

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

____Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » грудень 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

____Анатолій КУЦ
(підпис)

« » грудень 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

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

на тему: **«Дослідження впливу електромагнітного випромінювання
радіочастотного діапазону на активацію дріжджів *Saccharomyces
cerevisiae*»**

Виконала : здобувачка 2 курсу,
групи ТБ-2-8М

Литвинчук Юлія Ігорівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Романова Зоряна Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

____Юлія ЛИТВИНЧУК
(підпис)

Київ – 2024 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

29 серпня 2024 року

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

Литвинчук Юлії Ігорівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **«Дослідження впливу електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону на активацію дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*»**

Керівник роботи Романова Зоряна Миколаївна к. т. н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 7 жовтня 2024 року № № 882-КС.

2.Строк подання роботи 25 листопада 2024 р.

3.Вихідні дані до роботи

1. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики

2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт

3. Дослідити вплив технологічних параметрів зброджування пивного сусла.

4. Дослідити вплив на вміст у пиві .

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ. 1.Дослідження та удосконалення технологічних параметрів процесу зброджування пивного сусла високої густини(аналітичний огляд). 2. Матеріали, методи та методика досліджень. 3.Експериментальні дослідження формування пива високої густини (експериментальна частина). 4.Оптимізація технологічного процесу. 5. Розрахунок соціально-економічної ефективності. 6.Охорона праці. 7.Цивільний захист.Загальні висновки. Список використаної літератури.

Додатки

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

Таблиці з результатами досліджень – 10

Графіки з результатами досліджень – 15
Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання Прийняв

7. Дата видачі завдання 20 червня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	14.10.24-20.10.24	Виконано
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	20.10.24-24.10.24	Виконано
	1-а атестація	25.10.2024	
3.	Експериментальні дослідження формування пива отриманого з сусла після впливу високочастотного виапомінювання	25.10.24-27.10.24	Виконано
4.	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	28.10.24-10.11.24	виконано
	2-а атестація	11.11.24	
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	11.11.24-12.11.24	виконано
6.	Розробка схеми виробництва	12.11.24-18.11.24	Виконано
7.	Оптимізація технологічного процесу	18.11.24-20.11.24	Виконано
8.	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	23.11.24-24.11.24	Виконано
9.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи	02.11.24-06.12.24	Виконано
10.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.11.24-06.12.24	Виконано
11.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	02.11.24-04.12.24	Виконано
12.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	04.12.24-10.12.24	
	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач
Керівник роботи, к. т. н., доцент

Юлія ЛИТВИНЧУК
Зоряна РОМАНОВА

АНОТАЦІЯ

Литвинчук Юлія Ігорівна «Дослідження впливу електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону на активацію дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*». Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 181 Харчові технології. « Навчально-науковий інститут харчових технологій». Біотехнології продуктів бродіння і виноробства. Національний університет харчових технологій, Київ, 2024.

Метою кваліфікаційної роботи є інтенсифікація процесу пропагації дріжджів і технології зброджування пивного сусла для збільшення продуктивності виробництва за рахунок дослідження впливу електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону хвиль на пивні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*.

Обрано расу дріжджів 11, яка прискорює процес бродіння, сильнозброджуюча і має високу здатність до освітлення пива.

Встановлено, що опромінення дріжджів крайнє високочастотними та низькочастотними хвилями дозволяє збільшити активність дріжджів. Показано, що оптимальною дією для КВЧ - опромінення є час впливу 15 хв, а для НЧ – опромінення – 5 хв.

Встановлено, що оброблення дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* низькочастотним опроміненням прискорює процес бродіння на 2 доби. Визначені оптимальні умови та запропоновано спосіб оброблення дріжджів перед внесенням у бродильний апарат.

З метою інтенсифікації технології зброджування сусла науково обґрунтовано доцільність застосування електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону для активації дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*.

Ключові слова: пивоваріння, раси дріжджів, ступінь зброджування, екстрактивні речовини, електромагнітне випромінювання, радіочастотний діапазон, активації, *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT

Lytvynchuk Yuliia Ihorivna "**Investigation of the effect of electromagnetic radiation of the radio frequency range on the activation of *Saccharomyces cerevisiae* yeast.**" Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 181 Food technologies. "Educational and scientific institute of food technologies". Biotechnologies of fermentation products and winemaking. National University of Food Technologies, Kyiv, 2024.

The purpose of the qualification work is to research the beer wort fermentation technology and increase production productivity with obtaining high-quality beer by activating *Saccharomyces cerevisiae* yeast with electromagnetic radiation of the radio frequency range.

Yeast race 11 was chosen, which accelerates the fermentation process, strongly ferments and has a high ability to lighten beer.

It was established that the irradiation of yeast with extreme high-frequency and low-frequency waves allows to increase the activity of yeast. It is shown that the optimal action for microwave radiation is an exposure time of 15 minutes, and for LF radiation - 5 minutes.

It was established that treatment of *Saccharomyces cerevisiae* yeast with low-frequency irradiation accelerates the fermentation process by 2 days. The optimal conditions are determined and a method of processing yeast before introduction into the fermenter is proposed.

In order to intensify the wort fermentation technology, the feasibility of using electromagnetic radiation of the radio frequency range for the activation of *Saccharomyces cerevisiae* yeast has been scientifically substantiated..

Key words: brewing, yeast races, degree of fermentation, extractive substances. electromagnetic radiation, radio frequency range, activation, *Saccharomyces cerevisiae*.

ANNOTATION

Lytvynchuk Yuliia Ihorivna **"Enquête sur l'effet du rayonnement électromagnétique de la gamme des radiofréquences sur l'activation de la levure *Saccharomyces cerevisiae*."** Travail de qualification pour l'obtention d'une maîtrise dans la spécialité 181 Technologies alimentaires. "Institut pédagogique et scientifique des technologies alimentaires". Biotechnologies des produits de fermentation et de vinification. Université nationale des technologies alimentaires, Kiev, 2024.

Le but des travaux de qualification est de rechercher la technologie de fermentation du moût de bière et d'augmenter la productivité de la production en obtenant une bière de haute qualité en activant la levure *Saccharomyces cerevisiae* avec un rayonnement électromagnétique de la gamme des radiofréquences.

La race de levure 11 a été choisie, elle accélère le processus de fermentation, fermente fortement et possède une grande capacité à alléger la bière.

Il a été établi que l'irradiation de la levure avec des ondes extrêmement hautes et basses fréquences permet d'augmenter l'activité de la levure. Il est démontré que l'action optimale pour le rayonnement micro-ondes est un temps d'exposition de 15 minutes et pour le rayonnement LF de 5 minutes.

Il a été établi que le traitement de la levure *Saccharomyces cerevisiae* par irradiation à basse fréquence accélère le processus de fermentation de 2 jours. Les conditions optimales sont déterminées et une méthode de transformation de la levure avant introduction dans le fermenteur est proposée.

Afin d'intensifier la technologie de fermentation du moût, la faisabilité de l'utilisation d'un rayonnement électromagnétique de la gamme des radiofréquences pour l'activation de la levure *Saccharomyces cerevisiae* a été scientifiquement prouvée.

Mots clés : brassage, races de levures, degré de fermentation, substances extractives. rayonnement électromagnétique, gamme de fréquences radio, activation, *Saccharomyces cerevisiae*.

ЗМІСТ

ВСТУП..... 9

1. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ НА АКТИВАЦІЮ ДРІЖДЖІВ *Saccharomyces cerevisiae*» (аналітичний огляд).11

1.1. Шляхи інтенсифікації біотехнологічних процесів бродильних виробництв.....11

1.2. Використання високоефективних фізико-хімічних методів оброблення матеріалів у біотехнологічних виробництвах.....18

1.3. Електрофізичні методи активування промислових мікроорганізмів.....24

1.3.1 Вплив ЕМ хвиль на мікроорганізми.....24

1.3.2. Стимулювання та пригнічення росту мікроорганізмів.....25

1.4. Вплив неіонізуючих електромагнітних випромінювань на мікроорганізми.....27

1.4.1. Вплив електромагнітних випромінювань на мікробіологічні об'єкти.....28

1.4.2.Фактори, що визначають результативність впливу електромагнітних випромінювань на мікроорганізми..... 28

1.5. Висновки..... 30

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....32

2.1. Матеріали досліджень.....32

2.2. Методи досліджень.....40

2.3.Методика проведення дослідження ЕМ - впливу на дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* р. 11.....43

2.4. Методи зведення та обробки результатів досліджень.....46

3. 3.УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОПАГАЦІЇ ТА ЗБРОДЖУВАННЯ (експериментальна частина).....48

3.1.Результати експериментальних досліджень 48

3.1.1. Дослідження морфології опромінених дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* р.11.....49

3.1.2. Залежність активації від терміну обробки.....50

3.1.3. Визначення динаміки залежності ступеня зброджування від часу опромінення.....53

3.2. Підготовки дріжджів до бродіння та підбір норми внесення дріжджів для бродіння.....57

3.3. Висновки 58

					Дослідження впливу електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону на активацію дріжджів <i>Saccharomyces cerevisiae</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА			
Виконала	Литвинчук Ю				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірив	Романова З.М					6	94	
Зав. каф.	Куц А.М.				6			
Н. контр.					НУХТ ННІХТ ТБ 2-8М			

ВИСОКОГУСТИННОГО СУСЛА.....	59
5. СОЦІАЛЬНО ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	64
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	68
7. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	74
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	79
ДОДАТКИ.....	80

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕМО – електромагнітне
опромінювання
НЧ опромінення – низькочастотне
опромінення
КВЧ крайнє високочастотне
ВЧ – високочастотне
УФ промені – ультрафіолетові
промені
ВГП –високогустинне пивоваріння
ВДК – віцинальні дікетони
гл – гектолітр
дал – декалітр
ЕР – екстрактивні речовини
КСЗ – кінцевий ступінь зброджування
СЗ – ступінь зброджування
СЗв – видимий ступінь зброджування
СЗд – дійсний ступінь зброджування
СР – сухі речовини
ФП – ферментний препарат
ЧК-чиста культура

ВСТУП

Актуальність теми. У пивній промисловості використовують дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* і *Saccharomyces carlsbergensis*. Дріжджі *S. carlsbergensis* – це низинні дріжджі, які вкінці бродіння швидко осідають щільним шаром на дні апарата. Вони повністю зброджують рафінозу, на відміну від *S. Cerevisiae*, які її зброджують лише на 1/3. Інші моно- і дисахариди обидві раси зброджують приблизно в однаковій мірі з однаковою швидкістю. Така особливість *S. carlsbergensis* пояснюється наявністю у їх ферментному комплексі мелібіази (галактозидази) [1, 24].

