підпис)

## АНОТАЦІЯ

**Орел Світлана Петрівна «Дослідження технології пивного сусла із використанням несолодженої сировини».** Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології». Національний університет харчових технологій, Київ, 2021.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню технології пивного сусла і пива з використанням несолодженої сировини.

Актуальним напрямком розвитку пивоварної галузі в теперішній час є створення нових оригінальних сортів пива. Одним із способів реалізації цього завдання можна вважати шлях створення широкої гами нових сортів пива за рахунок додавання нетрадиційної рослинної сировини, яка надає специфічних органолептичних та фізико-хімічних показників, впливає на харчову цінність пива.

Для одержання певних ароматичних, смакових, піноутворюючих і інших властивостей пива світове пивоваріння використовує крім солоду з ячменя ще солод з нетрадиційних видів зернової сировини – пшениці, рису, вівса, жита, проса, кукурудзи та інших злаків. Використання цих культур як несолодженого матеріалу дозволяє не тільки змінити смакові властивості хмільного напою, але й знизити собівартість пива. Крім того, є й інші позитивні сторони такої заміни рецептури, це – збільшення екстрактивності сусла за рахунок таких культур як пшениця, кукурудза, рис, вміст крохмалю у яких майже не поступається його кількості в ячмінному солоді; збільшення потужності варильного цеху; підвищення колоїдної та смакової стійкості пива, що дозволяє збільшити термін зберігання пива, а значить і термін на реалізацію.

Досліджено можливість заміни ярого ячменю озимим, встановлено оптимальні дози несолодженого ячменю на якість пивного сусла, підібрано кількість озимого ячменю при заміні солоду та кількість ферментного препарату при використанні несолодженої сировини. Науково обґрунтовано ефективність використання несолодженої сировини при виробництві пива.

На основі теоретичних і експериментальних даних встановлено закономірності перетворення екстрактивних речовин в суслі залежно від кількості несолодженої сировини в складі затираємих зернопродуктів без використання і з використанням ферментних препаратів.

**Обсяг роботи:** робота викладена на 86 сторінках друкованого тексту, містить 17 таблиць і 12 рисунки.

**Ключові слова:** пиво, сусло, несолоджена сировина, ячмінь, ярий, озимий, жито, ферментні препарати, затирання, кип'ятіння.

## ANNOTATION

**Orel Svitlana Petrovna "Research of beer wort technology using unsweetened raw materials"**. Qualification work for a master's degree in specialty 181 "Food Technology". National University of Food Technologies, Kyiv, 2021.

Qualification work is devoted to improving the technology of beer wort and beer using unsweetened raw materials.

The current direction of development of the brewing industry at present is the creation of new original beers. One of the ways to implement this task can be considered the way to create a wide range of new beers by adding non-traditional vegetable raw materials, which provides specific organoleptic and physicochemical parameters, affects the nutritional value of beer.

To obtain certain aromatic, flavoring, foaming and other properties of beer, world brewing uses in addition to barley malt, malt from non-traditional grain raw materials - wheat, rice, oats, rye, millet, corn and other cereals. The use of these cultures as an unsweetened material allows not only to change the taste of intoxicating drink, but also to reduce the cost of beer. In addition, there are other positive aspects of this substitution of the recipe, it is an increase in the extractivity of the wort due to such crops as wheat, corn, rice, the starch content of which is almost not inferior to its amount in barley malt; increasing the capacity of the cooking shop; increasing the colloidal and taste stability of beer, which allows to increase the shelf life of beer, and hence the time to sell.

The possibility of replacing spring barley with winter, investigated the optimal doses of unsweetened barley for the quality of beer wort, selected the amount of winter barley when replacing malt and the amount of enzyme preparation when using unsweetened raw materials. The efficiency of using unsweetened raw materials in beer production is scientifically substantiated.

On the basis of theoretical and experimental data the regularities of transformation of extractive substances in wort depending on quantity of unsweetened raw materials as a part of mashed grain products without use and with use of enzyme preparations are established.

**Scope of work:** the work is presented on 86 pages of printed text, contains 17 tables and 12 figures.

**Key words:** beer, wort, unsweetened raw materials, barley, spring, winter, rye, enzyme preparations, mashing, boiling.

## АННОТАЦИЯ

**Орел Светлана Петровна «Исследование технологии пивного сусла с использованием несоложенного сырья».** Квалификационная работа на соискание степени магистра по специальности 181 «Пищевые технологии». Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2021.

Квалификационная работа посвящена совершенствованию технологии пивного сусла и пива с использованием несоложенного сырья.

Актуальным направлением развития пивоваренной отрасли в настоящее время является создание новых оригинальных сортов пива. Одним из способов реализации этой задачи можно считать путь создания широкой гаммы новых сортов пива за счет добавления нетрадиционного растительного сырья, которое предоставляет специфические органолептические и физико-химические показатели и влияет на пищевую ценность пива.

Для получения определенных ароматических, вкусовых, пенообразующих и других свойств пива мировое пивоварение использует кроме солода из ячменя еще и солод из нетрадиционных видов зернового сырья - пшеницы, риса, овса, ржи, проса, кукурузы и других злаков. Использование этих культур как несоложенного материала позволяет не только изменить вкусовые свойства хмельного напитка, но и снизить себестоимость пива. Кроме того, есть и другие положительные стороны такой замены рецептуры, это - увеличение экстрактивности сусла за счет таких культур как пшеница, кукуруза, рис, содержание крахмала в которых почти не уступает его количеству в ячменном солоде; увеличение мощности варочного цеха; повышение коллоидной и вкусовой стойкости пива, что позволяет увеличить срок хранения пива, а значит и срок реализации.

Исследована возможность замены ярового ячменя озимым, установлены оптимальные дозы несоложенного ячменя на качество пивного сусла, подобрано количество озимого ячменя при замене солода и количество ферментного препарата при использовании несоложенного сырья. Научно обоснована эффективность использования несоложенного сырья при производстве пива.

На основе теоретических и экспериментальных данных установлены закономерности преобразования экстрактивных веществ в сусле в зависимости от количества несоложенного сырья в составе затираемых зернопродуктов без использования и с использованием ферментных препаратов.

**Объем работы:** работа изложена на 86 страницах печатного текста, содержит 17 таблиц и 12 рисунки.

**Ключевые слова:** пиво, сусло, несоложенного сырье, ячмень, яровой, озимый, рожь, ферментные препараты, затирание, кипячения.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ (аналітичний огляд).....	11
1.1 Основна зернова культура для виробництва пива - ячмінь.....	11
1.1.1 Структура зерна ячменю. ....	12
1.1.2 Хімічний склад зерна ячменю .....	12
1.2 Інша несолоджена сировина для виробництва пива .....	15
1.3 Характеристика способів затирання зернопродуктів.....	18
1.3.1 Настійний та відварні способи затирання зернопродуктів.....	18
1.3.2 Способи затирання солоду та несолодженої сировини із застосуванням ферментних препаратів .....	21
1.4 Застосування ферментних препаратів та їхні основні властивості .....	22
1.5 Висновки до розділу 1 .....	25
1.6 Мета і задачі досліджень .....	26
2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	27
2.1 Матеріали досліджень .....	27
2.2 Методи досліджень .....	28
2.2.1 Методи аналізу ячменю.....	28
2.2.2 Методи аналізу солоду .....	29
2.2.3 Методи аналізу пивного сусла та пива .....	30
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ (експериментальна частина).....	32
3.1 Визначення складу основної сировини.....	32
3.2 Вплив кількості несолодженого ячменю на якість пивного сусла .....	34
3.3 Підбір кількості ферментного препарату Термаміл при затиранні .....	40
3.4 Вплив кількості жита на якість пивного сусла .....	43
3.5 Висновки до розділу 3 .....	45
4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....	46
5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	53

					Дослідження технології пивного сусла із використанням несолодженої сировини			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Орел С.П.			<b>ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Мукоїд Р.М.				7	86	
Реценз.						НУХТ, ННІХТ, ЗТБ-271М		
Затверд.		Куц А.М.						

6 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	56
6.1 Закон України “Про охорону праці” .....	56
6.2 Санітарні умови в лабораторії .....	56
6.3 Метеорологічні умови .....	57
6.4 Вентиляція .....	57
6.5 Освітлення.....	58
6.6 Вимоги безпеки при виконанні робіт в лабораторії .....	58
6.7 Вимоги до апаратури, меблів та обладнання .....	60
6.8 Електробезпека.....	60
6.9 Пожежна безпека.....	61
7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ .....	63
7.1 Характеристика систем енергопостачання на ПрАТ «Оболонь» .....	63
7.2 Вимоги до систем енергопостачання у нормах проектування інженерно-технічних заходів цивільної оборони .....	65
7.2.1 Вимоги до будівництва комунальних систем. Вимоги до систем водопостачання .....	65
7.2.2 Вимоги до систем газопостачання .....	65
7.2.3 Вимоги до будівництва та експлуатації енергетичних об'єктів і систем .....	66
7.3 Шляхи і способи підвищення стійкості роботи об'єктів.....	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	69
ДОДАТКИ.....	72

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Актуальним напрямком розвитку пивоварної галузі в теперішній час є створення нових оригінальних сортів пива. Одним із способів реалізації цього завдання можна вважати шлях створення широкої гами нових сортів пива за рахунок додавання нетрадиційної рослинної сировини, яка надає специфічних органолептичних та фізико-хімічних показників, впливає на харчову цінність пива.

Для одержання певних ароматичних, смакових, піноутворюючих і інших властивостей пива світове пивоваріння використовує крім солоду з ячменя ще солод з нетрадиційних видів зернової сировини – пшениці, рису, вівса, жита, проса, кукурудзи та інших злаків. Використання цих культур як несолодженого матеріалу дозволяє не тільки змінити смакові властивості хмільного напою, але й знизити собівартість пива. Крім того, є й інші позитивні сторони такої заміни рецептури, це – збільшення екстрактивності сусла за рахунок таких культур як пшениця, кукурудза, рис, вміст крохмалю у яких майже не поступається його кількості в ячмінному солоді; збільшення потужності варильного цеху; підвищення колоїдної та смакової стійкості пива, що дозволяє збільшити термін зберігання пива, а значить і термін на реалізацію.

**Мета досліджень:** удосконалення технології пивного сусла із використанням несолодженої сировини.

**Завдання досліджень:** визначити можливість заміни ярого ячменю озимим; визначити вплив дози несолодженого ячменю на якість пивного сусла; підібрати кількість озимого і ярого ячменю при заміні солоду; підібрати кількість ферментного препарату при затиранні з несолодженою сировиною; визначити вплив жита на якість пивного сусла.

**Об'єкт досліджень** — технологія пивного сусла.

**Предмет досліджень** — солод пивоварний ячмінний світлий, ячмінь ярих та озимих сортів, жито, пивне сусло, ферментні препарати.

Методи досліджень - фізико-хімічні з використанням приладів та методик, що застосовують при виробництві пива.

**Апробація результатів кваліфікаційної роботи.** Основні результати роботи доповідались на V International scientific and practical conference “World science: problems, prospects and innovations”, 27-29 January, 2021. Toronto, Canada.

**Публікації:** Мукоїд Р. М., Орел С. П., Пархоменко А. М Дослідження технології пивного сусла із використанням несолодженої сировини. World science: problems, prospects and innovations: abstracts of V International scientific and practical conference”, 27-29 January, 2021. Toronto, Canada, 2021. P. 824-833.

**Наукова новизна.** Досліджено можливість заміни ярого ячменю озимим, встановлено оптимальні дози несолодженого ячменю на якість пивного сусла, підібрано кількість озимого ячменю при заміні солоду та кількість ферментного препарату при використанні несолодженої сировини. Науково обґрунтовано ефективність використання несолодженої сировини при виробництві пива.

**Практичне значення.** На основі теоретичних і експериментальних даних встановлено закономірності перетворення екстрактивних речовин в суслі

залежно від кількості несолодженої сировини в складі затираємих зернопродуктів без використання і з використанням ферментних препаратів.

**Структура роботи:** робота складається з 7 розділів, висновків, списку використаної літератури з 44 найменувань, в тому числі 3 іноземними мовами, додатків. Робота викладена на 86 сторінках друкованого тексту, містить 17 таблиць і 12 рисунків.

# **1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ (аналітичний огляд)**

Для приготування пива потрібно чотири види основної сировини: солод, вода, хміль і дріжджі. Якість цієї сировини має великий вплив на якість продукції, яка виробляється. Знання властивостей сировини, її вплив на спосіб приготування і на кінцеву продукцію, є основою для підготовки і переробки сировини, а також можливістю керувати технологічним процесом [25].

Часто використовують як несолоджені зернові продукти – кукурудзу, рис, ячмінь, пшеницю.

Хміль надає пиву гіркуватий смак і впливає на його аромат. Від якості хмелю суттєво залежить якість пива.

У відсотковому співвідношенні найбільший об'єм серед всіх видів сировини займає вода, яка приймає участь в багатьох процесах приготування пива, впливає на його характер і якість. Крім того вода безпосередньо приймає участь в багатьох процесах солодоращення і пивоваріння.

Спиртове бродіння при приготуванні пива викликається життєдіяльністю дріжджів, які саме тому і потрібні. Одночасно дріжджі мають вплив на якість пива через побічні продукти бродіння [25].

## **1.1 Основна зернова культура для виробництва пива - ячмінь**

В ячмені міститься необхідний для приготування пива крохмаль, який при приготуванні пивного сусла перетворюється на екстракт. Ячмінь є зерною культурою, колос якого відрізняється особливо довгою основою. Розрізняють декілька груп ячменя і велику кількість їх сортів, які по-різному впливають на приготування солоду і пива [13].

Вони бувають озимі, які висівають в середині вересня, і ярі, які висівають в березні-квітні. Всі пивоварні ячмені поділяють на дві групи. В кожній групі є свої сорти, які можна розділити по розташуванню зерен на основі колоса в два чи декілька рядів. Групи ячменю (ярий, озимий, дворядний, шестирядний) відрізняються один від одного багатьма показниками, які представляють для нас особливий інтерес, а саме:

- у дворядного ячменя крупні повні зерна з звичайно тонкою хвилястою оболонкою, тому в такому ячмені міститься порівняно багато цінних екстрактивних речовин і мало плівок, а це означає що менше дубильних і гірких речовин. Всі зерна однакові, вміст екстракту порівняно високий. Дворядний ячмінь, як правило, ярий і об'єднує в собі всі переваги, важливі для приготування солоду і пива;
- у шестирядного ячменю зерна різних розмірів, і так як їм не вистачає місця для росту, то зерна бокових рядів – більш вузькі, а їх кінчики загнуті, що слугує відмінною ознакою шестирядних сортів ячменю.

Урожайність у озимого ячменя складає в середньому 60 ц з гектара, і таким чином вона суттєво вище, чим у ярого (в середньому 40 ц з гектара), що пов'язано з більш коротким вегетативним періодом ярого ячменю [25].

Таким чином, використовують наступні групи пивоварного ячменя:

- дворядні ярі ;
- дворядні озимі ;
- шестирядні ярі ;
- шестирядні озимі.

### 1.1.1 Структура зерна ячменю.

Ячмінне зерно являє собою нерозкритий плід – довгасту зернівку й складається з трьох основних частин: зародка, ендосперму та оболонки.

Зародок, який є зачатком майбутньої рослини, знаходиться на спинному боці основи зерна. Він складається із щитка і зародкового листка (зачатків бруньки і первинного стебла ), а також зародкових корінців. Клітини щитка з боку ендосперму вузько циліндричні, утворюють всмоктуючий епітелій. Щиток із всмоктуючим епітелієм передає поживні речовини від ендосперму до зародка [13].

Ендосперм – борошніста частина зерна, свого роду сховище поживних речовин для розвитку зародка і молоді рослини. Основна маса ендосперму – великі клітини з тонкими стінками. Заповнені вони крохмальними зернами, розміщеними в протоплазмі. Зовнішня частина ендосперму являє собою алейроновий шар, який складається з трьох шарів товстостінних клітин. У міру наближення до зародка клітини стають дрібнішими, товщина шару зменшується, а біля зародка алейроновий шар зовсім зникає. Поблизу зародка клітини ендосперму не містять крохмалю, бо він був витрачений зародком при дозріванні й зберіганні зерна. [13]

Захищають від пошкоджень і охороняють зародок від потрапляння шкідливих для нього речовин оболонки: зовнішня – квіткові плівки, потім зрослі плодова та насіннева. Квіткові плівки складаються з більшої спинної оболонки, що біля верхнього кінця має гладеньку або зазубрену довгу ость, а біля основи – базис – площадку, за допомогою якої зерно закріплюється на колосковому стрижні, та меншої черевної, тоншої й зморщеної. Зерно біля основи має невеликий стрижень, який називають щетинкою. Насіннева і плодова оболонки повністю облягають зерно, а квіткові плівки не закривають обох його кінців. Якщо квіткові плівки зрослися із зерном, то такий ячмінь називають плівчастим, якщо не зрослися – голозерним. У голозерних ячменів оболонка відокремлюється при обмолоті. В пивоварінні використовують плівчасті ячмені [13].

### 1.1.2 Хімічний склад зерна ячменю

Хімічний склад ячменю залежить від сорту, району вирощування, метеорологічних і ґрунтових умов, масового співвідношення окремих частин зерна. Так, маса зародка коливається від 2,8 до 5 %, квіткових плівок – від 6 до 17 %. За масою зерна його складові компоненти розподіляються нерівномірно. В ендоспермі міститься найбільша кількість вуглеводів, алейроновому шарі ендосперму і зародка – багато білка й жиру, в оболонках – сирі клітковини [10, 13].

На 80-88 % ячмінь складається із сухої речовини і 12-20 % із води. Суха речовина представлена органічними і неорганічними речовинами. Органічні речовини – це, в основному, вуглеводи й білки, а також жири, поліфеноли, органічні кислоти, вітаміни тощо. Неорганічні речовини – це фосфор, сірка, кремній, калій, натрій, магній, залізо, хлор. Деяка частина їх зв'язана з органічними сполуками [7, 25].

Середній хімічний склад ячмінного зерна характеризується такими даними, відсотків на суху речовину: крохмаль 45-70; білок 7-26; пентозани 7-11; сахароза 1,7-2; целюлоза 3,5-7; жир 2-3; зольні елементи 2-3.

*Вуглеводи.* В ячмені, в основному, переважають водорозчинні цукри та поліцукри. До останніх відносять крохмаль і не крохмальні полісахариди: целюлозу, геміцелюлозу, гумі- та пектинові речовини.

Крохмаль відкладається в клітинах ендосперму у вигляді крохмальних зерен, які мають пошарову структуру і складаються з окремих кристалічних елементів – міцел, що утворюють ряд сферокристалів [13, 14].

Крохмальні зерна ячменю в основному бувають двох розмірів – великі овальної та сферичної форм діаметром 20-40 мкм, дрібні – кулястої, довгастої, а інколи гранованої форми діаметром 2-10 мкм. У дворядному ячмені кількість великих крохмальних зерен становить 10 % загальної кількості, або 90 % маси. При підвищенні вмісту білка в ячмені збільшується кількість дрібних зерен. Близько 97 % маси крохмальних зерен представлено хімічно чистим крохмалем, 0,5-1,5 – азотистими речовинами, жирних кислот може бути 0,6 %.

Крохмаль є гомополісахаридом, що складається із залишків глюкози. Однак за типом будови молекул і ступенем полімеризації – це суміш двох полісахаридів – амілози та амілопектину. Ячмінний крохмаль містить приблизно 20 % (17-24 %), а дрібні зерна – до 40 % амілози, решта маси – амілопектин. [13]

Целюлоза складається із залишків глюкози, з'єднаних  $\beta$ -1,4- зв'язками, причому глюкозні залишки з'єднані в целобіозні димери. Окремі лінійні ланцюги молекул з'єднуються водневими зв'язками й утворюють міцні пучки мікрокристалічної структури, що називаються міцелами. При гідролізі целюлози сильною кислотою утворюється глюкоза, в сприятливіших умовах – дисахарид целобіоза [13, 43].

Целюлоза міститься здебільшого у квіткових плівках, входить до складу насінневої й плодової оболонки, є вона і в алейроновому шарі, стінках клітин зародка, але практично відсутня у стінках крохмальних клітин. Вона нерозчинна у воді, важко гідролізується кислотами та ферментами.

Геміцелюлози становлять основну складову частину стінок клітин ендосперму і входять до складу оболонки. Вони являють собою складну суміш некрохмальних полісахаридів, головним чином лівообертаючого глюкану ( $\beta$ -глюкану) й пентозанів (арабіноксиланів). В оболонки входять геміцелюлоза полов'яного типу, що містить до 70 % ксилану, 15-20 – арабану, 3-5 – уронового ангідриду та 6%  $\beta$ -глюкану. Скелетний матеріал стінок клітин ендосперму являє собою геміцелюлозу ендоспермного типу з 11 %  $\beta$ -глюкану, 17 % - ксилану і 6 % арабану [9, 13].

Гумі-речовини складаються з тих же компонентів, що й геміцелюлози, і мають однакову з ними хімічну будову. Кількість геміцелюлоз і гумі-речовин залежить від сорту, ступеня стиглості ячменю й умов його вирощування. У ньому міститься 6,2-8,4 % геміцелюлоз, для ряду вивчених сортів вміст гумі-речовин становить 1,4-2 %, в ячменях України 2,8-3,9 % [25].

Пектинові речовини в ячмені представлені нерозчинним протопектином, який є цементуючим матеріалом клітинних стінок, і розчинним пектином. Пектин побудований із залишків галактуронової кислоти, з'єднаних  $\alpha$ -1,4-зв'язком, при цьому частина залишків галактуронової кислоти етерифікована метильними групами. Деякі нейтральні цукри можуть входити як основний ланцюг пектину через зв'язок  $\alpha$ -1,4, так і в боковий за допомогою ефірного зв'язку. Пектин утворює в'язкі поверхнево активні розчини, які сприяють утворенню стійкої піни пива. Залежно від сорту ячменю та умов його вирощування кількість пектинових речовин коливається від 1,2 до 3,5 %, а в розчинній формі – від 0,6 до 0,7 % на суху речовину [13, 25].

Сахариди в зародку й алейроновому шарі представлені сахарозою, рафінозою, глікозидфруктозидами, кестозою та ізокестозою, в ендоспермі – невеликими кількостями мальтози, глюкози, фруктози.

*Азотисті речовини* в ячмені представлені білковими складовими. У нормально достиглому зерні вони становлять більшу частину. Білки в ячмені розподіляються нерівномірно: порівняно найвищий вміст їх в алейроновому шарі у вигляді клейковини, в зовнішньому шарі ендосперму у вигляді резервного білка, нижчий – в ендоспермі, де білок входить до складу клітин. Білки поділяються на прості й складні.

Прості білки, або протеїни, - це сполуки, утворені тільки із залишків амінокислот. Протеїни являють собою високомолекулярні сполуки, що утворюються із засвоєних рослинами азоту амонійних сполук і органічних кислот (які є продуктом окисного розщеплення вуглеводів), із подальшим утворенням з одержаних амінокислот білків [26, 44].

Вміст азоту в білках ячменю становить 16-17 %.

*Жири.* В ячмені жири представлені жирними кислотами, гліцериновмісними ліпідами й ліпідами, які не містять гліцерину. Жири розчиняються в етиловому та петролейному ефірах, бензолі й хлороформі. В ячмінному зерні жир розподіляється таким чином: 2/3 в алейроновому шарі, 1/3 у зародку. Невелика частина його при пророщуванні зерна гідролізується ліпазою, а через те, що при сушінні солоду ліпаза інактивується, основна частина жиру переходить у дробину. У вільному вигляді жирні кислоти присутні в незначній кількості (0,1 %). В ячмінному жирі містяться окремі кислоти у таких кількостях: стеаринова 2,6 %, пальмітинова 7,4 %, масляна 26,5 %, лінолева 43,7 %, ліноленова 0,44 %, неомілюваний залишок 5,4 % [25, 26].

