

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)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

А.М. Куц
(підпис)

« » лютого 2021 р.

« » лютого 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

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

на тему: **«Застосування пивної дробини для виробництва нових харчових продуктів»**

Виконав: здобувачка 2 курсу,

Якименко Людмила Сергіївна

групи ТБ-2-7М

(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Кошова Валентина Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент

Терлецька Віта Альбертівна

(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 та виноробства

Освітній ступінь – магістр

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Технології продуктів бродіння і виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння і
виноробства

_____ А.М. Куц

20 вересня 2020 року

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

Якименко Людмилі Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «**Застосування пивної дробини для виробництва нових харчових продуктів**»

Керівник роботи Кошова В.М., к.т.н., професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 26 жовтня 2020 року №872-КС

2. Строк подання роботи _____ 31 січня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики

2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт

3. Дослідити зразки пивної дробини залежно від складу зернопродуктів за фізико-хімічними показниками та приготувати вироби з заміною частини борошна на борошно з пивної дробини для порівняння якості виробів

4. Зробити порівняльну характеристику виробів із заміною частини борошна на борошно з пивної дробини з магазинними варіантами продукції з економічної сторони.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на роботу. Зміст. Анотація. Вступ. 1. Аналітичний огляд. 2. Об'єкти, методи та методика досліджень. 3. Мета і задачі досліджень. 4. Експериментальна частина 5. Розрахунок соціально-економічної ефективності. 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 – 11

Графіки з результатами досліджень – 11

6. Дата видачі завдання

20 вересня 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
	1-а атестація	5.11.2020	
3.	Експериментальні дослідження впливу голок ялинки і сосни на показники якості пива	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
	2-а атестація	23.12.20	
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	23.12.20-30.12.20	виконано
6.	Вибір рецептури приготування хліба з борошном з пивної дробини	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

Л.С. Якименко

Керівник роботи, професор

В.М. Кошова

АНОТАЦІЯ

Якименко Людмила Сергіївна «Застосування пивної дробини для виробництва нових харчових продуктів». Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології». Національний університет харчових технологій, Київ, 2021.

В кваліфікаційній роботі наведено результати досліджень та аналіз зразків пивної дробини з міні пивоварні ТОВ «ЗЕ БІР», що відрізняються складом зернопродуктів, визначення показників вологості, загального, вимивного та невимивного екстракту, що залишився після процесу фільтрації.

Для написання роботи були досліджені різноманітні методи та способи переробки та використання пивної дробини, як вторинної сировини. Найпопулярнішим із способів є висушування пивної дробини з подальшим її гранулюванням для забезпечення зручності транспортування та збільшення термінів зберігання.

Наразі пивну дробину можна застосовувати і для приготування продуктів харчування, оскільки в ній залишається достатньо поживних та цінних для організму речовин. Тому був проведений дослід, в ході якого частина пшеничного борошна була замінена на борошно з пивної дробини для випікання хліба.

В даній роботі розглянуто додаткові способи переробки та описані рецептури приготування страв різних напрямків з використанням висушеної пивної дробини та борошна з неї.

Ключові слова: пивна дробина, відходи, переробка, вторинна сировина, сушіння, вимивний екстракт, вологість, рецептура, поживна цінність.

ANNOTATION

Yakymenko Liudmyla Serhiivna "Application of beer spent grains for the production of new food products". Master's thesis for a master's degree in specialty 181 "Food Technology". National University of Food Technologies, Kyiv, 2021.

The master's thesis presents the results of research and analysis of samples of beer spent grains from the mini brewery LLC "THE BEER", which differ in the composition of grain products, determination of moisture, total, leachable and indelible extract remaining after the filtration process.

To write the work, various methods and ways of processing and using beer pellets as secondary raw materials were studied. The most popular method is to dry the beer spent grains with its subsequent granulation to ensure ease of transportation and increase shelf life.

Currently, beer spent grains can be used for food preparation, as it contains enough nutrients and valuable substances for the body. Therefore, an experiment was conducted in which part of the wheat flour was replaced by flour from beer pellets for baking bread.

This paper considers additional processing methods and describes recipes for cooking dishes of different directions using dried beer pellets and flour from it.

Key words: beer pellets, waste, processing, secondary raw materials, drying, washable extract, humidity, recipe, nutritional value.

1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПИВНОЇ ДРОБИНИ ЗАЛЕЖНО ВІД СКЛАДУ ЗЕРНОПРОДУКТІВ (аналітичний огляд).....	9
1.1 Способи переробки сирої пивної дробини.....	9
1.2 Методи висушування пивної дробини та їх характеристика.....	18
1.3 Аналіз ринку існуючої продукції з використанням сухої пивної дробини.....	24
2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	27
2.1 Об'єкти досліджень.....	27
2.2 Методи досліджень.....	27
2.3 Методика досліджень.....	28
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ СИРОЇ ТА СУХОЇ ПИВНОЇ ДРОБИНИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ).....	29
3.1 Фізико-хімічні показники сирої дробини.....	29
3.2 Фізико-хімічні показники сухої дробини.....	31
3.3 Приготування харчових продуктів з використанням сухої дробини.....	32
3.4 Приготування хлібопекарських виробів з пивної дробини та дослідження органолептичних показників.....	33
3.5 Вплив складу зернопродуктів на фізико-хімічні показники сирої дробини.....	37
4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	38
5. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....	46
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	47
7. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	57
ДОДАТКИ	

					Застосування пивної дробини для виробництва нових харчових продуктів			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Якименко Л.С.			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Кошова В.М.				КР	6	59
Зав. каф.		Куц А.М.				НУХТ ННІХТ, каф. БПБВ, ТБ 2-7М		
Н. контр.		Романова З.М.						

ВСТУП

Актуальність теми. На сьогодні є достатньо поширеною проблема переробки відходів виробництва та екології загалом. Щороку на пивоварних підприємствах утворюється близько 40 тисяч тонн пивної дробини, яка потребує подальшої переробки.

На масштабних пивоварних заводах зазвичай встановлюють окреме відділення, яке виробляє кормові продукти з пивної дробини, що використовуються для відгодівлі птиці і домашніх тварин. Проте на міні-пивоварнях існує ряд проблем з утилізацією даного відходу виробництва пива, так як маючи невеликі потужності виробництва, утворюється не досить значна кількість пивної дробини, яка швидко псується.

Пивна дробина є одним з найцінніших відходів пивоварного виробництва, оскільки в ній лишається значна частина білкових речовин (близько 75 %) та жирів (до 80 %) від початкового вмісту в солоді.

Беручи до уваги, все вище зазначене, актуальними є дослідження, спрямовані на подальше удосконалення та розвиток технологій переробки та використання пивної дробини, а саме виробництво продуктів харчування (хлібопекарських виробів) із заміною частини борошна на борошно з висушеної пивної дробини.

Мета і задачі досліджень. Метою науково-дослідної роботи є аналіз зразків пивної дробини з міні-пивоварні, що відрізняються складом використаних різних солодів.

Відповідно до поставленої мети були визначені наступні завдання:

- проаналізувати зразки солодової дробини на вміст загального, вимивного та невимивного екстрактів, вологості сирої і сухої дробини;
- дослідити показники якості харчової продукції з використанням висушеної дробини як заміника частини борошна при приготуванні хлібопекарської продукції;
- дослідити промивання дробини до вмісту сухих речовин в останній промивній воді 0,5 %;
- визначити фізико-хімічні показники напівпродуктів та готових виробів;
- визначити органолептичні показники готових виробів;
- проаналізувати рецептури хлібопекарських виробів із заміною частини борошна.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва пивного суслу та використання пивної дробини при виготовленні хлібопекарських виробів із заміною частини борошна на борошно з пивної дробини.

Предмет дослідження:

- відібрані проби сирої і висушеної пивної дробини на ТОВ «ЗЕ БІР»;
- готова продукція.

Методи дослідження – загальноприйняті у пивоварінні, органолептичні, фізико-хімічні.

Наукова новизна. Використання відходів пивоварного виробництва в різних сферах дає можливість розширити способи переробки пивної дробини та досягнути впровадження безвідходного виробництва на заводах.

Використання пивної дробини в якості заміни частини пшеничного борошна (до 30%) дасть можливість розширити асортимент хлібопекарських виробів з підвищеним вмістом поживних речовин та рекомендувати їх як продукти функціонального призначення.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що отримані продукти, збагачені борошном з пивної дробини, є доповненням до раціону харчування людини. Також вони можуть споживатися особами, що мають певну недостатність біологічно цінних речовин в організмі.

Продукція, виготовлена способом збагачення хлібопекарських виробів борошном з пивної солодової дробини, підвищує її поживну цінність, є більш економічно вигідною для продавців, оскільки пивна дробина з міні-пивоварень коштує недорого, а також дозволяє збільшити обсяги виробництва продукції.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні результати були представлені на VIII Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» м. Київ, 17 – 18 квітня 2019 р. та на I Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: літні диспути» у міжнародному електронному науково-практичному журналі “WayScience”, м. Дніпро, 1 – 2 серпня 2019 р. Дана науково-дослідна робота була оформлена на конкурс і у 2-му турі отримала нагороду.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з вступу, 7 розділів, висновків та додатків. Роботу викладено на 59 аркушах формату А4 друкованого тексту. Вона містить 11 таблиць, 11 рисунків, 6 додатків. Список використаних джерел складається з 31 найменування.

1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПИВНОЇ ДРОБИНИ ЗАЛЕЖНО ВІД СКЛАДУ ЗЕРНОПРОДУКТІВ (аналітичний огляд)

1.1 Способи переробки сирої пивної дробини

При виробництві пива на заводі утворюються відходи та вторинна продукція, що повинна бути утилізована або вилучена. Прикладом такого відходу виробництва є пивна солодова дробина, в якій міститься певний запас біологічно-поживних речовин, що лишилися після виробництва пивного суслу [2].

Пивна дробина — це осад, що утворився після фільтрування затору при виробництві пива. Вона є натуральним та екологічно чистим продуктом з підвищеним вмістом протеїну, який являє собою високоякісний корм для відгодівлі худоби. З пивної дробини можливо виробляти електроенергію, екологічне добриво, біогаз, використовувати при виробництві хлібо-булочних, макаронних та ковбасних (м'ясних) виробів. Наразі найбільшої популярності набуло застосування дробини для потреб сільського господарства при відгодівлі домашніх тварин. Такий корм є натуральним, екологічним та біологічно активним продуктом у харчуванні тварин [1,3].

Дробина має густу консистенцію грубо розмеленого солоду світло-коричневого кольору, з солодовим ароматом та трохи солодкувата на смак. В ній лишається близько 75% білкових речовин і до 80% жирів, від їх загального вмісту в солоді. Солодова дробина має показник вимивного екстракту до 0,5-0,7% [1].

Застосування сирої пивної дробини має ряд труднощів. По-перше, свіжа дробина досить швидко закисає і та починає пліснявіти, і по-друге, її транспортування до визначеного місця споживання коштує дорого та проблематичне. Проте водночас на полігонах пивоварень за сезон накопичується до сотні тисяч тон пивної дробини. Це являє собою суміш білків - рослинних і мікробних, простих та складних вуглеводів, органічних кислот та інших речовин, яка складається на відкритих майданчиках і вже на третю добу починає виділяти у біосферу отруйні продукти гідролізу і гниття, в тому числі і такі отруйні гази, як скатол, індол, аміак. Ці хімічні продукти розпаду, починають поступово проникати в ґрунт, отруюючи при цьому ґрунтові води, внаслідок - землі стають непридатними для сільсько-господарського використання на значний період (з непередбачуваними наслідками для екології, оскільки різноманіття отруйних речовин має значний вплив на природне середовище) [5].

В таблицях 1.1 – 1.2 наведено хімічний склад пивної солодової дробини.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сирії та висушеної пивної солодової дробини[5]

Компоненти	Вміст складових речовин у дробині	
	сирій	висушений
Вода, %	76,3	9,0
Сирі білкові речовини, %	6,63	25,5
Сирі жирові речовини, %	1,7	7,5
Безазотисті екстрактивні речовини, %	9,72	37,3
Клітковина, %	5,1	16,0
Зола, %	1,2	4,6
Загальна енергетична цінність, кДж/кг	480,2	1833,2
Речовини, які легко засвоюються, %:		
Сухий білок	4,74	18,2
Білки, що засвоюються	4,46	17,10
Сирі жирові речовини	1,5	6,6
Безазотисті екстрактивні речовини	5,83	22,39
Клітковина	2,0	7,7
Крохмальний еквівалент у 100 кг	13,42	50,31
Загальна енергетична цінність, кДж/кг	317,6	1328,5

Таблиця 1.2 - Хімічний склад абсолютно сухої пивної дробини[5]

Речовина	Вміст, %
Жири	10
Білки	22
Геміцелюлоза	35
Целюлоза	20
Лігнін	10
Зола	3

Застосування пивної дробини у тваринництві. Пивна дробина в свіжому вигляді досить давно використовувалася для відгодівлі птиці і домашніх тварин як високобілковий корм, що мав молокогінний ефект. Зазвичай, пивну дробину застосовують як корм для жуйних тварин, проте її також можна давати і іншим тваринам, використовуючи особливі методи обробки пивної дробини[5].