Однак на стадії головного бродіння виникають істотні технологічні проблеми, пов'язані з гальмуванням процесу ферментації, подовженням його тривалості, утворенням більшої кількості побічних продуктів бродіння і, як наслідок, погіршенням органолептичних показників пива.

Перспективним способом інтенсифікації процесу бродіння пивоварінні може стати використання якраз *Saccharomyces cerevisiae* раси 11. Нагромаджений теоретичний та експериментальний досвід свідчить про можливість застосування електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону для активації дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*. Опромінення дріжджів крайнє високочастотними та низькочастотними хвилями дозволяє збільшити активність дріжджів.

Тому дослідження, спрямовані на інтенсифікацію процесу бродіння пивного сусла застосування фізичних хвильових чинників, що сприятиме збільшенню продуктивності виробництва та отриманню пива високої якості, є і своєчасними і актуальними.

Мета і завдання досліджень.

Метою роботи: інтенсифікація процесу пропагації дріжджів і технології зброджування пивного сусла для збільшення продуктивності виробництва за рахунок дослідження впливу електромагнітного опромінення радіочастотного діапазону хвиль на пивні дріжджі

Для досягнення поставленої мети було визначено основні завдання досліджень:

- підібрати ефективну расу пивних дріжджів;
- обґрунтувати можливість застосування ЕМО радіочастотного діапазону для активації дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p 11;
- підібрати режими електромагнітного опромінення на біологічну активність дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p. 11;
- здійснити аналіз морфолого - структурних змін клітин дріжджів під дією ЕМВ;
- визначити динаміку залежності ступеня збродження від тривалості опромінення;

- інтенсифікувати процес зброджування пивного суслу з використанням ЕМ активації дріжджових клітин;
- удосконалити принципову технологічну схему зброджування суслу

Об’єкт дослідження – пропagaція дріжджів, технологія зброджування пивного суслу.

Предмет дослідження – пивне сусло, дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* p. 11., джерело електромагнітного опромінення радіочастотного діапазону хвиль: **КВЧ** – довжина хвилі у вільному просторі 1...10 мм, діапазон 30...300 Гц

НЧ - довжина хвилі у вільному просторі 10...100 мм, діапазон 3...30 Гц

Методи дослідження – при вирішенні завдань використано сучасні загально прийняті фізико-хімічні, мікробіологічні методи досліджень суслу, дріжджів і пива; методи планування експерименту, математичного моделювання, оптимізації та оброблення експериментальних даних з використанням сучасних приладів, комп’ютерних технологій та програм.

Наукова новизна роботи

- встановлено, що опромінення дріжджів крайнє високочастотними та низькочастотними хвилями дозволяє збільшити активність дріжджів, встановлено оптимальну тривалість впливу КВЧ - опромінення та НЧ – опромінення ;
- встановлено, що оброблення дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p.11 ЕМО прискорює процес бродіння.

Практичне значення одержаних результатів:

- визначено оптимальні умови та запропоновано спосіб оброблення дріжджів перед внесенням у бродильний апарат.
- удосконалено апаратурно – технологічну схему бродіння суслу при виробництві пива.

Публікації за час виконання кваліфікаційної роботи було прийнято участьопубліковано статті в міжнародних наукових конференцій. одна із публікацій за темою кваліфікаційної роботи, де було викладено основний зміст представленої роботи.

Апробація дослідження даної роботи було представлено на міжнародній конференції НАУ, Україна, науковій конференції НУХТ, подано статтю у журнал «Технології і Інновації».

Структура кваліфікаційної. Робота складається з анотації, вступу, аналітичного огляду літератури, об’єктів і методів дослідження, експериментальної частини, оптимізації процесу головного бродіння, охорони праці . цивільного захисту, загальних висновків,та список використаних джерел літератури. Кількість джерел літератури 44 з них іноземного походження 18.

1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПРИСКОРЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА (аналітичний огляд)

Питання дослідження активації шляхом ЕМО на сьогодні стоїть на найвищій щабелі розгляду активації чи інактивації біологічних об'єктів при проходженні ЕМХ через клітину атоми перетворюються на позитивно заряджені йони та руйнують і (або) активізують органели клітин [19]. Схематично процес проходження електромагнітної хвилі показано на рис.1.



Рисунок 1.1. - Схема електромагнітної хвилі

1.1. Шляхи інтенсифікації біотехнологічних процесів бродильних виробництв

Фізіолого-біохімічні особливості дріжджів та їх роль у біотехнологічних процесах

Дріжджі становлять значну групу вегетуючих у одноклітинній формі вищих грибів. На сьогодні до родини *Saccharomycetaceae* (клас *Ascomycetes*) входять понад 500 видів сахароміцетових грибів, які належать до 60 родів [24, 43]. Це – сапрофіти, що домінують на природних субстратах і є постійними складовими мікрофлори водоймищ, ґрунту, рослин, тварин, людини, організму риб та ін.

У процесі життєдіяльності в дріжджовій клітині відбувається близько тисячі різних реакцій, які забезпечують організму одержання енергії і необхідних речовин, з яких важливе значення мають білки, ферменти, нуклеїнові кислоти, вітаміни, жири, глікоген і багато інших. Швидкість хімічних перетворень у дріжджовій клітині забезпечується ферментами, які

направляють процес всього життєвого циклу в чітко визначеному порядку. Тому дріжджі – сахароміцети мають найбільше серед усіх інших мікроорганізмів використання у біотехнологічних процесах, зокрема: у спиртовому виробництві, пивоварінні, виноробстві, хлібопеченні, при одержанні кисломолочних продуктів, квасу, кормового білка, біологічно активних речовин (БАР), а також профілактично-лікувальних препаратів та окремих компонентів клітин [43].

Широке розповсюдження та використання дріжджів пов'язані з їх здатністю трансформувати моно- і олігосахариди. При цьому згідно ефекту Пастера:

- в анаеробних умовах відбувається зброджування цукрів до спирту і вуглекислого газу;

- в аеробних умовах дріжджоподібні гриби окислюють вуглеводи до діоксиду вуглецю й води, етанол при цьому утворюється в незначній кількості, проте швидкість накопичення та вихід біомаси є більшими, ніж у першій формі дисиміляції. Тому спиртове виробництво базується на одержанні етанолу в поживних середовищах, позбавлених кисню, а виробництво дріжджів – на отриманні біомаси при аерації виробничих субстратів. Слід зазначити, що перехід від одного типу обміну до іншого може здійснюватися під впливом певних чинників.

Явище пригнічення дихальної активності клітин в аеробних умовах при підвищених концентраціях глюкози відоме як ефект Кребтрі. Дріжджі, у яких спостерігається таке пригнічення дихання, називаються Кребтрі-позитивними; відповідно ті, в яких дихання не гальмується при підвищених концентраціях глюкози, - Кребтрі-негативними. Кребтрі-позитивні дріжджі, що переважно належать до роду *Saccharomyces*, утворюють великі кількості етанолу в аеробних умовах, який вони можуть використовувати під час другої (дихальної) фази росту. Кребтрі-негативні дріжджі (деякі види роду *Candida*, *Pichia fermentans*) утворюють дуже мало спирту. Регуляторні механізми, які лежать в основі ефекту Кребтрі, потребують ще детального вивчення [24, 27, 43].

Значну увагу приділяють вивченню дріжджів, здатних рости на вуглеводнях нафти, етиловому та метиловому спиртах, а також гідролізатах відходів рослинництва та деревообробної промисловості. Найширше вивчені види дріжджів *Candida tropicalis*, що ростуть на н-алканах; *C. boidinii*, що використовують метиловий спирт; дріжджі родів *Candida* і *Trichosporon*, що утилізують гідролізати відходів сільського господарства; каротинсинтезуючі дріжджі, які використовують у спиртовому виробництві та виноробстві.

Виявлені штами дріжджів, що активно засвоюють етанол, лактозу. Проведені дослідження дозволили розробити технології одержання дріжджової кормової біомаси на основі етанолвмісних середовищ та молочної сироватки.

Останнім часом проводиться вивчення особливостей сумісного вирощування культур мікроорганізмів з метою створення високоефективних

біотехнологій одержання пробіотиків і продуктів. Вивчені особливості зброджування середовищ, які містять лактозу та інші моно- і дисахариди, змішаною культурою дріжджів *Kluyveromyces lactis* і *Saccharomyces cerevisiae*. Розробляються способи одержання етилового спирту на змішаних субстратах, що містять молочну сироватку і висококонцентровані джерела вуглеводів.

Хімічний склад дріжджів-сахароміцетів (табл.1.1) [8; 24] визначає перспективність їх використання для виділення білкових речовин (глобулінів, альбумінів) харчової цінності, концентрату вітамінів групи В і провітаміну Д₂ – ергостерину, пептидно-нуклеотидного екстракту – біостимулятора ферментативних процесів виробництва дріжджів і етанолу, технічних препаратів – фракцій ліпідів і жирних кислот [15; 16], РНК-концентрату – напівпродукту для одержання лікувальних препаратів нуклеозидної і нуклеотидної природи, суміші амінокислот.