Поряд із нейтральними жирами в ячмені містяться жироподібні речовини (ліпоїди), з яких найбільше значення мають фосфогліцериди – фосфати та фосфоїнозитиди. Основним фосфатидом ячмінного жиру є лецитин. Молекули фосфатидів відрізняються від ліпідів тим, що одна гідроксильна група гліцерину утворює складний ефір із фосфорною кислотою, яка з'єднана також

складноєфірним зв'язком з азотистою речовиною. Азотиста речовина лецитину – холін, який є ростовою речовиною живих організмів. Кількість лецитину в жири ячменю коливається від 4,24 до 7,29 %. Із фосфоїнозитидів у ячмені міститься фітин. Це кальцієво-магнієва сіль інозитфосфорної кислоти. Циклічний шестиатомний спирт інозит у вільному стані в рослинах не зустрічається, а знаходиться у вигляді його гекафосфату – фітинової кислоти або її кальцієво-магнієвої солі – фітину. Близько 0,9 % сухої речовини припадає на фітин, який, як і інозит, є вітаміном [13].

*Фенольні речовини.* Ця група речовин в ячмені являє собою неоднорідні сполуки, які поділяються на прості фенольні кислоти та поліфеноли. Склад і вміст фенольних речовин в ячмені залежить від сорту й складу ячменю та умов його вирощування. Між вмістом білка і поліфенолів існує зворотна залежність: із збільшенням кількості білка кількість поліфенолів зменшується. В ячмені близько 0,3 % фенольних речовин [13].

*Мінеральні речовини.* Загальний вміст і співвідношення окремих мінеральних речовин залежить від ґрунтово-кліматичних умов та кількості добрив, внесених у ґрунт. Вміст мінеральних речовин визначають у золі ячменю в такому складі (%):  $P_2O_5$  – 35,  $K_2O$  – 21,  $SiO_2$  – 26,  $MgO$  – 8,  $CaO$  – 3,  $Na_2O$  – 2,5,  $SO_3$  – 2,  $Fe_2O_3$  – 1,5,  $Cl$  – 1. Близько 80 % іонів знаходяться у зв'язаному з органічними сполуками стані. Основна частина мінеральних речовин припадає на фосфор, який входить до складу фітину, нуклеїнових кислот, фосфатидів та інших сполук; калій (фосфати калію); кремнієву кислоту, що містяться головним чином в оболонках ячменю. Деякі мікроелементи, що присутні, хоча й у дуже невеликих кількостях, впливають на біологічний стан ячменю і технологію пивоваріння [13].

*Ферменти* каталізують перетворення одного субстрату. Інші мають ширшу субстратну специфічність. Як і всі каталізатори, ферменти прискорюють хімічну реакцію, знижуючи енергію її активації. Ферменти є протеїнами або протеїдами, які містять одну або кілька простетичних груп. Найважливіші ферменти ячменю, що діють при солододорощенні й затиранні:  $\alpha$ -амілаза,  $\beta$ -амілаза, ендо- $\beta$ -амілаза, екзо- $\beta$ -глюканаза, целобіаза, арабінозидаза, амінопептидаза, карбоксипептидаза, дипептидаза, фітаза, фосфоліпаза, каталаза, пероксидаза [12].

Вміст *вітамінів* у ячмені характеризується такими даними, мг на 100 г сухої речовини:  $B_1$  – 0,12-0,74;  $B_2$  (рибофлавін) – 0,1-0,37;  $B_6$  (піридоксин) – 0,3-0,4; нікотинова кислота – 8-15. Поряд із зазначеними в ячмені виявлені вітаміни С, Н (біотин), фолієва і пантотенова кислоти. Деякі вітаміни входять до складу ферментів, активізуючи їхню дію, й у цьому надзвичайно важливе значення вітамінів як біологічно активних речовин [13].

## 1.2 Інша несолоджена сировина для виробництва пива

Для зниження собівартості пива, зміни складу екстрактивних речовин сусла й розширення асортименту частину солоду замінюють несолодженим зерном і цукристими речовинами. Використання несолоджених матеріалів для

конкретних сортів пива передбачено рецептурами і технологічними інструкціями [1, 36].

Пшениця. Зерно пшениці не має полов'яної оболонки, воно покрите тільки плодовою та насінневою оболонками. Будова пшеничного зерна в цілому ідентична ячмінному. Поряд із крохмалем у пшениці є сахароза (0,5-0,95 % від сухої речовини зерна), глюкоза, мальтоза (0,1-2 %) та рафіноза. В середньому зерно пшениці містить 13,3 % білкових речовин, до складу яких входять: гліадин, глютенін та едестин, 68,7 % становлять вуглеводи; 2 % – жири (ліпіди); 2,3 % – клітковина; 1,7 % – мінеральні речовини; 12 % - вода [23].

Білки пшениці мають властивість при змішуванні з водою (затиранні) з'єднуватися у драглеподібний гідратований комплекс – клейковину, яка затримує фільтрування затору. Тому в пивоварінні ефективним способом переробки пшениці є її солодування, або застосування сучасних спеціальних ферментних препаратів. Найбільш придатними для солодування вважають м'які сорти пшениці з нижчим вмістом клейковини [23].

Рис. За своєю будовою зерно рису аналогічне ячменю і складається з оболонки, зародка та ендосперму, при чому 14-35 % маси зерна припадає на грубі квіткові плівки. Ендосперм оточений алейроновим шаром з одного ряду клітин, до якого прилягають насіннева і плодова оболонки, але плодова оболонка рису не зростається з квітковими плівками [31].

Абсолютна маса 1000 зерен 15-43 г. При очищенні й шліфуванні рис звільняється від оболонки і частково від білків, жирів та інших речовин. Суха речовина зерна без плівок має такий склад, %: крохмаль 75-81, цукри 2-5; клітковина 0,6-0,8, білки 7-11; жири 16-2,5, зола 1-1,2.

У рисі крохмальні зерна дрібні, нативний крохмаль важко гідролізується амілазами. Цукри представлені сахарозою, мальтозою, рафінозою, глюкозою і фруктозою. Основну частину білка становить оризенін (рисовий глютеїн).

Переваги використання рису як несолодженої сировини полягають у високій екстрактивності (95-97 % на суху речовину), невисокому вмісті розчинних білків і жирів, відсутності  $\beta$ -глобуліну та антоціаногенів. Крім того, в шеретованому зерні відсутні небажані для пива компоненти, які є в оболонках. При використанні рису колір пива світлішає, але посилюється його стійкість, однак при підвищеному вмісті рису дріжджі втрачають здатність до флокуляції. В пивоварінні переробляють, в основному, рисову січку [8].

Кукурудза. Кукурудзяне зерно складається із зародка й ендосперму. Воно покрите щільною плодовою оболонкою, яка має 12-14 шарів клітин. Під плодовою знаходиться насіннева оболонка [12].

Середній хімічний склад зерна кукурудзи, відсотків на суху речовину: вуглеводи 78,5, білки 12,15, клітковина 2,5, жир 5,1, зола 1,75. Кукурудзяний крохмаль містить 21-23 % амілози і 77-79 % амілопектину. Виведені нові сорти високоамілозної кукурудзи з вмістом 82% амілози. Жир, в основному, локалізується у зародку, де його вміст досягає 23-45 % маси останнього, тому перед використанням видаляють зародок. Кукурудзу можна перероблювати в наступні продукти:

- кукурудзяну крупку;

- кукурудзяні пластівці;
- кукурудзяний сироп.

#### *Нетрадиційна сировина для пивоваріння*

Сорго – однолітня зернова культура, найбільш пристосована до засушливого клімату. Хімічний склад сорго пивоварних кондицій: вуглеводи 58 %, геміцелюлоза 4 %, клітковина 3,5 %, жир 3,9 %, білок 11,2 %, мінеральні речовини 2,9 %, вологість 14 % [5].

Тритікале – гібрид пшениці й жита – перша зернова культура, створена людиною. Врожайність тритікале близько 80 ц/га. До його складу входить лізин, якого немає у пшениці. Ця культура економічніша за ячмінь, її можна використовувати замість нього як несолоджену сировину. Солод із тритікале за ферментативною активністю, насамперед аміло- й протеолітичною, відповідає високоякісному світлому ячмінному пивоварному солоду. Хімічний склад тритікале: вуглеводи 53,5 %, клітковина 2,6 %, жир 2,2 %, білок 9,9 %, мінеральні речовини 1,7 %, вологість 14 % [13].

Овес відноситься до плівчатих культур і відрізняється від інших злаків високим вмістом амінокислот, вітамінів, мікро- і макроелементів. Для пивоваріння представляє особливий інтерес група голозерного вівса. Хімічний склад вівса пивоварних кондицій: вуглеводи 49,7 %, геміцелюлоза 10 %, клітковина 10,7 %, жир 2,1 %, білок 11,8 %, мінеральні речовини 1,7 %, вологість 14 %. Алейроновий шар складається із одного ряду клітин і становить 6-8 % маси зерна. Ендосперм білий, борошністий, на його частку припадає 50-56 % маси зерна [22, 24].

Просо – посухостійка рослина. Характеризується високою плівчастістю і містить багато некрохмальних полісахаридів. Для пивоварних цілей у нього видаляють оболонку, шар клейковини і зародок. Рівень білка в просі вище, ніж в ячменя, але це не впливає на якість пива, так як вміст альбумінів і глобулінів в ньому не перевищує 20 % від загального білку, в той час як проламіни, які переходять в дробину, складають в середньому 60 % від загального білку [26].

Гречка – псевдозлак з коротким вегетативним періодом, любить вологі умови помірного клімату. Хімічний склад гречки: вуглеводи 56 %, геміцелюлоза 4,8 %, клітковина 12,5 %, жир 4,8 %, білок 12,8 %, мінеральні речовини 1,9 %, вологість 14 %. В роботі рекомендується при солододороженні гречки використовувати не лущену гречку, так як це сприяє повільному вбиранню вологи зерном і покращенню ферментативної активності солоду. Оболонки також слугують допоміжним фільтруючим матеріалом у фільтрувальному апараті. Із гречаного солоду виготовляють безглютенове пиво високої якості. Але при цьому вміст ферментів в гречаному солоді значно нижче, ніж у ячмінному. В гречці присутня велика кількість полісахаридів в порівнянні з іншими злаками, які обумовлюють збільшення втрат сухих речовин, в'язкості затору, зниження виходу суслу. Тому при затиранні необхідно використовувати ферментні препарати [30].

Жито – цінна продовольча і кормова культура. Хімічний склад жита: вуглеводи 54 %, геміцелюлоза 12-13 %, клітковина 2,6 %, жир 2,9 %, білок 13,2 %, мінеральні речовини 2,1 %, вологість 14 %. Жири жита мають у своєму складі

значну кількість ненасичених кислот, а також стеріни і фосфатиди. Зерно жита містить також вітаміни: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР [35].

Топінамбур містить інулін, який легко гідролізується. Але дріжджі *S. cerevisiae* не містять інулінази, який розщеплює інулін до фруктози. Тому при затиранні потрібно вносити цей фермент у вигляді ферментного препарату. Топінамбур вносять з солодом при затиранні у співвідношенні солоду і топінамбура від 100/1 до 6/1 [4, 39].

Амарант – сільськогосподарська культура, яка має високий урожай (400-8000 ц/га). Зерно амаранта може містити до 30 % білка [39].

Соя. Хімічний склад: вуглеводи 12 %, клітковина 4,3 %, жир 18,4 %, білок 34 %, мінеральні речовини 5,0 %, вологість 14 %. Соя в пивоварінні використовується в невеликих кількостях, з метою підсилення піноутворюючих властивостей пива і деякого підвищення бродіння; до 0,5 % від засипу зернопродуктів. Соя містить більше ферментів ніж ячмінь і пшениця. Сою рекомендують використовувати у вигляді обезжирених і звільнених від крохмалю пластівців, які багаті на ферменти, вітаміни групи В і речовини, які стимулюють ріст дріжджів і бродіння. Соеві пластівці задають в гаряче сусло. При цьому значно підвищується бродіння і покращується стійкість піни [36].

Горох також використовують в пивоварінні. Його солодують, або перероблюють в несолоджену вигляді, наприклад при виробництві полісолодових екстрактів (ПСЕ) в суміші з пшеничним і вівсяним солодами, які мають високу амілолітичну і протеолітичну активність [30].

### **1.3 Характеристика способів затирання зернопродуктів**

#### **1.3.1 Настійний та відварні способи затирання зернопродуктів**

*Метою затирання* зернопродуктів є переведення в розчинний стан, за допомогою ферментів, максимальної кількості екстрактивних речовин. При затиранні із солоду вилучається 15-20 % речовин, у тому числі 7,5-10 % - цукрів, 2,5-4 % - білків і продуктів їх гідролізу та пентозанів, у тому числі 1-1,5 % - ксилози й арабінози, 0,3-0,5 % - пектину, 0,4 % дубильних і гірких речовин та майже усі неорганічні речовини. В процесі затирання необхідно створити оптимальні температурні умови для дії ферментів [32].

Тому передбачають витримування затору при температурі, найбільш сприятливій для дії пептидаз і цитолітичних ферментів, накопичення мальтози або декстринів до повного оцукрювання крохмалю.

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

Важливими температурними паузами при затиранні є : початок затирання при температурі 40-45 °С для розрідження затору під впливом цитолітичних та інших ферментів; температура 50-52 °С – білкова пауза оптимальна для дії пептидаз; 60-65 °С для дії β-амілази і 70 °С – для дії α-амілази.

Температура 73 °С є граничною для оцукрювання затору, вона близька до температури руйнування α-амілази, але при 78 °С декстрини ще утворюються.

Таким чином, змінюючи температуру, тривалість витримування затору при певних температурах, а також рН, можна регулювати ферментативні й неферментативні процеси і змінювати вихід екстракту, одержувати необхідні співвідношення між окремими продуктами гідролізу крохмалю та білків [21, 25].

По виду підвищення температури розрізняють два способи затирання:

- настійний (інфузійний) спосіб;
- відварний (декокційний) спосіб.

Настійні способи затирання характеризуються тим, що температура всього затору підвищується стрибками до 75 градусів і затор певний час витримується за характерних температур.

Існують одновідварний, двовідварний, тривідварний способи декокційного затирання.

При настійному способі для приготування затору використовують воду, підігріту до такої температури, щоб початкова температура при змішуванні води з солодом була 40 °С. У заторний апарат набирають половину розрахункової кількості води, а потім – одночасно подрібнений солод і залишок води після перемішування. Затір витримують 30 хв при температурі 40 °С. При перемішуванні його підігрівають до 52 °С зі швидкістю 1 °С за хвилину і для ефективної дії пептидаз при цій температурі роблять паузу на 30 хв. Далі масу підігрівають до 63 °С (мальтозна пауза), витримують 30 хв, потім – до 72 °С витримують до кінцевого оцукрювання, що визначають за йодною пробою. Оцукрений затір нагрівають до 76-77 °С і перекачують у фільтраційний апарат на фільтрування. Вихід екстракту при цьому способі затирання нижчий, ніж при відварному, але в заторі краще зберігаються до фільтрування амілолітичні та протеолітичні ферменти, в суслі більше міститься амінокислот і мальтози. У суслі, приготовленому настійним способом, мало декстринів, тому зброджується воно глибше. Настійний спосіб затирання використовують при одержанні сусла для верхового бродіння [25].

Одновідварний спосіб полягає у тому, що в заторний апарат набирають половину усієї води, яку витрачають на один затір, нагрівають її до такої температури, щоб після внесення подрібненого солоду температура затору досягала 50-52 °С, вмикають мішалку і спускають в апарат із бункера через трубу подрібнений солод, одночасно подаючи решту води.

Температуру заторної маси після розмішування встановлюють в межах 50-52 °С, що відповідає оптимуму для дії протеолітичних ферментів. При цій температурі затір витримують 30 хв (білкова пауза), потім при вимкненій мішалці спускають у відварний апарат: 1/3 густої маси. Цю частину затору називають відваркою. У відварному апараті заторну масу при перемішуванні підігрівають до 62-63 °С і витримують при цій температурі 15 хв для оцукрювання крохмалю. Під час витримування затору при постійній температурі мішалка не працює. Після оцукрювання масу нагрівають до кипіння і кип'ятять 20 хв з увімкненою мішалкою. При підігріванні і кип'ятінні відбуваються клейстеризація крохмалю, подальше перетворення проміжних продуктів гідролізу крохмалю, коагуляція та осадження частини білків, інактивування ферментів, мікроорганізмів і утворення меланоїдинів [27].

Прокип'ячену частину маси перекачують в основний затір при працюючих мішалках в обох апаратах. У результаті змішування відвару та основного затору температура всієї маси підвищується до 70 °С, при цій температурі затір витримують у спокої 30 хв.

У разі потреби його витримують при температурі 72-73 °С до повного оцукрювання, яке визначають за йодною пробою. Потім при перемішуванні затір нагрівають до 76-77 °С і перекачують в апарат для фільтрування.

Щоб зберегти ферменти в основному заторі, відвар перекачують у заторний апарат повільно, спрямовуючи його у центр апарата для кращого перемішування. Одновідварний спосіб застосовують при переробці добре розчинного солоду з високою оцукрювальною здатністю [27].

Двовідварний спосіб найбільш поширений. Він дає змогу переробляти солод різної якості. Залежно від цього температурний режим затирання може змінюватися.

У заторний апарат набирають 1/2-1/3 води, необхідної для приготування затору, вмикають мішалку, засипають подрібнений солод і додають решту води. Температура затору досягає 50-52 °С, при ній його витримують 15-30 хв. Далі у відварний апарат спускають приблизно 1/2-1/3 густої заторної маси, підігрівують її при перемішуванні до 63 °С, вимикають мішалку і нагрівання. Тривалість мальтозної паузи 15-30 хв. Потім відвар підігрівують до 70 °С при перемішуванні, перекривають подачу пари, зупиняють мішалку й при цій температурі витримують 20-30 хв для оцукрювання. Масу відвару швидко нагрівають до кипіння і кип'ятять 15-30 хв. Цю частину затору називають першою відваркою. При працюючих мішалках у заторному і відварному апаратах першу відварку повільно перекачують в основний затір [27].

Після змішування основного затору з першою відваркою температуру маси встановлюють у межах 62-63 °С і при ній витримують паузу протягом 10-15 хв. Потім 1/3 густої заторної маси перекачують у відварний апарат, нагрівають до кипіння і кип'ятять від 5 до 20 хв залежно від якості солоду та сорту пива.

Тривалість кип'ятіння відвару подовжують при переробці погано розчинного солоду та приготуванні темного пива. Після кип'ятіння цю частину затору, тобто другу відварку, повільно, при не повному заповненні труби, що з'єднує два заторних апарати, повертають до основної маси.

Далі температуру всього затору підвищують до 70 °С і залишають у спокої на 30 хв. У разі неповного оцукрювання роблять паузу при 72 °С і витримують скільки потрібно, після чого затір нагрівають до 76-77 °С і перекачують на фільтрування [27].

Тривідварний спосіб застосовують в основному при виготовленні темних сортів пива й переробці погано розчинного солоду з метою підвищення виходу екстракту. Подрібнений солод і воду змішують так, як і на початку затирання з одною або двома відварками. Температуру води визначають з таким розрахунком, щоб температура затору становила 35-37 °С. Після ретельного перемішування 1/3 затору (густу частину) відбирають у відварний апарат (перша відварка) і нагрівають до кипіння з паузами: 5-10 хв при температурі 50 °С, 20-30 – при температурі 63 °С, до оцукрювання – при 70 °С. Тривалість кип'ятіння

відварки для світлих сортів пива становить 15-20 хв, темних – 30-45 хв. Довше кип'ятіння сприяє поліпшенню оцукрювання затору й посиленню інтенсивності його забарвлення. По закінченні кип'ятіння відвар повільно перекачують у заторний апарат, при цьому температура загальної маси підвищується до 52-53 °С. Після витримання затору протягом 15 хв відбирають 1/3 його маси (густа частина) у відварний апарат (друга відварка)

Оскільки маса другої відварки складається частково з першої і не прокип'яченої частини основного затору, в яких уже відбулися ферментативні процеси, другий відвар нагрівають так: спочатку повільно до температури 70 °С для оцукрювання, а потім швидко до кипіння й кип'ятять 15-20 хв. Поверненням другої відварки в заторний апарат температуру загального затору підвищують до температури 63-68 °С [25].

Для солоду з більшою тривалістю оцукрювання затір витримують при температурі 63-68 °С протягом 20 хв. За цей час він повністю оцукрюється і досягається необхідне співвідношення між кінцевим та проміжними продуктами гідролізу крохмалю й білків.

Метою проведення третього відварювання є підвищення температури всього затору та інактивація ферментів.

Тому на третє відварювання необхідно відбирати рідку частину затору, в якій концентрація ферментів вища, ніж у густій. Для цього мішалку заторного апарата вимикають і дають можливість дробині осісти, потім 1/3 рідкої частини спускають у відварний апарат, де швидко доводять її до кипіння й кип'ятять 10-20 хв, а потім повертають у заторний апарат. По закінченні перемішування температуру всього затору встановлюють на рівні 70 °С. Після 30-хв витримки перевіряють повноту оцукрювання. При неповному оцукрюванні затір витримують ще при 72 °С, потім нагрівають до температури 76-77 °С і перекачують на фільтрування [25].

Одновідварний спосіб затирання з кип'ятінням усієї густої частини затору порівняно з іншими способами має такі переваги: зернова (густа) маса затору підлягає кип'ятінню, тоді як рідку частину його, багату на ферменти, дії високих температур не піддають. Цей спосіб виключає повторне кип'ятіння, що зумовлює руйнування великих часточок оболонки, дає змогу переробляти солод із зниженою оцукрюючою здатністю. При зменшенні витрат енергії й тривалості затирання підвищується вихід екстрактивних речовин [2].

### **1.3.2 Способи затирання солоду та несолодженої сировини із застосуванням ферментних препаратів**

При використанні ферментних препаратів на стадії виробництва сусла рекомендується настійний, одновідварний роздільний, одновідварний сумісний способи затирання [8].

Настійний спосіб полягає в одночасному затиранні в апараті солоду і несолоджених матеріалів. При цьому способі вносять ферментний препарат, попередньо розчинений у невеликій кількості води, у разі необхідності здійснюють підкислення. Температурний режим передбачає поступове

нагрівання з паузами при 45 °С протягом 30 хв, 50 °С – 45 хв, 63 °С – 60 хв, 70 °С – 30 хв, при 72 °С - до повного оцукрювання [13].

Одновідварний роздільний спосіб. В один апарат набирають воду температурою 45 °С, вводять 3/4 розрахункової кількості ферментного препарату, 10 % солоду загальної маси зернової сировини, всю кількість несолоджених матеріалів і нагрівають для клейстеризації й оцукрювання крохмалю несолодженого зерна до кипіння з паузами: при 40 °С – 30 хв, 52 °С – 20 хв, 63 °С – 15 хв. Потім швидко нагрівають до кипіння і кип'ять 30 хв [2].

За 1-1,5 год до закінчення обробки несолодженої сировини в другому апараті при 40 °С починають затирання основної частини солоду і решти ферментного препарату. В солодовий затір повільно перекачують несолоджений, при цьому температура загального затору становитиме 63 °С. Затір витримують при 63 °С протягом 30 хв, потім нагрівають до 72 °С і витримують до повного оцукрення. Оцукрений затір після підігрівання до 76-77 °С перекачують на фільтрування [13].

Одновідварний сумісний спосіб. При даному способі одночасно затирають усю кількість зернової сировини й ферментного препарату при 40 °С і витримують у цьому режимі 20 хв. Затір підігрівають і витримують при 52 °С – 20 хв, 63 °С - 30-40 хв. Для запобігання інактивації ферментів при подальшому кип'ятінні затору за 10-20 хв до закінчення витримування при 63 °С вимикають мішалку, а після седиментації твердих часточок рідку частину відбирають за допомогою декантатора в інший заторний апарат. Густу частину затору, що залишилася, нагрівають до 70 °С, витримують 15-20 хв, нагрівають до кипіння і кип'ять 30 хв. Після об'єднання рідкої й густої частин затору температура його буде становити 70-74 °С. Оцукрений затір після підігрівання до 76-77 °С перекачують на фільтрування [13].

#### **1.4 Застосування ферментних препаратів та їхні основні властивості**

Ферменти – це органічні каталізатори біологічного походження, що прискорюють реакції взаємодії різних речовин, залишаючись при цьому без суттєвих змін [19].