В раціоні харчування лактуючих корів має бути не менше 10-16 кг сирої дробини, а тільки сухостійним коровам дробину не варто згодовувати, так як в ній міститься велика кількість вуглеводів, що може призвести до ацидозу у тварин. Молоді особи великої рогатої худоби мають з'їдати до 8-12 кг дробини щодня, а молодняк у віці до одного року, а також кнури і свиноматки — до 4-5 кг. Також досить раціональним є використання свіжої пивної дробини для відгодівлі великої рогатої худоби, особливо беручи до уваги те, що вона має досить невисоку вартість.

Серед подібних кормових добавок можна виділити комплексну кормову добавку «Пробіоцел», що використовується для відгодівлі поросят бройлерів, а також для курей-несучок [5].

Пивну солодову дробину перемішують разом з висівками і потім зброджують спеціальними мікроорганізмами - *Bacillus subtilis*. Ці бактерії перетворюють клітковину в вуглеводи, які легко засвоюються. Далі у цю суміш додають селен і після проведення ферментації висушують отриману масу, яка може зберігатися мінімум рік в цьому вигляді. Доведено, що коли поросята вживають їжу з цією добавкою, то вони набирають швидше вагу і при цьому менше хворіють, порівняно з контрольною групою [5].

На сьогодні на основі пивної солодової дробини були розроблені добавки і спеціальні корми для тварин різних видів і в залежності від віку:

- сільсько-господарських тварин і птиці;
- кроликів;
- хутрових звірів;
- собак.

В таблиці 1.3 показані кормові характеристики для пивної дробини в сухому та сирому стані на 1 кг, відповідно.

Таблиця 1.3 — Кормові характеристики пивної дробини (в 1 кг) [5]

Назва показника	Дробина	
	сира	суха
Кормові одиниці	0,21	0,75

Обмінна енергія (велика рогата худоба), МДж	2,35	8,67
Обмінна енергія (поросята), МДж	2,04	7,61
Обмінна енергія (овечки), МДж	2,35	8,67
Перетравлюваний протеїн (велика рогата худоба), г	42	169
Перетравлюваний протеїн (поросята), г	40	160
Перетравлюваний протеїн (овечки), г	42	169

Виготовлення кормопродуктів сухого типу. Основною причиною, через яку неможливе масштабне застосування пивної дробини є її термін зберігання, а також складнощі під час перевезення. Оскільки вже при температурі 15-30 °С вона має властивість закисати та починається осімінювання мікроорганізмами – і саме тому вона може зберігатися лише протягом 48-74 год. З появою мікотоксинів зв'язані і втрати під час довготривалого зберігання сирової дробини – ці токсини можуть викликати ураження печінки у тварин, а саме гепатотоксичний ефект. Тому наразі постає питання про нові методи переробки та консервування пивної дробини, що могли б в повній мірі зберегти кормові цінності даного виду сировини [7].

На сьогодні є досить велика кількість способів переробки пивної дробини, вдосконаливши які, можливо забезпечити підвищення цінності існуючих кормових добавок.

Найбільш перспективним вважається спосіб біоферментації з використанням закваски Леснова за рахунок того, що утворений додатково мікробний білок сприяє збільшенню білкової частини пивної дробини, а також і енергетичної цінності отриманої кормової добавки. Ця технологія з використанням закваски леснова включає в себе твердофазну ферментацію, що дозволяє протягом 8-12 годин забезпечити зростання протеїнової частини у виготовленій добавці.

Завдяки ферментації зменшується вміст клітковини в оброблюваній сировині, при цьому підвищується число кормових одиниць перетравлюваних білкових речовин, водорозчинних вітамінів і вуглеводів, що легко засвоюються[8].

Ще одним варіантом переробки пивної дробини є зменшення в ній частки клітковини. Корм із значною часткою клітковини можна застосовувати тільки для відгодівлі жуйних тварин, оскільки саме в них у шлунку містяться особливі ферменти і є спеціальна мікрофлора, яка може провести асиміляцію та гідроліз

целюлози. При відгодівлі інших свійських тварин застосовуються певні обмеження в харчуванні, що стосуються частин целюлози в їх раціоні. Саме тому балансують такий корм за допомогою додавання м'ясного чи рибного борошна, оскільки в них не міститься клітковина [8].

Щоб пивна солодова дробина змогла вийти на продаж як повноцінний комбікормовий продукт, пропонується виробництво дріжджового кормового концентрату, оснований на продуктах гідролізу целюлози, органічних кислотах та вуглеводах. Цей процес передумовлює:

- механічні відокремлення нерозчинного залишку;
- ферментативну обробку пивної дробини;
- вирощування аеробних кормових дріжджів на розчинних вуглеводах і органічних кислотах;
- флотацію і згущування відокремленням дріжджової біомаси, що була отримана;
- одночасне сушіння згущеної біомаси з сирими залишками пивної дробини.

Матеріальний баланс процесу є постадійним і розраховується на вихідний потік 8000 кг дробини/год. з вологістю 75% - це дозволяє отримати на виході близько 1500 кг продукту з високим вмістом білку за 1 год. з вологістю 10 % і часткою білку 45%. Данна технологія за умови цілковитої утилізації дробини надає скомбінований концентрат корму з високими результатами за кормовою цінністю, і може бути застосований як основа раціонів для відгодівлі всіх видів сільсько-господарських тварин і птахів[8].

Консервування свіжої пивної дробини. Виробництво пива підвищується в літній сезон, і при цьому збільшується і кількість дробини, хоча влітку навпаки попит на такий корм різко зменшується, оскільки тварин годують зеленими кормами. Оскільки сира пивна дробина має значний показник вологості і білкових речовин, то її необхідно швидко переробити або утилізувати. Сушіння пивної дробини не завжди є вигідним фінансово, тому що в процесі сушіння частина білкових речовин переходить в незасвоювану форму і це сприяє зменшенню харчової цінності сухої дробини порівняно з сирію.

Одним з найкращих способів є видалення вологи до 60-70% спеціальним конічним шнекпресом – при цьому частка сухих речовин збільшується з 20 до 35%. Після дробину розподіляють в герметичні мішки з поліетилену і піддають пресуванню. За такого способу зберігання при дії молочнокислих та оцтовокислих бактерій, які виробляють молочну і оцтову кислоту відповідно, зменшується показник кислотності рН [5].

Якщо постає проблема у консервуванні сирію пивної дробини, то можна використовувати метод силосування, яким користуються вже довгий час. Оскільки сік переважної більшості кормів має низький показник кислотності, що зумовлює підвищену і водночас природню стійкість до цвілевих грибів та

бактерій. Щоб пивна дробина добре зберігалась, достатньо рівної поверхні і кількох стогів соломи. При використанні сирого корму протягом семи днів, достатньо буде лише висипати його однією купою і закрити плівкою, що не пропускає воду і натягнути знизу, щоб перекрити потрапляння повітря. Якщо необхідно довше зберігати пивну дробинку, то роблять просторий контейнер із залізничних шпал, покритий зсередини пластиком з старих мішків, у яких були добрива. Коли необхідно дешевше сховище, то будують його з металевих листів з привареними петлями, який встановлюють між вертикально укріпленими шпалами з покриттям поліетиленовою плівкою зсередини.

Соковитий корм також можливо зберігати в буртах і траншеях, обтягнутих поліетиленовою плівкою, на місцевості, яка дренується. Проте найбільш дешевим і простішим способом зберігання соковитих кормів є між копицями сіна або соломи з подвійним укриттям поліетиленом. Силос з пивної дробини має низьку кислотність і тому її варто згодовувати за короткий термін [8].

Застосування пивної дробини в щоденному раціоні харчування. Загалом можна виділити 3 сфери, де можна використовувати пивну дробину в харчуванні людини:

- хлібобулочні, макаронні та кондитерські виробы;
- м'ясне та ковбасне виробництво;
- молочні системи.

Використання пивної дробини у якості харчових цілей обмежене через те, що вона швидко псується і незручність у перевезенні до необхідного місця.

Зараз на ринку існує велика кількість способів переробки пивної дробини, але найпростішим з них є її висушування. Сушіння і подрібнення дробини не потребує спеціального коштовного устаткування, воно виробляється серійно для виробництв переробної галузі. Це надає можливість отримувати таку ж серійну продукцію, як борошно з пивної дробини, що має невелику вологість і при цьому є концентратом поживних речовин для організму. В складі такого борошна міститься до 20% білкових речовин, 4,5-5,5 % жирів, що збагачені поліненасиченими жирними кислотами (62 % всіх жирів), майже 20% целюлози, досить велика кількість мінеральних речовин (кальцій, фосфор, залізо) та вітамінів (Е, групи В) [5].

Цікавим є те, що для приготування «Маріїнського» хліба запропоновано використовувати саме сиру пивну дробину. Отримане борошно з сухої пивної дробини може довго зберігатися і його зручно перевозити на далекі відстані, тому такий спосіб переробки є доцільним, і можна використовувати суху пивну дробину як цінне джерело технічної і біологічної сировини у приготуванні харчових продуктів зокрема. Таке борошно можна застосовувати при виготовленні ковбасних та м'ясних напівфабрикатів, додавати інші біологічно активні компоненти і застосовувати в хлібо-пекарському виробництві

(виготовлення висівок, дієтичного хліба, мюслів та різної кондитерської продукції).

Борошно з пивної дробини має високу харчову та біологічну цінність і тому його можливо застосовувати при виготовленні кондитерських виробів з різних видів тіста, при цьому частина борошна з пивної дробини не має перевищувати 30%. Готові вироби мають такі ж органолептичні показники як і звичайні вироби, і відповідають при цьому всім вимогам стандарту якості.

Також можна урізноманітнити асортимент кондитерської випічки шляхом додавання різних функціональних та смако-ароматичних добавок – всіх тих, що використовуються і при звичайному виготовленні кондитерської продукції.

У повсякденному раціоні харчування людини не завжди достатньо необхідних їй нутрієнтів і саме в цьому може бути сприятливим та перспективним використання борошна з пивної дробини для збагачення часто вживаних продуктів щоденного харчування [4].

Виробництво ксиліту з пивної дробини. Сергій Блинков, винахідник з Санкт-Петербургу, розробив та запатентував технологію виробництва ксиліту з пивної дробини. Так, для виготовлення 15 тонн ксиліту щоденно необхідно переробити до 600 тонн дробини, що має 75% вологості. Ксиліт – це замінник цукру, який на рівні з сахарозою по солодкості і в 2 рази перевищує солодкість сорбіту. Його вживають люди, які хворіють діабетом, а в харчовій галузі застосовують для стабілізації харчових жирів та підвищення строку зберігання молочних концентратів. Також він використовується при виготовленні жувальних гумок, зубної пасти та у різних кондитерських výroбах. Ксиліт застосовують і у лако-фарбовому виробництві, при виготовленні плівкоутворюючих поліуретанів, як пластифікатор [5].

Ця технологія є унікальною, оскільки наразі повністю безвідходна, а побічні продукти, які утворюються в процесі необхідні на ринку і забезпечується прибуток від їх реалізації. З 1 тонни дробини додатково можна отримати 150 кг білкової пасти чи 50 кг концентрату із білку, що застосовують в хлібо-булочному виробництві, підвищуючи харчову цінність і як поживна добавка (не міститься жирів і холестерину). Залишок у 750 кг використовують як корм для тварин. Таємниця такого виробництва полягає в особливій технології гідголізу, тому що дещо змінивши на одному і тому ж устаткуванні можливо отримувати етиловий спирт і разом з ним активне вугілля, сухий лід, волокнисті плити, паливні брикети, ентеросорбенти медичного та ветеринарного призначення, водень, кисень, фуранові смоли - зв'язуючий компонент для різних видів ракетного палива – можливо отримувати не тільки з пивної дробини, а й з інших відходів рослинного походження [5]

Виробництво глюкози і глютамату натрію з пивної дробини. Окрім ксиліту з пивної дробини можна також отримувати глюкозу та глютамат натрію.

Технологічна схема виробництва є простою і це дає можливість отримання глутамату натрію на звичайному устаткуванні, що може бути встановлене на заводі з виготовлення пива [4].

Основними техніко-економічними показниками цього процесу є позитивні фактори, оскільки наявні потужні ресурси, що дозволяють виробляти глутамат натрію на пивній дробині, яка має невелику вартість і завжди в наявності. За даними дослідів, що були зроблені на зразках дробини з міні-заводу, встановлено, що за цією технологією можливо виробити до 4800 кг глутамату натрію на рік, при продуктивності заводу 1,5 м³/добу. При впровадженні такої технології вона може вирішити наступні задачі:

- за мінімальних витратах надати максимальний прибуток;
- забезпечити конкурентноспроможне виготовлення глутамату натрію, глутамінової кислоти та її кальцієвих і магнієвих солей;
- при цьому відходи під час виробництва пива використовуються раціонально, що забезпечує майже безвідходне виробництво [4].