Проте найчастіше отримують лізати (гідролізати або автолізати). Завдяки вмісту в лізатах комплексу БАР їх використовують у косметології, медицині, сільському господарстві. Здатність дріжджових препаратів інтенсифікувати біотехнологічні процеси за участю сахароміцетів лежить в основі їх використання в бродильних виробництвах і пов'язана з наявністю в лізатах вітаміну В₁, треоніну, пантотенової кислоти та багатьох амінокислот. Склад дріжджів наведено у табл.1.1.

Таблиця 1.1.- Хімічний склад дріжджів-сахароміцетів

Назва речовин	Вміст речовин у дріжджах		
	Хлібопекарських	Спиртових	Пивних
Білки, % до СР	44-46	45-50	~ 45
Жири	1,5-2,5	3-6	2-5
Вуглеводи	13-15	20-25	-
Мінеральні	6,9-10,0	6-10	5-11
Безазотисті екстрактивні речовини	30-40	-	20-63
Нуклеїнові компоненти	-	7,5-8,7	8,3
Амінокислоти, % до заг. азоту:			
Тирозин	1,8	-	0,6
Триптофан	1,1	-	1,5
Метіонін	1,7	-	-
Цистин	0,9	-	3,3
Аргінін	9,1	-	4,0
Гістидин	3,9	-	2,6

Продовження таблиці 1.1			
Лізин	9,0	-	-
незамінні, % до СР	-	18,4-20,1	22,8
Вітаміни, мг/кг СР:			
В ₁ (тіамін)	24-29	-	60-150
В ₂ (рибофлавін)	21-80	-	20-80
В ₃ (пантотенова кислота)	200-280	-	-
В ₅ (нікотинова кислота)	150-830	-	-
В ₆ (піридоксин)	25-40	-	-
Н (біотин)	0,8-1,5	-	-
водорозчинні, % до СР	-	0,18-0,22	0,28
жиророзчинні, те ж	-	0,30	0,30

Шляхи підвищення активності дріжджів

Підвищення активності дріжджів як промислових мікроорганізмів у бродильних виробництвах має велике значення для скорочення тривалості біотехнологічних процесів і підвищення ефективності використання.

Наукові здобутки останніх років дозволили значно вдосконалити біотехнологічні процеси за участю дріжджів у різних фізико-хімічних умовах, що дало можливість досягти високих техніко-економічних показників.

Активність сахароміцетів залежить від складу поживного середовища, що визначає продуктивність дріжджів за метаболітом, та від умов їх культивування. Вивчення впливу інтенсивності аерування та температури, вихідного значення pH і концентрації СР субстрату, віку та кількості засівного матеріалу при вирощуванні дріжджоподібних грибів *Saccharomyces cerevisiae* у ряді робіт [4; 35,43] дозволило підібрати такі оптимальні умови:

- для спиртового виробництва: кількість засіву 10- 20 %, концентрація суслу 19-20 % СР, pH суслу 4,5 - 5,5, температура 28-30 °С, витрата кисню на 1 г дріжджів при культивуванні у м'ясному суслі для молодих клітин 80-100 мг/год, старих – 40-60 мг/год;

- для дріжджового виробництва: температура та pH аналогічні, розведення м'яси 1:25, інтенсивність аерації 50-120 м³/м³·год залежно від виробничої стадії.

Проте й надалі тривають пошуки та розробка способів активування виробничих дріжджів. Зокрема, в літературних джерелах містяться відомості про підвищення ферментативної та біосинтетичної активності сахароміцетів у результаті дії хімічних, фізичних і біологічних чинників [5, 6, 19, 20].

Дія хімічних чинників. Впливові хімічних речовин на дріжджі - сахароміцети присвячено ряд робіт. Встановлено, зокрема, що введення у

поживне середовище поверхнево – активних речовин діє позитивно на життєдіяльність дріжджоподібних грибів. Так, використання блокспівполімеру оксидів етилену і пропілену дозволяє збільшити вихід пекарських і кормових дріжджів на 20 - 30 %. Алкіл- та арилсульфонат натрію, детергенти Деро-супер і Перлан синій сприяють збільшенню виходу спирту і біомаси та зменшенню тривалості спиртового бродіння.

Інтенсифікація промислового одержання хлібопекарських дріжджів відбувається шляхом використання антиоксидантів - похідних 2,6-дитретбутилфенолу, що веде до збільшення загального числа клітин на 10 - 30% і виходу біомаси з 1 г вуглеводного субстрату на 16 - 17 % [30].

Додавання ліпідів до м'ясного сусла дає помітні переваги при одержанні спирту в великих масштабах, діючи крім цього як ефективний антипіноутворювач.

Стимулятор росту серотонін-креатин сульфат приводить до збільшення концентрації дріжджових клітин на 60 - 70 % і приросту їх біомаси на 40 - 50 % порівняно з контролем.

Підвищення виходу дріжджів на 2,2 - 3,7 % у спиртовій промисловості спостерігають при введенні малих кількостей катіонів Mg, Cu та Zn. Карбоксилін, що містить Mg, Mn і Zn, суттєво зменшує лаг-фазу дріжджів, підвищує біосинтетичну здатність клітин і значно збільшує вихід продукції з одиниці об'єму дріжджоростильного апарату за одиницю часу. Солі калію активують розмноження спиртових дріжджів.

Швидкість метаболітичних процесів дріжджів зростає у присутності дрібнодисперсного заліза: збільшується виділення вуглекислого газу, біосинтез етилового спирту і ліпідів.

Наведені тут хімічні речовини не є повним переліком стимуляторів біосинтетичної та бродильної активності сахароміцетів хімічної природи. Проте у зв'язку з сучасною тенденцією одержання екологічно чистих продуктів харчування, хімічні чинники активації дріжджів втратили практичний інтерес. Тому все більшого значення набувають чинники фізичної та біологічної природи.

Чинники фізичної природи. Існуючі на даний час технологічні, у тому числі біотехнологічні, процеси у ряді випадків досягли граничної швидкості. Для подальшого розвитку виробництва необхідні нові науково-технічні рішення, що базуються на сучасних досягненнях науки і техніки, зокрема в області впровадження фізичних методів інтенсифікації.

Як свідчать дані науково-технічної інформації та патентної документації, останніми роками інтенсивно ведуться роботи щодо активації дріжджів шляхом ультразвукової (УЗ) та електрохімічної обробки, під дією електромагнітних коливань, електричного струму, лазеру, тощо[4, 5].

Досліджено, що електрохімічна обробка пришвидшує дисоціацію молекул солей в поживному середовищі, забезпечує їх більшу проникність як у клітину через мембрану, так і з клітини в середовище, що зумовлює активацію її життєдіяльності. Створений таким чином рН 4,8 - 5,2 - найбільш

сприятливий, що відповідає покращенню піднімальної сили дріжджів у 2,8 рази [23].

Електромагнітна обробка веде до підвищення піднімальної сили сухих дріжджів [27], росту активності β -фруктофуранозидази, збільшення біосинтезу спиртових дріжджів [42]. Такий вплив магнітних полів пояснюється підвищенням проникності клітинних мембран дріжджів [32]. Ступінь впливу визначається напруженістю магнітного поля, а її оптимальне значення знаходиться в інтервалі 0,1 - 0,3 Тл [10, 11].

Серед різних видів електромагнітних випромінювань особливу увагу привертають надвисокочастотні, які сприяють активному розмноженню клітин та інтенсивному бродінню [2]. Розроблена та затверджена технологія електромагнітного активування дріжджів, яка забезпечує підвищення виходу біомаси на 30-50 % та етилового спирту на 1 % [10, 12, 13, 16].

Електрична обробка при густині струму 5,5 - 6,6 мА/м² веде до активації хлібопекарських дріжджів. Використання коронного розряду активує процес розмноження дріжджових клітин, дозволяє скоротити на 33 % тривалість бродіння, покращує якість готової продукції; сприяє збільшенню піднімальної сили сахароміцетів на 38 - 43 % і мальтазної активності – у 3 рази.

Досліджено метаболічні аспекти лазерної стимуляції життєдіяльності дріжджів [9, 10, 11].

Опромінення дріжджів азотним лазером приводить до зміни морфологічно-фізіологічного стану клітин, прискорює процес розмноження та значно активує їх ферментативну діяльність: підвищується зимазна активність і зростає у 2 рази піднімальна сила. З багаторазово опромінених лазером клітин сахароміцетів одержано новий штам хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* V-503.

Іонізуючі випромінювання (Co⁶⁰) при дозі 7,5 - 10 крад і потужності 300-700 рад/с дозволяють пришвидшити технологічний процес за участю хлібопекарських дріжджів.

Короткохвильові оптичні випромінювання з довжиною хвилі 410 - 430 нм сприяють підвищенню бродильної активності сахароміцетів на 20 %, піднімальної сили - на 23 % і збільшенню активності α -глюкозидази.

Важливим чинником інтенсифікації багатьох технологічних, у тому числі біотехнологічних, процесів є ЕМ - хвилі, які впливають на ріст, розмноження та бродильну енергію дріжджоподібних грибів [10, 12].

Значні дослідження були зроблені в цьому напрямі. Результати багатьох експериментів свідчать про суттєвий вплив опромінення на дріжджі. Так, Грюндлер і Кальман, а пізніше Якунов, спостерігали частотнозалежні ефекти при опромінюванні культур *Saccharomyces cerevisiae*. Однак єдиної думки щодо результату впливу нетермальної дії слабого радіочастотного та мікрохвильового ЕМВ досі немає.

Біологічні стимулятори дріжджів. Хімізація сільського господарства та зміни в технології переробки сировини приводять до зниження вмісту

вітамінів і амінокислот у виробничих субстратах. У зв'язку з цим все більшої актуальності набуває проблема нових джерел ростових речовин.