Класифікація ферментів:

1. Оксидоредуктази (окислювально-відновні ферменти) – ферменти, які каталізують окислювально-відновні реакції.
2. Трансферази (ферменти переносу). Вони каталізують перенос цілих атомних груп, наприклад залишок фосфорної кислоти, залишок моносахаридів і амінокислот, аміних чи метильних груп від одного з'єднання до іншого.
3. Гідролази – ферменти, які каталізують розщеплення різних тяжких органічних з'єднань при участі води на більш прості. Розщеплення називають гідролізом, а відповідні ферменти – гідролази.
4. Ліази – ферменти, які каталізують реакції негідролітичного відщеплення будь-яких груп від субстратів; при цьому утворюються подвійні зв'язки.

5. Ізомерази (ферменти ізомеризації). Ці ферменти каталізують перетворення органічних з'єднань в їх ізомери.
6. Лігази (синтетази) – ферменти, які каталізують з'єднання двох молекул, зв'язане з розщепленням пірофосфатного зв'язку в АТФ чи інших нуклеозидтрифосфатах.

Найбільш поширені у пивоварінні це гідролази, які поділяються на: естерази – ферменти, які каталізують реакції розщеплення і синтез тяжких ефірів; карбогідрази; протеази – ферменти, які відносяться до цієї групи, які каталізують реакції розщеплення білка і поліпептидів; амідази – до цієї групи ферментів належать уреаза, аспарагіназа, глютаміназа і аргіназа [11].

Карбогідрази:

*Олігази.*  $\alpha$ -Глюкозидаза – фермент, який розщеплює  $\alpha$ -глюкозидний зв'язок, в дисахаридах і глюкозидах.  $\beta$ -Глюкозидаза – фермент, який розщеплює  $\beta$ -глюкозидний зв'язок в ди- і полісахаридах, а також в  $\alpha$ -глюкозидах.  $\alpha$ -Галактозидаза – фермент, який настроєний на розщеплення  $\alpha$ -галактозидів, наприклад рафінози і мелібіози.  $\beta$ -Галактозидаза – фермент, який називається також лактазою, оскільки він каталізує гідролітичне розщеплення лактози на глюкозу і галактозу.  $\beta$ -Фруктофуранозидаза – фермент, який називають сахаразою чи інвертазою. Він каталізує розщеплення сахарози на глюкозу і фруктозу.

*Поліази.* Амілази. Серед поліаз найбільше значення мають амілази – ферменти, під дією яких проходить гідроліз крохмалю з утворенням декстринів і мальтози [11,19].

Амілази гідролізують як незамінні крохмальні зерна, так і крохмальний клейстер. Гідролітичне розщеплення амілазою незмінних крохмальних зерен супроводжується утворенням мальтози і поступовою зміною форми крохмальних зерен – вони роз'їдаються ферментом і гублять свої першопочаткові контури. Зараз установлено наявність трьох амілаз:  $\alpha$ -амілази,  $\beta$ -амілази і глюкоамілази; розрізняються вони по властивостям, поширенню в природі і способу дії на крохмаль [19].

$\alpha$ -амілаза і  $\beta$ -амілаза розрізняються по характеру дії на компоненти крохмала – амілозу і амілопектин.

$\beta$ -амілаза розщеплює амілозу повністю, перетворюючи її на 100 % в мальтозу. Якщо субстратом для дії  $\beta$ -амілази слугує амілопектин, то вона розщеплює його на мальтозу і декстрини, даючи коричнево–червоне забарвлення з йодом.  $\beta$ -амілаза розщеплює з утворенням мальтози лише вільні кінці глюкозних ланцюгів; дія її зупиняється, коли справа дія доходить до розгалужень в молекулі амілопектину. Тому  $\beta$ -амілаза розщеплює амілопектин з утворенням мальтози лише на 54 %. Декстрини, які утворилися при дії  $\beta$ -амілази на амілопектин, гідролізується  $\alpha$ -амілазою з утворенням декстринів, які мають меншу молекулярну масу і які не дають забарвлення з йодом. При наступній дуже тривалій дії  $\alpha$ -амілази на крохмаль близько 85% його перетворюється в мальтозу [19].

Таким чином, при дії на крохмаль  $\beta$ -амілази утворюються головним чином мальтоза і незначна кількість високомолекулярних декстринів. При дії на

крохмаль  $\alpha$ -амілази утворюються головним чином декстрини меншої молекулярної маси і незначна кількість мальтози. Ні  $\alpha$ -амілаза, ні  $\beta$ -амілаза окремо не можуть гідролізувати крохмаль чи глікоген з утворенням мальтози. При одночасній дії обох амілаз крохмаль гідролізується на 95 %.

$\alpha$ - і  $\beta$ - Амілази розрізняються також по своєму відношенню до реакції середовища:  $\alpha$ -амілаза більш чутлива до підкислення.

Глюкоамілаза гідролізує крохмаль з утворенням переважно глюкози і невеликої кількості декстринів.

Целлюлаза – фермент проводить гідролітичне розщеплення клітковини з утворенням целлобіози.

*Геміцелюлази.* Під цією назвою об'єднуються ферменти, які каталізують гідроліз різних геміцелюлоз.

*Протеази* – це ферменти, які каталізують гідролітичне розщеплення білків і поліпептидів. Протеази звичайно розділяють на пептидази і протеїнази. Перші із них каталізують гідролітичне розщеплення поліпептидів і дипептидів, а інші можуть безпосередньо розщеплювати гідроліз білку.

Пивоваріння неможливе без використання ферментів. У процесі приготування сусла вони сприяють розчиненню вихідних речовин і розщеплюють їх на зброджуванні цукри, пептиди, декстрини, амінокислоти тощо. Звичайно, необхідні ферменти виробляються при солодуванні ячменю. Нині, крім солодових, існує широкий асортимент ферментів, одержаних на спецефічних живильних середовищах ферментацією на спеціалізованих підприємствах. Вони можуть відігравати роль заміників солодових ферментів або доповнювати їх [20].

Традиційне пиво виготовляють змішуванням подрібненого пророщеного ячмінного зерна та гарячої води і варильних апаратах. Процес називається затиранням, а одержана суміш – затором. Крім солоду, в затір можуть бути додані інші крохмалевмісні злаки, такі як кукурудза, сорго, рис, не пророщений ячмінь або чистий крохмаль, що називається добавками. У зернах злакових культур потенційні поживні речовини для дії дріжджів знаходяться не у тій формі, яку вони могли б використовувати. Тому наявні в зерні високомолекулярні сполуки необхідно розщеплювати на молекули, придатні для споживання дріжджами. На стадії затирання ферменти, що є у солоді, розщеплюють наявні у ньому та інших використовуваних злакових добавках крохмаль і протеїни. Продукти розщеплення – прості цукри, амінокислоти та нижчі пептиди – можуть бути використані дріжджами для одержання спирту, вуглекислого газу, нових дріжджових клітин і смакових компонентів [42].

У традиційних технологічних процесах солод використовують як основну сировину та як джерело ферментів. Однак солодування – дорогий процес одержання ферментів. Значної економії можна досягти при заміні хоча б частини солоду промисловими ферментами і не пророщеним зерном, наприклад ячменем [25].

Крім економії засобів виробництва, це дає змогу точніше контролювати пивоварний процес завдяки стандартизації якості та активності промислових ферментів. І навпаки, солод є дуже лабільним інгредієнтом, якість якого

залежить від якості використаного ячменю і технології солодування. До того ж широкий вибір доступних промислових ферментів дає можливість задовольнити специфічні потреби пивоварної промисловості.

Значна частина солоду може бути замінена не пророщеним ячменем. Для цього потрібно лише додати до солоду  $\alpha$  - амілазу, глюканазу та протеазу, щоб забезпечити нормальний гідроліз полісахаридів і протеїнів.

Добавки в пивоварінні використовують як додаткове джерело крохмалю.

Протеїни відіграють важливу роль у ферментації, постачаючи розчинні сполуки азоту, необхідні для життєдіяльності дріжджів. Через те, що кількість протеїнів, які входять до складу деяких типів добавок, дуже мала, може виникнути необхідність введення у затір додаткових протеїнів. Цього можна досягти ефективнішим використанням протеїнів солоду. При звичайному затиранні в розчин переходить не більше 30-40 % протеїнів солоду. Додавши протеолітичні ферменти, можна перевести у розчинну форму, придатну для засвоєння дріжджами, переважну кількість протеїнів [31].

Повільна фільтрація сусла та готового пива – найважливіша проблема. Вона виникає тому, що у суслі наявні деякі полісахариди, головним чином  $\beta$  - глюкани й пентозани, які містяться у ячмені й слабomodифікованому солоді.  $\beta$ -глюкани і пентозани підвищують в'язкість сусла і перешкоджають його фільтрації. При фільтрації готового пива вони утворюють желеподібний шар, що закупорює отвори фільтруючих матеріалів. Найпростіший вихід – додати  $\beta$  - глюканазу для розщеплення  $\beta$ -глюканів під час затирання або на початку ферментації. Дріжджі майже повністю перетворюють глюкозу в спирт і вуглекислий газ [25].

Якщо врахувати це при приготуванні сусла, тобто відповідним чином підібрати його склад, стане можливим виробництво пива нормальної міцності, але із зниженою приблизно на третину енергетичністю. Пиво з меншою кількістю вуглеводів корисно не тільки хворим на діабет, а й тим хто не хоче повніти.

Залишається поза всяким сумнівом, що ферментні препарати є природними речовинами типу специфічних білків, які одержують методами мікробного синтезу. Вони виконують такі ж функції, як і ферменти солоду в процесі затирання. Якщо солод має дуже низьку ферментативну активність, то логічно доповнити недостатню активність промисловими ферментами. При цьому у заторі досягають складу та вмісту ферментів, близьких до складу ферментів солоду високої якості. Промислові ферменти застосовують також у процесах, де ферменти солоду вже повністю інактивовані (зброджування, дозрівання, фільтрація пива)

Завдяки використанню ферментів у пивоварінні можна зменшити деякі витрати, поліпшити й удосконалити існуючий контроль технологій одержання сусла та мати більшу можливість вибору складу сировини [25].

## 1.5 Висновки до розділу 1

1. Ячмінний солод є основною сировиною для виробництва пива.

2. Сировина, яка найчастіше використовується для заміни солоду – ячмінь.
3. При заміні частини солоду на несолоджену сировину рекомендується використовувати настійний і одновідварний спосіб.
4. Для економії сировини, підвищення виходу екстракту, покращення процесу фільтрування, збільшення вмісту редукуючих речовин, покращення якості, можна використовувати ферментні препарати мікробіологічного походження.
5. Можливість маніпулювання смаковими нюансами пива, завдяки додавання різної сировини: ярий і озимий ячмінь, рис, жито і інші.

### **1.6 Мета і задачі досліджень**

Мета роботи – удосконалити технологію пивного сусла із застосуванням несолодженої сировини.

Задачі дослідження :

1. Визначити можливість заміни ярого ячменю озимим.
2. Визначити вплив дози несолодженого ячменю на якість пивного сусла.
3. Підібрати кількість озимого і ярого ячменю при заміні солоду.
4. Підібрати кількість ферментного препарату при затиранні з несолодженою сировиною.
5. Визначити вплив жита на якість пивного сусла.

## 2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Матеріали досліджень

Об'єктами досліджень є ячмінь згідно з ДСТУ 3769-98 «Ячмінь. Загальні технічні умови» [16], солод згідно з ДСТУ4282-2004 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови» [18], вода згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Вода питна. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», ферментні препарати Термаміл, Церемікс.



Рис. 2.1 – Програма проведення аналітичних і експериментальних досліджень

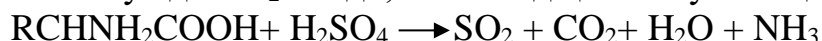
## 2.2 Методи досліджень

### 2.2.1 Методи аналізу ячменю

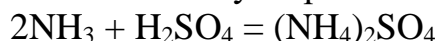
#### Визначення фізико-хімічних показників ячменю згідно ДСТУ 3769-98 [16]

##### Визначення вмісту білкових речовин [16]

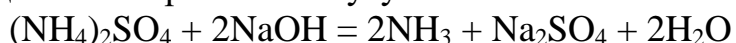
Найбільш поширеним методом визначення вмісту загального азоту є метод Кьельдаля, суть якого полягає в наступному: досліджуваний матеріал окислюють міцною сірчаною кислотою при нагріванні. Сірчана кислота розкладається до сірчистого газу, води і активного кисню, який окислює вуглець і водень органічних сполук до  $\text{CO}_2$  і води, а азот відщеплює у вигляді аміаку:



Утворений аміак (кількість якого пропорційна кількості азоту в матеріалі) зв'язується з надлишком сірчаної кислоти з утворенням сірчано-кислого амонію:



Останній розщеплюють розчином лугу:



Аміак, що виділяється, відганяють з водяною парою і направляють в прийомну колбу з відомою кількістю титрованого розчину сірчаної кислоти (0,1 моль/дм<sup>3</sup>). Надлишок її, що не прореагував, відтитровують лугом такої ж концентрації. За різницею між взятим об'ємом кислоти і об'ємом лугу, що пішов на титрування надлишку кислоти, вираховують кількість кислоти, зв'язаної аміаком.

##### Визначення екстрактивності ячменю [16]

Під екстрактивністю ячменю розуміють максимальний процент сухих речовин, здатних перейти в розчин під дією ферментів солоду (або ферментних препаратів). Екстрактивність виражають у процентах на суху речовину ячменю. Для визначення екстрактивності застосовують аналітичні методи, в основі яких є ферментативний гідроліз нерозчинних у воді сухих речовин ячменю для переведення їх в розчинний стан. Як джерело ферментів найчастіше використовують солодову витяжку із солоду з високою амілолітичною здатністю. Як основний метод визначення екстрактивності ячменю застосовують метод Павловського.

##### Визначення вмісту крохмалю [16]

Вміст крохмалю складає 60-70 % сухої речовини ячменю і визначає його виробничу цінність. Різниця між екстрактивністю і вмістом крохмалю коливається в межах 10-20 %. Методи визначення крохмалю ґрунтуються на переведенні його в розчинний стан з наступним аналізом розчинних продуктів поляриметричним або хімічним методами.

Стандартними є поляриметричний метод Еверса. Його суть полягає в переведенні крохмалю в розчинний стан при нагріванні із слабкою соляною кислотою і визначенні кута повороту площини поляризованого світла отриманим розчином. Соляна кислота не тільки розчиняє крохмаль, а і частково гідролізує його до декстринів. Крім того, частково гідролізуються і переходять в розчин і інші оптично активні речовини: пентозани, білки тощо. Питома здатність обертання площини поляризації у декстринів та інших домішок менша,

ніж у крохмалю. Тому ці домішки треба по можливості максимально висаджувати із розчину. При розрахунках використовують так званий коефіцієнт Еверса, величини якого для крохмалю встановлені при таких же умовах проведення аналізу.

## 2.2.2 Методи аналізу солоду

### **Органолептичні показники світлого солоду визначали згідно ДСТУ 4282-2004 [18]**

Зовнішній вигляд - однорідна зернова маса, що не містить пліснявілих 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 дозволено кислий, запах плісняви та інші не властиві солодовому.

Смак - солодовий, солодкуватий, не дозволено сторонній присмак.

Визначення зовнішнього вигляду, запаху, смаку, кольору проводять згідно ДСТУ 4282-2004.

Фізичні показники – визначення кількості борошнистих, скловидних і темних зерен проводили згідно ДСТУ 4282-2004. [18]

### **Фізико-хімічні показники солоду згідно ДСТУ 4282-2004 [18]**

#### Визначення вологості [18]

Суть методу полягає у висушуванні солоду до постійної маси.

#### Визначення екстрактивності [18]

Під екстрактивністю солоду розуміють процент сухих речовин, здатних перейти в розчин під дією ферментів при певних умовах.

Екстрактивність солоду визначають стандартним методом (настійним) і методом ВНДПП (відварним).

#### Визначення тривалості оцукрювання [18]

Суть методу оснований на здатності крохмалю давати інтенсивне синє забарвлення з йодом.

#### Визначення кольоровості [18]

Кольоровість характеризує той чи інший тип солоду. Її визначають в лабораторному суслі, отриманому при визначенні екстрактивності солоду стандартним методом. Кольоровість визначають методом колориметричного титрування або за допомогою фотоелектроколориметра.

#### Визначення активної і титрованої кислотності [18]

*Визначення активної кислотності.* Активна кислотність (рН) солоду і отриманого з нього затору дуже суттєво впливають на активність ферментативних процесів при затиранні. Оптимальним для дії, в першу чергу, амілолітичних ферментів є рН 5,4-5,6.

Активну кислотність визначають за допомогою рН-метрів різних конструкцій з точністю до 0,01 одиниці.

*Визначення титрованої кислотності.* Титровану (загальну) кислотність визначають у лабораторному суслі, отриманому при визначенні екстрактивності солоду стандартним методом. Метод оснований на нейтралізації кислот і їх

солей, що містяться в суслі, розчином гідроксиду натрію в присутності фенолфталеїну як індикатора.

#### Визначення кінцевого ступеня збродження [18]

Визначення цього показника ґрунтоване на проведенні дослідного збродження лабораторного сусла дріжджами з наступним визначенням кількості зброженого екстракту. Для встановлення кінцевого ступеня збродження солоду використовують два методи: метод збродження без розмішування і прискорений метод збродження з перемішуванням сусла.

### **2.2.3 Методи аналізу пивного сусла та пива**

#### **Визначення показників пивного сусла і пива визначають згідно ДСТУ4282-2004 [18]**

##### Визначення кольору [18]

Колір сусла обумовлений барвними речовинами сировини для його приготування, в основному солоду. На його величину можуть впливати також реакції меланоїдиноутворення та інші окисновідновного характеру, що мають місце в технології сусла. Визначення кольору сусла здійснюють візуальним методом колориметричного титрування.

##### Визначення активної й титрованої кислотності [18]

Активна кислотність у солоді дуже впливає на ферментативні процеси при затиранні й рН у заторі зазвичай становить 5,5-5,6. Визначення її роблять за допомогою потенціометрів і рН-метрів.

Титровану кислотність визначають методом виносу краплі.

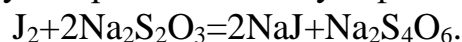
##### Визначення екстрактивності [18]

Екстрактивність солоду визначають стандартним методом (настійним).

##### Визначення амінного азоту йодометричним методом [18]

В основу метода покладена здатність амінокислот утворювати розчинні з'єднання з міддю, кількість якої визначають йодометричним титруванням. Сутність методу полягає у тому, що до слабколужного розчину амінокислот прибавляють надлишок суспензії ортофосфата міді  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$  у фосфатному буферному розчині. Для відділення мідних розчинних з'єднань які утворилися при цьому від нерозчинного ортофосфата міді суміш фільтрують. Потім до фільтрата додають оцтову кислоту, яка відщеплює мідь від комплексного з'єднання і перетворюється в ацетат міді.

Для визначення кількості міді, яка бере участь в реакціях, до розчину додають йодид калія:  $2\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 4\text{KJ} = \text{J}_2 + 2\text{CuJ} + 4\text{CH}_3\text{COCO}$ . В результаті реакції виділяється йод в кількості, еквівалентній кількості міді, а значить, і азоту амінокислот, який відтитрують розчином тіосульфата натрія:



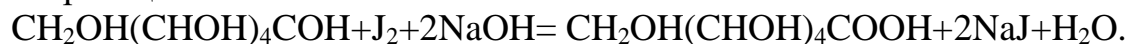
1 мл 0,01н. розчину тіосульфата натрія відповідає 0,28 мг амінного азота, так як один атом міді реагує з двома молекулами амінокислот, який утворює з'єднання типу  $\text{Cu}(\text{RCHNH}_2\text{COO})_2$ .

##### Визначення редукуючих речовин методом Вільштетера- Шудля [18]

Мальтоза є основною частиною вуглеводів сула, які зброджуються. Її вміст обумовлює максимально можливі рівні ступеня збродження і накопичення

спирту, що є сприятливим для отримання пива підвищеної стійкості. В залежності від типу і сорту пива вміст мальтози в суслі коливається від 65 до 80 % екстракту сусла.

В основу метода покладена реакція окислення альдегідної групи цукрів в відповідну одноосновну кислоту. Наприклад, глюкоза окислюється в глюконову кислоту по реакції:



По приведеній реакції процес окислення цукрів протікає лише в слабколужному середовищі і при кімнатній температурі. Луг добавляють в кількості, достатньому для нейтралізації кислоти, яка утворилася, при цьому лужність середовища не повинна перевищувати рН 9. Кетози в цих випадках не окислюються, що дозволяє визначити глюкозу в присутності фруктози.

В сильнолужному середовищі і при підвищеній температурі альдози окислюються в двохосновні кислоти, проходить також окислення кетоз, і результати аналізу значно підвищуються.

Кількість цукра, який окислюється визначають по різниці між об'ємом розчина йоду, який взятий на окислення цукру, і об'ємом його надлишку. Надлишок йода визначають титруванням тіосульфатом натрія в кислому середовищі в присутності крохмалю.

Кислоту перед титруванням добавляють в строго визначеній кількості, так як в сильно кислому середовищі, яке утворюється при окисненні цукрів, йодид і йодат натрія, які вступаючи в реакцію з кислотою, виділяють вільний йод ( $\text{NaJO}_3 + 5\text{NaJ} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{J}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ ). Цей йод відтитровується тіосульфатом натрія, і результати аналізу сильно занижуються. Крохмаль додають в кінці титрування, щоб зменшити адсорбцію на ньому йоду.

#### Аналіз масової частки спирту і дійсного екстракту [28]

##### *Дистиляційний метод*

Метод полягає у відгонці (дистиляції) спирту із зваженої проби пива з наступним пікнометричним визначенням густини дистиляту і залишку після відгонки, маса яких доведена до початкової маси проби.

##### *Рефрактометричний метод*

Метод полягає у визначенні в пробі пива показника заломлення світла за допомогою рефрактометра занурювання та відносної густини пікнометром з наступними розрахунками вмісту спирту і дійсного екстракту.

##### Визначення кінцевого ступеня зброджування [28]

Метод полягає в зброджуванні залишкового екстракту пива за певних умов і наступному розрахунку кінцевого ступеня зброджування за зміною густини пива.

### 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ (експериментальна частина)

Метою роботи було визначення можливості заміни частини солоду на озимий ячмінь і вплив його на якісні показники сусла, визначити вплив дози несолодженого ярого і озимого ячменю на якість пивного сусла, підібрати кількість ярого і озимого ячменю при заміні солоду, підібрати кількість ферментного препарату при затиранні з несолодженою сировиною.

Дослідження проводилися на кафедрі біотехнології продуктів бродіння і виноробства. Сировина: ячмінь ярий і озимий, світлий ячмінний солод були отримані на заводі ПрАТ «Оболонь», де також проводилася частина досліджень.

#### 3.1 Визначення складу основної сировини

В табл. 3.1 наведена порівняльна характеристика фізико – хімічних показників ярого і озимого ячменю. Важлива характеристика для приготування високоякісного пива з гарним виходом напою – масова частка білкових речовин. Відомо, що оптимальний вміст білка для приготування високоякісного напою повинен бути в межах 9,5-11,0 %. Отримані дані свідчать, що цим потребам відповідає більше озимий ячмінь.

Не менш важливий показник в пивоварінні – крохмалистість зернових. Для досліджуваних зразків інтервал значень склав 61,36 % і 56 %. Масова частка крохмалю більша в ярому ячмені, ніж у озимого. Показник екстрактивності також більший у ярого ячменю на 3,2 %. Отже всі показники екстрактивності, крохмаль, білок, більші у ярого, але озимий ячмінь має показники, які не виходять за межі допустимих значень.

Таблиця 3.1 - Фізико-хімічні показники ячменю

Показник	Ячмінь	
	ярий	озимий
Екстрактивність, % на ПСР	79,8	76,6
Масова частка вологи, %	12,55	12,84
Вміст білка, %	12,0	10,3
Вміст крохмалю, %	61,36	56

В табл. 3.2-3.3 наведені органолептичні та фізико-хімічні показники світлого солоду. Як свідчать отримані дані солод світлий ячмінний належить до солоду високої якості, згідно ДСТУ 4282-2004 «Солод пивоварний ячмінний» [18].