Застосування пивної дробини при виготовленні органічного добрива та у якості меліорату ґрунту. Ще однією з найважливіших областей у вирішенні питання з утилізації пивної дробини, якої виробляється щорічно багато тонн, є її використання у якості органічних добрив та меліорантів ґрунтів. За допомогою аеробної твердофазної ферментації дробини виготовляють високоефективне добриво – компост багатоцільового призначення (КПБ) – що має зараз високу зацікавленість серед способів утилізації як сама технологія [8].

За допомогою мікробної закваски-біоактиватора та компостних черв'яків *Eisenia fetida* було розроблено метод переробки пивної дробини в місті Хабаровську в Інституті водних та екологічних проблем ДВО РАН, який дозволяв отримати вермикомпост з високим рівнем гуміфікації та збільшеним показником актиноміцетової та бацилярної спільноти. При використанні компостних черв'яків та біоактиваторів для утилізації відходів пивної дробини для виробництва компосту можна ще додатково вирішити такі питання:

- виготовлення екологічно-чистих продуктів харчування;
- охорона навколишнього середовища [12].

Для звичайних дощових черв'яків свіжа сира пивна дробина є отруйною та фітотоксичною, але коли її переносять в компост, то вона служить чудовим субстратом для них. Біогумус, що в основі цього субстрату, додатково підходить як добриво для рослин. Варто відмітити, що процес компостування пивної дробини проходить як природнім, так і штучним шляхом одночасно (не використовуючи спеціальні мікробні закваски) – і вже через пару місяців такого зберігання пивна дробина може слугувати повноцінним кормом для черв'яків[8].

Власники ферм та овочесховищ для перетворення пивної дробини в компост, можуть закладати її на певний проміжок часу. Важливо, що зберігання пивної дробини має бути лише на особливих платформах за спеціальним дозволом з дотриманням всіх екологічних та гігієнічних стандартів [7, 12].

У виноградарстві пивна дробина також має місце у вигляді органічного добрива.

В Брюселі було розроблено спеціальний субстрат, що дозволяє вирощувати їстівні гриби, а саме гливу звичайну, штучне культивування якої набуло популярності останнім часом. В цьому субстраті в наявності свіжа пивна дробина, яка зберігалася до двох діб і її внесення лише 15-20 % від маси субстрату з соломою та лузгою, - дозволяє збільшити врожайність грибів до 70 %, при цьому в них додатково зростає кількість білку в 1,2 рази, а жирів в 2,4 рази [17].

Нестандартне використання пивної дробини. Висушену пивну дробину застосовують і при виготовленні цегли, що дозволяє підвищити її пористість.

Ще однією сферою, де використовують пивну дробину, є виробництво реагентів для обробки бурових розчинів. Його застосовують для пробурювання як газових, так і нафтових свердловин, і також для обробки мінералізованих бурових розчинів. До складу цього реагенту входять вода, пивна дробина, регулятор лужності і натрієвий хлорид додатково. Як регулятор лужності використовують КОН за такого співвідношення компонентів: гідроксид калію 1-3 % мас., пивна дробина 15-50 %мас., натрію хлорид 15-20 %мас. і залишок – вода. За рахунок зменшення фільтрації та зростання інгібуючої здатності, цей реагент збільшує якість мінералізованих бурових розчинів та забезпечує кращу технологічність при застосуванні реагентів за від’ємних значень температури.

В науковому центрі паперів та біоресурсів в штаті Вашингтон розробили технологію переробки пивної дробини на крафтовий папір. Такий папір можна використовувати для письма та друку на лазерному та струменевому принтері. В складі цього паперу 20 % деревних волокон замінено на пивну дробину – такий папір є міцним і його можливо зробити ще щільнішим для друку візитівок. Папір з пивної дробини пахне хлібом і має видимі волокна, але оскільки це крафтовий папір, то саме це і треба споживачу [20].

Жителі штату Монтана розробили технологію очищення води за допомогою пивної дробини. Очисні установки в місті Хавр не справлялись з очищенням місцевих річок і озер, що призводило до підвищення рівня фосфору і азоту, яке спричиняє цвітіння водорослів. Саме тому науковці вирішили модернізувати технологію і застосувати пивну дробину у якості живильного середовища для мікроорганізмів, які очищають воду від хімічних домішок. Завдяки цій розробці було зекономлено понад 1 млн долларів на переоснащення

очисних станцій і тепер щоранку в воду вигражують 0,06 м³ рідкої ячмінної маси, яка допомагає очищати воду [19].

В Аргентині вчені з міста Жужуй знайшли спосіб виробляти аккумулятори з пивної дробини. Спочатку дробину піддають піролізу протягом години при температурі 900 градусів, а потім отримане вугілля збагачують сіркою і виготовляють з нього катоди літій-сірчаних акумуляторів. Літій для анодів добувають в провінції Жужуй, де, на стику з межами Чилі та Болівії, зосереджена значна частина його світових запасів. Вчені відзначають, що аккумулятори з елементами на основі пивної дробини довго служать і втрачають лише 0,01% ємності за цикл заряду-розряду. Цей матеріал може стати недорогим і екологічною сировиною для виробництва катодів [16].

Меблевий бренд Mater представив на фестивалі 3 Days of Design в Копенгагені лінійку стільців Mask Stool, виготовлених з відходів пивоварень Carlsberg і перероблених інсулінових шприців фармацевтичної компанії Novo Nordisk. Назва Mask Stool стільці отримали від слова mask, використовуваного в Данії для позначення пивної дробини. Новинка була розроблена датським дизайнером Євою Карлу. В якості сировини використовувалася пивна дробина та пластикові інсулінові шприци. Щоб отримати матеріал для виготовлення меблів, вологу волокнисту масу висушують, а потім змішують з пластиковими гранулами, які отримуються в результаті переробки інсулінових шприців за особливою технологією, розробленою Технологічним інститутом Данії та Університетом Копенгагена [18].

1.2 Методи висушування пивної дробини та їх характеристика

В пивоварному виробництві пивна дробина є вторинним матеріальним ресурсом і в ній залишається до 75% всієї кількості білкових речовин та до 80% жирів, наявних у солоді [9].

Висушена пивна дробина може довго зберігатися і її легше перевозити – саме з цим пов'язана необхідність у її консервуванні. Надалі описані 3 основні способи висушування пивної дробини [15].

1. «Парматех» - аеродинамічний диспергатор

Процес висушування сировини в зваженому шарі є досить поширеним у промисловості, адже являє собою один з дієвих способів інтенсифікації виробництва. За рахунок використання збільшеної швидкості матеріальних потоків у зваженому шарі можна зменшити час обробки різноманітних матеріалів [24].

За допомогою активації гідродинамічної атмосфери в апараті можна здійснити інтенсифікацію технологічного процесу не втрачаючи при цьому економічну ефективність у роботі установки для сушіння, а також забезпечити

високу якість вихідного продукту з бажаними параметрами залишкової вологості.

Ознаками активних гідродинамічних режимів є:

- сталість гідродинамічної атмосфери в часі по всьому об'єму апарата;
- зменшення енергетичної ємності процесів і металоємності апарата;
- розвинута поверхня взаємодії фаз;
- підвищення відносної швидкості руху фаз.

Інтенсифікація процесу висушування є суттєвою, оскільки зростає активність гідродинамічної атмосфери в сушильній установці, на що впливає збільшення міжфазних відносних швидкостей, рухливості і зіткнення часточок, і як наслідок середній коефіцієнт тепловіддачі.

Спеціалістами НВО «Парматех» було запропоновано застосовувати аеродинамічний диспергатор для висушування дробини, так як він має більшу поверхню взаємодії фаз за рахунок подрібнення матеріалів, що висушують, та високий рівень міжфазних відносних швидкостей (швидкість сушильного агента СА складає більше 25 м/с стосовно частинок матеріалу). Також відкритим лишається вирішення питання утилізації пивної дробини методом її висушування за допомогою активних гідродинамічних режимів для наступного застосування дробини як основи для комбікорму для відгодівлі свійських тварин [24].

Сушіння пивної дробини в аеродинамічному диспергаторі «Парматех» зображено у вигляді схеми на рис. 1.1, де наведені різні частини виробництва та процеси і апарати, які допомагають функціонувати такій установці по сушінню дробини.

Зображені наступні ділянки:

- ділянка підготування суміші;
- ділянка підготування сушильного агенту;
- ділянка масообмінного висушування – сушіння та подрібнення;
- і ділянка гранулювання.

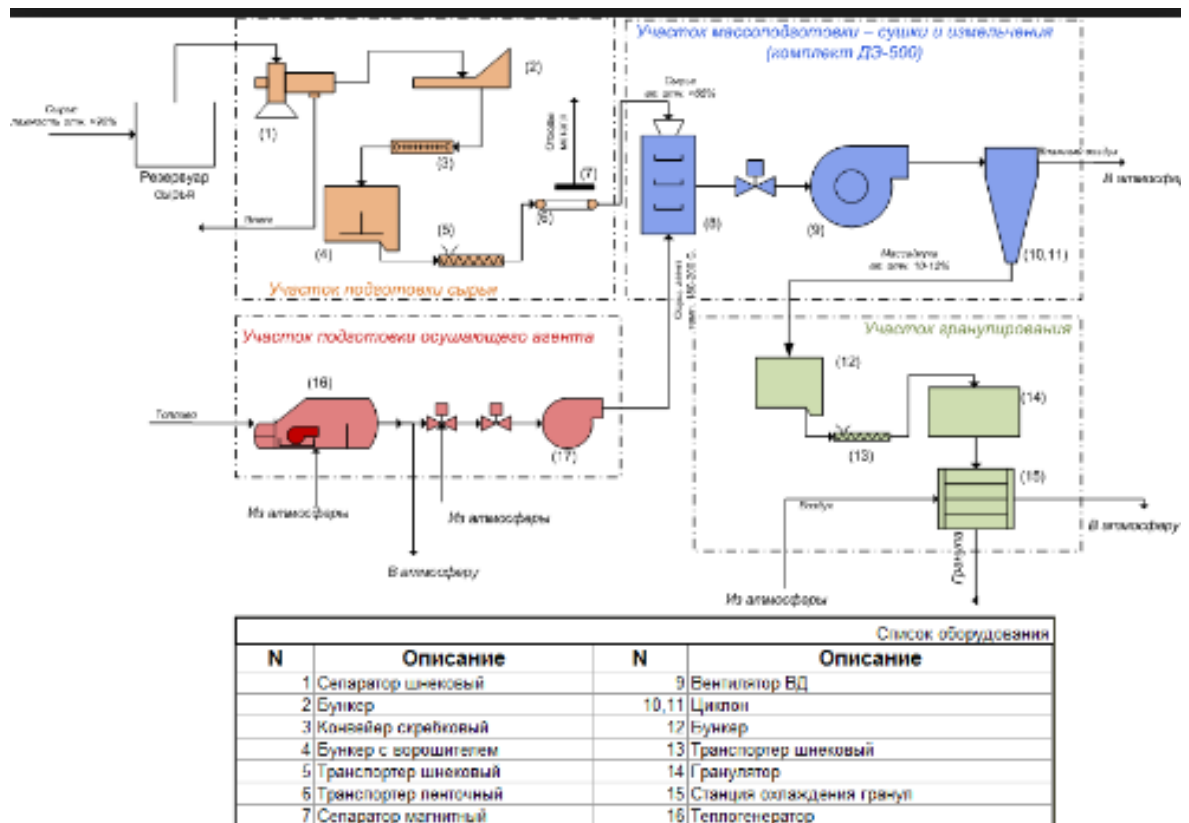


Рис. 1.1 – Схема сушіння пивної дробини за допомогою аеродинамічного диспергатора «Парматех»

2. «Біокомплекс» - комплексна технологія переробки пивної дробини

Ключове обладнання, яке входить до комплексу з розподілу (сепарування) та висушування пивної дробини:

1. апарат-накопичувач сировини зі змішувальною установкою;
2. сепаратор-розподілювач;
3. сушарка;
4. апарат для грануляції;
5. комплект транспортерів.

Опис технологічного процесу з переробки дробини: спочатку рідка дробина поступає в апарат-накопичувач транспортером, самопливом чи насосом, надалі вона подається в сепаратор для процесу пресування та віджимання. Потім тверда фракція відсепарованої дробини поступає на сушіння і подальшу грануляцію, після чого може бути реалізована на продаж – рис.1.2 [22].