Біостимулятори дріжджоподібних грибів містять необхідний набір БАР у вільному або зв'язаному стані. До них належать: соки, екстракти та гормони рослин, а також відходи харчової і переробної промисловості.

Ріст сахароміцетів інтенсифікують коричневий сік зелених рослин і фосфоліпіди з мікробного жиру, препарат активних речовин з ендofітних грибів коріння обліпихи. Вуглеводо - мінеральний комплекс з соку люцерни збільшує бродильну активність пекарських дріжджів і їх термін зберігання. Підвищення ферментативної активності пресованих дріжджів у 2,2 - 2,4 рази, а піднімальної сили – в 1,5 - 2 спостерігається при попередній їх інкубації в біосуміші клітинного соку картоплі та молочної сироватки. Використання фруктових соків веде до зменшення загальної витрати сахароміцетів для приготування хлібобулочних виробів, збільшення пористості та зменшення питомої ваги, а також покращення смакових і ароматичних властивостей останніх [10, 11, 12].

Кислоторозчинні фракції клітин хлорели підсилюють на 10 - 20 % ферментативну активність і розмноження кормових і пекарських дріжджів. Швидкість розмноження біомаси спиртових дріжджів зростає в 13 - 18 разів при додаванні до поживного середовища рослинних гормонів, солодових заварок і метиленового синього.

Серед відходів харчової та переробної промисловості стимуляторами сахароміцетів є: В - комплекс - відхід виробництва вітаміну Д₂, левоглюкозан – одержуваний з відходів гідролізного виробництва, кислотні та ферментні гідролізати відходів кондитерського та мукомольного виробництв, фільтрат – відхід лимоннокислотного виробництва [4, 10, 12].

Як активуючий компонент з метою підвищення бродильної активності хлібопекарських дріжджів використовують нативну плазму крові забійних тварин. Гідролізати відходів м'ясної промисловості - комплексамін КАІ та КАЛ у кількості 2,5 - 5 % до маси меляси підвищують вихід дріжджів на 5 - 15 %. Виявлено інтенсифікуючий вплив на активність дріжджів молочної сироватки і рослинних шротів – соєвого та виноградного. Використання пептидно-нуклеотидного екстракту – відходу виробництва харчового білкового концентрату дозволяє збільшити вихід біомаси дріжджів на 10 - 15 %. При використанні багатого біотином кукурудзяного екстракту, одержаного шляхом згущення замочних вод кукурудзи при виробництві крохмалю, вихід хлібопекарських дріжджів зростає у 1,9 - 2 рази.

Встановлено, що витяжка з солодових ростків підвищує α-глюкозидазну активність дріжджів мелясно-спиртових заводів; збільшує вихід і покращує якість хлібопекарських дріжджів; веде до пришвидшення та скорочення тривалості бродіння пивного сусла, збільшення його кінцевого ступеня зброджування та приросту біомаси пивних дріжджів.

Великий практичний інтерес представляють біостимулятори – відходи бродильних виробництв – виноградний шрот, упарені замочні води пшениці

та ячменю, екстракт солодових ростків, плазмолізат пивних дріжджів, дріжджовий автолізат і ін., використання яких дозволить утилізувати відпадки цих виробництв без додаткових затрат.

Незважаючи на велику кількість існуючих стимуляторів біологічної природи, найчастіше з метою активації дріжджоподібних грибів використовують кукурудзяний екстракт, екстракт з солодових ростків, а також дріжджові автолізати.

1.2. Використання високоефективних фізико-хімічних методів оброблення матеріалів у біотехнологічних виробництвах

Класифікація методів обробки харчових продуктів

Фізичні методи оброблення харчових продуктів поділяють на оброблення: іонізуючим опроміненням, УФ-променями, ІЧ-опроміненням, ультразвуком, гідромеханічними імпульсами, електричними полями, різкою зміною тиску, вакуумуванням тощо [18, 19, 43]. Причому під впливом фізичних методів у харчових об'єктах нерідко проходять різні хімічні реакції, що позитивно відбивається на технологічних процесах.

Особливий інтерес для дослідників і практичних працівників представляють дві групи фізичних методів оброблення харчових продуктів: електромагнітний та вібраційний. До першого належать всі способи впливу на харчову сировину та продукти електромагнітних полів у широкому діапазоні частот, починаючи від постійних електростатичних та магнітних полів до γ -променів, нагрівання ІЧ-променями, електромагнітними полями струмів високої та надвисокої частот, електроконтактний нагрів, стерилізація іонізуючими випромінюваннями, нагрівання у герметичних теплових апаратах із примусовою циркуляцією повітря чи пари при різних тисках тощо. До вібраційної групи фізичних методів належать механічні коливання від низькочастотних вібрацій до УЗ-коливань високих частот, які підсилюють взаємодію оброблюваного матеріалу з діючим агентом. Перспективність представляють також такі методи механічного впливу на продукти, як, наприклад, оброблення їх за допомогою надлишкового тиску, високошвидкісне подрібнення глибоко охолоджених продуктів, магнітно-імпульсні.

Характеристика основних електрофізичних методів впливу

На сьогоднішній день існує велика різноманітність методів обробки пива з метою підвищення його термінів зберігання: термічна пастеризація і стерилізація; використання хімічних речовин і консервантів; ультрафільтрація; електрофізичні методи обробки (електромагнітна обробка полями високої і надвисокої частоти, радіаційна пастеризація, ультрафіолетове опромінювання, обробка пружними хвилями, використання електричних полів низької і високої напруги, використання постійного і змінного магнітних полів). Кожен з вищеперелічених методів має певні рамки застосування, свої достоїнства і недоліки.

В існуючих теплових апаратах нагрівання харчових продуктів відбувається від зовнішньої поверхні усередину (так зване поверхнєве нагрівання) та обумовлене воно в основному процесом теплопровідності. Порівняно низька теплопровідність багатьох харчових продуктів викликає значний температурний перепад між зовнішніми та внутрішніми шарами продукту, що приводить до збільшення тривалості оброблення, а іноді і до перегріву продукту. На відміну від звичайних способів при НВЧ-нагріванні тепло генерується в оброблюваному середовищі відразу по всьому об'єму, у результаті чого різко скорочуються терміни термічного оброблення й отримується продукт високої якості.

Здатність ІЧ-випромінювання утворювати тепловий потік великої густини на поверхні і проникати в товщу матеріалу, простота апаратного оформлення також створюють передумови до широкого його використання в харчовій промисловості.

УЗ-коливання забезпечують швидке протікання таких процесів, як екстракція, емульгування, диспергування, перемішування, дифузія, дозрівання напоїв тощо.

Іонізуючі випромінювання дозволяють змінити обмін речовин у ряді продуктів при зберіганні і тим самим зменшити втрати. Разом з тим, за допомогою іонізуючої радіації можна пригнітити життєдіяльність мікроорганізмів, що викликають псування продуктів, без підвищення температури останніх. Ультразвуковий та іонізуючий впливи сприяють поліпшенню процесу фільтрації.

Таким чином, фізичні, хімічні й комплексні фізико-хімічні методи оброблення використовують на багатьох технологічних стадіях: на етапах одержання сировини, її перетворення, одержання готової продукції та оброблення з метою продовження термінів зберігання.

Порівняльний аналіз існуючих способів обробки

Термічна пастеризація і стерилізація. В основу пастеризації покладений процес нагріву продуктів до температури 70..100 °С, при якій більшість мікроорганізмів (окрім спорових) гинуть. На сьогоднішній день даний спосіб отримав найбільше застосування для збереження практично будь-яких видів продуктів. За одиницю пастеризації продукту умовно береться швидкість відмирання мікроорганізмів впродовж 1 хв при температурі 60 °С [37]. При виробництві рідких харчових продуктів (слабоалкогольні і сильногазовані безалкогольні напої, вина, соки) тривалого терміну зберігання для максимального збереження їх харчової цінності інтенсивність пастеризації повинна складати 50-55 ЕП (63 °С), мінімальна - 10 ЕП (58 °С) при початковій контамінації мікроорганізмів 500 КУЕ/см³ [42]. У США середнє значення інтенсивності пастеризації для пива в пляшках дорівнює 13,7 ЕП, у Франції - 18,0 ЕП [3,4]. Встановлено, що пивні дріжджі гинуть протягом 5 хв при температурі 54 °С, дики дріжджі - протягом 5 хв при 56 °С, молочнокислі бактерії - 10 хв при 58 °С і оцтовокислі бактерії - 10 хв при 50 °С [44].

Повна інактивація мікрофлори залежить як від температури, так і від тривалості обробки при даній температурі [36]. Тривалість обробки при цьому визначається за формулою

$$t_0 = t_e - 10(\Delta T/k),$$

де t_0 - тривалість повного відмирання мікроорганізмів, що відповідає певній температурі;

t_e - встановлена еталонна тривалість обробки, сек;

ΔT - різниця між температурою пастеризації і температурою продукту, °C;

k - коефіцієнт відмирання для певного виду мікроорганізмів, $с^{-1}$.

Використання хімічних речовин і консервантів. Підвищення терміну зберігання пива і стабілізація його якості може бути забезпечене застосуванням хімічних речовин і консервантів [39]. На світовому ринку існує більше 300 марок стабілізаторів, дозволених до використання в харчовій промисловості різних країн [25]. Хімічні консерванти проявляють ефективність лише при безпосередній взаємодії з мікробною клітиною [38].

В Україні як консерванти використовують сульфат натрію ($Na_2SO_4 \cdot 7H_2O$), метабісульфіт натрію ($Na_2S_2 \cdot O_5$), кислий сульфїт натрію ($NaHSO_3$). Їх стерилізуючий ефект для мікроорганізмів виявляється при концентрації 0,0025...0,005 мг/кг продукту.