Таблиця 3.2 - Органолептичні показники світлого солоду

Назва показника	Характеристика світлого солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявілих та пошкоджених зерен
Колір	Солод високої якості - світло-жовтого кольору
Запах	Солодовий.
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не виявлено стороннього присмаку.

Таблиця 3.3 - Фізико- хімічні показники світлого солоду

Найменування показника		Значення
Кількість зерен,% :		
Крихких		89
Скловидних		1,0
Вологість , %		4,0±
Колір, см <sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100см <sup>3</sup> води		0,23
Кислотність, см <sup>3</sup> розчину NaOH концентрацією 1моль/дм <sup>3</sup> на 100см <sup>3</sup> сусла		1,0
Оцукрювання, хв		15
Екстрактивність,%	на СР	84,40
	на ПСР	80,05
рН		6,0
Ступінь зброджування		81,4
Білок		10,2

В пивоварінні ячмені поділяються на дві групи дворядний і шестирядний, які відрізняються один від одного багатьма показниками, які представляють для промисловості особливий інтерес, а саме: у дворядного ячменю крупні повні зерна з звичайно тонкою хвилястою оболонкою, тому в такому ячмені міститься порівняно багато цінних екстрактивних речовин і мало плівок, а це означає що менше дубильних і гірких речовин. Всі зерна однакові, вміст екстракту порівняно високий. Дворядний ячмінь, як правило, яровий і об'єднує в собі всі переваги, важливі для приготування солоду і пива. У шестирядного ячменю зерна різних розмірів, і так як їм не вистачає місця для росту, то зерна бокових рядів – більш вузькі, а їх кінчики загнуті, що слугує відмінною ознакою шестирядних ячменів. Урожайність у озимого ячменю складає в середньому 60 ц з гектара, і таким чином вона суттєво вище, чим у ярого (в середньому 40 ц з гектара), що пов'язано з більш коротким вегетативним періодом ярого ячменю. Так як на

даний час виникає проблема нестачі ярого ячменю, внаслідок зміни кліматичних умов та зменшення урожаю. Виникає питання де брати ячмінь? Тому метою роботи було дослідити можливість заміни солоду озимим ячменем, який має більший урожай і дешевший.

### 3.2 Вплив кількості несолодженого ячменю на якість пивного сусла

З метою заміни частини солоду ярим або озимим ячменем сусло готували по класичній технології для світлих сортів пива (настійним методом) без використання ферментних препаратів.

Для приготування затору використовували воду, підігріту до такої температури, щоб початкова температура при змішуванні води з солодом була 40 °С. У заторний стакан набирали половину розрахункової кількості води, а потім – одночасно подрібнений солод і залишок води після перемішування. Затір витримували 30 хв при температурі 40 °С. При перемішуванні його підігрівали до 52 °С зі швидкістю 1 °С за хвилину й для ефективної дії пептидаз при цій температурі робили паузу на 20 хв. Далі масу підігрівали до 63 °С (мальтозна пауза), витримували 30 хв, потім – до 72 °С і витримували до кінцевого оцукрювання, що визначали за йодною пробою. Оцукрений затір нагрівали до 76-77 °С і фільтрували.

Солод замінювали на озимий і ярий ячмінь від 5 до 30 %. Такі самі досліди проводили одновідварним способом, але покращення якісних показників сусла не відбулося, тому подальші досліди проводили настійним способом.

Як видно з табл. 3.4 і 3.5 всі показники: екстрактивність, аміний азот, редукуючі речовини, більші при використанні ярого ячменю у порівнянні з контролем.

Таблиця 3.4 - Фізико-хімічні показники сусла з використанням ярого ячменю

Показники % несолодженої сировини	Екстрактивність, %		Аміний азот мг, на		Редукуючі речовини г, на		К-ть, см <sup>3</sup> р-ну NaOH 1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	Колір, 0,1 н р-ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> сусла	рН
	ПСР	СР	100 см <sup>3</sup> сусла	100 г екстракту	100 см <sup>3</sup> сусла	100 г екстракту			
контроль	80,05	84,40	32,25	344,9	8,00	85,6	1,00	0,23	6,00
5	78,96	83,62	29,4	317,9	7,87	85,1	1,20	0,22	5,89
10	78,76	83,70	29,12	315,9	7,69	83,4	1,20	0,21	5,82
15	78,32	83,58	28,8	314,2	7,69	83,6	1,10	0,20	5,85
20	77,88	83,44	28,0	307,22	7,69	84,4	1,04	0,20	5,85
25	77,40	83,25	24,0	264,85	7,65	84,4	0,98	0,20	5,82
30	76,70	82,20	22,0	244,9	7,50	83,5	0,98	0,19	5,82

При заміні солоду ярим ячменем показник екстрактивності падає при збільшенні його кількості і змінюється у діапазоні від 78,96 % до 76,7 %. Амінний азот при використанні 5 % ячменю зменшується порівняно з контролем на 3,2 мг, а при заміні 30 % на 10,25 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Редукуючі речовини при використанні 5 % ячменю зменшується порівняно з контролем на 0,13 мг, а при заміні 30 % на 0,5 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Кислотність відчутно не змінюється і дорівнює 1-0,98 см<sup>3</sup> р-ну NaOH на 100 см<sup>3</sup> сусла.

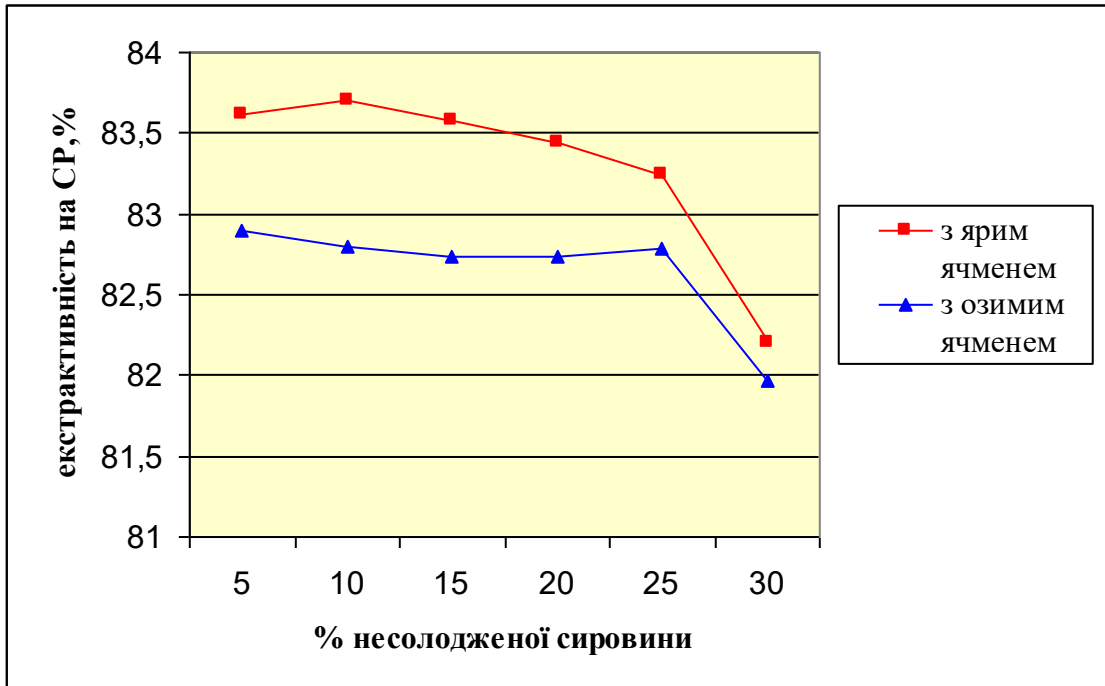
При заміні солоду озимим ячменем показник екстрактивності падає при збільшенні його кількості і змінюється у діапазоні від 78,25 % до 75,84 % на повітряно- суху речовину. Амінний азот при використанні 5 % ячменю зменшується порівняно з контролем на 7,05 мг, а при заміні 30 % на 16,15 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Редукуючі речовини при використанні 5 % ячменю зменшується порівняно з контролем на 0,22 мг, а при заміні 30 % на 0,35 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Кислотність змінюється у межах 1,04-0,98 см<sup>3</sup> р-ну NaOH на 100 см<sup>3</sup> сусла.

**Таблиця 3.5 - Фізико-хімічні показники сусла з використанням озимого ячменю**

Показники % несо- лоджен- ної сировини	Екстрактивні сть, %		Амінний азот мг, на		Редукуючі речовини г, на		К- ть, см <sup>3</sup> р-ну NaOH 1 моль/д м <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	Колір, 0,1 н р- ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> сусла	рН
	ПСР	СР	100 см <sup>3</sup> сусла	100 г екстрак- ту	100 см <sup>3</sup> су- сла	100 г екстр- акту			
контроль	80,05	84,40	32,25	344,9	8,00	85,6	1,00	0,23	6,00
5	78,25	82,90	25,2	274,9	7,78	84,9	1,04	0,20	5,87
10	77,57	82,80	24,5	268,4	7,7	84,4	1,04	0,20	5,82
15	77,49	82,74	21,7	239,13	7,69	84,7	1,02	0,20	5,85
20	77,18	82,70	18,2	201,42	7,69	85,1	1,00	0,20	5,85
25	76,98	82,80	16,8	186,46	7,68	85,2	0,98	0,19	5,82
30	75,84	81,97	16,1	181,3	7,65	86,1	0,98	0,19	5,85

Розглянемо показники пивного сусла, які представлені на рис 3.1-3.4. Важливий показник екстрактивності для досліджуваних зразків. Інтервал значень на суху речовину склав 83,62-82,2 ( для сусла з ярим ячменем) і 82,9-81,97 (для сусла з озимим ячменем). Показник екстрактивності падає з додаванням більшої кількості ячменю, але знаходиться в межах норми.

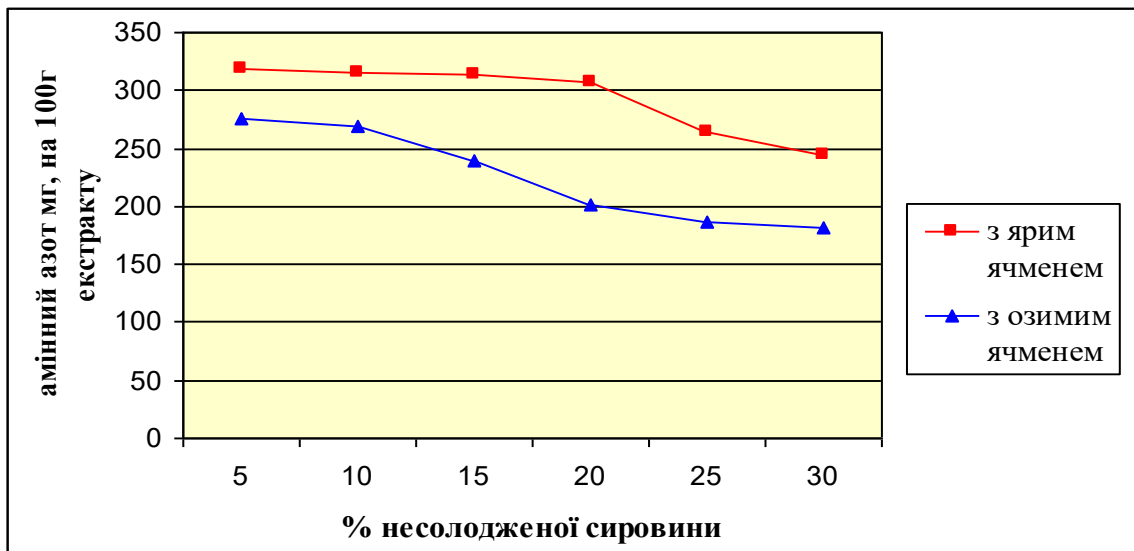
На рис. 3.1 зображена залежність екстрактивності на суху речовину (у %) від кількості ячменю.



**Рис. 3.1 - Залежність екстрактивності від вмісту ярого і озимого ячменю**

Амінний азот входить в аміногрупи амінокислот і пептидів. Він є джерелом азотного живлення для пивних дріжджів. В даному випадку показник амінного азоту також зменшується з додаванням несолодженої сировини, але для обох зразків знаходиться в межах норми.

На рисунку 3.2 зображена залежність амінного азоту від кількості несолодженого ячменю.



**Рис. 3.2- Залежність вмісту амінного азоту в суслі від вмісту ярого і озимого ячменю**

Результати досліджень свідчать про пропорціональну залежність зміни редуруючих речовин з підвищенням вмісту ячменю в суслі, але для обох зразків показники достатньо близькі (рис 3.3).



**Рис. 3.3 - Залежність вмісту редукуючих речовин в суслі від вмісту ярого і озимого ячменю**

По показнику кольору всі приготовлені зразки відповідають світлому суслу, тільки для зразків 5 і 6 (25 % і 30 % озимого ячменю), показник менший і становить  $0,19 \text{ см}^3 0,1\text{н } I_2 \text{ на } 100 \text{ см}^3 \text{ суслу}$ .

На рисунку 3.4 зображена залежність кольору від кількості несолодженого ячменю.



**Рис. 3.4 - Залежність кольору суслу від вмісту ярого і озимого ячменю**

Кількість несолодженого матеріалу залежить від ферментативної активності солоду. З літературних джерел відомо, що максимальною кількістю є 15 %. Так як досліджуваний ячмінний солод належить до добрерозчинного, то можемо рекомендувати, як видно з попередніх таблиць, використовувати несолодженого ячменю у кількості до 20 %. При використанні більше 20 % необхідно застосовувати ферментний препарат.

Отримане сусло було поставлено на бродіння і доброджування. Попередньо проводилося охмелення суслу гранульованим хмелем, який задавали

у три прийоми: 80 % через 15 хв після початку кипіння сусла; 15 % за 30 хв і 5 % за 5 хв до закінчення кип'ятіння. Після охмелення і кип'ятіння сусло фільтрували.

Для ферментації сусла дріжджі були взяті на заводі ПрАТ «Оболонь». Дріжджі задавали у кількості 1 см<sup>3</sup> дріжджів на 100 см<sup>3</sup> сусла. Бродіння проводилося при температурі 14-15 °С, у лабораторії. Доброджування проводилося у холодильнику при температурі 4 °С.

У готовому пиві звільненому від діоксиду вуглецю визначали такі показники: видимий ступінь зброджування, дійсний ступінь зброджування, вміст спирту, видима екстрактивність.

**Таблиця 3.6 - Фізико-хімічні показники пива з використанням ярого ячменю**

показник % несолод женої сировини	Видима екстрактив ність, %	Спирт по об'єму, %	Видимий ступінь зброджуван ня, %	Дійсний ступінь зброджуван ня, %
Контроль	3,0	4,3	80,3	69,9
5	3,0	4,0	73,9	65,2
10	3,0	3,9	73,9	65,2
15	3,2	3,9	72,2	64,3
20	3,5	3,9	69,5	60,8
25	3,5	3,8	69,5	60,8
30	4,0	3,8	65,2	57,4

Як бачимо з табл. 3.6, по показнику видимої екстрактивності спостерігається зменшення в межах 3,0-4,0 %. Значення дійсного ступеня зброджування найвище в пиві з масовою часткою ячменю, яка рівна 5 % і складає 65,2 %, для інших варіантів цей показник в своїх значеннях змінюється від 65,2-57,4 %. Значення видимого ступеня зброджування найвище в пиві з масовою часткою ячменю, яка рівна 5 % і складає 73,9 %, для інших варіантів цей показник в своїх значеннях змінюється від 73,9-65,2 %.

Результати досліджень свідчать про пропорціональну залежність зміни спирту зі збільшенням вмісту ячменю, і змінюються в межах 4,0-3,8 %.

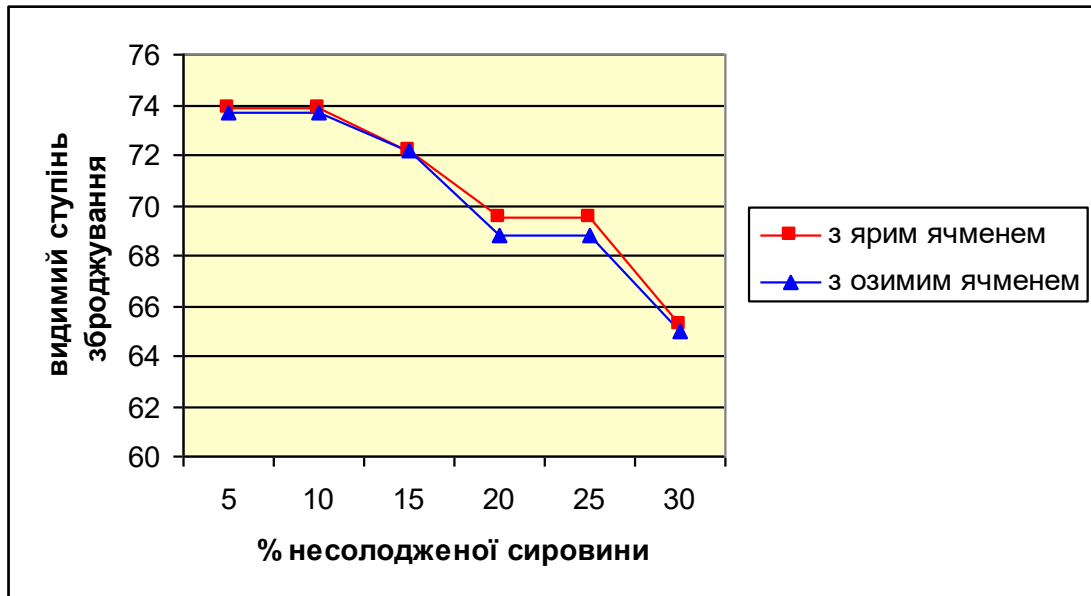


Рис 3.5 – Залежність видимого ступеня збродження від кількості ярого і озимого ячменю

В табл. 3.7 наведені фізико-хімічні показники пива з використанням озимого ячменю.

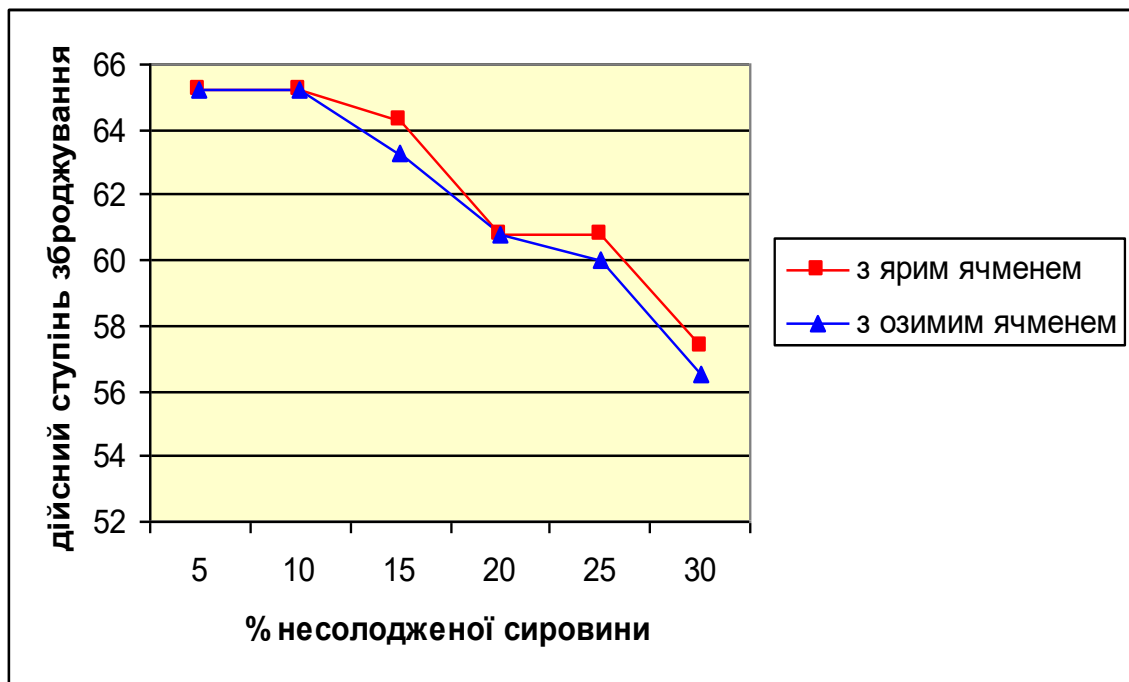
Таблиця 3.7 - Фізико-хімічні показники пива з використанням озимого ячменю

показник % несолодженої сировини	Видима екстрактивність, %	Спирт об'єму, %	Видимий ступінь збродження, %	Дійсний ступінь збродження, %
Контроль	3,0	4,3	80,3	69,9
5	3,0	4,0	73,9	65,2
10	3,0	3,9	73,9	65,2
15	3,2	3,9	72,2	63,3
20	3,8	3,8	68,8	60,8
25	3,8	3,8	68,8	60,0
30	4,2	3,8	65,0	56,5

По показнику видимої екстрактивності спостерігається зменшення в межах 3,0-4,2 %. Значення дійсного ступеня збродження найвище в пиві з масовою часткою ячменю, яка рівна 5 % і складає 65,2 %, для інших варіантів цей показник в своїх значеннях змінюється від 65,2-56,5 %. Значення видимого ступеня збродження найвище в пиві з масовою часткою ячменю, яка рівна 5 % і складає 73,9 %, для інших варіантів цей показник в своїх значеннях змінюється від 73,9-65,0 %.

Результати досліджень свідчать про пропорціональну залежність зміни спирту зі збільшенням вмісту ячменю, і змінюються в межах 4,0-3,8 %.

На рис. 3.6 наведена залежність дійсного ступеня зброджування від кількості ярого і озимого ячменю



*Рис 3.6 – Залежність дійсного ступеня зброджування від кількості ярого і озимого ячменю*

Порівнюючи фізико-хімічні показники готового пива можна сказати, що для обох зразків вони майже однакові.

Внаслідок отриманих даних по якості готового пива за такими показниками як видима екстрактивність, дійсний ступінь зброджування, видимий ступінь зброджування та вміст спирту можна також зробити висновок, що солод можна замінювати на ярий і озимий ячмінь у кількості 20 % (але не більше 25 %) без використання ферментних препаратів.

### **3.3 Підбір кількості ферментного препарату Термамил при затиранні**

Підбір кількості ферментного препарату здійснювався при заміні частини солоду на 25 % ячменю. У дослідженні використовували ферментний препарат Церемікс плюс у кількості 0,7 кг на 1 т ячменю, а також ферментний препарат Термамил, у кількості 0,4 кг, 0,5 кг, 0,6 кг, 0,7 кг на 1 т ячменю.