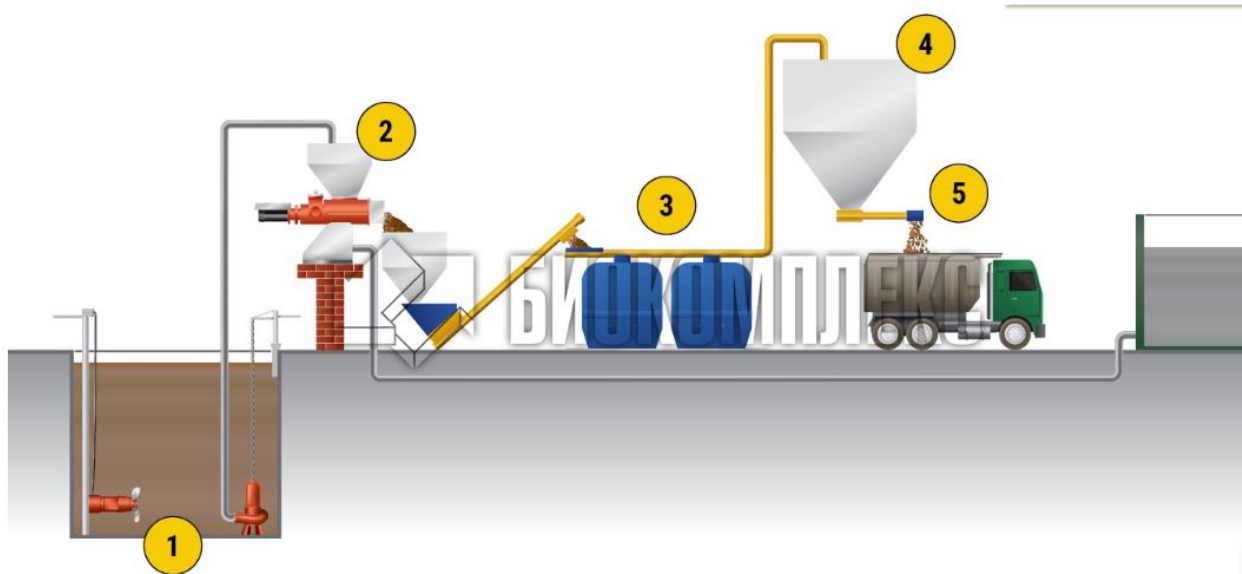


Рис. 1.2 – Переробка пивної дробини за технологією «Біокомплекс»

Використання шнекового прес-сепаратора є підставою для цієї технології, оскільки він наразі є найкращим варіантом та доступною технологією задля розподілення рідкої пивної дробини на різні фракції.

Сепаратор представляється у вигляді шнекового пресу, де сам процес пресування відбувається за участі шнеку, який може видавлювати майже всю вільну воду, а також переважну більшість зв'язаної вологи. Таке устаткування єдине, яке дозволяє ефективно перероблювати дробину з відділенням її твердих частин, що на виході є достатньо сухими.

Низька вартість сепаратора дозволяє використовувати його на міні-заводах та підприємствах, що мають незначну потужність виробництва, при цьому він має підвищену продуктивність і може переробляти рідку дробину в майже сухі залишки, використовуючи лише 5,5 кВт на годину електроенергії.

Такий шнековий прес-сепаратор можна виготовляти в різних модифікаціях, що дає можливість використовувати його для переробки пивної дробини, яка має різний вміст вологи. Технологія «біокомплекс» може проводити висушування з продуктивністю 500 – 1000 кг за годину за випареною вологою і може працювати не тільки за допомогою електричної енергії та газу, а й на рослинних відходах.

Висушування відпресованої фракції дробини проходить за температури теплоносія до 80 градусів, при цьому виключається деструктуризація білкових речовин і це дозволяє залишити майже незмінною початкову біологічну цінність продукції. На рис. 1.3 наведено сушарку, яка застосовується компанією «Біокомплекс».



Рис. 1.3 – Сушильна установка «Біокомплекс»

Таке компонування обладнання передбачає виробництво гранульованих кормових добавок, не застосовуючи при цьому воду і пару, що і відрізняє цю технологію від традиційної. Це сприяє зменшенню собівартості технології грануляції до 30% порівняно з основними підходами, а також не потребує затрат на будівництво, проектування та експлуатацію котельних установ [22].

3. Вихрова сушильна комбінована установка БІО

Задля підготовки до наступних технологічних процесів пивну дробину треба висушити або зневоднити до певного показника вологості 6-12%. Висушування дробини у ротаційних, барабанних та стрічкових установках не має необхідної продуктивності та якості готової продукції при великих затратах енергії на процес сушіння. Оскільки пивна солодова дробина є неоднорідною і полідисперсною, то на стадії висушування у названих установках можуть утворюватися грудки, часточки прилипати до стінок або ж якщо це дуже дрібні частинки – обвуглюватися [23].

Додатково при висушуванні дробини, треба мінімізувати потрапляння продуктів горіння всередину і також одночасно не втратити основні поживні компоненти – біологічно активні речовини (це пектин, амінокислоти, протеїни) за рахунок того, що не піддавати сировину впливу високої температури тривалий час. При аналізі виділених особливостей, було показано, що такий спосіб висушування застосовувати раціонально, тому що окремі частинки сировини звільнялися від необхідної частини вологи, яка була всередині, за умов активного гідродинамічного режиму і при цьому не утворювалися великі з'єднання часток між собою.

Вихрова сушильна конвективна установка ВСКУ-БІО працює безперервно і тому дає можливість висушувати подрібнену сировину до заданих характеристик по вологості (10 % регульована) з вихідною вологістю сировини до 66%, при цьому продуктивність становить до 1000 кг сухої продукції на годину.

Сама установка складається з вихрової сушильно камери, де проходять масообмінні та гідродинамічні процеси між сушильним агентом та сировиною. Шнековим транспортером з бункера подрібнена та волога сировина направляється в розгінну трубу ВСУ, де проходить попереднє сушіння, куди подається сушильний агент (суміш повітря та теплового агента, який виробляє камера згоряння). Потім сировина, яка подається у вихрову сушильну камеру через пневмотранспортну систему в потоці сушильного агента зі швидкістю 25-30 м/с, де розпочинається обертальний рух. Рівномірне висушування сировини забезпечується завдяки тертю часточок між собою та об стінки сушильної установки, високій обертальній швидкості руху СА та сировини і це сприяє створенню умов активізації гідродинамічного та теплового режиму. Прискоренню процесу сушіння, а також підвищенню його продуктивності сприяє надходження свіжого сушильного агента в зону вихрової камери по окремому пневмопроводу [23].

Висушена дробина далі викидається вертикально в блок розподільчого циклона, де через аспірацію теплоносій, насичений парами, виходить в атмосферу, а суху сировину передають на подальше гранулювання та упаковування через шлюз-затвір.

Від вихідних параметрів дробини, а саме її вологості і фракцій, залежить продуктивність самої лінії, яку можна змінювати в залежності від температури СА та частоти подачі живильника. На рис. 1.4 наведено процес виробництва з сушаркою ВСКУ-БІО.

Рівномірне та швидке висушування сировини за низьких температур 100-300 градусів забезпечується інноваційністю конструкції та принципом її роботи, що дає можливість підвищити якісні характеристики готової продукції і при цьому зберегти біологічно активні речовини[12].

Сира дробина поступає з шахти фільтр-апарату в транспортер пивної дробини, який знаходиться під ним.

Шнековий транспортер переміщує дробину, яка під час транспортування ущільнюється в кілька разів, до вихідного отвору і далі за допомогою стиснутого повітря просувається частинами по трубопроводу, звідки потрапляє у силос [23].



Рис. 1.4 – Сушарка ВСКУ- БІО

Потім відбувається розділення транспортуючого повітря в повітроохолоджувачі від дробини, яка після падіння в силос переправляється в автотранспорт транспортним шнеком, де вимірюють кількість дробини, що відвантажили.

1.3 Аналіз ринку існуючої продукції з використанням сухої пивної дробини

На сьогодні використання пивної дробини в Україні в основному обмежується переробкою її на корм тваринам у сільському господарстві, використанням у якості біопалива при її спалюванні або як екологічне добриво. Проте наразі існує досить способів застосування дробини у якості інгредієнтів продуктів харчування – при виготовленні хліба, макаронних та ковбасних виробів.

Оскільки в пивній дробині залишається досить багато поживних речовин, після висушування її можливо використовувати як заміник частини борошна при виготовленні хлібобулочних виробів (можливо функціонального призначення), також різноманітних сніків (солодких або солоних) для швидкого перекусу, збагачених додатковими інгредієнтами для підвищення поживності та харчової цінності.

В Європі та Північній Америці існує більше різноманіття способів застосування пивної дробини у харчуванні. Пивну дробину можна використовувати не тільки для виробництва хліба, але й при виготовленні печива, крекерів, пирогів, панірування різних інгредієнтів, тіста для піци, макаронних виробів, при приготуванні вегетаріанських страв (наприклад, фалафель), сухих сніданків, злакових батончиків, тортів та цукерок. Додатковим напрямком є виготовлення рослинного молока з пивної дробини для осіб, що не можуть вживати лактозу, яка міститься в тваринному молоці.

Метою даної роботи було провести аналіз зразків пивної дробини з міні-пивоварні та приготувати харчові продукти з нею у складі. Також дослідити органолептичні показники готової продукції та порівняти їх з показниками аналогів з магазину.

Висновки:

1. Проаналізувавши різні способи переробки пивної дробини, можна виділити нові та перспективні методи, оскільки сьогодні є актуальним питання безвідходного виробництва, яке передбачає повну переробку відходів одного виробництва для використання їх в іншому.

2. Також були проаналізовані три способи висушування пивної дробини за різними технологіями.

3. Найбільш перспективним способом переробки пивної дробини обрано застосування її для очистки річок та у харчовому виробництві.

2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

На основі теоретичних досліджень і поставленої мети була розроблена схема основних етапів даної магістерської роботи, що наведена на рис. 2.1.

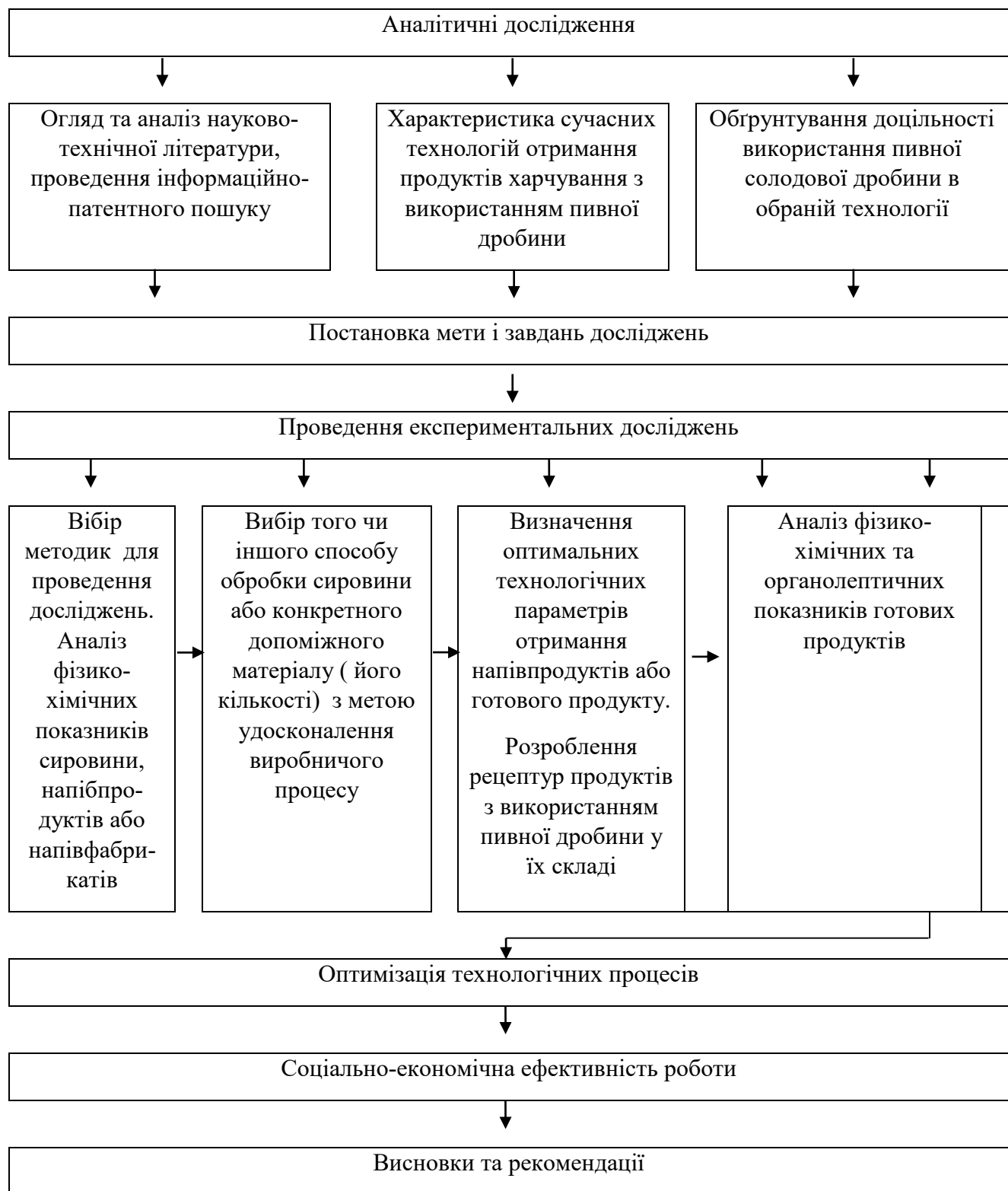


Рис. 2.1 – Схема планування експерименту

2.1 Об'єкти досліджень

Об'єкт дослідження – технологія виробництва пивного сусла.