В організмі людини сульфїти обумовлюють звільненню сірчаного ангїдриду, що сприяє руйнуванню тіаміну і біотину. Крім того, в результаті посилення окислювальних процесів в організмі може спостерігатися дефіцит токоферолу. В харчовій промисловості найбільша кількість сірчаного ангїдриду використовується при виробництві виноматеріалів та вина [12]. Граничною дозою для сульфїтних консервантів є 0,7 мг/кг маси тіла людини [39].

Бензойна кислота ($C_7H_6O_2$), бензоат натрію ($C_7H_5O_2Na$), п-оксибензойна кислота та її ефіри (метиловий, етиловий, пропіловий) – поширені консерванти, які діють на дріжджі і молочнокислі бактерії [13; 39]. Допустима санітарна норма для бензойних з'єднань - 5 мг/кг маси тіла людини.

У виробництві вина використовується діетиловий ефір піровугільної кислоти, проте це з'єднання надає токсичний вплив на організм людини в результаті взаємодії з вітамінами і амінокислотами [9; 12].

Нафтохінони - 5-окси-1,4 нафтохінон або юглон, 2метил-5-окси-1,4 нафтохінон або плюмбагін використовується в напоях для інактивації дріжджів. Це малотоксичні з'єднання, які не змінюють смак і колір напою. Допустима норма - 0,5-1 мг/л продукту [9].

Слід підкреслити, що в багатьох країнах (Франція, Данія, Швейцарія і ін.) використання консервантів в продуктах, які проводяться для внутрішнього ринку, заборонене.

Ультрафільтрація. Ультрафільтрація - механічна стерилізація - дає можливість перевести технологічні схеми очищення переробки і збереження колоїдних макромолекулярних розчинів на якісно новий технічний і

технологічний рівень. В процесі ультрафільтрації за рахунок перепаду тиску з розчину відділяються частинки молекулярною масою 15...30 кДа .

Процес ультрафільтрації має певні економічні, екологічні і технічні обмеження області використання, серед яких [22]: малий термін служби мембран внаслідок утворення в їх порах осаду; висока чутливість до зміни зовнішніх умов (високі температури і тиск приводять до ущільнення мембрани і зниження швидкості процесу фільтрування); гелеутворення і адсорбція білків на поверхні мембран; осадження на поверхні мембран летючих і органічних речовин, білка, що приводить до погіршення органолептичних показників продукту.

Обробка пружними хвилями. Для підвищення термінів зберігання продуктів харчування можуть бути використані і акустичні методи, засновані на проходженні через продукти пружних хвиль. Комбінація теплової і ультразвукової дії на продукти харчування дозволяє скоротити тривалість стерилізації в порівнянні з традиційними методами. При цьому кінетика відмирання мікроорганізмів в ультразвуковому полі описується експоненціальним рівнянням [31].

Інтенсифікація процесу стерилізації за рахунок накладення на технологічні потоки ультразвукових коливань досягається при виробництві харчових продуктів з сухофруктів [22]. У технологіях виробництва пюреобразних консервів застосування ультразвукової кавітації призводить до підвищення дисперсності твердої фази [21].

Одним з недоліків методу ультразвукової обробки є те, що при дії ультразвуку певної потужності на воду і водні розчини у присутності повітря утворюється перекис водню, азотиста і азотна кислоти, що може призводити до зниження pH середовища. Для харчових продуктів утворення навіть невеликої кількості даних утворень може призвести до істотних негативних результатів. Вважається, що найбільш негативну дію ультразвука на клітину складають термічні ефекти.

Електрогидравлічна (електрогідравлічна) обробка. Даний процес є складним фізико - хімічним явищем, що супроводжується виникненням могутніх гідравлічних процесів з утворення ударних коливань і кавітації, інтенсивними ультразвуковими хвилями, імпульсними магнітним і електричним полями, локальним підвищенням температури до $10^4 K$ [43].

Цілий ряд досліджень були направлені на дослідження знезаражувальної дії електрогидравлічної обробки стічних вод [19, 44], і, зокрема, дію на кишкову паличку [45].

Використання електричних полів низької і високої напруги. Останніми роками приділяється увага використанню електромагнітних полів певного діапазону частот і довжини хвилі для розробки принципово нового способу підвищення термінів зберігання харчових продуктів [35]. Встановлено, що дія електромагнітних полів на біологічні об'єкти супроводжується проявом комплексних електрофізичних, електрохімічних і біологічних ефектів, проте на сьогодні не існує чіткого наукового пояснення механізму взаємодії

енергетичних полів з живими біологічними системами.

Експериментально встановлено, що застосування електричних полів промислової частоти з напруженістю поля до 12 кВ/см призводить до інактивації штамів дріжджів *Candida tropicalis* К-41 та Д-16 [42].

Використання постійних і змінних магнітних полів. Результати багатьох досліджень свідчать, що постійні і змінні магнітні поля впливають на ряд життєво важливих процесів в біологічних об'єктах (порушення реакцій обміну і транспортування речовин через біологічні мембрани) [30].

Слід підкреслити, що на сьогоднішній день, найглибше і науково обґрунтовано представлений ряд методів для обробки рідких харчових продуктів, і, зокрема, пива, (обробка магнітними імпульсами високої інтенсивності, електромагнітна обробка) [32].

Використання електрофізичних методів при обробленні сировини

На сьогодні дуже актуальним є питання щодо виробництва солоду, яке передбачає підвищення його якості. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є метод, який передбачає, що перед замочуванням на зерно впливають УФ-випромінюванням. Також можна досягти значного підвищення не тільки здатності пророщування зерна, але і активності гідролітичних ферментів солоду шляхом пропускання через зернівку змінного.

У кооперативному інституті [7] розроблена технологія виробництва солода, яка передбачає аерозонне оброблення ячменя при замочуванні. В результаті встановлено, що при використанні запропонованих режимів відбувається оптимізація процесів солододорощення, внаслідок чого забезпечується більш повний гідроліз крохмалю та білка, підвищується ферментативна активність солода, а тривалість циклу скорочується на дві доби.

Найбільш ефективним способом оброблення зерна є НВЧ – нагрівання, при якому забезпечується 100 % - ка дезінфекція зернової сировини [38]. В Білорусі [34] на деяких заводах застосовується технологія комплексного оброблення зерна в потоці з низькотемпературною мікрохвильовою плазмою при атмосферному тиску, що дозволяє знизити втрати якості зерна в процесі зберігання від шкідників та мікрофлори за рахунок комплексної дії НВЧ - енергії, температури горящої плазми, потоку повільних електронів, озону, атомарного та збудженого кисню, іонізуючих частинок, жорсткого УФ-випромінювання та ультразвуку (УЗ). В результаті оброблення досягається 100 % - ий ефект із збереженням якісних показників зерна. Даний спосіб не виявляє ніякого шкідливого впливу на продукт та обслуговуючий персонал, а також не вимагає захисних споруд як при радіаційному способі.

Для оброблення хмелю використовують високочастотні електромагнітні поля та УЗ-випромінювання. Угорські дослідники, які працюють над інтенсифікацією процесу сушіння хмелю, встановили, що сполучення звичайного способу сушіння із сушінням хмелю у високочастотному (ВЧ) електромагнітному полі дозволяє підвищити

ефективність процесу на 150 - 170%, а витрати енергії скоротити приблизно на 20 %.

Інтенсифікація процесів екстрагування пряноароматичної сировини надкритичним двоокисом вуглецю з використанням сильних електричних полів дозволяє відмовитися від складних схем фільтрації екстрактів [23]. Для перероблення ефіромасляної сировини пропонують застосовувати НВЧ - поле, в результаті чого підвищується вихід ефірного масла й покращується його фракційний склад.

Давно відомо [3, 5, 26, 33], що УЗ сприяє прискоренню процесу екстрагування рослин та підвищує вихід у розчин екстрактивних речовин. Застосування УЗ призводить до розчинення до 90 % гірких речовин, що містяться у хмелі [25]. При цьому внаслідок створення сприятливого окисно-відновного потенціалу запобігаються втрати ГРХ від окислення чи осмолення. Використання ультразвуку для вилучення ГРХ дає не лише економію 20–30 % хмелю, але й покращує якість пива. Під дією УЗ відбувається денатурація різних простих білкових речовин, що запобігає помутнінню пива при зберіганні. Пиво із сусла, обробленого в сусловарильному котлі ультразвуком, має яскраво виражений хмельовий аромат, приємну хмельову гіркоту, більш тонкий і повний смак та більш щільну стійку піну, ніж пиво із сусла, отриманого звичайним способом.

Відомо, що УЗ сприяє прискоренню процесу екстрагування та збільшенню виходу у розчин екстрактивних речовин [3]. Ця властивість УЗ використовується для інтенсифікації процесу вилучення ГРХ шляхом подвійної екстракції хмелю [28]: хміль замочують протягом години в воді температурою 60 °С, потім промивають холодною водою, поміщають в резервуар для оброблення ультразвуком та додають дистильовану воду (на 1 кг хмелю 20 л води). Попереднє замочування та промивання хмелю звільняють його від розчинної частини дубильних речовин. Оброблення ультразвуком проводять при увімкненій мішалці. Об'ємна потужність УЗ 600 Вт/л забезпечує закінчення екстракції хмелю за 8–10 хвилин; при 60 Вт/л екстракція триває 20 хвилин для свіжого хмелю та 40 хвилин для хмелю, який зберігався протягом року. Отриманий екстракт фільтрують (без додаткового тиску) та додають до готового пива. Бактеріологічні дослідження показують повну стерильність отриманих екстрактів. Ступінь вилучення ГРХ підвищується в 3–4 рази. Проведення процесу екстракції під тиском значно його прискорює.

В колишньому СРСР досліди по використанню УЗ для екстракції хмельових речовин були проведені ВНДІ пиво-безалкогольної промисловості [29]. Рекомендовані технологічні параметри наступні: 1% - в суспензії хмелю обробляють при частоті УЗ 16,4 кГц, об'ємної потужності 70 Вт/л, питомої потужності 0,4 Вт/см² та температурі рідини 98 °С. Досліди підтвердили значний ефект цього способу. Вже через 5 хвилин після оброблення ультразвуком з'являвся характерний смак гіркоти, а через 15–20 хвилин вона була такою ж, як в контролі після оброблення протягом 1,5

годин.