Отримані результати досліджень наведені у табл. 3.8 і 3.9

**Таблиця 3.8 - Фізико-хімічні показники сусла з використанням ярого ячменю**

Показники % несо- лодже- ної сировини	Екстрактивні сть, %		Амінний азот мг, на		Редукуючі речовини г, на		К- ть, см <sup>3</sup> р-ну NaOH 1 моль/д м <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	Колір, 0,1 н р- ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> сусла	рН
	ПСР	СР	100 см <sup>3</sup> сусла	100 г екстрак ту	100 см <sup>3</sup> сус ла	100 г екстр акту			
контроль	77,40	83,25	24,0	264,85	7,65	84,4	0,98	0,20	5,82
1	77,71	83,60	23,5	259,34	7,7	84,9	0,98	0,19	5,82
2	77,71	83,60	25,25	278,65	7,72	85,2	1,00	0,19	5,82
3	78,40	84,33	25,2	278,09	7,75	85,5	0,98	0,19	5,85
4	78,16	85,76	23,1	254,9	7,73	85,5	0,98	0,19	5,85

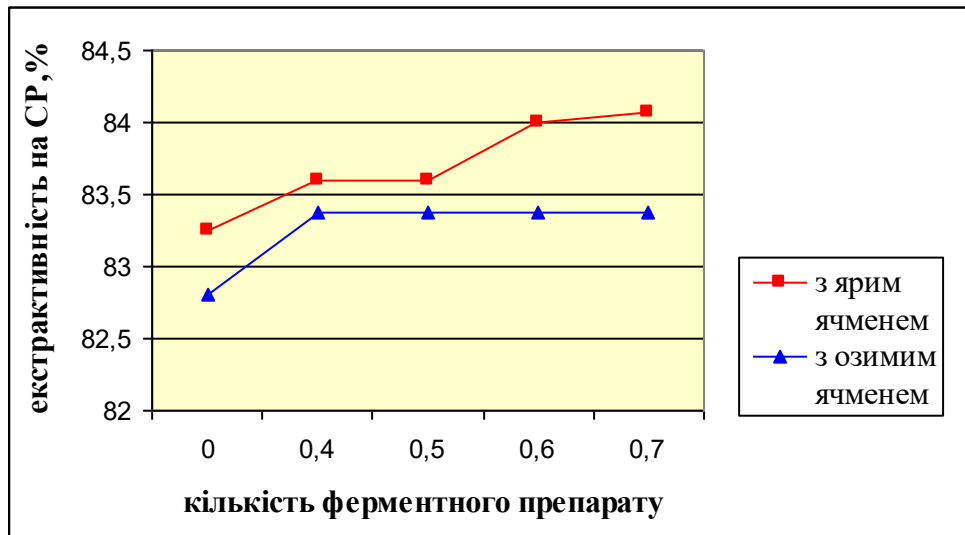
**Таблиця 3.9 - Фізико-хімічні показники сусла з використанням озимого ячменю**

Показники % несо- лодже- ної сировини	Екстрактивні сть, %		Амінний азот мг, на		Редукуючі речовини г, на		К- ть, см <sup>3</sup> р-ну NaOH 1 моль/д м <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	Колір, 0,1 н р- ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> сусла	рН
	ПСР	СР	100 см <sup>3</sup> сусла	100 г екстрак ту	100 см <sup>3</sup> сус ла	100 г екстр акту			
контроль	76,98	82,80	16,8	186,46	7,68	85,20	0,98	0,19	5,82
1	77,47	83,37	20,1	223,08	7,70	85,46	0,98	0,19	5,84
2	77,47	83,37	22,2	246,4	7,73	85,79	0,98	0,19	5,84
3	77,47	83,38	22,3	247,5	7,75	86,01	0,98	0,19	5,85
4	77,22	83,38	22,3	247,5	7,76	86,12	0,98	0,19	5,85

Як видно з наведених табл. 3.8 і 3.9, показники екстрактивності, амінний азот, редукуючі речовини змінюються з додаванням різної кількості Термамілу, а показники колір, кислотність, рН, значно не змінюються. Детальніше показники розглянемо на рис 3.7-3.9.

На рис. 3.7 зображена залежність екстрактивності на суху речовину (у %) від кількості ячменю.

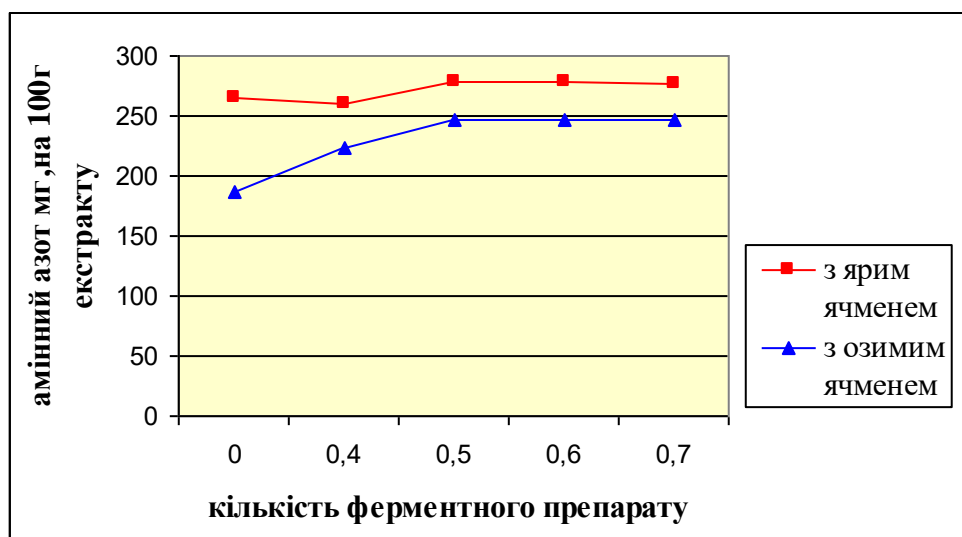
Як видно з рисунка для сусла з ярим ячменем екстрактивність на суху речовину змінюється у межах 83,60-84,07 %. Найвищий пік екстрактивності припадає на зразок №3. Також і для сусла з озимим ячменем екстрактивність на суху речовину змінюється у межах 83,37-83,38 %. Найвищий пік екстрактивності припадає на зразок №3.



**Рис. 3.7 - Залежність екстрактивності на СР від к-ті ферментного препарату**

Результати досліджень свідчать про пропорційну залежність зміни амінного азоту зі збільшенням кількості ферментного препарату. Показник аміний азот для зразків пива № 2,3 близький, для зразка №4 він менший. Так показник змінюється від 259,34-254,9 мг на 100 г екстракту для сусла з ярим ячменем і змінюється від 332,96-360,70 мг на 100 г екстракту для сусла з озимим ячменем. Найкращий показник показали зразки №3 для сусла із заміною ярого і озимого ячменю.

На рис. 3.8 зображена залежність амінного азоту від кількості ферментного препарату.



**Рис. 3.8 - Залежність амінного азоту від кількості ферментного препарату**

Кількість редукуючих речовин збільшується із збільшенням кількості ферментного препарату. Показник змінюється в межах 84,9-85,5 мг на 100 г

екстракту для сусла із заміною ярим ячменем і 85,46-86,12 мг на 100 г екстракту для сусла із заміною озимим ячменем.

На рис. 3.9 зображена залежність редукуючих речовин від кількості ферментного препарату.

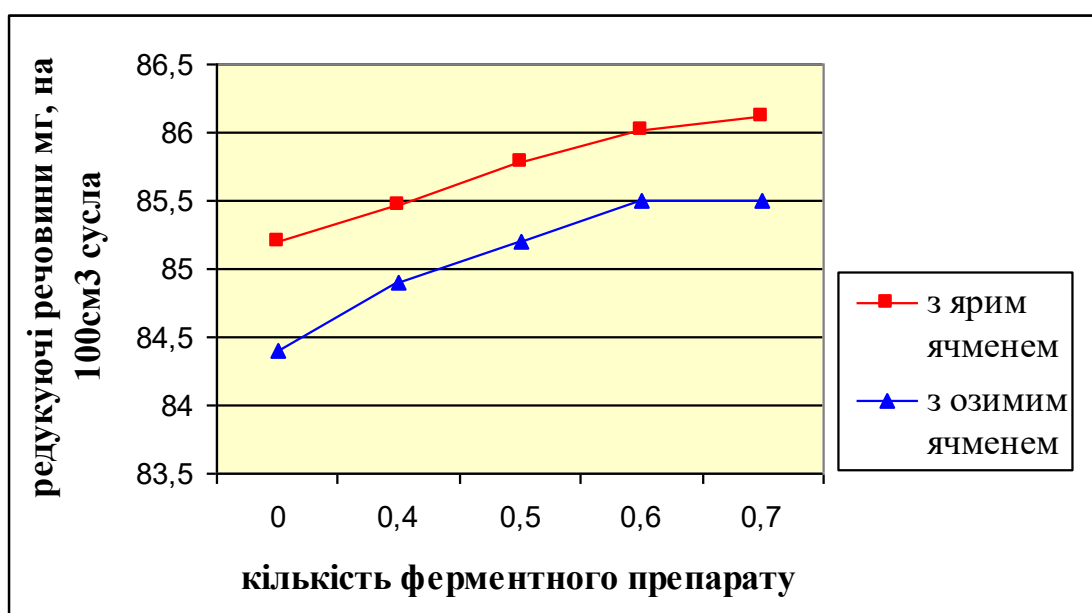


Рис. 3.9 - Залежність редукуючих речовин від кількості ферментного препарату

Таким чином, аналіз отриманих даних дозволяє рекомендувати використовувати дозу ферментного препарату у кількості 0,6 кг на 1 т ячменю. Це оптимальна кількість при якій показники екстрактивності, аміний азот, кількість редукуючих речовин мають найкращі показники.

### 3.4 Вплив кількості жита на якість пивного сусла

Відомо, що в останній час використовують ячмінь, рис, рідше кукурудзу. Зовсім мало інформації про використання жита в якості несолодженої сировини.

Готували сусло настійним способом додаючи жито у кількості від 2-10 %, так як більша частина може ускладнити фільтрування сусла через значну кількість некрохмальних полісахаридів. В межах даної роботи було проведено дослідження можливості заміни частини ячмінного солоду на жито.

Отримані результати досліджень наведені у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 - Фізико-хімічні показники сусла з використанням жита

Показники % несо- лодже- ної сировини	Екстрактивні сть, %		Амінний азот мг, на		Редукуючі речовини г, на		К- ть, см <sup>3</sup> р-ну NaOH 1 моль/д м <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	Колір, 0,1 н р- ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> сусла	рН
	ПСП	СП	100 см <sup>3</sup> сусла	100 г екстрак ту	100 см <sup>3</sup> су- ла	100 г екстр акту			
контроль	80,05	84,40	32,25	344,9	8,00	85,6	1,00	0,23	6,00
2	79,19	83,40	24,64	265,80	7,95	85,6	1,0	0,3	5,82
4	78,68	82,90	24,22	262,70	7,86	85,3	1,0	0,3	5,82
6	78,23	82,60	23,80	259,60	7,69	83,9	0,9	0,3	5,81
10	77,80	82,40	23,10	253,45	7,61	83,4	0,9	0,3	5,81

Як видно з табл. 3.10 всі показники: екстрактивність, амінний азот, редукуючі речовини, падають зі збільшенням кількості жита. При заміні солоду житом показник екстрактивності на повітряно-суху речовину падає при збільшенні його кількості і змінюється у діапазоні від 78,96 % до 76,7 %. При заміні солоду житом показник екстрактивності на суху речовину падає при збільшенні його кількості і змінюється у діапазоні 83,40 % до 82,40 %. Амінний азот при використанні 2 % жита зменшується порівняно з контролем на 7,6 мг, а при заміні 10 % на 9,15 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Редукуючі речовини при використанні 2 % ячменя зменшується порівняно з контролем на 0,05 мг, а при заміні 10 % на 0,39 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Кислотність відчутно не змінюється і дорівнює 1,0-0,9 см<sup>3</sup> р-ну NaOH на 100 см<sup>3</sup> сусла.

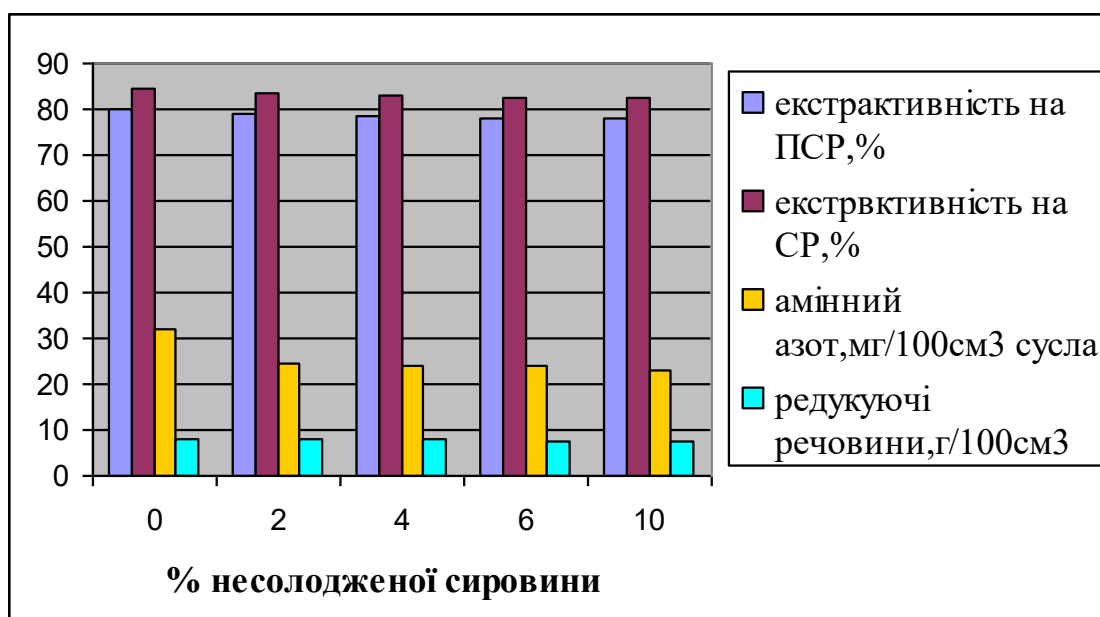


Рис 3.10 - Фізико-хімічні показники сусла з використанням жита

У виробництві пива є небезпечною велика кількість  $\beta$ -глюкану в порівнянні з іншими вуглеводами, він має іншу будову і при розділенні може ускладнити процес, може виникнути збільшення в'язкості, при перекачуванні готового сусла. Тому використання більше 10 % може призвести до небажаних наслідків. Відомо, що при виробництві пива гідроліз некрохмальних поліцукрів потрібно проводити так, щоб не накопичувалася велика кількість продуктів їх гідролізу. Гумі речовини надають повноту смаку, але в смаку може переважати хлібний смак і аромат, так як відомо, що у житі порівняно з іншими культурами підвищена кількість амінокислот: лізину, ізолейцину, а це призведе до підвищення вмісту барвних речовин (це небажано при виробництві світлих сортів пива).

Таким чином, аналіз отриманих даних дозволяє рекомендувати в цілях економії сировини використовувати жито, у кількості 10 % без використання ферментних препаратів.

### 3.5 Висновки до розділу 3

- Аналіз отриманих результатів свідчить про можливість заміни солоду на 20 % ярого і озимого ячменю, при цьому якісні показники сусла зменшуються, але залишаються в межах норми.
- При заміні солоду у кількості 20 % ярим ячменем якісні показники сусла: екстрактивність, аміний азот, редукуючі речовини дещо вищі, ніж при заміні 20 % озимим ячменем.
- При заміні 20 % озимим ячменем якісні показники сусла гірші, але залишаються в межах норми.
- Для досліджень був обраний настійний спосіб затирання, так як відварний спосіб затирання не привів до покращення фізико-хімічних показників.
- При заміні солоду на 25 % ячменю при використанні ферментних препаратів Термамілу і Цереміксу, спостерігали значне підвищення якісних показників сусла
- За результатами досліджень була підібрана оптимальна доза ферментного препарату Термаміл у кількості 0,6 кг на 1 т ячменю.
- Оптимальна доза заміни солоду на жито (без використання ферментних препаратів) – 10 %.

## 4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

При оптимізації досліджень впливу кількості доданої несолодженої сировини на приготування пивного сусла було складено модель, на яку діють вхідні та вихідні параметри [6].



**Рис. 4.1 – Параметрична модель залежності екстрактивності пивного сусла від кількості несолодженої сировини**

Математична модель має вигляд рівняння регресії, для оцінки якого застосовували наступні критерії:

- критерій Кохрена;
- критерій Стьюдента;
- критерій Фішера.

**Вибір змінної стану.** В якості змінної стану вибрано екстрактивність пивного сусла.

**Вибір факторів (параметрів).** На екстрактивність пивного сусла впливають наступні показники:

Вхідні:

- кількість ячмінного солоду;
- кількість ярого ячменю.

Вихідні:

- екстрактивність (на СР) пивного сусла.

**Попередній експеримент.** Було проведено декілька дослідів двох факторного експерименту.

$$C_{\text{екстр., на СР}} = f(C_{\text{к-ть ячм. сол.}}, C_{\text{к-ть яр. ячм.}}) \quad (4.1)$$

$C_{\text{екстр., на СР}}$  – екстрактивність сусла (на СР);

$C_{\text{к-ть ячм. сол.}} = 70-95$  – кількість ячмінного солоду;

$C_{\text{к-ть яр. ячм.}} = 5-30$  – кількість ярого ячменю.

**Складання математичної моделі**

Вибираємо вид поліноміальної функції:

$$Y = f(X_1, X_2) \quad (4.2)$$

де  $Y$  – екстрактивність сусла;  $X_1$  – кількість ячмінного солоду;  $X_2$  – кількість ярого ячменю.

**Постановка задачі оптимізації.** Знайти оптимальну кількість ярого ячменю, при якій спостерігається найкраща екстрактивність сусла. Математично це можна виразити у вигляді отримання математичної моделі:

$$Y = b_0 + b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2 + b_{12} \times X_1 \times X_2 \quad (4.3)$$

де  $Y$  – екстрактивність сусла;  $X_1$  – кількість ячмінного солоду;  $X_2$  – кількість ярого ячменю;  $b_0, b_1, b_2, b_{12}$  – коефіцієнти рівняння математичної моделі.

**Вибір нульових рівнів.** Пропонується центр плану помістити в точку з координатами:

$$X_1 = 82,5 \%;$$

$$X_2 = 17,5 \%.$$

**Вибір інтервалів варіювання факторів.** Для реалізації цього етапу планування експерименту у факторному просторі вибирається область проведення експерименту з наступними інтервалами варіювання відносно нульових рівнів:

$$\Delta X_1 = 12,5;$$

$$\Delta X_2 = 12,5.$$

Методом планування вибрано повний факторний експеримент (ПФЕ), виду  $N = 2^2 = 4$

Проводились паралельні досліди ( $y_1, y_2$ )

Складаємо матрицю рівнів варіювання (табл. 4.1).

*Таблиця 4.1 – Матриця рівнів варіювання*

Найменування рівнів варіювання	Позначення	Кількість ячмінного солоду, %	Кількість ярого ячменю, %
		$C_{\text{к-ть ячм. сол.}} (X_1)$	$C_{\text{к-ть яр. ячм.}} (X_2)$
Верхній	+	95	30
Середній	0	82,5	17,5
Нижній	-	70	5
Крок	$\Delta$	12,5	12,5

Нормалізуємо рівняння (4.3), яке буде мати вигляд:

$$Y = b_0 + b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2 + b_{12} \times X_1 \times X_2 \quad (4.4)$$

Складаємо матрицю плану (табл. 4.2)

*Таблиця 4.2 - Матриця планування*

$N_0$ $n/n$	$z_0$	$z_1$	$z_2$	$z_1 \cdot z_2$	$y_1$	$y_2$	$\tilde{y}$	$S^2_{одн}$
1	+	+	+	+	84,27	84,53	84,4	0,0338
2	+	+	-	-	83,39	83,85	83,62	0,1058
3	+	-	+	-	83,33	83,55	83,44	0,0242
4	+	-	-	+	82,03	82,37	82,2	0,0578

**Дисперсія вибіркова** – дисперсія, обчислена за даними вибірки.

**Перевіряємо однорідність дисперсій:**

а) розраховуємо дисперсію паралельних дослідів для кожного рядка матриці плану, за рівнянням:

$$S_{\text{одн}i}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{m=2} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m-1} \quad (4.5)$$

де  $m$  – кількість паралельних дослідів,  $m=2$ ;

$i$  – поточний номер паралельного досліду,  $i = 1,2$ ;

$y_i$  – експериментальні значення вихідного параметру за результатами  $i$ -го

паралельного досліду;

$\bar{y}_i$  – середня значення вихідного параметру за результатами паралельних дослідів.

$$S_{\text{одн}1}^2 = \frac{(84,27 - 84,4)^2 + (84,53 - 84,4)^2}{2 - 1} = 0,0338$$

$$S_{\text{одн}2}^2 = \frac{(83,39 - 83,62)^2 + (83,85 - 83,62)^2}{2 - 1} = 0,1058$$

$$S_{\text{одн}3}^2 = \frac{(83,33 - 83,44)^2 + (83,55 - 83,44)^2}{2 - 1} = 0,0242$$

$$S_{\text{одн}4}^2 = \frac{(82,03 - 82,2)^2 + (82,37 - 82,2)^2}{2 - 1} = 0,0578$$

Визначаємо найбільше значення  $S_{\text{одн.max}}^2$  з усіх розрахованих:

$$S_{\text{одн.max}}^2 = S_{\text{одн}2}^2 = 0,1058$$

Розраховуємо суму розрахованих дисперсій:

$$\sum_{i=1}^N S_{\text{одн}i}^2 = 0,2216$$

$G$  – критерій, або критерій Кохрена використовують для визначення однорідності дисперсій певних статистичних характеристик, коли число ступенів свободи є однаковим для двох дисперсій, а кількість дисперсій більша двох та одна з них значно перевищує інші.

Розрахунковий критерій Кохрена дорівнює відношенню максимальної дисперсії до суми всіх дисперсій. Цей критерій базується на  $G$ -розподілі. Для розрахованих ступенів свободи та вибраного рівня значущості вибирають табличний  $G_m$  і порівнюють з розрахунковим  $G_p$ .

Якщо  $G_p < G_m$ , то всі вибіркві дисперсії є однорідними.

**Розраховуємо критерій Кохрена:**

$$G_p = \frac{S_{\text{одн.max}}^2}{\sum_{i=1} S_{\text{одн}i}^2} \quad (4.6)$$

де  $S_{\text{одн.max}}^2$  – найбільша рядкова дисперсія (в рядках плану дослідів);

$$G_p = \frac{0,1058}{0,2216} = 0,4774$$

д) вибираємо табличне значення критерія Кохрена  $G_m$  для значень ступенів вільності  $f_1 = m - 1 = 3 - 1 = 2$  та  $f_2 = N = 4$  та для рівня значущості  $\alpha = 0,05$ .

$$G_m = f_1, f_2 = 0,9065;$$

е) перевіряємо виконання умови:

$$G_p < G_m, \text{ а саме: } G_p = 0,4774 < G_m = 0,9065$$

є) робимо висновок, що дисперсії вважають однорідними, а значення вихідної величини є відтворюваним.

**Дисперсія відтворюваності** – дисперсія, що характеризує відтворюваність експерименту; обчислюється як середнє арифметичне вибіркової дисперсії результатів паралельних (дублюючих) дослідів, якщо зазначені дисперсії однорідні.

**Розраховуємо загальну похибку дослідів** (всього експерименту), а саме, середнє арифметичне значення дисперсій  $S_{\text{від}}^2$  в  $N=4$  точках факторного простору:

$$S_{\text{від}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_{\text{одн}i}^2}{N} \quad (4.7)$$

$$S_{\text{від}}^2 = \frac{0,2216}{4} = 0,0554$$

**Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії**

$$B_i = \frac{\sum_{i=1}^N z_{xi} \cdot \bar{y}_i}{N} \quad (4.8)$$

$$B_0 = \frac{84,4 \cdot (+1) + 83,62 \cdot (+1) + 83,44 \cdot (+1) + 82,2 \cdot (+1)}{4} = 83,415$$

$$B_1 = \frac{84,4 \cdot (+1) + 83,62 \cdot (+1) + 83,44 \cdot (-1) + 82,2 \cdot (-1)}{4} = 0,595$$

$$B_2 = \frac{84,4 \cdot (+1) + 83,62 \cdot (-1) + 83,44 \cdot (+1) + 82,2 \cdot (-1)}{4} = 0,505$$

$$B_{12} = \frac{84,4 \cdot (+1) + 83,62 \cdot (-1) + 83,44 \cdot (-1) + 82,2 \cdot (+1)}{4} = -0,115$$

**Перевірка на значущість коефіцієнтів регресії:**

Критерій Стюдента характеризує відношення максимальної дисперсії до суми всіх дисперсій по паралельних дослідах; застосовується для перевірки однорідності вибіркової дисперсії результатів паралельних дослідів.

Коефіцієнт Стьюдента:

$$S_k = \sqrt{S_k^2} \quad (4.9)$$

$$S_k^2 = \frac{S_{\text{ВідГ}}^2}{N} \quad (4.10)$$

$$S_k^2 = \frac{0,0554}{4} = 0,014$$

$$S_k = \sqrt{0,014} = 0,118$$

$$t_{b0} = \frac{|83,415|}{0,118} = 708,793$$

$$t_{b1} = \frac{|0,595|}{0,118} = 5,056$$

$$t_{b2} = \frac{|0,505|}{0,118} = 4,291$$

$$t_{b12} = \frac{|-0,115|}{0,118} = 0,977$$

Знаходимо табличне значення коефіцієнта Стьюдента –  $t_r=2,78$  ( $\alpha=0,05$ ;  $f=4$ ).