Предмет дослідження:

- відібрані проби сирової і висушеної пивної дробини на ТОВ «ЗЕ БІР»;
- борошно з пивної дробини для виготовлення хлібопекарських виробів;
- готова продукція.

2.2 Методи досліджень

Для аналізу зразків дробини були обрані методи, які використовуються у пивно-безалкогольній промисловості [14]:

Масову частку вологи у сирій дробині визначали за методом Чижової [2].

Метод полягає у висушуванні наважки при певних температурних режимах, завдяки чому забезпечується поступове видалення вологи. Надалі для розрахунку вологості зважували сирий та висушений продукт.

Вологість визначали у відсотках та обчислювали за формулою:

$$W = \frac{(a - б) * 100}{a - в}$$

де: а – маса бюкси з наважкою до висушування, г;

б – маса бюкси з наважкою після висушування;

в – маса пустої бюкси [9].

Визначення масової частки вологи у сухій дробині проводили за методом прискореного висушування.

Суть методу полягає у висушуванні у сушильній шафі при температурі 130-145°C протягом 30 – 50 хвилин та подальшому зважуванні сирого та висушеного продукту для розрахунку вологості [9].

Вимивний екстракт визначали рефрактометричним методом [9].

Масову частку вимивного екстракту визначали шляхом відділення рідкої фази та подальшого вимірювання рефрактометрично в ній масової частки сухих речовин.

Загальний екстракт визначали рефрактометричним методом [9]

Для визначення загального екстракту в пивній дробині, змішували попередньо висушену та подрібнену дробину з водою, надалі кип'ятили суміш

та обробляли солодовою витяжкою за температури 70 градусів з подальшим її фільтруванням. Надалі вимірювали масову частку сухих речовин у витяжці [9].

Невимивний екстракт визначали за різницею загального та вимивного екстрактів [9]

Невимивний екстракт розраховували за різницею масових часток між загальним та вимивним екстрактами, що виражений в розрахунку на зернопродукти, які були витрачені на приготування партії сусла [9].

2.3 Методика досліджень

На міні-пивоварні ТОВ «ЗЕ БІР» були відібрані два зразки пивної дробини при приготуванні пива із різних солодів:

- світлого ячмінного,
- світлого карамельного.

Отримані зразки були аналізовані в лабораторії кафедри біотехнології продуктів бродіння та виноробства. Спочатку зразки пивної дробини були відпресовані вручну та у відпресованій рідині було визначено вміст сухих речовин за допомогою ручного рефрактометра.

Надалі проводилося промивання отриманих зразків відібраних проб дробини масою 200 г кожний гарячою водою з температурою 65-75 °С до отримання в останній промивній воді вмісту сухих речовин не більше 1 %.

Потім проби дробини висушували в сушильній шафі при температурі 130 °С для визначення вологості, яку розраховували за відповідними формулами. Висушування проводили до показника не більше 10 % у вихідних зразках. Вологість вихідних зразків дробини визначали висушуванням за методом Чижової.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ СИРОЇ ТА СУХОЇ ПИВНОЇ ДРОБИНИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ)

3.1 Фізико-хімічні показники сирої дробини

Для досліджень були відібрані зразки сирої дробини при приготуванні двох сортів пива із різних солодів:

- 100 %-го світлого ячмінного солоду сорту Пільзнер, який використовується для приготування світлого лагеру;
- 100 %-го карамельного солоду на міні-пивоварні ТОВ «ЗЕ БІР».

У даній науково-дослідній роботі були представлені та проаналізовані два зразки пивної солодової дробини, що були надані підприємством ТОВ «ЗЕ БІР».

В таблиці 3.1 представлена характеристика складу отриманих зразків.

Таблиця 3.1 – Характеристика складу зразків дробини

№ зразка	Склад зразків дробини
Зразок №1	100 % світлий ячмінний солод
Зразок №2	100 % карамельний солод

В дослідних зразках відібраної сирої дробини визначали вологість за методом Чижової та вимивний екстракт.

Для визначення втрат СР в пивній дробині сиру дробину декілька разів промивали водою температури 75-78 °С, в промивній воді визначали вміст сухих речовин лабораторним ручним рефрактометром марки Kelilong Electron RNB-5ATC.

Для проведення аналізу брали наважку по 200 г кожного зразка, яку відпресовували ручним пресом для подальшого визначення показника вмісту сухих речовин.

Дослідні дані досліджень та фізико-хімічні показники сирої дробини представлені в табл. 3. 2.

Таблиця 3.2 – Дослідні дані за результатами дослідження сирої дробини

Назва показника	Зразок №1	Зразок №2
СР %	3,1	9,5

Вологість, %	86,39	75,44
Вимивний екстракт, СР %	3,1	9,5

З цієї таблиці можна визначити, що дробина, яка складається зі 100 %-го світлого ячмінного солоду має більший показник вологості, ніж другий зразок дробини, який складається зі 100 % ячмінного карамельного солоду. Різниця між показниками складає понад 10 %.

За показниками масової частки вимивного екстракту перший зразок має також менший відсоток – 3,1 %, а зразок зі 100 %-го ячмінного карамельного солоду має більше у 3 рази значення – 9,5 % СР.

Визначені показники не є у межах норми, оскільки масова частка сухих речовин після завершення процесу фільтрації має складати не більше 0,5 %. Перевищення даного показника вказує на додаткові втрати екстракту на міні-пивоварні або про некоректно здійснений процес пивоваріння. На цьому етапі завод втрачає цінний ресурс у вигляді екстрактивних речовин, що мали б залишитися в суслі.

Потім відібрали наважку по 50 г кожного із зразків дробини для промивання до вмісту сухих речовин не більше 0,5%. Промивання проводили водою температури 72-74 градуси і після кожного з них, визначали вміст сухих речовин рефрактометричним методом у фільтраті.

Коли в останній промивній воді вміст сухих речовин не перевищував 0,5 % - промивання припиняли. Дані показники промивання представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Показники після промивання дробини

Назва показника	Зразок №1	Зразок №2
Відпресована рідина, %	3,1	9,5
Перше промивання, СР %	0,5	2,4

Друге промивання, СР %	0,3	1,9
Третє промивання, СР %	-	0,5

Перед промиванням вміст сухих речовин у першому зразку становив 3,1 % (100%-й ячмінний солод), а у другому – 9,5% (100 %-й карамельний солод). Після першого промивання в зразку №2 цей показник зменшився більше ніж в три рази і склав 2,4 % і вже після третього промивання був у межах норми. Щодо зразку №1, то одразу після першого промивання масова частка сухих речовин була в межах норми – 0,5 % СР за рефрактометром.

3.2 Фізико-хімічні показники сухої дробини

Висушування зразків пивної дробини проводили у сушильній шафі за температури 60-63 градуси перші 2 години. Потім збільшили температуру до 105 градусів та продовжили висушування до необхідного показника вологості – не вище 10 %. Вже у висушених зразках було визначено показники загального та невимивного екстрактів, які представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Показники, що визначали у висушених зразках дробини

Показник	Зразок №1	Зразок №2
Вологість, %	9,78	7,28
Загальний екстракт, СР %	3,2	2,7
Невимивний екстракт, СР %	6,58	6,58

За показниками загального екстракту зразки мають незначну відмінність та становлять 3,20 та 2,7 % СР відповідно.

Значення невимивного екстракту у зразках зі 100 %-го світлого ячмінного солоду та 100 %-го карамельного солоду мають однаковий показник невимивного екстракту і становить 6,58 % СР.

3.3 Приготування харчових продуктів з використанням сухої дробини

Після висушування пивної дробини, була відібрана її частина для приготування з неї борошна, що буде використане в поєднанні з пшеничним борошном для приготування хліба. Решта висушеної дробини буде використана для виробництва різних продуктів харчування - злакові батончики, крекери солоні з додаванням паприки та ін. Надалі будуть наведені рецептури харчових продуктів.

1. *Хліб «Радість пивовара»*, інгредієнти:

- чашки дробини (вологою, щойно з чана);
- 1,25 склянки води;
- 0,25 склянки цукру;
- 4-5 склянок борошна першого або другого сорту;
- 1 чайна ложка солі;
- 1 збите яйце;
- 0,25 склянки молока;
- 1 пакет сухих активних пекарських дріжджів [21].

2. *Енергетичні злаково-горіхові батончики*. Інгредієнти:

- висушена пивна дробина,
- мед,
- горіхи будь-які,
- сухофрукти (курага, інжир, чорнослив, вишня, журавлина),
- вівсяні пластівці [27].

3. *Крекери солоні/солодкі* – хрусткі та корисні перекуси з тонкого тіста, інгредієнти:

- борошно пшеничне,
- пивна дробина суха,
- пивне сусло/пиво/вода,
- сіль, спеції,
- олія оливкова,
- по бажанню трави або додаткові інгредієнти [26,28].

4. *Рослинне молоко з пивної дробини* – може бути використане для людей, які мають несприйняття лактози (тваринний білок молока), а також у якості замітника молока для вегетеріанців та веганів. Інгредієнти:

- ізолят з білків пивної дробини,
- молоко з кеш'ю (кеш'ю та вода),
- кокосове молоко,
- цукор,
- ізолят горохового білка,
- екстракт коріння цикорію,

- екстракт ванілі,
 - морська сіль та натуральні ароматизатори[25].
5. *Гранола (сухі сніданки) з пивної дробини*, інгредієнти:
- 1 1/2 склянки сушеної дробини;
 - 1 1/2 склянки вівсяних пластівців;
 - 1 склянка сирих горіхів, крупно нарізаних (мигдаль, кеш'ю та арахіс);
 - 1 склянка несолодких кокосових пластівців;
 - 1/2 склянки сирого насіння, лущене (гарбуз та соняшник);
 - 1/2 склянки кокосової олії;
 - 2/3 склянки кленового сиропу;
 - 1/2 склянки коричневого цукру;
 - 1/4 чайної ложки мускатного горіха;
 - 1/4 чайної ложки порошку чилі (за бажанням);
 - 1/4 чайної ложки солі (за смаком);
 - 1/2 склянки сухофруктів (за бажанням) [31].
6. *Фалафель* – страва близькосхідної кухні, що являє собою смажені на олії невеликі котлетки з меленого нуту. Інгредієнти:
- 2 банки нуту;
 - 1 склянка дробини;
 - 1/2 склянки петрушки, подрібненої;
 - 1/4 склянки м'яти, подрібненої;
 - 3 цибулини, подрібнені;
 - 1/2 чайної ложки солі;
 - 1/2 чайної ложки перцю;
 - 1/2 чайної ложки кмину;
 - 1/2 лимона вичавленого [29].
7. *Тісто для макаронних виробів*, інгредієнти:
- 3 склянки борошна;
 - 1/2 склянки відпрацьованого зернового борошна;
 - 4 яйця;
 - 1 чайна ложка оливкової олії [30].

3.4 Приготування хлібопекарських виробів з пивної дробини та дослідження органолептичних показників

Для проведення дослідження було обрано приготування хлібу з заміною частини борошна на борошно з пивної дробини. Надалі після приготування досліджено органолептичні показники готового хлібу за такими характеристиками:

- колір і зовнішній вигляд скоринки;

- смак та аромат;
- форму хліба;
- еластичність, свіжість і пористість м'якушки.

Також для порівняльного аналізу необхідно було визначити калорійність та енергетичну цінність виробів. Для дослідження було обрано наступну рецептуру:

- борошно пшеничне вищого гатунку – 222 г та 254 г для двох зразків;
- борошно з висушеної пивної дробини (2 зразки – 100% ячмінна та 100% кармельна дробина) – 98 г та 66 г відповідно;
- цукор білий кристалічний – 8 г;
- сіль харчова – 3 г;
- сухі хлібопекарські дріжджі – 3 г;
- соняшникова олія – 30 см³;
- вода – 210 см³.

В табл. 3.5 для кожного зразка наведено розраховану енергетичну цінність та органолептичні показники.

Таблиця 3.5 – Органолептичні показники та енергетична цінність готових виробів

Показники	Зразок №1 – з використанням дробини зі 100% ячмінного солоду	Зразок №2 – з використанням дробини зі 100% карамельного солоду
Органолептичні:		
Колір і зовнішній вигляд скоринки	Гладка, без крупних підривів, золотиста скоринка	Гладка, без крупних підривів, з карамельною скоринкою
Смак та аромат	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку.	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку.
Форму хліба	Продовгувато овальна, не розпливчата	Округла, не розпливчата

Еластичність, свіжість і пористість м'якушки	Пропечена, не волога на дотик, еластична. Після легкого натискування м'якушка відновлює форму. Без грудочок і слідів непромісу.	Пропечена, не липка, не волога на дотик, еластична.
Енергетична цінність ккал/100 г	266,56	257,75
Б/Ж/В	7,8/7,2/41,0	7,1/6,8/40,1

Зображено готові вироби з використанням борошна з пивної дробини зі 100 %-го ячмінного солоду на рис. 3.1-3.2 та зі 100 %-го карамельного солоду на рис.3.3.