В деяких державах застосовують вплив УЗ-оброблення дріжджів на процес зброджування темних сортів пива [43], при цьому сприятливі умови для життєдіяльності пивних дріжджів спостерігаються за частоти 22 $\kappa\Gamma\text{ц}$, потужності 0,6 $\text{Вт}/\text{см}^2$ та тривалості впливу 2–4 хвилини. В такому випадку швидкість процесу зброджування зростає на 33–40 %, виділення двоокису досягає на 1–2 доби швидше, ніж у необробленому, а вміст спирту у зброджуваному суслі стає на 4,1 % більший.

В Естонії при дослідженні впливу способів концентрації на якість пивного сусла встановлено, що найкраща якість сусла забезпечується під вакуумом при ступені розрідження 0,2 - 0,4 МПа [42]. Упарювання сусла при атмосферних умовах призводить до збільшення інтенсивності забарвлення за рахунок процесів карамелізації цукрів та зниження якості сусла.

Для кип'ятіння сусла також застосовуються мікрохвильові системи [70]. Відмічено, що за органолептичними характеристиками пиво, вироблене з використанням мікрохвильової системи, не відрізняється від пива, виготовленого у звичайному обладнанні. ККД мікрохвильових систем не перевищує 60 %, в той час як ККД сучасних систем кип'ятіння сусла складає до 90 %, у зв'язку з чим мікрохвильові системи повинні бути удосконалені для їх використання в промислових масштабах.

1.3. Електрофізичні методи активування промислових мікроорганізмів

1.3.1. Вплив ЕМ хвиль на мікроорганізми

В багатьох біотехнологічних процесах використовуються мікроорганізми. Очевидно, що активування їх життєдіяльності може значно прискорювати технологічні процеси та збільшувати вихід корисних продуктів. В останні роки розроблено багато способів активування мікроорганізмів. Для цього використовують різні електрофізичні методи. Для активування засівних дріжджів в спиртовому виробництві розроблений спосіб електронно-іонної технології. Використання розробленого способу дозволяє інтенсифікувати процес зброджування сусла, збільшити бродильну активність дріжджів на 16- 40 %, алкоголь-дегідрогеназну активність в 4-5 разів, вихід спирту на 2,12%.

Відомий спосіб активування дріжджових клітин ультразвуком. Так при ультразвуковій обробці спиртових дріжджів збільшується активність інвертази, в деяких випадках стимулюється їх ріст і ферментативна активність. Дія ультразвуку з частотою 425 $\kappa\Gamma\text{ц}$ у дріжджів підвищує бродильну активність і підйомну силу на 15 - 18%. При частоті 740 $\kappa\Gamma\text{ц}$ в дріжджових клітинах збільшується вміст ергостірола на 60%. Позитивну дію на бродильну активність хлібопекарних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси 608 справляє ультразвук з частотою 22 $\kappa\Gamma\text{ц}$. [37].

Обробка хлібопекарних дріжджів в полі коронного розряду приводить

до збільшення вмісту в них РНК, зростанню генеративної здатності, підйомної сили, алкогольдегідрогеназної та зімазної активності. Термін зберігання дріжджів збільшується в 2 рази. При обробці винних дріжджів зменшується вміст незброджуваних вуглеводів на 7%.

Під дією γ - променів у винних дріжджів підвищується бродильна активність, а у хлібопекарних дріжджів - мальтазна активність.

Відомо, що УФ промені мають мутагенну дію на дріжджі. Опромінювання культур пивних і винних дріжджів приводить до морфологічної мінливості штамів. Серед них виділені такі, що відрізняються підвищеною бродильною активністю та швидкістю росту. В хлібопекарних дріжджах, оброблених променями гелій-неонового лазера, підвищується бродильна активність та підйомна сила на 23 - 40%, а мальтазна активність на 15-20%.

Проте в промисловості ці способи не знайшли широкого використання, оскільки потребують дороге технічне устаткування та висококваліфікований обслуговуючий персонал. Крім того, в більшості випадків корисні властивості мікроорганізмів на протязі досить короткого проміжку часу зникають і для відновлення втрачених якостей потрібна повторна обробка, яка приводить до додаткових витрат коштів.

1.3.2. Стимулювання та пригнічення росту мікроорганізмів

Електромагнітні хвилі міліметрового діапазону при дії на мікроорганізми можуть викликати як інгібіруючу дію, так і стимулюючий та стабілізуючий ефект. Цей ефект сильно залежить від довжини хвилі, яка діє на мікроорганізми, та потужності випромінювання. При високих потужностях спостерігається помітний нагрів речовини, за рахунок поглинання мікрохвиль. Це явище використовується в різних галузях харчової, а також в мікробіологічній промисловості для стерилізації харчових продуктів або мікробіологічних середовищ [18, 21, 24, 37].

На заводі «Одеський завод шампанських вин» використовували НВЧ генератор, як пастеризатор шампанських вин і виноматеріалів в потоці і в пляшках, який обладнаний джерелом ЕМ енергії з вихідною потужністю 2,5 кВт при частоті 2450 МГц. Інгібіруюча дію частоти 2450 МГц, а також частоти 2375 МГц виявлена багатьма вченими. Є певні дані, які вказують на те, що інактивація залежить від вмісту води в клітинах або спорах і інактивує дозу випромінювання корелює з вологістю культури. Такі ефекти пояснюються "термічною" дією радіохвильового випромінювання. Є дані, що показують бактерицидну дію НВЧ поля при температурі середовища, яка виключає летальну дію на мікроорганізми. Інактивує дію виявили не тільки приведені вище частоти. На інших частотах також відмічався ефект стерилізації, причому, як для вегетативних клітин, так і для сухих спор. При цьому відмічена тенденція до більш вираженої бактерицидної дії при імпульсному режимі опромінювання.

Застосування НВЧ хвиль в харчовій технології дозволяє прискорювати

стерилізацію готової продукції, інтенсифікувати процеси гідролізу. Представляють інтерес дані, отримані в МТІХП для культур *Bacillus mesentericus* і *Pseudomonas fluorescens*. Проводилися опромінення бактерій в діапазоні частот 10,3-10,5 ГГц і 39,4-39,65 ГГц з перебудовою частоти для кожного досліду на 50 МГц з експозицією 1 година. На частоті 39,55 ГГц спостерігалось посилення росту бактерій в 3 - 4,5 рази. На частотах 10,35 ГГц і 10,45 ГГц спостерігалось зменшення росту бактерій до 7 разів для *Bac. mesentericus*, а для *Bac. Fluorescens* концентрація наближалась до контролю. При зміщенні частоти хвиль до 10,30 і 10,40 ГГц концентрація мікроорганізмів підвищувалася на 20 - 25%. Таким чином, зміна частоти хвиль всього на 0,5 % викликала різку зміну в рості мікроорганізмів [21].

В дослідах з дріжджами *Rhodotorula rubra* спостерігалась резонансна дія опромінення ММ хвилями на інтенсивність ділення клітин в процесі їх опромінення на протязі 15 годин. При довжині хвилі 7,18 мм спостерігалось збільшення ділення клітин в 1,3 рази, а при довжині хвилі 7,16 мм; 7,17 мм; 7,19 мм мало місце стримування біоактивності (відношення кількості клітин в досліді до контрольної кількості становило 0,6 - 0,8). В цьому діапазоні випромінювання (41,650 - 41,800 ГГц) Грюндлер і Кальман спостерігали резонансні ефекти для дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*. Були виявлені частоти, де ріст клітин збільшувався до 15% та зменшувався до 15%. Автори спостерігали дуже вузькі резонанси, які мали ширину біля 8 МГц. Вимірювання швидкості росту в цих дослідах проводили фотометричним методом в водній культурі. Визначена порогова потужність хвиль ММД, яка приходить при опромінюванні на одну дріжджову клітину. Вона склала $2,4 \cdot 10^{-13}$ Вт/кл. Зареєстровано стимулюючий ефект на ріст дріжджів роду *Candida* при опроміненні їх електромагнітними хвилями з частотою 70,5 ГГц і 73,0 ГГц. Слід відзначити, що зустрічаються роботи, в яких відхиляється резонансний ефект НВЧ хвиль на мікроорганізми. В зв'язку з цим доречно привести повідомлення про те, що ступінь впливу НВЧ поля на різні мікроорганізми неоднакова, так як неоднакові їх генетичні особливості. Цілком зрозуміло, що в гаплоїдних організмах, подібних до бактерій, зміни, викликані впливом НВЧ, повинні проявитися негайно. В тих грибах та дріжджах, які є диплоїдними, зміни можуть проявитися не зразу, а через певний час [24, 46].

Аналіз досліджень багатьох авторів показує, що спектр біологічно активних довжин хвиль НВЧ залежить від виду мікроорганізмів, умов культивування, концентрації клітин та способу підводу потужності.

Привертають увагу результати, нещодавно отримані на клітинах при використанні НВЧ хвиль разом з фізичними та хімічними факторами. Фізіологічні відгуки різних організмів на спільну дію цих факторів суттєво відрізняються, ніж при застосуванні їх окремо. Зокрема, НВЧ хвилі при використанні їх з рентгенівськими та УФ хвилями, перекисом водню проявляють виражені репаруючі властивості та суттєво змінюють чутливість клітин до дії цих факторів.

Отже, для стимулювання біологічної активності дріжджів перспективно використовувати ЕМ випромінювання. При цьому більш виражену позитивну дію може справляти комбіноване опромінення дріжджових клітин.