Потім перевіряємо умову значущості кожного з коефіцієнтів регресії, а саме  $t_{bk}>t_r$ , якщо ця умова не виконується – то коефіцієнт є незначущим і ним можна знехтувати.

Записуємо в остаточному вигляді отримане рівняння регресії:

$$\hat{Y} = 83,415 + 0,595 \cdot X_1 + 0,505 \cdot X_2$$

### **Перевірка рівняння регресії на адекватність**

Адекватність рівняння регресії – відповідність рівняння регресії дослідним даним. Зазвичай, відповідність оцінюють у межах помилки відтворюваності.

**Перевіряємо адекватність отриманого рівняння регресії на адекватність дійсному процесу:**

$$F_p = \frac{S_{\text{ад}}^2}{S_{\text{Від}}^2} \quad (4.11)$$

$$S_{\text{ад}}^2 = S_{\text{зал}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\tilde{y}_i - \hat{Y}_i)^2}{N-1} \quad (4.12)$$

$$\hat{Y}_1 = 83,415 \cdot (+1) + 0,595 \cdot (+1) + 0,505 \cdot (+1) = 84,515;$$

$$\hat{Y}_2 = 83,415 \cdot (+1) + 0,595 \cdot (+1) + 0,505 \cdot (-1) = 83,505;$$

$$\hat{Y}_3 = 83,415 \cdot (+1) + 0,595 \cdot (-1) + 0,505 \cdot (+1) = 83,325;$$

$$\hat{Y}_4 = 83,415 \cdot (+1) + 0,595 \cdot (-1) + 0,505 \cdot (-1) = 82,315.$$

$$S_{ад}^2 = \frac{2}{4} \cdot \left[ (84,515 - 84,4)^2 + (83,505 - 83,62)^2 + (83,325 - 83,44)^2 + (82,315 - 82,2)^2 \right] = 0,0133$$

Розрахунковий критерій Фішера:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{від}^2} = \frac{0,0133}{0,0554} = 0,2403.$$

За таблицями, для степенів свободи  $f_1 = N - 1 = 4 - 2 = 2$  для чисельника та  $f_2 = N \cdot (m - 1) = 4 \cdot (2 - 1) = 4$  для знаменника, та для рівня значущості  $\alpha = 0,05$ , вибираємо значення критерія Фішера.

Якщо  $F_p < F_T$  то рівняння адекватне.

Табличне значення критерію Фішера  $F_T = 6,94$ .

$F_p < F_T$ , тому рівняння регресії вважається адекватним.

Перейдемо від безрозмірних (кодованих) значень факторів до їх натуральних значень:

$$X_1 = \frac{C_{к-ть ячм. сол.} - 82,5}{12,5}$$

$$X_2 = \frac{C_{к-ть яр. ячм.} - 17,5}{12,5}$$

$$\begin{aligned} C_{екстр., на СР} &= 83,415 + 0,595 \cdot \left( \frac{C_{к-ть ячм. сол.} - 82,5}{12,5} \right) + 0,505 \cdot \left( \frac{C_{к-ть яр. ячм.} - 17,5}{12,5} \right) = \\ &= 78,781 + 0,0476 \cdot C_{к-ть ячм. сол.} + 0,0404 \cdot C_{к-ть яр. ячм.} \end{aligned}$$

**Отримане рівняння регресії:**

$$C_{екстр., на СР} = 78,781 + 0,0476 \cdot C_{к-ть ячм. сол.} + 0,0404 \cdot C_{к-ть яр. ячм.}$$

Тепер, підставляючи в отриману математичну модель значення заданих вхідних параметрів та отримуємо математичні розрахунки екстрактивності пивного сула, %:

$$C_{екст.1} = 78,781 + 0,0476 \cdot 70 + 0,0404 \cdot 5 = 82,315 \%;$$

$$C_{екст.2} = 78,781 + 0,0476 \cdot 95 + 0,0404 \cdot 30 = 84,515 \%;$$

$$C_{екст.3} = 78,781 + 0,0476 \cdot 70 + 0,0404 \cdot 30 = 83,325 \%;$$

$$C_{екст.1} = 78,781 + 0,0476 \cdot 95 + 0,0404 \cdot 5 = 83,505 \%.$$

Розраховуємо загальну похибку експерименту:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^N \left| \hat{M}_i - \bar{y}_i \right|}{N} \quad (4.13)$$

Похибка окремо взятого дослідю становить:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= \frac{|84,4 - 82,315|}{84,4} = 0,0247 \% ; \\ \Delta_2 &= \frac{|83,62 - 84,515|}{83,62} = 0,0107 \% ; \\ \Delta_3 &= \frac{|83,44 - 83,325|}{83,44} = 0,0014 \% ; \\ \Delta_4 &= \frac{|82,2 - 83,505|}{82,2} = 0,0159 \% . \end{aligned}$$

Загальна похибка експерименту:

$$\Delta = 0,0527 \% .$$

Таким чином, отримане рівняння регресії можна використовувати для пошуку умов отримання оптимальної екстрактивності пивного сусла.

## 5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

На сучасному етапі розвитку пивоварного виробництва виникає питання про вирішення задач по зменшенні собівартості пива, за рахунок зменшення затрат на сировину та допоміжні матеріали і впровадження нових прогресивних технологій.

Підвищення частки несолодженої сировини зменшує дефіцит солоду, складає умови для підвищення якості та знижує собівартість пива на 5-7 %.

Отримані результати досліджень було використано для розрахунку основних економічних показників.

*Таблиця 5.1 – Склад сировини та допоміжних матеріалів для виробництва пива*

Сировина	Контроль	5 % ярого	10 % озимого
Солод ячмінний світлий, %	100	95	90
Ячмінь ярий, %	-	5	-
Ячмінь озимий, %	-	-	10

Основні характеристики сировини, які потрібні для проведення розрахунків наведено в табл. 5.2.

*Таблиця 5.2 – Характеристика сировини*

Сировина	Вологість, %	E, %
Солод ячмінний світлий	4,2	80,05
Ячмінь ярий	12,55	79,8
Ячмінь озимий	12,84	76,6

Витрати сировини для отримання 1 дал пива з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 12% розраховують за формулою [28, 38]:

$$N = \frac{e \cdot d \cdot 96 \cdot 10}{(E_{cp} - B_{dp}) \cdot B_m}, \quad (1)$$

де  $e$  – масова частка сухої речовини у початковому суслі, %;

$d$  – відносна густина суслу (при СР 12 % становить 1,0484);

$E_{cp}$  – середньозважена екстрактивність зернопродуктів у перерахунку на ПСР, %;

$B_{dp}$  – втрати екстракту в дробині (2,2 %);

$B_r$  – вихід готового пива (для СР 12% становить 87%).

Для 12%-го пива екстрактивність зернопродуктів, у перерахунку на суху речовину становитиме [38]:

$$E_{ncp} = \frac{E \cdot (100 - W)}{100}, \quad (2)$$

де  $E$  – екстрактивність, %;

$W$  – вологість сировини.

Для світлого солоду:

$$E_{\text{пср.с.}} = \frac{80,05 \cdot (100 - 4,2)}{100} = 76,69 \%$$

Для ярого ячменю:

$$E_{\text{пср.яр.}} = \frac{79,8 \cdot (100 - 12,55)}{100} = 69,78 \%$$

Для озимого ячменю:

$$E_{\text{пср.оз.}} = \frac{76,6 \cdot (100 - 12,84)}{100} = 66,76 \%$$

Для приготування 12%-го пива за рецептурою контрольного зразка потрібно 100% світлого ячмінного солоду, отже за середньозважену екстрактивність приймаємо екстрактивність солоду 76,5%.

Для приготування 12%-го пива за рецептурою зразка із заміною 5 % потрібно 95 % світлого ячмінного солоду та 5 % ярого ячменю. Середньозважена екстрактивність для зразка становить [38]:

$$E_{\text{ср.}} = \sum (E \cdot n) \quad (3)$$

де  $n$  – частка зернопродуктів.

$$E_{\text{ср.}} = 0,95 \cdot 76,5 + 0,05 \cdot 79,8 = 76,665 \%$$

Для приготування 12%-го пива за рецептурою зразка із заміною 10 % потрібно 90 % світлого ячмінного солоду та 10 % озимого ячменю. Середньозважена екстрактивність для зразка становить:

$$E_{\text{ср.}} = 0,9 \cdot 76,5 + 0,1 \cdot 76,6 = 76,51 \%$$

За такого складу сировини нормою витрат з пивною дробиною 2,2 %, відносної густини суслу 1,0484 кг/дм<sup>3</sup> за даної концентрації 12 % норма витрат на 1 дал пива буде становити:

Для контролю:

$$N = \frac{12 \cdot 1,0484 \cdot 96 \cdot 10}{(76,5 - 2,2) \cdot 87} = 1,87 \text{ кг/дал}$$

Для 5 % ярого ячменю:

$$N = \frac{12 \cdot 1,0484 \cdot 96 \cdot 10}{(76,665 - 2,2) \cdot 87} = 1,86 \text{ кг/дал}$$

Для 10 % озимого ячменю:

$$N = \frac{12 \cdot 1,0484 \cdot 96 \cdot 10}{(76,51 - 2,2) \cdot 87} = 1,87 \text{ кг/дал}$$

Витрати конкретного зернопродукту, кг [28, 38]:

$$N_n = N \cdot n \quad (4)$$

Для контролю

Солод ячмінний світлий складає 1,87 кг/дал.

Для 5 % ярого ячменю

Солод ячмінний світлий:

$$N_c = 1,86 \cdot 0,95 = 1,767 \text{ кг}$$

Ярий ячмінь:

$$N_{\text{яр.}} = 1,86 \cdot 0,05 = 0,093 \text{ кг}$$

Для 10 % озимого ячменю

Солод ячмінний світлий:

$$N_c = 1,87 \cdot 0,9 = 1,683 \text{ кг}$$

Озимий ячмінь:

$$N_{\text{оз.}} = 1,87 \cdot 0,1 = 0,187 \text{ кг}$$

**Таблиця 5.3 – Вартість основної сировини для виробництва двох зразків пива**

Показник	Норма витрат на 1 дал готового пива	Ціна	Витрати, грн
<b>Контроль</b>			
Солод ячмінний світлий	1,87 кг	25 грн/кг	<b>46,75</b>
<b>5 % ярого ячменю</b>			
Солод ячмінний світлий	1,767 кг	25,0 грн/кг	44,18
Ярий ячмінь	0,093 кг	9,2 грн/кг	0,86
Разом			<b>45,04</b>
<b>10 % озимого ячменю</b>			
Солод ячмінний світлий	1,683 кг	25,0 грн/кг	42,1
Озимий ячмінь	0,187 кг	8,5 грн/кг	1,59
Разом	-	-	<b>43,69</b>

Згідно даних табл. 5.3 можна зробити висновок, що при застосуванні в рецептурі 95 % світлого ячмінного солоду та 5 % ярого ячменю можна досягти економії витрат на сировину на 3,79 % на 1 дал пива, а з застосуванням 90 % світлого ячмінного солоду та 10 % озимого ячменю – на 7 % на 1 дал пива.

Отже, застосування ярих і озимих сортів ячменю дозволяє не тільки покращити якісний склад суслу, а і знизити собівартість готового напою та розширити можливості використання несолодженої сировини в технології пива.

## **6 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **6.1 Закон України “Про охорону праці”**

Законодавство України про охорону праці являє собою систему взаємозв'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у галузі реалізації державної політики щодо правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Воно складається з Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Законодавство України про охорону здоров'я базується на Конституції України і складається з Основ цього закону та інших прийнятих відповідно до них актів законодавства, що регулюють суспільні відносини у галузі охорони здоров'я [33].

Даний закон визначає основні принципи охорони здоров'я, права та обов'язки громадян з приводу охорони здоров'я, основи організації охорони здоров'я, забезпечення здорових і безпечних умов життя, лікувально-профілактична допомога, забезпечення лікарськими і протезними засобами, охорона здоров'я матері та дитини, медико-санітарне забезпечення санітарно-курортної діяльності та відпочинку, медична експертиза, медична та фармацевтична діяльність, відповідальність за порушення законодавства.

### **6.2 Санітарні умови в лабораторії**

Безпека робіт в лабораторіях повинна забезпечуватись відповідно до вимог ГОСТ 12.3.00275, 12.1.008-76. ДСП №9.9.5.035.99, цих правил та інших чинних нормативних актів.

При виконанні робіт в лабораторії на працюючих можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори: хімічні (реактиви, дезінфекційні засоби), фізичні (підвищена температура, підвищений вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, гаряча вода та пара).

Рівні концентрацій шкідливих виробничих факторів повинні відповідати чинним санітарним нормам.

Проекти будівництва та реконструкції лабораторій повинні бути узгоджені з установами державного санітарно-епідеміологічного нагляду, затверджені керівником установи і відповідати вимогам цих правил.

Лабораторія повинна бути забезпечена водопроводом, каналізацією, електрикою, засобами зв'язку, вентиляцією, опаленням, газифікована [33].

### 6.3 Метеорологічні умови

Метеорологічні умови в лабораторії мають відповідати діючим стандартам. Роботи в лабораторії відносяться до категорії І б (легкі роботи) – ГОСТ 2.1.005-88), тому оптимальні і допустимі норми мікроклімату у приміщенні будуть такими (табл. 6.1)

Таблиця 6.1 — Норми мікроклімату у робочій зоні приміщення лабораторії

Період	Температура повітря, °С			Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Оптимальна	Допустима		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
		верхня межа	нижня межа				
Холодний	21...23	24...25	20...17	40...60	75	0,1	Не більше 0,2
Теплий	22...24	28...30	21...19	40...60	60	0,2	0,1...0,3

### 6.4 Вентиляція

Завданням вентиляції є забезпечення чистоти повітря в заданих метеорологічних умовах на виробничих приміщеннях. Вентиляція досягається виведенням забрудненого або нагрітого повітря з приміщення і подачею до нього свіжого повітря. Лабораторія обладнана припливно-витяжною вентиляцією. Також в лабораторії для періодичного провітрювання можливе використання природної вентиляції, яка утворюється за рахунок відкритих вікон та дверей [33].

Визначаємо кількість газів, пилу або пару, яка виділяється з апаратури в приміщення цеху за годину за формулою:

$$W = \frac{(\rho - \rho_0) V_{\text{ап}} \cdot \eta \cdot K \cdot \rho}{100 \cdot \rho_0 \cdot \tau}, \text{ кг/год},$$

де  $\rho$  - робочий тиск в апараті, н/м<sup>2</sup>;

$\rho_0$  -  $1 \times 10^5$  н/м<sup>2</sup> – тиск в приміщенні ;

$V_{\text{ап}}$  – об'єм всієї апаратури і трубопроводів в цеху, м<sup>3</sup>;

$K_3$  – коефіцієнт запасу;

$\rho$  - щільність пару, пилу, газів, які витікають з апаратури, кг/м<sup>3</sup>.

Інтенсивність повітрообміну із умов асиміляції шкідливостей, які витікають з апаратури:

$$L = \frac{W \cdot 10^6}{K_{\text{ААЕ}} - \hat{E}_0} \text{ м}^3/\text{год}$$

Кратність повітрообміну вираховується за формулою:

$$N = \frac{L}{V_n}$$

## 6.5 Освітлення

У лабораторії використовують природне і штучне освітлення.

Для робочого освітлення в лабораторії використовують світильники типу ЛСП з люмінесцентними лампами.

Освітленість лабораторії повинна бути достатньою, рівномірною без різкої тіні, не осліплювати працюючого, постійною у часі.

Таблиця 6.2— Норми освітленості на робочому місці

Приміщення	Штучне освітлення $E_{\text{норм}}$ , лк	Природне освітлення КПО, (e),%	
		При верхньому комбінованому освітленні	При бічному освітленні
Аналітична лабораторія	400	4	2

## 6.6 Вимоги безпеки при виконанні робіт в лабораторії

1. Кожен працівник лабораторії повинен мати закріплене за ним робоче місце.

2. Перед початком роботи слід одягти спецодяг, який зберігається в індивідуальних шафах, окремо від верхнього одягу. Тип захисного костюма і частота його зміни визначаються в залежності від характеру роботи.

3. В спецодязі забороняється знаходитись за межами лабораторних приміщень (адміністративні, побутові приміщення, тощо).

4. При роботі зі скляними приладами необхідно:

- захищати руки рушником при зборі скляних приладів або з'єднанні окремих частин їх за допомогою каучуку або гуми;
- при розламуванні скляних трубок притримувати лівою рукою трубку біля надпилу;
- при закриванні колби, пробірки або іншої тонкостінної посудини пробкою, тримати посудину за верхню частину шийки ближче до місця, куди повинна бути вставлена пробка, захищаючи руку рушником;
- оплавляти і змочувати водою кінці трубок і паличок до одягання каучуку;
- при плавленні кінців трубок і паличок користуватися тримачами [34].

При можливості скляний посуд і скляні частини замінюють пластиковими.

5. Нагріту посудину не можна закривати притертою пробкою поки вона не охолоне.

6. Нагріваючи рідину в пробірці або інших посудинах їх тримають спеціальними утримувачами так, щоб отвір був спрямований від себе і працюючих поруч.

7. При перенесенні посудин із гарячою рідиною користуються рушником, посудину при цьому тримають обома руками: однією за дно, а другою за горловину.

8. Великі хімічні склянки з рідиною піднімають тільки двома руками так, щоб відігнуті краї стакана спиралися на вказівні пальці.

9. При закупорюванні пробками посудин із реактивами враховують їх властивості. Гумові пробки сильно набухають під дією деяких реактивів (спирт, бензол, ацетон, ефір), а під дією галогенів (бром, йод) втрачають еластичність. Такі реактиви краще закупорювати скляними притертими пробками. Луг не можна закупорювати притертою пробкою, тому що карбонати, що утворюються між пробкою і горлом, щільно заклинюють пробку.

10. При переливанні рідин (крім тих, що містять біологічний матеріал) користуються лійкою.

11. При змішуванні (розведенні) речовин, що супроводжуються виділенням тепла, користуються термостійким хімічним посудом.

12. Нагрівання сильнодіючих отруйних речовин проводять тільки в круглодонних колбах і не на відкритому вогні [33].

13. При роботі з кислотами та лугами виконують такі заходи безпеки:

- всю роботу з концентрованими кислотами та лугами проводять у витяжній шафі, користуючись при цьому окулярами, гумовими рукавичками та фартухом;
- концентровану кислоту відбирають із посудини тільки за допомогою спеціальної піпетки з грушею або сифоном;
- при приготуванні розчинів кислот, спочатку в посудину наливають необхідну кількість води, а потім помалу додають кислоту. Забороняється додавати воду в кислоту;
- при приготуванні розчинів лугів наважку лугу опускають у велику широкогорлу посудину, заливають необхідною кількістю води і старанно перемішують. Шматки лугу варто брати тільки щипцями. Щоб запобігти розігріванню розчину, при приготуванні розчинів лугів, посуд попередньо поміщають у водяну баню:
- розбивання великих шматків їдкого лугу на дрібні роблять користуючись захисними фартухом і рукавичками, у спеціально відведеному місці, при цьому розбиті шматки накривають бельтингом або іншим матеріалом;
- концентровані кислоти і луги виливають у раковину після попередньої їх нейтралізації;
- бутлі з кислотами, лугами й іншими їдкими речовинами переносять удвох у спеціальних ящиках (кошиках) або перевозять на спеціальному візку попередньо перевіривши цілісність тари;
- при кип'ятінні кислотних і лужних розчинів не можна щільно закривати посуд (пробірки і колби) пробкою до повного їх охолодження.

- при митті посуду хромовою сумішшю запобігають попаданню її на шкіру, одяг, взуття.

14. При роботі з легкозаймистими речовинами (ефір, бензин, бензол, ацетон, спирт і ін.) дотримуються таких вимог:

- усі роботи проводяться у витяжній шафі при включеній вентиляції, вимкнутих газових пальниках і нагрівальних електроприладах відкритого типу;
- нагрівання легкозаймистих речовин проводять у витяжній шафі на піщаній або водяній бані з закритим електронагрівом.

Категорично забороняється:

- доручати проведення робіт із вогненебезпечними речовинами недосвідченому співробітнику;
- під час роботи в приміщенні запалювати сірники, палити, включати прилади, при роботі яких може виникнути іскра;

Після закінчення роботи із шкідливими речовинами необхідно:

- привести в порядок робоче місце;
- залишки шкідливих речовин здати на зберігання;
- старанно вимити руки з милом, рот прополоскати водою [33].

## 6.7 Вимоги до апаратури, меблів та обладнання

Лабораторія повинна мати обладнання та засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), що необхідні для проведення досліджень. На кожному одиницю обладнання, що використовується, має бути паспорт підприємства виробника розроблена, затверджена керівником установи та вивішена на робочому місці інструкція з експлуатації, з урахування вимог біологічної безпеки.

Обладнання та ЗВТ повинні відповідати вимогам нормативних документів на методи досліджень, що проводить лабораторія і утримуватися в умовах, що забезпечують їх зберігання, захист від пошкоджень та передчасного зношування.

Апаратуру, меблі та обладнання розміщують таким чином, щоб забезпечити найбільшу зручність у роботі, простоту використання, чищення, знезараження, контролю і найменші затрати часу на переходи.

Лабораторні меблі повинні бути з пластиковим покриттям або пофарбовані олійною (емалевою) фарбою світлих тонів. Лабораторні стільці повинні мати гігієнічне покриття, що добре миється. Внутрішні та зовнішні поверхні меблів повинні бути гладкими, без щілин та пазів, що утруднюють обробку знезаражуючими речовинами [33, 34].

Робочі поверхні столів повинні бути із водонепроникного, кислото-лужностійкого, незгораючого матеріалу, який не псується від обробки вогнем .

## 6.8 Електробезпека

Усі електроприлади повинні знаходитися під постійним наглядом електротехнічного персоналу.

Електрообладнання і електроприлади при напрузі більше 42V, а також те, що може виявитися під напругою, повинно бути надійно заземлено і до нього має бути вільний доступ.

На підлозі перед кожним електроприладом повинен бути гумовий килимок.

Електроплитки та інші нагрівальні прилади встановлюють на підставках з теплоізоляційного матеріалу.

Біля кожного електроприладу, повинна бути інструкція з експлуатації з коротким описом приладу [33].

Перед використанням електроприладів ретельно перевіряють їх справність. Про усі виявлені дефекти ізоляції електроприводів, несправність апаратів, штепсельних вилок, розеток, заземлення, засобів захисту, тощо негайно повідомляють адміністрацію.

При припиненні подачі електроенергії, пошкодженні заземлення або ізоляції електропроводів, появі іскор та вогню між проводами або в електроприладах їх негайно відключають від електромережі.

Залишаючи приміщення лабораторії, необхідно переконатися, що всі електроприлади відключені від електромережі.

Заходи з попередження виникнення зарядів статичної електрики здійснюються відповідно з правилами захисту від статичної електрики.

Персонал повинен бути попереджений про небезпеку наступних явищ:

- мокрі або вологі поверхні біля електрообладнання;
- довгий незакріплений електричний шнур, неякісна (порушена) ізоляція кабелів,
- перевантаження електроланцюга при застосуванні трійників;
- обладнання, яке іскрить, поряд з легкозаймистими рідинами та парами;
- несправне обладнання, що включено.

З метою попередження електротравм забороняється:

- порушувати правила користування та працювати з несправними електричними приладами;
- торкатися руками або металевими предметами до корпусів електрообладнання і оголених проводів;
- зберігати біля електроприладів одяг та легкозаймисті матеріали, захищати підходи до електричних приладів;
- переносити включені прилади та залишати їх без нагляду;
- гасити пожежу в електроприладах водою, хімічними пінними вогнегасниками;
- працювати поблизу відкритих струмопровідних частин електроприладів, у вологих приміщеннях з електроприладами напругою вище 42 V [34].

## **6.9 Пожежна безпека**

Пожежна безпека забезпечується проведенням організаційних, технічних та інших заходів відповідно до правил пожежної безпеки в Україні.

Приміщення лабораторій повинні бути забезпечені автоматичною пожежною сигналізацією, вогнегасниками, які розташовують в добре доступних

місцях. Бокс забезпечують вогнегасником та азбестовою або вовняною ковдрою [33].