Рис. 3.1-3.2 – Хліб з використанням борошна з пивної дробини зі 100 %-го ячмінного солоду



Рис. 3.3 – Хліб з використанням борошна з пивної дробини зі 100 %-го карамельного солоду

3.5 Вплив складу зернопродуктів на фізико-хімічні показники сирої дробини

Після проведених досліджень, як висновок, на міні-пивоварнях не завжди раціонально використовують такий цінний екстракт у виробництві пива, що призводить як до технологічних втрат на стадії приготування сусла, так і втрат економічних, оскільки така кількість екстракту, що залишився в дробині, може бути використана для приготування сусла. Тому необхідно налагодити процес промивання дробини на заводі, задля запобігання небажаних витрат.

Також при виготовленні хліба з частковою заміною борошна на борошно з пивної дробини було визначено, що за органолептичними показниками він не поступається магазинному варіанту, проте в складі має більшу кількість поживних речовин.

На рис. 3.4 та 3.5 зображено результати дослідів у графіках.

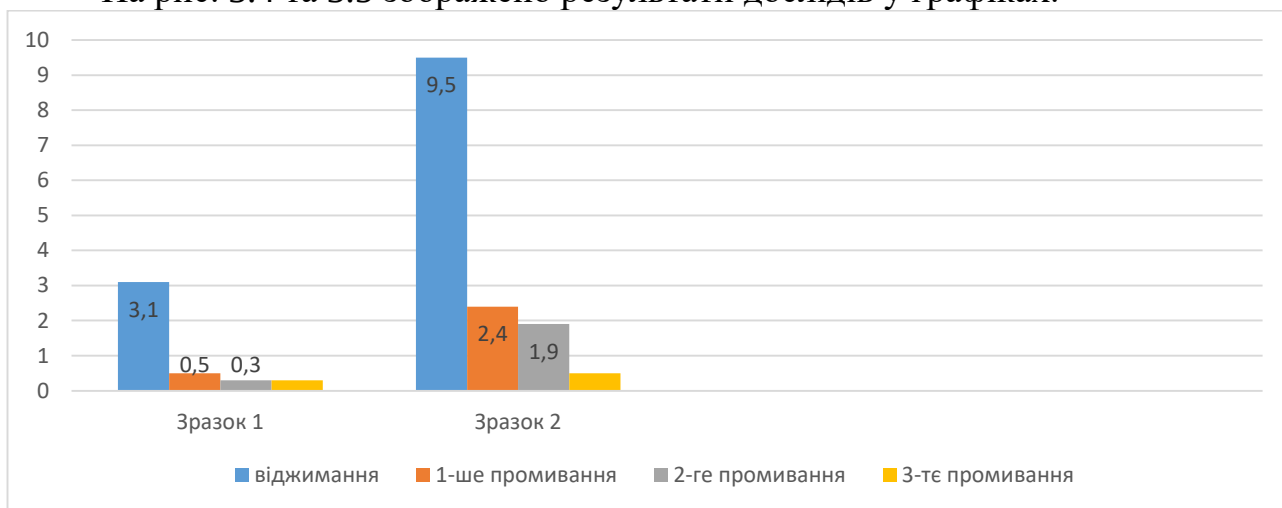


Рис. 3.4 – Дослідні дані після промивання пивної дробини

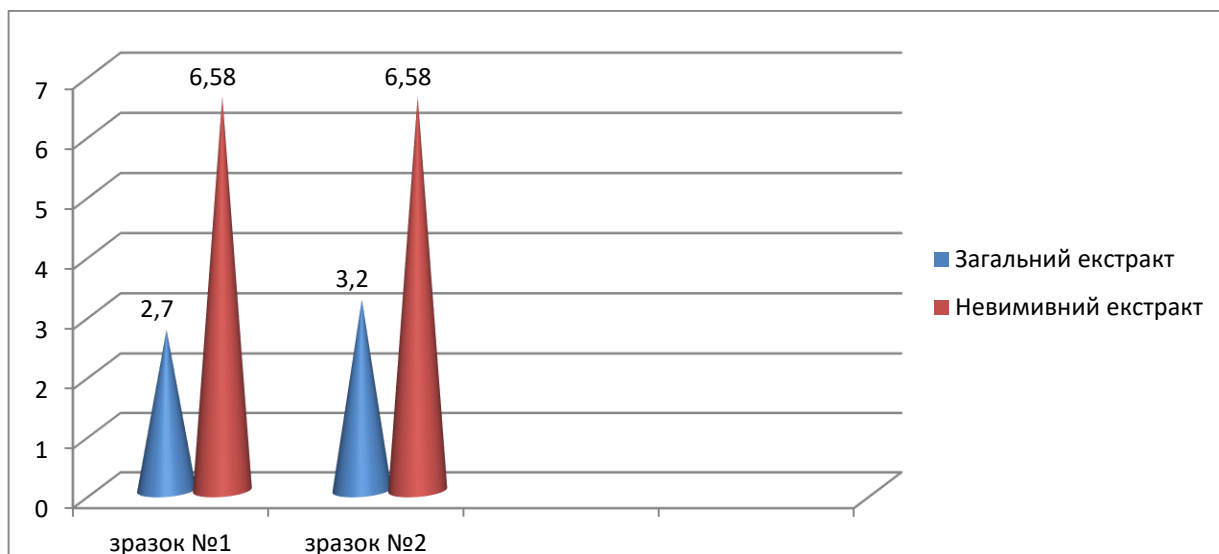


Рис. 3.5 – Дослідні дані показників масової частки загального та невимивного екстрактів

4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

При оптимізації досліджень впливу температури та тривалості сушіння дробини на вологість вихідної сировини було складено модель, на яку діють вхідні та вихідні параметри.

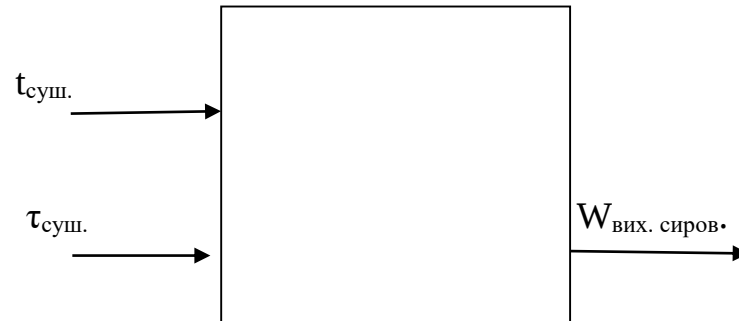


Рис. 4.1 – Параметрична модель залежності вологості дробини від тривалості та температури сушіння сировини.

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

- критерій Кохрена;
- критерій Стюдента;
- критерій Фішера.

Вибір змінної стану. В якості змінної стану вибрано вологість пивної дробини.

Вибір факторів (параметрів). На вологість вихідної сировини впливають наступні показники:

Вхідні:

- тривалість сушіння;
- температура сушіння.

Вихідні:

- вологість сировини.

Попередній експеримент. Було проведено декілька дослідів двохфакторного експерименту.

$$W = f(t, \tau) \quad (4.1)$$

W – вологість вихідної сировини;

$t_{\text{суш.}}$ = 60 – 130 °C – температура сушіння пивної дробини;

$\tau_{\text{суш.}}$ = 14 – 20 год. – тривалість сушіння дробини;

Складання математичної моделі

Вибираємо вид поліноміальної функції:

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

де Y – вологість; X_1 – температура сушіння пивної дробини; X_2 – тривалість сушіння дробини.

Постановка задачі оптимізації. Знайти оптимальну температуру і тривалість сушіння, при якій спостерігається оптимальна вологість висушеної дробини. Математично це можна виразити у вигляді отримання математичної моделі:

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

де Y – вологість; X_1 – температура сушіння пивної дробини; X_2 – тривалість сушіння дробини, b_0, b_1, b_2, b_{12} – коефіцієнти рівняння математичної моделі.

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

$$X_1 = 95 \text{ \%};$$

$$X_2 = 17$$

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

Проводились паралельні досліді (y_1, y_2)

Складаємо матрицю рівнів варіювання (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Матриця рівнів варіювання

Найменування рівнів варіювання	Позначення	Температура сушіння	Тривалість сушіння
		t	τ
Верхній	+	130	20
Середній	0	95	17
Нижній	-	60	14
Крок	Δ	35	3

Потім складаємо матрицю плану, що показана на табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Матриця плану

№ n/n	x_0	x_1	x_2	$x_1 \cdot x_2$	y_1	y_2	$\tilde{y}$	$S^2_{одн}$
1	+	+	+	+	9,83	9,73	9,78	0,005
2	+	+	-	-	9,15	9,03	9,09	0,0072
3	+	-	+	-	7,16	7,40	7,28	0,0288
4	+	-	-	+	7,23	7,19	7,21	0,0008

Дисперсія вибіркова – дисперсія, обчислена за даними вибірки.

Перевіряємо однорідність дисперсій:

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

$$S^2_{одн i} = \frac{\sum_{j=1}^{m=2} (y_{ij} - \tilde{y}_i)^2}{m-1} \quad (4.5)$$

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

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

y_i – експериментальні значення вихідного параметру за результатами i -го паралельного дослідів;

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

$$S^2_{одн1} = \frac{(9,83 - 9,78)^2 + (9,73 - 9,78)^2}{2 - 1} = 0,005$$

$$S^2_{одн2} = \frac{(9,15 - 9,09)^2 + (9,03 - 9,09)^2}{2 - 1} = 0,0072$$

$$S^2_{одн3} = \frac{(7,16 - 7,28)^2 + (7,40 - 7,28)^2}{2 - 1} = 0,0288$$

$$S_{\text{одн}_4}^2 = \frac{(7,23 - 7,21)^2 + (7,19 - 7,21)^2}{2 - 1} = 0,0008$$

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

$$S_{\text{одн.мах}}^2 = S_{\text{одн}_3}^2 = 0,0288$$

Розраховуємо суму розрахованих дисперсій:

$$\sum_{i=1}^N S_{\text{одн}_i}^2 = 0,0418$$

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 вибірккові дисперсії є однорідними.

Розраховуємо критерій Кохрена:

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

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

$$G_p = \frac{0,0288}{0,0418} = 0,689$$

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:

$$G_p < G_m, \text{ а саме: } G_p = 0,689 < G_m = 0,9065$$

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

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

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

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

$$S_{від}^2 = \frac{0,0418}{4} = 0,0105$$

Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії

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

$$B_0 = \frac{9,78 \cdot (+1) + 9,09 \cdot (+1) + 7,28 \cdot (+1) + 7,21 \cdot (+1)}{4} = 8,34$$

$$B_1 = \frac{9,78 \cdot (+1) + 9,09 \cdot (+1) + 7,28 \cdot (-1) + 7,21 \cdot (-1)}{4} = 1,095$$

$$B_2 = \frac{9,78 \cdot (+1) + 9,09 \cdot (-1) + 7,28 \cdot (+1) + 7,21 \cdot (-1)}{4} = 0,19$$

$$B_{12} = \frac{9,78 \cdot (+1) + 9,09 \cdot (-1) + 7,28 \cdot (-1) + 7,21 \cdot (+1)}{4} = 0,155$$

Перевірка на значущість коефіцієнтів регресії:

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

Коефіцієнт Стюдента:

$$S_k = \sqrt{S_k^2}$$

$$S_k^2 = \frac{S_{\text{в\ddot{и}д\ddot{т}}}^2}{N}$$

$$S_k^2 = \frac{0,0105}{4} = 0,0026$$

$$S_k = \sqrt{0,0026} = 0,051$$

$$t_{b0} = \frac{|8,34|}{0,051} = 163,53$$

$$t_{b1} = \frac{|1,095|}{0,051} = 21,47$$

$$t_{b2} = \frac{|0,19|}{0,051} = 3,73$$

$$t_{b12} = \frac{|0,155|}{0,051} = 3,04$$

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

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:

$$\hat{Y} = 8,34 + 1,095 \cdot X_1 + 0,19 \cdot X_2 + 0,155 \cdot X_{12}$$

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:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{від}^2}$$

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

$$\hat{Y}_1 = 8,34 + 1,095 (+1) + 0,19 (+1) + 0,155 (+1) = 9,78;$$

$$\hat{Y}_2 = 8,34 + 1,095 (+1) + 0,19 (-1) + 0,155 (-1) = 9,09;$$

$$\hat{Y}_3 = 8,34 + 1,095 (-1) + 0,19 (+1) + 0,155 (-1) = 7,28;$$

$$\hat{Y}_4 = 8,34 + 1,095 (-1) + 0,19 (-1) + 0,155 (+1) = 7,21.$$

$$S_{ад}^2 = \frac{2}{4} \cdot \left[(9,78 - 9,78)^2 + (9,09 - 9,09)^2 + (7,28 - 7,28)^2 + (7,21 - 7,21)^2 \right] = 0$$

Розрахунковий критерій Фішера:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{від}^2} = \frac{0}{0,0105} = 0.$$

$f_1 = N - 1 = 4 - 3 = 1$; $f_2 = N \cdot (m - 1) = 4 \cdot (2 - 1) = 4$. У нашому випадку $S_{ад}^2 > S_{від}^2$, тоді при $\alpha = 0,05$ $k_1 = f_1 = 1$; $k_2 = f_2 = 4$; $F_T = 6,94$; $F_p < F_T$.