1.4. Вплив неіонізуючих електромагнітних випромінювань на мікроорганізми

1.4.1. Вплив електромагнітних випромінювань на мікробіологічні об'єкти

Біологічні ефекти дії ЕМВ вивчають, головним чином, на прикладі дуже вузьких діапазонів частот: досліджуються, в основному, ефекти дії мікрохвильових випромінювань (КВЧ та СВЧ). Цілий діапазон радіочастотного випромінювання залишається практично недоторканим. Досить часто в експериментальних роботах розглядають дію лише магнітних полів (в основному це стосується випромінювань з частотами менше за 100 Гц) припускаючи, що електрична складова нездатна впливати на результат експерименту [24, 45, 46].

За найпростішою схемою дію ЕМП на будь-які системи прийнято поділяти на інгібіторну, стимулюючу і таку, що не виявлено.

Інгібіторна дія ЕМП. Здатність ЕМП інгібувати ріст, розвиток, генеративні та метаболічні процеси мікроорганізмів відома відносно давно. З невідомих причин, досить часто слабкі ЕМП (з частотами меншими за 500 Гц) порівняно із високочастотними (кіло - та гігагерцевими) випромінюваннями виявляються більш ефективними для пригнічення різних внутрішньоклітинних процесів. Однак властивість інгібувати розвиток організмів мають усі типи ЕМП, як відносно слабкі, майже статичні, електричні та магнітні поля, так і більш енергомісткі випромінювання. Наприклад, ріст та виживання бактерій *E.coli*, *Leclercia adecarboxylata*, *Staphylococcus aureus*, *Propionibacterium acnes* та дріжджів *S.cerevisiae*, значно пригнічується при дії як наднизькочастотного МП частотою 50 Гц (2,7 – 30 мТл), так і мікрохвильового випромінювання (7 – 12 ГГц, 200 Вт/кл). Вивчення динаміки росту мікроорганізмів у цих дослідженнях показало, що зниження життєздатності відбувається одразу з моменту дії ЕМП [18, 21, 24, 37].

Окрім прямих ефектів, викликаних впливом електромагнітних полів на живі системи, синергічна дія ЕМП разом із негативними фізико-хімічними факторами, здатна посилювати летальні для організму наслідки впливу останніх.

Стимулююча дія ЕМП. Поряд із наведеними вище прикладами інгібіторного характеру дії надтослабких МП, є приклади й стимулювання певних процесів життєдіяльності мікроорганізмів під впливом полів даного діапазону. Наприклад, постійне МП низької інтенсивності (0.1 – 1 мТл) виявляється здатним стимулювати ріст та метаболізм бактерій *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus albus* і *Aspergillus niger* при культивуванні як на твердих, так і в рідких поживних середовищах [43]. Так само, й вплив МП

високої інтенсивності (1 Тл – 7 Тл) на культуру різних мікроорганізмів призводить до збільшення кількості живих клітин у стаціонарній фазі росту в 3 – 5 разів. Відомі приклади й активування кислотоутворюючої властивості у різних штамів лактобацил (*L.acidophilum*, *L.helveticum* та *L.acidophilum* і *L. mazuni*) під дією МП частотою 1 Гц та 10 Гц протягом 30 – 120 хв. Найбільш чутливими до дії магнітного поля виявляється експоненційна та ще більше стаціонарна фази росту [1, 5, 20] .

Низькочастотні пульсуючі ЕМП (з частотами близько 100 – 1000 кГц), так само здатні стимулювати фізіолого-біохімічні процеси у дріжджів та підвищувати рівень дріжджової ферментації.

Стимулювання росту відмічено й при дії мікрохвильового випромінювання на прокаріотичні мікроорганізми – штами *Streptomyces xanthochromogenes* (під дією СВЧ-випромінювання) [19,21,38], ціанобактерію *Spirulina platensis*, *Bacillus subtilis* штам Д26 та еукаріотичні організми – дріжджі *S.cerevisiae* і *Saccharomyces carlsbergensis* під дією КВЧ - випромінювання [6, 11, 18, 37].

В деяких роботах відмічено стимулювання певних фізіолого-біохімічних показників внаслідок впливу мікрохвильового випромінювання без збільшення швидкості росту та приросту біомаси, наприклад, збільшення синтезу білку *B. subtilis* штам Д26 [24, 36], та посилення біоломінесценції морської бактерії *Photobacterium leiognathi*.

Відсутність дії ЕМП. Незважаючи на цілу низку даних щодо інгібуючої та стимулюючої дії ЕМП різних діапазонів частот, у значній кількості робіт не зафіксовано впливу досліджуваних полів. Наприклад, біоломінесценція *Vibrio fischeri* в слабкому (1.3 мТл) МП частотою 60 Гц не перевищує контрольну.

Майже усі дослідники при вивченні біологічної дії ЕМП стикаються з явищем, коли одні й ті ж самі поля здатні як інгібувати, так і стимулювати певні фізіолого-біохімічні процеси в організмах. Вірогідно, що ефекти радіочастотного та мікрохвильового ЕМП на біологічні об'єкти мають визначатися цілим рядом факторів біофізичної та біохімічної природи. У зв'язку з цим, велике значення для з'ясування шляхів та механізмів впливу ЕМП на живі організми матимуть дослідження, в яких буде використано декілька різних штамів, видів або ж родів живих організмів.

1.4.2. Фактори, що визначають результативність впливу електромагнітних випромінювань на мікроорганізми

Чисельні роботи вітчизняних та закордонних дослідників показують не лише здатність ЕМП впливати на біологічні процеси, але й нестабільність такої дії. В деяких випадках ЕМП стимулює або інгібує ріст, а в інших – не має помітного впливу. Для отримання стабільних ефектів необхідно індивідуально підбирати параметри опромінювання для кожного організму. До параметрів, що потребують чіткого індивідуального добору перш за все

відноситься частота (довжина хвилі) випромінювання. Менш критичними параметрами - є тривалість та потужність опромінювання [10]. Однак результати багатьох досліджень вказують на те, що вплив ЕМП на мікробну популяцію може залежати також й від ряду інших (критичних) факторів, таких як інтенсивність ЕМП, кількість імпульсів та властивості середовища, в якому знаходяться організми на час опромінювання, видової та штамової належності організму, стадії росту і фази клітинного циклу. Критичні фактори, які впливають на ефективність дії ЕМП умовно можна віднести до фізичних[22, 24].

Характеристика ЕМП – частота (енергетична місткість), потужність, тривалість та характер опромінювання.

Відомо, що із збільшенням частоти випромінювання пропорційно збільшується й енергія, що несе в собі хвиля. Результати багатьох досліджень показують частотну залежність ефектів неіонізуючих ЕМП і при цьому не виявляють кореляційної залежності із енергією хвиль. Наприклад, відмічено частотно-залежне споживання лактози крізь H^+ /лактозний симпортер під дією змінного електричного поля, однак споживання лактози значно пригнічується лише дією поля частотою нижче 10 Гц та при максимальній потужності 30 Вм/см^2 . Так само й вплив надтонизько частотного МП на приріст біомаси *E.coli* M-17 є максимальним на частотах близько $12 - 15\text{ Гц}$ та посилюються із збільшенням напруги поля [24]. При вивченні зміни інтенсивності біolumінесценції бактерій за дії мікрохвильового випромінювання ($36.2 - 55.9\text{ Гц}$) та вплив КВЧ - випромінювання ($53,47 - 54,57\text{ Гц}$) на синтез білку та приріст біомаси *B.subtilis* [18,19,36] так само виявлено частотно-залежний характер.

З наведених прикладів видно, що потужність ЕМП може відігравати значну роль для досягнення біологічної дії ЕМП. Збільшення потужності випромінювання досить часто посилює викликані ефекти. Однак не менш важливим є й тривалість опромінювання. Вплив ЕМП міліметрового (8 мм) та сантиметрового ($12,6\text{ см}$) діапазонів на бактерії *Salmonella typhimurium* протягом 5, 10, 20 та 30 хвилин виявляється ефективним для змін в ультраструктурі клітин, відповідно, лише після 30-ти та 20-ти хвилин обробки для хвиль різної довжини [18].

У цілому ряді робіт показано, що змінне ЕМП, порівняно з постійним, є більш ефективним як для пригнічення, так і для стимулювання певних фізіолого-біохімічних процесів живих організмів. Причому імпульсний режим опромінювання часто значно ефективніший за постійно діюче поле. Імпульсна дія дозволяє збільшити в 100 і більше разів потужність ЕМП, порівняно із безперервною дією, залишаючи її середнє значення таким самим незначним, завдяки чому нетемпературна дія ЕМП проявляється при максимально повному виключенні ендогенного теплоутворення [21, 24, 37].

Склад середовища культивування. Добре відомо, що кожен живий організм має більше ніж 70 % води, яка є невід'ємною частиною клітин. За звичайних умов кристалічна структура води дуже нестійка і проявляє себе

надто слабо [23,37]. При пропусканні води крізь постійне МП її кристалічна структура стає помітною і вода набуває незвичних властивостей. Її діелектрична проникність змінюється, вона інакше поглинає світло, а пророщування насіння та ріст рослин, оброблених такою водою, відбувається значно швидше. Якщо припустити, що для „намагнічування” води всередині організму достатньо навіть відносно слабого МП Землі, то в періоди магнітної бурі слід очікувати різкої зміни процесів життєдіяльності. Оскільки ці процеси відбуваються на клітинному рівні, то магнітна буря викликати зміни в поведінці усього живого, починаючи від людини і закінчуючи мікроорганізмом [21, 24].

Зміни, які відбуваються у воді та водних розчинах під дією ЕМП, можуть опосередковано впливати на фізіологічні параметри росту мікроорганізмів пригнічуючи чи стимулюючи розвиток бактерій [24, 38, 41], або ж посилюючи протекторну дію поля на життєздатність клітин *E.coli*. Для того, щоб інактивувати мікроорганізм дією МП, середовище, в якому знаходиться організм, повинно мати високий електричний опір (більше 10 – 25 Ом/см). Інтенсивність МП, що необхідно задати для досягнення ефекту, залежить від електричного опору та товщини намагнічуваного шару середовища в якому культивується мікроорганізм.