Отже, можна зробити наступні висновки до розділу:

Служба охорони праці в лабораторії вирішує такі завдання :

- забезпечує безпеку виробничих процесів, обладнання, приміщень;
- забезпечує працюючих засобами індивідуального та колективного захисту;
- здійснює професійну підготовку і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, вести пропаганду безпечних методів праці;
- проведення інструктажів з охорони праці;
- забезпечує оптимальні режими праці і відпочинку працюючих;
- вимагає професійного добору виконавців для певних видів робіт.

Для покращення умов праці були прийняті такі заходи:

- встановлення санітарно-побутових приміщень;
- для захисту працюючих від підвищеної температури обрано припливно - витяжну вентиляцію (до індивідуальних засобів захисту прийнято спецодяг);
- для покращення освітлення прийнято люмінесцентні лампи;

Внаслідок прийнятих пропозицій, щодо покращення охорони праці на підприємстві та усунення виробничих несприятливих факторів покращилися умови праці і безпека праці [33, 34].

## 7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

### 7.1 Характеристика систем енергопостачання на ПрАТ «Оболонь»

*Водопостачання* – ПрАТ "Оболонь" здійснюється відповідно до технічного проекту, затвердженого 28.08.76 р., зі свердловинного водозабору, що обслуговує пивзавод і підприємства промислового вузла.

Водозабірні споруди питної води розміщені на 4-х майданчиках. На двох з них № 4 та № 5 по дві свердловини, на майданчиках №2, №3 - по три свердловини.

На майданчику водопровідних споруд (майданчик № 5) розміщуються споруди питного і технічного водопроводів: дві водозабірних свердловини, два резервуари питної води об'ємом 2000 м<sup>3</sup> кожний, один резервуар технічної води об'ємом 6000 м<sup>3</sup>, насосна станція II-го підйому, в машинному залі якої встановлюються насоси питної та технічної води, хлораторної обеззаражування води.

В даний час діють 12 свердловин. З них 10 питної якості і 2 технічної.

Із свердловин питна вода подається в резервуари питної води насосної станції II-го підйому, звідки першою групою насосів питної води, встановлених в машинному залі станції II-підйому по об'єднаній кільцевій мережі питного і протипожежного водопроводів передається підприємствам промвузла. Безпосередньо на пивзавод "Оболонь" три вводи, на кожному з яких встановлені камери з водомірними вузлами.

Технічна вода від двох свердловин, розміщених на майданчику № 5, подається в резервуар технічної води, розташований на території насосної станції II-підйому. Другою групою насосів технічної води вода подається по тупиковій мережі підприємствам промвузла.

Технічна вода надходить на заводський майданчик одним вводом, на якому встановлено водомір і витрачається на полив території і підживлення системи обертового водопостачання.

Обертова система використовується з метою економії води для охолодження машин, апаратів. Підживлення її технічною водою в літній час, питною - в зимовий. Облік ведеться по продуктивності насоса.

*Теплопостачання* – ПрАТ "Оболонь" здійснюється від котельні промвузла у вигляді технологічної пари та гарячої води на опалення та від власної котельні "Оболонь" у вигляді технологічної пари.

Із зовнішньої тепломережі пара поступає з тиском  $P = 9 \text{ кгс/см}^2 + 2 \text{ кгс/см}^2$  і  $T = 179\text{C} + 11\text{C}$ .

З підземної магістралі існує два заводських вводи: один - діаметром 250 мм на теплову вузлу № 1, другий - діаметром 100 мм на теплову вузлу № 4, який знаходиться в резерві. Всього на заводі 4 теплову вузли.

З ТП № 1 після редукування до 4 кгс/см<sup>2</sup> пар направляється в цех розливу пива в пляшки № 1, цех розливу пива в банки, цех розливу пива №2, цех розливу б/а напоїв. З ТП № 2 пар  $P = 3,5 \text{ кгс/см}^2$  подається із цехового колектору в варильний, бродильно-дріжджовий і лагерно-фільтраційний цехи, а також на баки гарячої води, встановлені в дробильному відділенні.

В приміщенні варильного відділення знаходиться розподільчий паровий колектор варильного цеху, з якого пара розподіляється по споживачах.

З загальнозаводського парового колектора на ділянці між ТП №1 і ТП №2 пар подається на потреби ХКЦ з  $P=2$  кгс/см<sup>2</sup>. З ТП №3 технологічний пар  $P=2,8$  кгс/см<sup>2</sup> від котельні промвузла подається в солодовий цех.

До цеху розливу мінеральних вод пара подається від котельні "Оболонь".

Збудовано власну котельню з котлами фірми Клейтон - 4 шт., потужністю 9,0 т/год кожний і вихідним тиском  $P=8$  кгс/см<sup>2</sup>. Від неї здійснюється теплопостачання підприємства паром на технологію та на приготування гарячої води  $T=65$  °С.

Джерелом для теплопостачання систем опалення та вентиляції будівель та споруд ПрАТ "Оболонь" залишається котельня заводу "Генератор".

Електропостачання - ПрАТ "Оболонь" здійснюється від РП-227, РП-229 Мінської і Оболонської РПС 35/10 кв на напрузі 10 кВ. На балансі заводу знаходиться 12 трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ з встановленою потужністю силових трансформаторів 21320 кВА.

*Холодопостачання.* Основним споживачем холоду на заводі є відділення головного бродіння, доброджування та дозрівання пива, форфасне відділення, склад хмелю та експедиція в літній період. Це приміщення охолоджується аміаком за допомогою калориферів. Для охолодження сусла через теплообмінники перед бродінням, тобто на всі технологічні потреби заводу використовується крижана вода.

Всі потреби заводу в холоді забезпечує аміачно-холодильна станція.

Основні частини компресорної машини: випарний компресор, конденсатор і регулюючий вентиль. Вони з'єднанні між собою послідовно трубопроводами і утворюють замкнуту систему.

Випарник у вигляді зміювика із труб слугує для кип'ятіння в ньому при низькій температурі холодильного агента за рахунок тепла, що відводиться з навколишнього середовища. Встановлено 12 випарників панельного типу УП для охолодження води.

Компресор призначений для стиснення парів холодильного агента (аміаку), що утворюється у випарнику за рахунок затрати для цього механічної роботи.

Конденсатор служить для перетворення стиснутих компресором парів холодильного агента в рідкий стан за рахунок відведення від них теплоти конденсації.

Регулюючий вентиль призначений для дроселювання рідкого холодильного агента, внаслідок чого тиск і температура падають. Потужність аміачно-холодильної станції - 6 млн.ккал/год. Подача рідкого аміаку на ЦКБА здійснюється за допомогою насосів.

## **7.2 Вимоги до систем енергопостачання у нормах проектування інженерно-технічних заходів цивільної оборони**

### **7.2.1 Вимоги до будівництва комунальних систем. Вимоги до систем водопостачання**

Нормальна робота багатьох підприємств залежить від безперервного постачання технічною та питною водою. Потреба промислових підприємств у воді висока. Так, витрата води на виробництво 1 т хімічних волокон близько 2000 м<sup>3</sup> [41].

Порушення постачання водою промислових об'єктів може привести до їх зупинення і викликати труднощі у рятувальних роботах у вогнищі ядерного ураження.

Для підвищення сталості постачання об'єкта водою необхідно, щоб система водопостачання базувалася не менше ніж на двох незалежних джерелах, одне з яких доцільно влаштувати підземним [41].

У містах та на об'єктах мережі водопостачання в усіх випадках повинні бути закільцьовані. Водогінне кільце об'єкта повинно живитися від двох різних міських магістралей. Крім того, у містах та безпосередньо на промислових підприємствах слід будувати герметизовані артезіанські свердловини. Нові споруджувані системи водопостачання слід жити, наскільки це можливо, від підземних джерел. Постачання об'єктів водою з відкритих водойм, річок, озер повинно здійснюватися системою головних споруд, розташованих на безпечній відстані [41].

Артезіанські свердловини, резервуари чистої води і шахтні колодязі повинні бути пристосовані для роздавання води у пересувну тару. Резервуари чистої води слід обладнувати герметичними люками і вентиляцією з очищенням повітря від пилу [3, 41].

При наявності в місті кількох самостійних водоскидів необхідно передбачати з'єднання їх перемичками з дотриманням санітарних правил. Під час будівництва нових водогонів існуючі повинні зберігатися як резервні.

Стійкість мереж водогону підвищується при заглибленні в ґрунт усіх ліній водогону і розміщенні пожежних гідрантів та вимикаючих пристроїв на території, яка не може бути завалена при зруйнуванні будівель, а також при облаштуванні перемичок, які дають можливість відключати пошкоджені лінії та споруди [41].

На підприємствах слід передбачати оборотне використання води для технічних цілей, що зменшує загальну потребу у воді, а отже, підвищує сталість водопостачання.

### **7.2.2 Вимоги до систем газопостачання**

На багатьох об'єктах господарювання газ використовується як паливо, а на хімічних підприємствах — і як вихідна сировина.

При зруйнуванні газових мереж газ може стати причиною вибуху, пожежі [37, 41].

Для більш надійного постачання газ повинен подаватися в місто і на промислові об'єкти по двох незалежних газопроводах [40].

Газорозподільні станції необхідно розташовувати за межами міста з різних боків. Газові мережі закріплюються і прокладаються під землею. На газовій мережі в певних місцях повинні бути установлені автоматичні відключаючі пристрої, які спрацьовують від надлишкового тиску ударної хвилі.

Крім того, на газопроводах слід установлювати запірну арматуру з дистанційним управлінням і крани, що автоматично перекидають подачу газу при розриві труб, що дозволяє відключати газові мережі певних ділянок і районів міста [40].

### **7.2.3 Вимоги до будівництва та експлуатації енергетичних об'єктів і систем**

Для забезпечення надійного електропостачання потрібно здійснювати його від енергосистем, до складу яких входять електростанції, що працюють на різних видах палива. Робочі знижуючі станції, диспетчерські пункти енергосистем та лінії електропередач необхідно розміщувати розсереджено, і вони повинні мати достатній ступінь захищеності [41].

При електропостачанні об'єкта від одного джерела повинно бути не менше двох введів з різних напрямків.

Трансформаторні підстанції необхідно надійно захищати, їх сталість повинна бути не нижче сталості самого об'єкта.

Електроенергію до ділянок виробництва слід підводити по незалежних електрокабелях, прокладених у землі. Система електропостачання повинна мати захист від впливу електромагнітного імпульсу (ЕМІ) ядерного вибуху чи природного явища.

Для підвищення сталості роботи енергетичних систем у надзвичайних ситуаціях необхідно створювати автономні резервні джерела електропостачання. Для цього можна використати пересувні електростанції на залізничних платформах та суднах [41].

У містах, розташованих на берегах морів та річок, необхідно створювати берегові пристрої для приймання електроенергії від суднових енергоустановок.

### **7.3 Шляхи і способи підвищення стійкості роботи об'єктів**

Підвищення стійкості системи енергопостачання досягається проведенням як загальноміських, так і об'єктових інженерно-технічних заходів. Створюються дублюючі джерела електроенергії, газу, води і пари шляхом прокладання декількох електро-, газо-, водо- і паропостачальних комунікацій та подальшого їх закріплення. Інженерні й енергетичні комунікації переносяться в підземні колектори, найбільш відповідальні пристрої (центральні диспетчерські розподільні пункти) розміщуються в підвальних приміщеннях будинків чи у спеціально побудованих міцних спорудах. Там, де прокладання комунікацій у траншеях чи тунелях неможливе, здійснюється закріплення трубопроводів до естакад, щоб уникнути їх зрушення чи скидання; самі естакади зміцнюються установкою розтяжок у місцях поворотів і розгалужень [41].

Для забезпечення проведення РІНР і якомога швидшого відновлення виробництва на випадок виходу з ладу основних джерел енергоживлення повинен бути створений резерв джерел електро- і водопостачання (пересувні електростанції і насосні агрегати з автономними двигунами).

Стійкість систем електропостачання об'єкта підвищують, підключаючи його до декількох джерел живлення, віддалених одне від одного на відстань, що виключає можливість їх одночасного ураження одним ядерним вибухом.

На об'єктах, що мають теплові електростанції, обладнують пристосування для роботи теплоелектроцентралі (ТЕЦ) на різних видах палива, уживають заходів щодо створення запасів твердого і рідкого палива, його укриття і посилення конструкцій сховищ горючих матеріалів.

У мережах електропостачання проводять заходи щодо переведення повітряних ліній електропередач на підземні [41].

Водопостачання об'єкта більш стійке і надійне, якщо він живиться від декількох систем чи від двох-трьох незалежних джерел, віддалених одне від одного на безпечну відстань. Гарантоване постачання водою забезпечується тільки від захищених джерел з автономними і також захищеними іншими джерелами енергії (наприклад, артезіанські і безнапірні свердловини, приєднані до загальної системи водопостачання об'єкта).

Для стійкого і надійного постачання підприємств газом необхідно передбачити його подачу в газові мережі об'єктів від газорегуляторних пунктів (газороздавальних станцій), а на випадок виходу з ладу останніх влаштовувати обвідні лінії — байпаси. При будівництві нових чи реконструкції старих газових мереж по можливості повинні створюватися закільцьовані системи. Усі вузли і лінії газопостачання бажано розміщувати під землею (заглиблення комунікацій значно зменшує імовірність їх ураження ударною хвилею ядерного вибуху й інших засобів нападу, а крім того, значно знижує можливість виникнення вторинних факторів ураження) [41].

З метою зменшення пожежної небезпеки (зниження можливості витікання газу) на газопроводах встановлюються автоматичні запірні і перемикаючі пристрої дистанційного керування, що дозволяють при розриві труб безпосередньо з диспетчерського пункту відключати мережі чи переключати потік газу.

Підвищення стійкості систем теплопостачання досягається захистом джерел тепла і заглибленням комунікацій у ґрунт. Якщо на об'єкті передбачається будівництво котельні, її доцільно розміщувати в спеціальній будівлі, яка стоїть окремо. Будинок котельні повинен мати полегшене перекриття і легке стінове заповнення [41].

Під час одержання об'єктом тепла від міської теплоцентралі проводять заходи по забезпеченню стійкості підвідних трубопроводів та наявних розподільних пристроїв. Теплову мережу будують, як правило, за кільцевою схемою. Труби системи прокладають у спеціальних каналах, запірні та регулюючі пристосування розміщують в оглядових колодязях і по можливості на території, яка не буде завалена у випадку руйнування [41].

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Сировина, яка найчастіше використовується для заміни солоду – ячмінь.
2. При заміні частини солоду на несолоджену сировину рекомендується використовувати настійний і одновідварний спосіб.
3. Для економії сировини, підвищення виходу екстракту, покращення процесу фільтрування, збільшення вмісту редукуючих речовин, покращення якості, можна використовувати ферментні препарати мікробіологічного походження.
4. Для економії сировини пропонується використовувати ярий або озимий ячмінь у кількості 20 %, без використання ферментних препаратів.
5. Оптимальна доза ферментного препарату Термаміл становить 0,6 кг на 1 т ячменю.
6. При заміні солоду на несолоджену сировину можна також використовувати жито (яке майже не змінює якісні показники пивного сусла), у кількості 10 % без використання ферментних препаратів.
7. При заміні частини світлого ячмінного солоду на ярі та озимі сорти ячменю можна спостерігати не тільки покращення якісних показників готового напою, а і зменшення собівартості пива за рахунок зниження вартості сировини.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреева О.В. Пути повышения эффективности пивоваренного производства. Пиво и жизнь. 2003. №2. С. 2-5.
2. Анисимов С.А. Повышение эффективности некоторых биотехнологических стадий производства пива. Биотехнология биологически активных веществ / под ред. И.М. Грачев, Л.А. Ивановой. Москва: Изд-во НПО «Элевар», 2006. С. 261-272.
3. Афанасьева Е.Д. Управление процессом санитарной обработки на пивоваренных предприятиях. Пиво и напитки. 2005. №1. С. 18–20.
4. Биотехнология биологически активных веществ / под ред. И.М. Грачевой, Л.А. Ивановой. Москва: Изд-во НПО «Элевар», 2006. С. 261-272.
5. Биткуайки К. Интенсификация процесса пивоварения с применением биокатализаторов и использования растительного сырья Руанды: автореферат дисс. канд. тех. наук: 05.18.07 «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ». Москва, 2000. 27 с.
6. Бодров В.С., Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г. Математико-статистичні методи досліджень: курс лекцій для магістрантів спеціальностей напряму 0917 «Харчова технологія та інженерія», напряму 0902 «Інженерна механіка» та напряму 0905 «Енергетика» денної та заочної форм навчання. Київ: НУХТ, 2008. 106 с.
7. Василюк І.М., Калашникова А.М. Химия и технология солода и пива. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУНиПТ. 2003.
8. Вертелов В.К., Созинова М.С, Селина И.В. Оптимизация технологического процесса затирания с использованием несоложеного сырья и ферментных препаратов. Пиво и напитки. 2008. №1. С. 24-25.
9. Влияние гемицеллюлаз на гидролиз некрохмальных полисахаридов / Иванова Е.Г., Киселева Л.В, Ленец Н.Г., Петрова Г.А. Пиво и напитки. 2002. №2. С.19–21.
10. Главарданов Р. Производство пива при замене солода ячменем. Пиво и напитки. 2007. №2. С. 52-56.
11. Главардинов Р. Ферменты микробиологического происхождения – улучшители фильтруемости сусле и пива. Пиво и напитки. 2004. №1. С. 32–34.
12. Главардинов Р., Паризек Л. Ячмень и кукуруза – сырье для производства пивного сусле. Пиво и напитки. 2001. №2. С. 46–48.
13. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ: ІНКОС, 2004. 426 с.
14. Домарецький В.А., Куц А.М., Шевченко О.Ю. Біологічні та фізико-хімічні основи харчових технологій. Київ: «Фенікс», 2011. 696 с.
15. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Вода питна. «Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 12.05.2010 р.]. Зареєстровано в міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747. (Нормативний документ Мінздраву України. Державні санітарні норми та правила).

16. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 1998. 11 с. (Національний стандарт України).
17. ДСТУ 3888: 2015. Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с. (Національний стандарт України).
18. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-1-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с. (Національний стандарт України).
19. Жеребцов Н.А., Корнеева О.С., Фараджева Е.Д. Ферменты: их роль в технологии пищевых продуктов: учеб. пособ. Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 1999. 120 с.
20. Ильина Е.В. Процессы и структурно-механические свойства пивного суслу. Пиво и напитки. 2006. №1. С. 32–34.
21. Карпенко Д.В., Гафаров А.А., Уваров Ю.А. Влияние параметров получения пивного суслу на его характеристики. Пиво и напитки. 2010. №4. С. 18-21.
22. Киселев И.В., Лодыгин А.Д., Перевышина Т.А. Применение овса как несоложеного материала при разработке новых сортов пива. Пиво и напитки. 2011. №2. С. 16-17.
23. Кобелев К.В., Ермолаева Г.А. Использование пшеницы в пивоварении. Пиво и напитки. 2001. №4. С. 28–29.
24. Кожухова А.В., Цугкиев Б.Г., Геворкянц Р.А. Использование овса в пивоварении. Пиво и напитки. 2007. №2. С. 16.
25. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.
26. Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. Санкт-Петербург: Профессия, 2003. 304 с.
27. Меледина Т.В., Дедегкаев А.Т., Балашов П.Е. Технология пивного суслу. Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. 224 с.
28. Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. / за ред. А.Є. Мелетьєва. Вінниця: Нова Книга, 2007. 392 с.
29. Методичні рекомендації до виконання магістерської роботи для здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, А.Є. Мелетьєв. Київ: НУХТ, 2015. 39 с. (№ 8448)
30. Моргунова Е.М., Титенкова Н.И., Каминская И.И. Технология новых сортов пива диетического назначения. Пиво и напитки. 2007. №2. С. 28–30.
31. Нарцис Л. Пивоварение. В 2 т. Т. 1. Технология солодоращения. Санкт-Петербург: Профессия, 2007. 584 с.
32. Нарцис Л. Пивоварение. В 2 т. Т. 2. Технология приготовления суслу. Москва: НПО «Элевар», 2003. 368 с.
33. Основы охраны праці: підручник. / М.П. Купчик та ін. // за ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка. Київ: Основа, 2000. 416 с.

34. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях [електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту, магістерської роботи для здобувачів спеціальності 7.05170112, 8.05170112 «Технології харчування» денної та заочної форм навчання / уклад. В.С. Гуць, О.А. Коваль. Київ: НУХТ, 2014. 67 с. ( № 5517)
35. Перспективные сорта озимой ржи для переработки на солод / Лаптева Н.К., Кедрова Л.И., Сафина Н.З., Шамова М.Г. Пиво и напитки. 2008. №3. С. 20.
36. Петрова Н.А., Иванченко О.Б. Нетрадиционное низкоглютенное сырье в технологиях специальных сортов пива. Пиво и напитки. 2008. №6. С. 38-41.
37. Стеблюк М.І. Цивільна оборона: підручник. Київ: Знання, 2006. 487с.
38. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / А.Є. Мелетьєв та ін. ; під ред. А.Є. Мелетьєва. Київ: НУХТ, 2007. 256 с.
39. Українець А.І., Сімахіна Г.О. Технологія оздоровчих харчових продуктів: курс лекцій. Київ: НУХТ, 2009. 310с.
40. Цивільна оборона [електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту з цивільної оборони для студентів всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / уклад. О.В. Хіврич, В.А. Заєць. Київ : НУХТ, 2009. 17 с. ( № 219-08А – 22.10.19)
41. Шоботов В. М. Цивільна оборона: навч. посібник. Вид. 2-ге, перероб. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 438 с.
42. Annemüller G. Gärung und Reifung des Bieres. Berlin: VLB-Fachbücher, 2013. S. 872 (ISBN 978-3-921690-73-4).
43. Bamforth C-W. Beer: tap into the art and science of brewing. New York: Oxford University Press, 2003. 233 p. (ISBN 0-19-515479-7).
44. Good D.L. Development of a new rheological laboratory method for mash systems – its application in the characterization of grain modification levels. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2005. Vol. 63. P. 76–86.

## ДОДАТКИ

## **Додаток А. Робоча програма кваліфікаційної роботи**

Затверджено на засіданні  
кафедри біотехнології продуктів  
бродиння і виноробства НУХТ,  
протокол № 1  
від 27 серпня 2020 р.

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ А.М. Куц

### **РОБОЧА ПРОГРАМА** кваліфікаційної роботи на тему **«ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ»**

#### **ВСТУП**

#### **1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ (аналітичний огляд)**

##### 1.1 Основна зернова культура для виробництва пива - ячмінь

##### 1.1.1 Структура зерна ячменю.

##### 1.1.2 Хімічний склад зерна ячменю

##### 1.2 Інша несолоджена сировина для виробництва пива

##### 1.3 Характеристика способів затирання зернопродуктів

##### 1.3.1 Настійний та відварні способи затирання зернопродуктів

##### 1.3.2 Способи затирання солоду та несолодженої сировини із застосуванням ферментних препаратів

##### 1.4 Застосування ферментних препаратів та їхні основні властивості

##### 1.5 Висновки до розділу 1

##### 1.6 Мета і задачі досліджень

#### **2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ**

##### 2.1 Матеріали досліджень

##### 2.2 Методи досліджень

##### 2.2.1 Методи аналізу ячменю

##### 2.2.2 Методи аналізу солоду

##### 2.2.3 Методи аналізу пивного сусла та пива

#### **3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ (експериментальна частина)**

##### 3.1 Визначення складу основної сировини

##### 3.2 Вплив кількості несолодженого ячменю на якість пивного сусла

##### 3.3 Підбір кількості ферментного препарату Термаміл при затиранні

3.4 Вплив кількості жита на якість пивного суєла

3.5 Висновки до розділу 3

**4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

**5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ**

**6 ОХОРОНА ПРАЦІ**

**7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ**

**ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

**ДОДАТКИ**

**Здобувач**

**С.П. Орел**

**Керівник, доцент, к.т.н**

**Р.М. Мукоїд**

# CERTIFICATE

is awarded to

**Orel Svitlana**

for being an active participant in  
V International Scientific and Practical Conference

**“WORLD SCIENCE: PROBLEMS,  
PROSPECTS AND INNOVATIONS”**

24 Hours of Participation

**TORONTO**

27-29 January 2021

[sci-conf.com.ua](http://sci-conf.com.ua)



Додаток В. Матеріали V International scientific and practical conference, 27-29 January 2021. Toronto, Canada

**SCI-CONF.COM.UA**

**WORLD SCIENCE:  
PROBLEMS, PROSPECTS  
AND INNOVATIONS**



**ABSTRACTS OF V INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
JANUARY 27-29, 2021**

**TORONTO  
2021**

# **WORLD SCIENCE: PROBLEMS, PROSPECTS AND INNOVATIONS**

Abstracts of V International Scientific and Practical Conference

Toronto, Canada

27-29 January 2021

**Toronto, Canada**

**2021**

## UDC 001.1

The 5<sup>th</sup> International scientific and practical conference “World science: problems, prospects and innovations” (January 27-29, 2021) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2021. 1300 p.