Якщо $F_p < F_T$ то рівняння адекватне.

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

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

$$X_1 = \frac{t_1 - 95}{35}$$

$$X_2 = \frac{\tau_2 - 17}{3}$$

$$W = 8,34 + 1,095 \cdot \left(\frac{t-95}{35} \right) + 0,19 \cdot \left(\frac{\tau-17}{3} \right) + 0,155 \cdot \left(\frac{t-95}{35} \right) \cdot \left(\frac{\tau-17}{3} \right) =$$

$$6,674 - 0,006t - 0,077 \tau + 0,0015t \tau$$

Рівняння регресії

$$W = 6,674 - 0,006 \cdot t - 0,077 \cdot \tau + 0,0015 \cdot t \cdot \tau$$

Отримане значення свідчить про те, що отримане рівняння регресії залежності вологості вихідної сировини забезпечується тривалістю та температурою сушіння пивної дробини.

5. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Було проведено розрахунок соціально-економічної ефективності при виробництві хліба з частковою заміною пшеничного борошна на борошно з висушеної пивної дробини. При цьому порівнювалися показники калорійності, поживної цінності продукції приготованої в домашніх умовах та хлібу, купленого в магазині, та затрати на приготування.

В табл. 5.1 наведено порівняння хлібу з використанням борошна з пивної дробини, приготованого вдома та з магазину.

Табл. 5.1 - Порівняння хлібу з використанням борошна з пивної дробини, приготованого вдома та магазинного хлібу

Показники	Хліб з магазину	Хліб з додаванням борошна з пивної дробини
Вага, г	300	300
Калорійність	264	262,2
Поживна цінність, Б/Ж/В	3,6/8,8/48,8	7,8/7,2/41,0
Ціна, грн	11,85	8,98

З даної таблиці можна зробити висновок, що заміна частини борошна на борошно з пивної дробини є вигідним як з економічної точки зору (різниця у вартості двох зразків становить 2,87 грн – ціна хлібу з магазину є вищою), так і переважають показники поживної цінності виробів. Зокрема, білкових речовин у зразку хліба з заміною частини борошна на борошно з пивної дробини знаходиться більше у 2,2 рази, а вуглеводів та жирів навпаки менше.

Отже, є доцільним використання борошна з пивної дробини у виробництві хліба та хлібо-булочних виробів, оскільки це є економічно ефективним та такі вироби мають більшу поживну цінність для організму людини.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Загальні правила роботи в хімічній лабораторії

В лабораторії треба виконувати тільки ту роботу, яку доручив викладач.

Роботу виконувати тільки згідно з інструкцією, з дозволеними концентраціями реактивів та погрібною кількістю речовин. Посуд використовується тільки той, що необхідний для даної роботи.

В лабораторії знаходитись тільки в спецодязі, при необхідності в захисних окулярах.

В лабораторії не дозволяється приймати їжу, пити воду, палити.

При виконанні дослідної роботи в лабораторії повинні знаходитись не менше 2-х осіб, один з яких має бути старшим - викладач або лаборант.

Категорично забороняється користуватись реактивами без етикеток. Перед виходом з лабораторії необхідно перевірити чи виключені світло, газ вода, електроприлади [10].

Правила безпечної роботи з кислотами і лугами

Основні кількості кислот та інших агресивних речовин треба зберігати в спеціально призначеному приміщенні.

Концентровані кислоти, а також аміак необхідно обережно розливати під витяжкою, щоб запобігти травмам.

Розливати кислоти та інші агресивні рідини з великих ємкостей у видаткові склянки слід за допомогою сифона з гумовою грушею, ручним насосом або ножною повітрорудкою. Використовувати електричні повітрорудки з цією метою не дозволяється.

Переносити склянки ємкістю більш ніж 5л з реактивами необхідно в плетених корзинах, ящиках або іншій тарі, що гарантує безпечне транспортування.

Переносити або навіть підіймати склянки з агресивними реактивами за шийку посудини не дозволяється.

Доставлені у лаборантську реактиви розміщують у призначених для них місцях.

Для одержання розчинів із концентрованих кислот необхідно лити кислоту у воду, а не навпаки, постійно перемішуючи. Розчинення

концентрованої кислоти у воді (особливо, сульфатної) супроводжується сильним нагріванням і розбризкуванням рідини, що може призвести до опіків.

Для розбавлення концентрованих кислот, їх змішування, а також для змішування речовин, що супроводжуються виділенням теплоти, потрібно користуватися хімічним тонкостінним скляним або фарфоровим посудом

Щоб уникнути опіків порожнини рота, а також отруєння, забороняється набирати розчини кислот, лугів та інших агресивних рідин у піпетку ротом. Для засмоктування цих речовин потрібно користуватися піпетками з різними пастками та гумовою грушею.

Розчиняти луги слід у фарфоровому посуді, повільно додаючи до води невеликі порції лугу при безперервному перемішуванні. Шматочки лугу можна брати тільки пінцетом або щипцями [10].

Великі шматки їдких лугів потрібно розколювати на дрібні в спеціально відведеному місці.

Під час всіх операцій з кислотами і лугами треба обов'язково застосовувати засоби індивідуального захисту: халат та гумовий фартух, гумові рукавиці, захисні окуляри тощо.

Відпрацьовані кислоти і луги слід збирати в спеціально призначений посуд окремо і зливати в каналізацію тільки після нейтралізації.

Розлиті кислоти або луги необхідно негайно засипати піском, нейтралізувати і після цього прибрати [10].

Правила роботи з небезпечними та отруйними речовинами

При роботі з небезпечними та отруйними речовинами в лабораторіях повинно бути не менше двох чоловік; повинна бути організована приточно-витяжна вентиляція, що забезпечує не менш, ніж 15-ти кратний обмін повітря за годину.

Переносити ємкість з розчинами небезпечних речовин необхідно у відрі або в ящику, на дні яких є пісок або активоване вугілля! Одна людина може нести не більше 5 л небезпечної речовини. Ємкості з небезпечними речовинами повинні мати чіткі та яскраві етикетки з назвою речовини!

Небезпечні речовини, які використовуються в лабораторії, зберігаються у шафах з підведеною вентиляцією. Забороняється спільне зберігання концентрованих кислот з іншими реактивами. Також необхідно уникати контакту концентрованої азотної кислоти з матеріалами органічного походження (ватою, стружкою, соломом тощо)

Ідентифікація та перевірка невідомих хімічних речовин дозволяється тільки за допомогою характерної якісної реакції!

Розлиті концентровані кислоти, луги, аміак або бром швидко засипають піском, після прибирання піску місце розливу нейтралізують (кислоти – 1% лугами або вапном, луги – 1 % оцтовою кислотою), а тільки потім миють водою.

При роботі з ароматизованими та токсичними речовинами у витяжній шафі повинні постійно знаходитись: насичений розчин перманганату калію в 1- % розчині лугу, азотна кислота з густиною 1,18! Роботи з зазначеними речовинами проводяться виключно при ввімкненій вентиляційній системі.

При аварійній ситуації роботу з хлором, фтором, аміаком та ін. виконуйте в протигазі відповідної марки, а при роботі з отруйними рідинами - в гумових рукавицях, захисних окулярах, фартусі та, при необхідності, в протигазі.

Аміак можливо зберігати разом з лугами, але окремо від броду, йоду та мінеральних кислот [10].

7. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Цивільний захист - це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період [6].

Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення (СРВНСО) - це системи, у яких суміщено автоматичні процеси виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій, спостереження та оброблення інформації щодо поточного стану об'єктів та будівель, інженерних споруд, мереж, розташованих на територіях з ризиком прояву небезпечних процесів, оперативне надання фактичної та прогнозованої інформації, а також оповіщення працівників та керівника об'єкта, відповідальних за стан техногенної безпеки, посадових осіб органів виконавчої влади, місцевого самоврядування та населення.

У якості джерел первинної інформації для СРВНСО як правило, використовують технологічні датчики сигналізатори промислової автоматики, що входять до складу систем протиаварійного захисту та автоматизованих систем керування технологічними процесами [11].

Первинною (вихідною) інформацією для виявлення СРВНСО ознак загрози виникнення НС та визначення можливих сценаріїв їх розвитку є дані щодо:

- концентрації у повітрі вибухонебезпечних речовин та сумішей;
- кількості вибухопожежонебезпечних речовин у резервуарах, ємкостях, апаратах;
- наявності витoku вибухопожежонебезпечних речовин;
- тиску та температури вибухонебезпечних речовин і газоподібних сумішей у трубопроводах, резервуарах, ємкостях, апаратах;
- деформації, осідань та горизонтальних зміщень елементів будівель та споруд;
- цілісності та відносних змін значень геометричних параметрів (горизонтальних, вертикальних, кутових) основ фундаментів, несучих конструкцій та вузлів їх з'єднань;
- потужності іонізуючого випромінювання, рівня забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами.

Для зменшення ризику виникнення НС, загибелі або нанесення шкоди життю та здоров'ю людей, статтею 53 Кодексу цивільного захисту України встановлено вимогу щодо обов'язкового влаштування на всіх об'єктах підвищеної небезпеки систем раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення у разі їх виникнення.

З метою забезпечення здійснення заходів в єдиній державній системі цивільного захисту щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій проводяться постійний моніторинг і прогнозування таких ситуацій.

Для проведення моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій створюється та функціонує система моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України [13].

Оповіщення та інформування про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій

Організація оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій здійснюється відповідно до положення, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій полягає у своєчасному доведенні відповідної інформації до органів управління цивільного захисту, сил цивільного захисту, суб'єктів господарювання, що належать до єдиної державної системи цивільного захисту, та населення і забезпечується шляхом здійснення заходів, визначених у статті 30 Кодексу цивільного захисту України.

Органи управління цивільного захисту здійснюють збір, підготовку, зберігання, оброблення, аналіз, передачу інформації з питань цивільного захисту та зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну та достовірну інформацію про загрозу виникнення та/або виникнення надзвичайних ситуацій з визначенням меж їх поширення і наслідків, а також про способи та методи захисту від них. Оприлюднення інформації про наслідки надзвичайних ситуацій здійснюється відповідно до законодавства про інформацію. Інформування з питань цивільного захисту здійснюється за формами та у строки, встановлені ДСНС [11].

Реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків

Керівництво проведенням аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт у єдиній державній системі цивільного захисту під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації та управління силами цивільного захисту, що залучаються до таких робіт, здійснює керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, який призначається та діє відповідно до статті 75 Кодексу цивільного захисту України.

Для безпосередньої організації і координації аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації утворюється штаб з ліквідації її наслідків, який є робочим органом керівника робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації. Рішення про утворення та ліквідацію такого штабу, його склад приймає керівник робіт з ліквідації

наслідків надзвичайної ситуації.

Основну частину робіт, пов'язаних з реагуванням на надзвичайну ситуацію або усуненням загрози її виникнення, виконують сили цивільного захисту підприємства, установи чи організації, де виникла така ситуація, з наданням їм необхідної допомоги силами цивільного захисту адміністративно-територіальної одиниці, на території якої розташоване таке підприємство, установа чи організація, а також відповідними підрозділами ДСНС, Міноборони, МВС, МОЗ тощо.

До виконання зазначених робіт повинні залучатися насамперед сили цивільного захисту центрального органу виконавчої влади, до сфери управління якого належить об'єкт, на якому сталася аварія, що призвела до виникнення надзвичайної ситуації, сили цивільного захисту ланки територіальної підсистеми чи територіальної підсистеми на відповідній території.

Залучення сил цивільного захисту до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій здійснюється органами управління, яким підпорядковані такі сили відповідно до планів реагування на надзвичайні ситуації. У разі потреби до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій за рішенням керівника робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації залучаються додаткові сили цивільного захисту.

Авіаційний пошук і рятування людей здійснюються суб'єктами забезпечення цивільного захисту відповідно до компетенції. Організація проведення авіаційного пошуку і рятування здійснюється ДСНС. Залучення сил цивільного захисту до проведення заходів цивільного захисту в особливий період здійснюється згідно з планами цивільного захисту на особливий період.

Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи проводяться відповідно до порядку, що визначається інструкціями, правилами, статутами, іншими нормативноправовими актами та нормативними документами щодо дій у надзвичайних ситуаціях, які затверджуються відповідними центральними органами виконавчої влади.

До робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, які виконуються в єдиній державній системі цивільного захисту, можуть залучатися Збройні Сили України, інші військові формування та правоохоронні органи спеціального призначення відповідно до Конституції і законів України.

До робіт із запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та ліквідації їх наслідків можуть залучатися на добровільних або договірних засадах громадські об'єднання за наявності в учасників, які залучаються до таких робіт, відповідного рівня підготовки у порядку, визначеному керівництвом такого

об'єднання або керівником робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

Залучення сил цивільного захисту для надання допомоги іноземним державам здійснюється відповідно до законодавства.

Сили цивільного захисту, крім добровільних формувань цивільного захисту, укомплектовуються персоналом (кадрами) та забезпечуються засобами цивільного захисту з урахуванням необхідності проведення робіт у автономному режимі протягом не менше трьох діб [6].