**ISBN 978-1-4879-3793-5**

The recommended citation for this publication is:

*Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // World science: problems, prospects and innovations. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Toronto, Canada. 2021. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/v-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-world-science-problems-prospects-and-innovations-27-29-yanvaryaya-2021-goda-toronto-kanada-arhiv/>.*

**Editor**

**Komarytsky M.L.**

*Ph.D. in Economics, Associate Professor*

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

**e-mail:** [toronto@sci-conf.com.ua](mailto:toronto@sci-conf.com.ua)

**homepage:** <https://sci-conf.com.ua/>

©2021 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2021 Perfect Publishing ®

©2021 Authors of the articles

109.	<i>Левченко Н. В.</i> НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ СОЦІАЛЬНИХ ПРАЦІВНИКІВ ДО МОЛОДІЖНОЇ РОБОТИ.	746
110.	<i>Лісовий А. В.</i> ГЕРАЛЬДИЧНА СИСТЕМА США ЯК ПРИКЛАД МОЖЛИВОГО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМАТИКИ СИСТЕМНОСТІ МУНІЦИПАЛЬНОЇ ТА ДЕРЖАВНОЇ СИМВОЛІКИ УКРАЇНИ.	751
111.	<i>Лісова Н. І.</i> ТРИВЕКТОРНИЙ ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ШКОЛИ.	758
112.	<i>Макара М. І.</i> ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ.	764
113.	<i>Максимишин О. В., Астап`єва О. М., Старенький В. П., Максимишина Т. М.</i> АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ МОБІЛЬНОГО НАВЧАННЯ, ЯК СТРУКТУРИ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ І НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ВИШПВ.	769
114.	<i>Марущак О. В., Зузяк Т. П., Багрій Д. С., Свята М. В., Шевцова Л. О.</i> ФОРМУВАННЯ У МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЄКТНОЇ КУЛЬТУРИ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ДЕКОРАТИВНО- УЖИТКОВОГО МИСТЕЦТВА.	778
115.	<i>Малишко В. В.</i> ОСНОВНІ НАПРЯМИ ФІНАНСОВОЇ ПОЛІТИКИ В УКРАЇНІ.	788
116.	<i>Мелещенко О. К.</i> ЖУРНАЛІСТСЬКІ МІСТИФІКАЦІЇ МАРКА ТВЕНА.	798
117.	<i>Мельник С. С., Сасник С. М.</i> ДИСТАНЦІЙНА ОСВІТА: ЗА І ПРОТИ.	806
118.	<i>Москаленко М. П., Міронець Л. П., Вакал А. П., Торяник В. М.</i> ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЕКСКУРСІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ.	815
119.	<i>Мотрук Т. О., Вертель А. В.</i> РОЛЬ ПОРІВНЯЛЬНИХ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ Г. ГЕЛЛАПА ТА А. ВАЛЛОНА ДЛЯ ЕКСПЛІКАЦІЇ КОНЦЕПТУ «СТАДІЯ ДЗЕРКАЛА» В ПОСТ ПСИХОАНАЛІТИЧНІЙ МЕТОДОЛОГІЇ.	819
120.	<i>Мукоїд Р. М., Орел С. П., Пархоменко А. М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ.	824
121.	<i>Мустафін С. А.</i> ПОНЯТТЯ COVID-19 В АНГЛОМОВНОМУ МЕДІА-ДИСКУРСІ: У ВИМІРАХ МУЛЬТИМОДАЛЬНОСТІ ТА ІНТЕРМЕДІАЛЬНОСТІ.	834

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ

Мукоїд Роман Миколайович,

к.т.н., доцент

Орел Світлана Петрівна,

Пархоменко Анастасія Михайлівна

Магістри

Національний університет харчових технологій  
м. Київ, Україна

**Анотація:** Актуальним напрямком розвитку пивоварної галузі в теперішній час є створення нових оригінальних сортів пива. Одним із способів реалізації цього завдання можна вважати шлях створення широкої гами нових сортів пива за рахунок додавання нетрадиційної рослинної сировини, яка надає специфічних органолептичних та фізико-хімічних показників, впливає на харчову цінність пива.

Для одержання певних ароматичних, смакових, піноутворюючих і інших властивостей пива світове пивоваріння використовує крім солоду з ячменя ще солод з нетрадиційних видів зернової сировини – пшениці, рису, вівса, жита, проса, кукурудзи та інших злаків. Використання цих культур як несолодженого матеріалу дозволяє не тільки змінити смакові властивості хмільного напою, але й знизити собівартість пива. Крім того, є й інші позитивні сторони такої заміни рецептури, це – збільшення екстрактивності сусла за рахунок таких культур як пшениця, кукурудза, рис, вміст крохмалю у яких майже не поступається його кількості в ячмінному солоді; збільшення потужності варильного цеху; підвищення колоїдної та смакової стійкості пива, що дозволяє збільшити термін зберігання пива, а значить і термін на реалізацію.

Роботою передбачено удосконалення технології пивного сусла із використанням несолодженої сировини, а саме ячменю ярих та озимих сортів.

**Ключові слова:** пиво, сусло, несолоджена сировина, ячмінь, затирання, кип'ятіння.

Для приготування пива потрібно чотири види основної сировини: солод, вода, хміль і дріжджі. Якість цієї сировини має великий вплив на якість продукції, яка виробляється. Знання властивостей сировини, її вплив на спосіб приготування і на кінцеву продукцію, є основою для підготовки і переробки сировини, а також можливістю керувати технологічним процесом [1].

Часто використовують як несолоджені зернові продукти – кукурудзу, рис, ячмінь, пшеницю, жито.

Хміль надає пиву гіркуватий смак і впливає на його аромат. Від якості хмелю суттєво залежить якість пива.

У відсотковому співвідношенні найбільший об'єм серед всіх видів сировини займає вода, яка приймає участь в багатьох процесах приготування пива, впливає

на його характер і якість. Крім того вода безпосередньо приймає участь в багатьох процесах солодощення і пивоваріння.

Спиртове бродіння при приготуванні пива викликається життєдіяльністю дріжджів, які саме тому і потрібні. Одночасно дріжджі мають вплив на якість пива через побічні продукти бродіння [1].

Метою роботи було визначення можливості заміни частини солоду на озимий ячмінь і вплив його на якісні показники сусла, визначити вплив дози несолоджененого ярого і озимого ячменю на якість пивного сусла, підібрати кількість ярого і озимого ячменю при заміні солоду.

В табл. 1 наведена порівняльна характеристика фізико – хімічних показників ярого і озимого ячменю. Важлива характеристика для приготування високоякісного пива з гарним виходом напою – масова частка білкових речовин. Відомо, що оптимальний вміст білка для приготування високоякісного напою повинен бути в межах 9,5-11,0 %. Отримані дані свідчать, що цим потребам відповідає більше озимий ячмінь.

**Таблиця 1**

**Фізико-хімічні показники ячменю**

Показник	Ячмінь	
	ярий	озимий
Екстрактивність, % на ПСР	79,8	76,6
Масова частка вологи, %	12,55	12,84
Вміст білка, %	12,0	10,3
Вміст крохмалю,%	61,36	56

Не менш важливий показник в пивоварінні – крохмалистість зернових. Для досліджуваних зразків інтервал значень склав 61,36 % і 56 %. Масова частка крохмалю більша в ярому ячмені, ніж у озимого. Показник екстрактивності також більший у ярого ячменю на 3,2 %. Отже всі показники екстрактивності, крохмаль, білок, більші у ярого, але озимий ячмінь має показники, які не виходять за межі допустимих значень.

В пивоварінні ячмені поділяються на дві групи дворядний і шестирядний, які відрізняються один від одного багатьма показниками, які представляють для промисловості особливий інтерес, а саме: у дворядного ячменю крупні повні зерна з звичайно тонкою хвилястою оболонкою, тому в такому ячмені міститься порівняно багато цінних екстрактивних речовин і мало плівок, а це означає що менше дубильних і гірких речовин [2].

Всі зерна однакові, вміст екстракту порівняно високий. Дворядний ячмінь, як правило, яровий і об'єднує в собі всі переваги, важливі для приготування солоду і пива. У шестирядного ячменю зерна різних розмірів, і так як їм не вистачає місця для росту, то зерна бокових рядів – більш вузькі, а їх кінчики загнуті, що слугує відмінною ознакою шестирядних ячменів.

Урожайність у озимого ячменю складає в середньому 60 ц з гектара, і таким чином вона суттєво вище, чим у ярого (в середньому 40 ц з гектара), що пов'язано з більш коротким вегетативним періодом ярого ячменю [3].

Так як на даний час виникає проблема нестачі ярого ячменю, внаслідок зміни кліматичних умов та зменшення урожаю. Виникає питання де брати ячмінь? Тому метою роботи було дослідити можливість заміни солоду озимим ячменем, який має більший урожай і дешевший.

З метою заміни частини солоду ярим або озимим ячменем сусло готували по класичній технології для світлих сортів пива (настійним методом) без використання ферментних препаратів.

Для приготування затору використовували воду, підігріту до такої температури, щоб початкова температура при змішуванні води з солодом була 40 °С. У заторний стакан набирали половину розрахункової кількості води, а потім – одночасно подрібнений солод і залишок води після перемішування. Затір витримували 30 хв при температурі 40 °С. При перемішуванні його підігрівали до 52 °С зі швидкістю 1 °С за хвилину й для ефективної дії пептидаз при цій температурі робили паузу на 20 хв. Далі масу підігрівали до 63 °С (мальтозна пауза), витримували 30 хв, потім – до 72 °С і витримували до кінцевого оцукрювання, що визначали за йодною пробою. Оцукрений затір нагрівали до 76-77 °С і фільтрували.

Солод замінювали на озимий і ярий ячмінь від 5 до 30 %. Такі самі досліди проводили одновідварним способом, але покращення якісних показників сусла не відбулося, тому подальші досліди проводили настійним способом.

Як видно з табл. 2 і 3 всі показники: екстрактивність, аміний азот, редукуючі речовини, більші при використанні ярого ячменю у порівнянні з контролем.

**Таблиця 2**

**Фізико-хімічні показники сусла з використанням ярого ячменю**

Показники % несо- лодже- ної сировини	Екстрактивні сть, %		Аміний азот мг, на		Редукуючі речовини г, на		К- ть, см <sup>3</sup> р-ну NaOH 1 моль/д м <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	Колір, 0,1 н р- ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> сусла	рН
	ПСР	СР	100 см <sup>3</sup> сусла	100 г екстрак ту	100 см <sup>3</sup> су- ла	100г екстр акту			
контроль	80,05	84,40	32,25	344,9	8,00	85,6	1,00	0,23	6,00
5	78,96	83,62	29,4	317,9	7,87	85,1	1,20	0,22	5,89
10	78,76	83,70	29,12	315,9	7,69	83,4	1,20	0,21	5,82
15	78,32	83,58	28,8	314,2	7,69	83,6	1,10	0,20	5,85
20	77,88	83,44	28,0	307,22	7,69	84,4	1,04	0,20	5,85
25	77,40	83,25	24,0	264,85	7,65	84,4	0,98	0,20	5,82
30	76,70	82,20	22,0	244,9	7,50	83,5	0,98	0,19	5,82

При заміні солоду ярим ячменем показник екстрактивності падає при збільшенні його кількості і змінюється у діапазоні від 78,96 % до 76,7 %. Аміний азот при використанні 5 % ячменю зменшується порівняно з контролем на 3,2 мг,

а при заміні 30 % на 10,25 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Редукуючі речовини при використанні 5 % ячменю зменшується порівняно з контролем на 0,13 мг, а при заміні 30 % на 0,5 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Кислотність відчутно не змінюється і дорівнює 1-0,98 см<sup>3</sup> р-ну NaOH на 100 см<sup>3</sup> сусла.

При заміні солоду озимим ячменем показник екстрактивності падає при збільшенні його кількості і змінюється у діапазоні від 78,25 % до 75,84 % на повітряно- суху речовину. Амінний азот при використанні 5 % ячменю зменшується порівняно з контролем на 7,05 мг, а при заміні 30 % на 16,15 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Редукуючі речовини при використанні 5 % ячменю зменшується порівняно з контролем на 0,22 мг, а при заміні 30 % на 0,35 мг/100 см<sup>3</sup> сусла. Кислотність змінюється у межах 1,04-0,98 см<sup>3</sup> р-ну NaOH на 100 см<sup>3</sup> сусла.

**Таблиця 3**

**Фізико-хімічні показники сусла з використанням озимого ячменю**

Показ- ники % несо- лодже- ної сировини	Екстрактивні сть, %		Амінний азот мг, на		Редукуючі речовини г, на		К-ть, см <sup>3</sup> р-ну NaOH 1моль/д м <sup>3</sup> на 100см <sup>3</sup> сусла	Колір, 0,1н р- ну I <sub>2</sub> на 100 см <sup>3</sup> сусла	рН
	ПСР	СР	100см <sup>3</sup> сусла	100г екстрак ту	100 см <sup>3</sup> сус ла	100г екстр акту			
контроль	80,05	84,40	32,25	344,9	8,00	85,6	1,00	0,23	6,00
5	78,25	82,90	25,2	274,9	7,78	84,9	1,04	0,20	5,87
10	77,57	82,80	24,5	268,4	7,7	84,4	1,04	0,20	5,82
15	77,49	82,74	21,7	239,13	7,69	84,7	1,02	0,20	5,85
20	77,18	82,70	18,2	201,42	7,69	85,1	1,00	0,20	5,85
25	76,98	82,80	16,8	186,46	7,68	85,2	0,98	0,19	5,82
30	75,84	81,97	16,1	181,3	7,65	86,1	0,98	0,19	5,85

Кількість несолодженого матеріалу залежить від ферментативної активності солоду. З літературних джерел відомо, що максимальною кількістю є 15 %. Так як досліджуваний ячмінний солод належить до добрерозчинного, то можемо рекомендувати, як видно з попередніх таблиць, використовувати несолодженого ячменю у кількості до 20 %. При використанні більше 20 % необхідно застосовувати ферментний препарат [4].

Отримане сусло було поставлено на бродіння і доброджування. Попередньо проводилося охмелення сусла гранульованим хмелем, який задавали у три прийоми: 80 % через 15 хв після початку кипіння сусла; 15 % за 30 хв і 5 % за 5 хв до закінчення кип'ятіння. Після охмелення і кип'ятіння сусло фільтру-вали.

Для ферментації сусла дріжджі задавали у кількості 1 см<sup>3</sup> дріжджів на 100 см<sup>3</sup> сусла. Бродіння проводилося при температурі 14-15 °С, у лабораторії. Доброджування проводилося у холодильнику при температурі 4 °С.

У готовому пиві звільненому від діоксиду вуглецю визначали такі показники: видимий ступінь зброджування, дійсний ступінь зброджування, вміст спирту, видима екстрактивність.

Таблиця 4

## Фізико-хімічні показники пива з використанням ярого ячменю

показник % несолод женої сировини	Видима екстрактив ність, %	Спирт об'єму, %	Видимий ступінь зброджуван ня, %	Дійсний ступінь зброджуван ня, %
Контроль	3,0	4,3	80,3	69,9
5	3,0	4,0	73,9	65,2
10	3,0	3,9	73,9	65,2
15	3,2	3,9	72,2	64,3
20	3,5	3,9	69,5	60,8
25	3,5	3,8	69,5	60,8
30	4,0	3,8	65,2	57,4

Як бачимо з табл. 4, по показнику видимої екстрактивності спостерігається зменшення в межах 3,0-4,0%. Значення дійсного ступеня зброджування найвища в пиві з масовою часткою ячменю, яка рівна 5% і складає 65,2%, для інших варіантів цей показник в своїх значеннях змінюється від 65,2-57,4%. Значення видимого ступеня зброджування найвище в пиві з масовою часткою ячменю, яка рівна 5% і складає 73,9%, для інших варіантів цей показник в своїх значеннях змінюється від 73,9-65,2%.

Результати досліджень свідчать про пропорціональну залежність зміни спирту зі збільшенням вмісту ячменю, і змінюються в межах 4,0-3,8%.

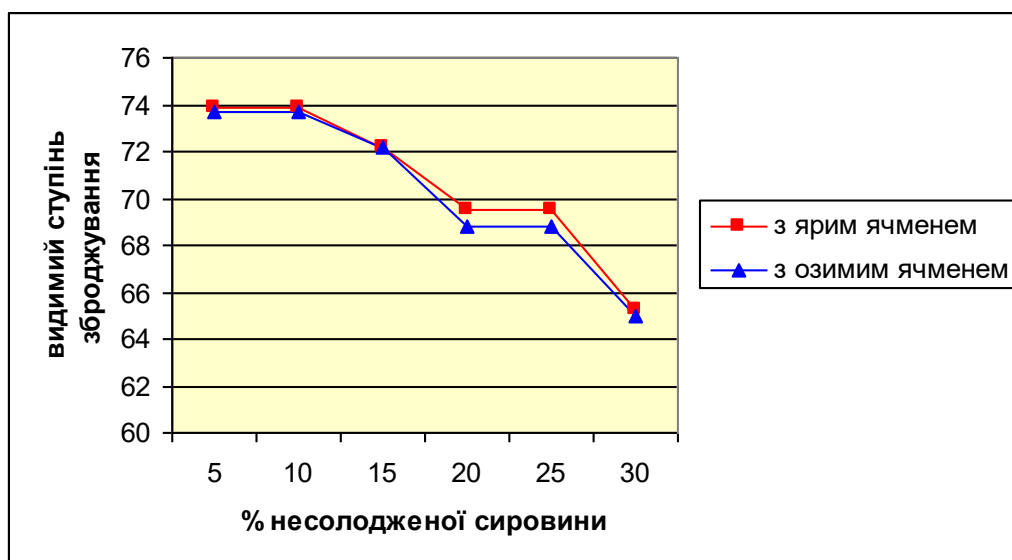


Рис 1 – Залежність видимого ступеня зброджування від кількості ярого і озимого ячменю

В табл. 5 наведені фізико-хімічні показники пива з використанням озимого ячменю.

Таблиця 5

## Фізико-хімічні показники пива з використанням озимого ячменю

показник % несолод женої сировини	Видима екстрактив ність, %	Спирт об'єму, %	по Видимий ступінь зброджуван ня, %	Дійсний ступінь зброджуван ня, %
1	2	3	4	5
Контроль	3,0	4,3	80,3	69,9
5	3,0	4,0	73,9	65,2
10	3,0	3,9	73,9	65,2
15	3,2	3,9	72,2	63,3
20	3,8	3,8	68,8	60,8
1	2	3	4	5
25	3,8	3,8	68,8	60,0
30	4,2	3,8	65,0	56,5

По показнику видимої екстрактивності спостерігається зменшення в межах 3,0-4,2 %. Значення дійсного ступеня зброджування найвище в пиві з масовою часткою ячменю, яка рівна 5 % і складає 65,2 %, для інших варіантів цей показник в своїх значеннях змінюється від 65,2-56,5 %. Значення видимого ступеня зброджування найвище в пиві з масовою часткою ячменю, яка рівна 5 % і складає 73,9 %, для інших варіантів цей показник в своїх значеннях змінюється від 73,9-65,0 %.

Результати досліджень свідчать про пропорціональну залежність зміни спирту зі збільшенням вмісту ячменю, і змінюються в межах 4,0-3,8 %.

На рис. 2 наведена залежність дійсного ступеня зброджування від кількості ярого і озимого ячменю.

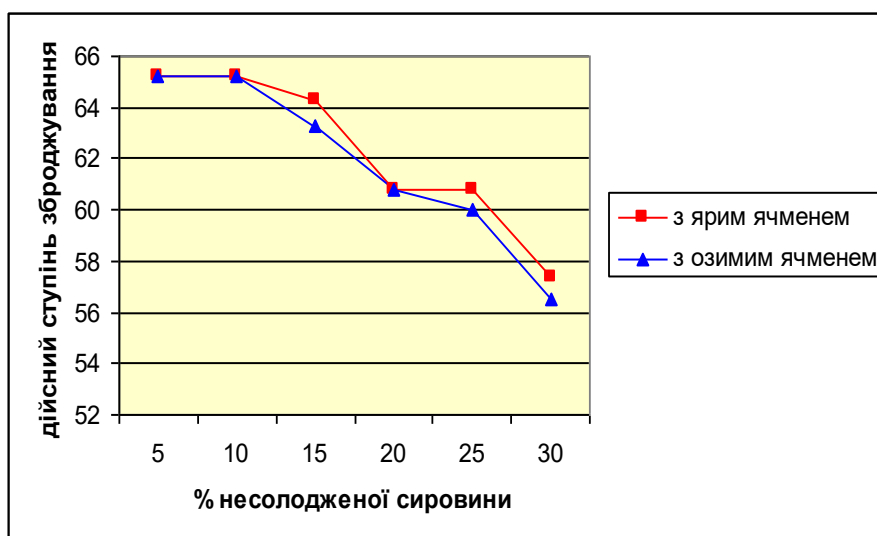


Рис. 2 – Залежність дійсного ступеня зброджування від кількості ярого і озимого ячменю

Порівнюючи фізико-хімічні показники готового пива можна сказати, що для обох зразків вони майже однакові.

Внаслідок отриманих даних по якості готового пива за такими показниками як видима екстрактивність, дійсний ступінь зброджування, видимий ступінь зброджування та вміст спирту можна також зробити висновок, що солод можна замінювати на ярий і озимий ячмінь у кількості 20 % (але не більше 25 %) без використання ферментних препаратів.

Отже, аналіз отриманих результатів свідчить про можливість заміни солоду на 20 % ярого і озимого ячменю, при цьому якісні показники сусла зменшуються, але залишаються в межах норми.

При заміні солоду у кількості 20 % ярим ячменем якісні показники сусла: екстрактивність, аміний азот, редуруючі речовини дещо вищі, ніж при заміні 20 % озимим ячменем.

При заміні 20 % озимим ячменем якісні показники сусла гірші, але залишаються в межах норми.

Для досліджень був обраний настійний спосіб затирання, так як відварний спосіб затирання не привів до покращення фізико-хімічних показників.

### Список літератури

1. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб.: Профессия, – 2009. – 1100 с.
2. Главарданов Р. Производство пива при замене солода ячменем // Пиво и напитки. – 2007. – №2 – с. 52-56.
3. Главардинов Р., Паризек Л. Ячмень и кукуруза – сырье для производства пивного сусла // Пиво и напитки. – 2001. – №2 – с. 46–48.
4. Меледина Т.В. Технология пивного сусла / Т.В. Меледина, А.Т. Дедегкаев, П.Е. Балашов. – Ростов-н/д: Феникс, – 2006. – 224 с.

# Додаток Г. Звіт про проходження атиплагіату



Имя пользователя:  
Бондаренко Людмила Володимирівна БПБВ

ID проверки:  
1006271383

Дата проверки:  
05.02.2021 15:47:10 EET

Тип проверки:  
Doc vs My Database

Дата отчета:  
05.02.2021 15:47:52 EET

ID пользователя:  
92667

Название файла: 181\_Orel\_Svitlana\_Petrivna\_1\_64\_0182

Количество страниц: 85 Количество слов: 22275 Количество символов: 163775 Размер файла: 2.57 MB ID файла: 1006494400

## 18.4% Совпадения

Наибольшее совпадение: 4.23% с источником из Библиотеки (ID файла: EF-100000105830)

Поиск совпадений с Интернетом не производился

0% Источники из Библиотеки

791

Страница 87

## 0% Цитат

Исключение цитат выключено

Исключение списка библиографических ссылок выключено

## 0% Исключений

Нет исключенных источников

## Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы

42