Взаємодія органів управління та сил цивільного захисту

В єдиній державній системі цивільного захисту з метою своєчасного запобігання і ефективного реагування на надзвичайні ситуації організовується взаємодія з питань: визначення органів управління, які безпосередньо залучаються до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, склад і кількість сил (засобів) реагування на них; погодження порядку здійснення спільних дій сил цивільного захисту під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій з визначенням основних завдань, місця, часу і способів їх виконання; організації управління спільними діями органів управління та сил цивільного захисту під час виконання завдань за призначенням; всебічного забезпечення спільних заходів, що здійснюватимуться органами управління та підпорядкованими їм силами цивільного захисту, в тому числі взаємного надання допомоги транспортними, інженерними, матеріальними, технічними та іншими засобами.

Залежно від обставин, масштабу, характеру та можливого розвитку надзвичайної ситуації взаємодія організовується: на загальнодержавному рівні - безпосередньо між органами управління та силами функціональних і територіальних підсистем; на регіональному, місцевому та об'єктовому рівні - між територіальними органами центральних органів виконавчої влади, місцевими органами виконавчої влади, їх силами, а також суб'єктами господарювання.

З метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, мінімізації їх можливих наслідків, організації узгодженого реагування сил цивільного захисту на небезпечні події та надзвичайні ситуації між оперативно-черговими (черговими, диспетчерськими) службами органів виконавчої влади всіх рівнів, підприємств, установ та організацій (у разі їх утворення) і оперативно-черговими службами ДСНС організовується обмін інформацією про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації та хід ліквідації її наслідків у сфері відповідальності відповідної чергової служби.

Взаємодія під час здійснення заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та/або ліквідації їх наслідків організовується через спеціально призначені оперативні групи або представників відповідних

центральных та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, які залучаються до здійснення таких заходів. Повноваження зазначених оперативних груп або представників визначаються відповідними центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування.

Консультаційні пункти є осередками просвітницько-інформаційної роботи і пропаганди знань серед населення відповідної адміністративної території з питань захисту та дій у надзвичайних ситуаціях.

Вони створюються і діють в межах територій, що ними обслуговуються, а саме:

- у містах – при житлово-експлуатаційних організаціях незалежно від форм власності та підпорядкування, житлово-будівельних кооперативах, об'єднаннях співвласників багатоквартирних житлових будинків тощо (далі - ЖЕО);
- у сільських, міських районах – при міських, сільських, селищних радах.

При визначенні кількості пунктів та місць їх розташування доцільно виходити з того, що кожен консультаційний пункт повинен обслуговувати мікрорайон, у якому мешкає не більше 1500-2000 громадян, не зайнятих у сфері виробництва та обслуговування. Населення, яке мешкає у власних будинках, рішенням начальників цивільного захисту міст і районів закріплюється для навчання за відповідними консультаційними пунктами за територіальним принципом.

Створення та організація роботи консультаційних пунктів здійснюється відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI, Постанови Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 № 444 «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях», Положення про Єдину державну систему цивільного захисту, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 № 11. III [11].

Мета створення та завдання консультаційних пунктів

Консультаційні пункти створюються при ЖЕО у містах та при сільських (селищних) радах у сільській місцевості з метою ведення на їх базі просвітницькоінформаційної роботи та пропаганди знань з питань захисту та дій населення, не зайнятого у сфері виробництва та обслуговування, за місцем його проживання в умовах надзвичайних, несприятливих побутових або нестандартних ситуацій.

Головними завданнями консультаційних пунктів є:

- участь у підготовці населення, не зайнятого у сфері виробництва та обслуговування, з питань захисту та дій у надзвичайних ситуаціях за тематикою консультацій, рекомендованою МНС України;

- сприяння розвитку громадської свідомості щодо особистої та колективної безпеки;
- підвищення рівня морально-психологічного стану громадян в умовах загрози і виникнення надзвичайних ситуацій.

Відповідно до покладених на них головних завдань консультаційні пункти забезпечують:

- доведення до непрацюючого населення правил та рекомендацій щодо:
 - дій в умовах надзвичайних ситуацій та проявів терористичних актів;
 - застосування засобів індивідуального та колективного захисту;
 - надання першої медичної само- та взаємодопомоги постраждалим;
 - поведінки в несприятливих побутових і нестандартних ситуаціях;
 - забезпечення особистої та колективної безпечної життєдіяльності в різні пори року;
 - створення умов для самостійного вивчення населенням матеріалів посібників, пам'яток, іншого друкованого навчально-інформаційного матеріалу, перегляду та прослуховування спеціального циклу теле- та радіопередач;
- участь у просвітницько-інформаційній роботі та пропаганді знань серед населення з питань заходів цивільного захисту, які сплановані та проводяться у регіоні, а також роз'яснення правил поведінки та дій в умовах виникнення надзвичайних, несприятливих побутових або нестандартних ситуацій:
 - організація та участь у виставках, змаганнях, оглядах-конкурсах, бесідах, вікторинах, виступах по радіо та телебаченню, поширення друкованої, аудіо та відеопродукції;
 - участь у роботі місцевих органів влади та громадських організацій із забезпечення високого рівня морально-психологічного стану населення, незайнятого у сфері виробництва та обслуговування, в умовах загрози та при виникненні надзвичайних ситуацій, а також при ліквідації їх наслідків;
 - постійне вивчення та освоєння перспективного досвіду щодо форм і методів просвітницько-інформаційній роботі та пропаганди знань;
 - створення та удосконалення необхідної навчально-матеріальної бази.

Через консультаційні пункти та відповідні системи оповіщення керівники потенційно небезпечних об'єктів надають постійну і оперативну інформацію населенню, яке проживає в зонах можливого ураження, а також про стан їх захисту, порядок дій в аварійних ситуаціях та методи і способи забезпечення безпеки людей при аваріях [6].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено аналітичний огляд літератури за обраною темою магістерської роботи.

2. Розроблено схему планування експериментів та досліджень для впровадження технології заміни частини пшеничного борошна на борошно з пивної дробини для виробництва хліба.

3. Проведено дослідження двох зразків пивної дробини, наданих міні-пивоварнею ТОВ «ЗЕ БІР» - 100 %-й ячмінний солод та 100 %-й карамельний солод.

4. Визначено показники вологості зразків, масову частку загального, вимивного та невимивного екстрактів.

5. Проаналізовано два зразки хліба з заміною частини пшеничного борошна у складі на борошно з пивної дробини за органолептичними показниками.

6. Було порівняно магазинний хліб з виробами власного приготування за показниками енергетичної цінності (калорійність виробів) та поживної цінності продукту (БЖВ) і визначено, що хліб з заміною частини борошна на борошно з пивної дробини має кращі показники і рекомендується до вживання.

7. Розраховано оптимізацію технологічного процесу висушування зразків пивної дробини в лабораторії.

8. Розраховано соціально-економічну ефективність для виробництва хліба з частковою заміною пшеничного борошна на борошно з пивної дробини в порівнянні з представленими на ринку товарами.

9. Рекомендовано використовувати висушену пивну дробину у харчовому виробництві як заміник частини борошна (до 30% основного борошна), а також в нетрадиційних способах застосування з метою збереження екологічного стану довкілля. Адже технологія безвідходного виробництва передбачає використання відходів одного виробництва, що стануть сировиною для іншого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива: підручник. Київ: ІНКОС, 2004. 426 с.
2. ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с.
3. ДСТУ 7345:2013 Дробина пивна. Загальні технічні умови. [Чинний від 2014-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 15 с.
4. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В.А Домарецький., П.Л. Шиян, М.М. Калакура, Л.Ф. Романенко та ін. Київ: Університет «Україна», 2010. 814 с.
5. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підручник / С.В Іванов та ін. / за заг. ред. С.В. Іванова. Київ: НУХТ, 2012. 487 с.
6. Кодекс цивільного захисту України. Кодекс України від 01 січня 2021 № 5403-VI. *Відомості Верховної Ради України*, 2013, № 34-35, ст.458 Дата оновлення: 01.01.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
7. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива; пер. с нем. Санкт Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.
8. Куц А. М., Кошова В. М., Лубяной М. О.. Чисте довкілля – додатковий прибуток Харчова промисловість. Київ, 2014. №15. с. 72–77
9. Мелетьєв А. Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М Технохімічний контроль солоду, пива та безалкогольних напоїв: підручник Вінниця: Нова книга, 2008. 300 с
- 10.«Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» [електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання розділу дипломного проекту, магістерської роботи для студентів спеціальності 7.05170112, 8.05170112 «Технології харчування» денної та заочної форм навчання / уклад. В. С. Гуць, О. А. Коваль. Київ: НУХТ, 2014. 67 с.
- 11.Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 № 444. Дата оновлення: 01.09.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/444-2013-%D0%BF#Text>
- 12.Спосіб одержання поживної основи із дробини ячмінної для культивування мікроорганізмів / С.В. Пономаренко; Т.П.Осолодченко; Т.В.Лукьяненко; Е.В. Менкус; Е.В. Порт; О.А. Литвиненко; І.С. Рябова: Патент № 99420 Україна: МПК C12N 1/20 (2006.01) № 99420; заявл. 18.09.14 опубл. 10.06.15 Бюл. №11.
- 13.Стеблюк М.І. Цивільна оборона: підручник. Київ: Знання, 2006. 487 с.
- 14.Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / А.Є. Мелетьєв та ін. / за ред. А.Є. Мелетьєва. Київ: НУХТ, 2007. 256с.
- 15.Установка для сушіння пивної дробини / О. Р. Якуба; С. М. Сабадаш; Д. Д. Казаков: Патент №110798 Україна: МПК C12C 7/28 F26B 9/06 (2006.01) №110798; заявл. 28.03.16 опубл. 25.10.16 Бюл. №20.

16. В Аргентине разработали аккумуляторы из пивной дробины. PROFIBEER: веб-сайт. URL: <https://profibeer.ru/beer/v-argentine-razrabotali-akkumulyatory-iz-pivnoj-drobiny/> (дата звернения: 08.11.2020)
17. В Брюсселе будут выращивать грибы на субстрате из пивной дробины. PROFIBEER: веб-сайт. URL: <https://profibeer.ru/beer/29810/> (дата звернения: 08.11.2020)
18. В Дании сделали стулья из пивной дробины. PROFIBEER: веб-сайт. URL: <https://profibeer.ru/beer/v-danii-sdelali-stulya-iz-pivnoj-drobiny/>
19. В США пивную дробину используют для очистки воды. PROFIBEER: веб-сайт. URL: <https://profibeer.ru/beer/v-ssha-pivnuyu-drobinu-ispolzuyut-dlya-ochistki-vody/> (дата звернения: 08.11.2020)
20. Из пивной дробины научились делать крафтовую бумагу. PROFIBEER: веб-сайт. URL: <https://profibeer.ru/beer/29343/> (дата звернения: 08.11.2020)
21. Как испечь хлеб из пивной дробины?: веб-сайт. URL: <https://hleb-pivo-doma.ru/news/about-beer/how-to-bake-bread-from-granules> (дата звернения: 15.12.2020)
22. Переработка и утилизация отходов. Биоконкомплекс: веб-сайт. URL: <https://biokonkompleks.ru/> (дата звернения: 22.09.2020)
23. Сушильный комплекс УВСК «БИО»: веб-сайт. URL: <http://city-portal.ua/uk/khmelnitskiy/search/biznes/oborudovanie/dlya-utilizatsii-pererabotki/sushilnyj-kompleks-uvsk-bio-14164.html> (дата звернения: 08.11.2020)
24. Технологии используемые в аэродинамическом диспергаторе: веб-сайт. URL: <https://www.parmatech.org/tehnologii/> (дата звернения: 08.11.2020)
25. Canvas: A Look At What's Inside: веб-сайт. URL: <https://drinkcanvas.com/blogs/news/whats-inside> (дата звернения: 16.12.2020)
26. Homemade Brewers Crackers with Spent Grain: веб-сайт. URL: <https://chefs-table.homebrewchef.com/recipes-archive/homemade-brewers-crackers-with-spent-grain/> (дата звернения: 16.12.2020)
27. SPENT GRAIN CHOCOLATE ALMOND BISCOTTI: веб-сайт. URL: <https://brooklynbrewshop.com/blogs/themash/recipe-spent-grain-chocolate-almond-biscotti/> (дата звернения: 16.12.2020)
28. SPENT GRAIN SNACK BARS: веб-сайт. URL: <https://brooklynbrewshop.com/blogs/themash/recipe-spent-grain-snack-bars> (дата звернения: 16.12.2020)
29. SPENT GRAIN BAKED FALAFEL: веб-сайт. URL: <https://brooklynbrewshop.com/blogs/themash/recipe-spent-grain-baked-falafel> (дата звернения: 16.12.2020)
30. SPENT GRAIN PASTA: веб-сайт. URL: <https://brooklynbrewshop.com/blogs/themash/recipe-spent-grain-pasta> (дата звернения: 16.12.2020)

31.SPENT GRAIN GRANOLA: веб-сайт. URL:
<https://brooklynbrewshop.com/blogs/themash/recipe-spent-grain-granola> (дата
звернення: 16.12.2020)