Наявність вільних іонів у водних розчинах та збільшення їх концентрації посилює ефективність дії ЕМП, що, за припущенням, викликається збільшенням інтенсивності вторинних електричних струмів.

Таким чином, літературні дані свідчать про здатність слабких ЕМП різних частотних діапазонів впливати на різнобічні клітинні процеси пов'язані із життєдіяльністю. Загалом вважається, що ЕМП виступають як глобальні фактори стресу, до яких клітини пристосовуються без катастрофічних наслідків. Однак з даного правила є ціла низка винятків, як то бактерицидна та бактеріостатична дія ЕМП. Багато в чому процеси, які відбуваються в організмі при дії ЕМП, схожі на відповідь до дії інших факторів зовнішнього середовища. І, відповідно, цілий ряд біологічних та фізико-хімічних факторів, таких як вік та стадія розвитку організму, склад середовища культивування, температура та pH , тощо, впливають на ефективність дії ЕМП на живі системи.

1.5 Висновки

Таким чином підводячи підсумки, можна сказати, що вивчення фізіолого-біохімічних характеристик мікроорганізмів під дією ЕМ - випромінювань радіочастотного діапазону є актуальним і має теоретичне значення для виявлення механізмів та шляхів впливу ЕМВ на біологічні організми.

Недолік знань у сфері взаємодії живого із електромагнітними полями, перешкоджає вільному впровадженню та застосуванню новітніх електротехнічних приладів у повсякденному житті, тому важливим є практичний напрямок досліджень для використання виявлених ефектів у

біотехнологічних процесах та виробництвах, а також для охорони навколишнього середовища і здоров'я людини.

Отже, підсумовуючи викладене у огляді літератури, можна зробити висновок, що застосування фізико-хімічних методів відкриває великі перспективи у технології пива. Методи опромінення КВЧ- та НЧ- хвилями дозволяють по-новому побудувати технологічний процес, значно прискорити його через інтенсифікація технологічних етапів, що полягає у скороченні тривалості технологічної стадії, підвищити вихід продукту і поліпшити його якість; знизити метало- та енергоємність машин і установок, зекономити виробничі площі. Особливістю фізичних методів є те, що вони здійснюються способом, не пов'язаним із застосуванням реагентів чи добавок.

Провівши детальний аналіз літературних джерел було сформульовано такі завдання досліджень:

- підібрати ефективну расу пивних дріжджів;
- обґрунтувати можливість застосування ЕМО радіочастотного діапазону для активації дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p 11;
- підібрати режими електромагнітного опромінення на біологічну активність дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p. 11;
- здійснити аналіз морфолого - структурних змін клітин дріжджів під дією ЕМО;
- визначити динаміку залежності ступеня збродження від тривалості опромінення.
- інтенсифікувати процес зброджування пивного сусла з використанням ЕМ активації дріжджових клітин.
- удосконалити принципову технологічну схему зброджування сусла

2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали досліджень

Матеріалами досліджень кваліфікаційної роботи були: пивне сусло пивні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* p. 11., джерело електромагнітного опромінювання радіочастотного діапазону на дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* p. 11.: КВЧ – довжина хвилі у вільному просторі 1...10 мм, діапазон 30...300 Гц; НЧ - довжина хвилі у вільному просторі 10...100 мм, діапазон 3...30 Гц

Пивне сусло. В дослідженнях використовували стерильне охмелене сусло з концентрацією СР 14 % мас., приготоване зі світлого ячмінного солоду (70 %) та знежиреного кукурудзяного борошна (30 %) одновідварним способом. Додавання знежиреного кукурудзяного борошна, яка містить більшу кількість крохмалю, ніж солод, дозволяє збільшити екстрактивність сусла та знизити собівартість пива. Під час приготування сусла використовували амілолітичний ферментний препарат Церемікс Плюс МГ (0,9 кг/т зернової сировини), оскільки амілолітичних ферментів солоду недостатньо для розщеплення необхідної кількості крохмалю при заміні 30 % солоду кукурудзою. Фізико-хімічні показники пивного сусла наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники охмеленого пивного сусла

Найменування показників	Значення показників
рН	5,3-5,6
Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ р-ну NaOH на 100 см ³ КСЗ, %	1,8-2,0
	82,5

КВЧ (крайвисокочастотне) і НЧ (низькочастотне) опромінення відносяться до електромагнітних полів, які використовуються в різних сферах, включаючи медицину та телекомунікації. КВЧ опромінення має довжину хвилі від 1 до 10 мм, що відповідає частотам від 30 до 300 Гц, тоді як НЧ опромінення має довжину хвилі від 10 до 100 мм, що відповідає частотам від 3 до 30 Гц [24]

Визначено раціональні умови головного бродіння, які забезпечують досягнення видимого ступеня зброджування пива 75 %: температура 15 °С, норма внесення дріжджів 30 млн. клітин в 1 см³ сусла, тривалість 7 діб.

Пивні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* p. 11

Відносять до класу *Ascomycetes*, сімейства *Saccharomycetaceae*, роду

Saccharomyces. Він корисний у дослідженні клітинного циклу, тому що його легко вирощувати, але, як еукаріот, він розділяє складну внутрішню структуру тваринних та рослинних клітин. Геном *S. cerevisiae* був першим повністю секвенованим еукаріотичним геномом. Чиста культура дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* повинна вироблятися відповідно до вказаних вимог та технічних умов і випускатися по технологічній інструкції.

Фізико-хімічні показники, біохімічна активність, морфологічна однорідність та органолептичні показники чистої культури дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* повинні відповідати вимогам та нормам, вказаним в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Вимоги та норми до чистої культури дріжджів *Sacch. cerevisiae*

№	Найменування показника	Норма
1.	Колір	Білий
2.	Запах	Власний культурам дріжджів <i>Saccharomyces</i>
3.	Консистенція	Сметановидна
4.	Біохімічна активність (концентрація розчинних зброджуваних вуглеводів через 72 години після початку бродіння на частково оцукреному суслі)	Менше 0,4 г/100 мл
5.	Морфологія клітин	Клітини мають витягнуту, рідше округлу форму, розмір 3,0 · 6,5 мкм, протоплазма гомогенна, розмноження брунькуванням, можуть утворювати спори
6.	Морфологічна однорідність клітин	Наявність морфологічно змінених форм штаму: не допускаються відсутність сторонньої мікрофлори

Таблиця 2.2. **Норми до мікробіологічних показників *Sacch. cerevisiae***

№	Найменування показника	Норма
1.	Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних бактерій (МАФАіМ), КУО в 0,1 г чистої культури дріжджів	Не допускаються
2.	Бактерії сімейства <i>Enterobacteriaceae</i> КУО в 0,1 г чистої культури дріжджів	Не допускаються
3.	Патогенні стафілококи в 0,1 г чистої культури дріжджів	Не допускаються
4.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> в 0,1 г чистої культури дріжджів	Не допускаються

За вмістом токсичних речовин чиста культура дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* повинна відповідати вимогам і нормам, вказаним в табл. 2.3.

Таблиця 2.3.- **Вимоги та норми до вмісту токсичних речовин в *Sacch. cerevisiae***

№ п/п	Токсичні речовини, мг/кг, не більш	Норма
1.	Свинець	1,0
2.	Миш'як	0,2
3.	Кадмій	0,2
4.	Ртуть	0.03
5.	Мідь	10,0
	Вміст радіонуклеїдів	
7.	Цезій - 137. Бк/кг, не більше	200
8.	Стронцій – 90	100

Фізіолого - біохімічні ознаки. Оптимальна температура зброджування сусла в спирт 29 - 30° С. Дріжджі зберігають життєздатність в границях рН середовища від 2 до 8. Оптимальне значення рН 4,8 - 5,0. Дріжджі є факультативними анаеробами.

На рідкому солодовому або мелясному суслі дріжджі через 24 - 48 год утворюють щільний осад.

Добре асимілюють глюкозу, цукрозу, фруктозу, мальтозу, галактозу, частково рафінозу, слабо- ксілозу, арабінозу, сорбозу. Добре засвоюють етиловий спирт, гліцерин, гірше - дульцит, маніт. Засвоюють оцтову та молочну кислоти, частково винну та янтарну[28, 29].

У магістерській роботі будемо проводити оброблення дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* р.11 електромагнітними хвилями для активації, які дозволяють виробляти виключно збалансоване пиво з тонким фруктовим ароматом.

Для приготування пивного суслу використовується вода, що відповідає санітарно-гігієнічним нормам на питну воду згідно вимогам ДСанПіНа.

- Основні показники для води, дозволеної до використання в пивоварінні, згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 [2]

2.2. Методи досліджень

2.2.1. Методи визначення загальної кількості клітин мікроорганізмів

Визначення числа дріжджових клітин (концентрації дріжджів) дає можливість точного додавання дріжджів при зброджуванні суслу.

Метод визначення кількості клітин в підрахунковій камері. Для визначення кількості мікроорганізмів в 1 мл рідини проводять підрахунок їх під мікроскопом в підрахунковій камері (Тома-Цейса, Горяєва, Бюркера або Предтеченського). Підрахункова камера має вигляд товстого скла, в центрі якої скляна пластинка вигравійованою на ній сіткою (або 2 сітки на розділеній навпіл пластинці). Справа і зліва від центральної пластинки знаходяться 2 інших скляних пластинки рівнем на 0,1 мм вище [16, 20].

Підраховують всі клітини мікроорганізмів, що знаходяться всередині великого квадрата, а також на лініях, якщо більшою половиною в даному квадраті.

Після ретельного перемішування досліджуваної рідини беруть краплю її сухою скляною паличкою або петлею, наносять на сітку підрахункової камери, накривають покривним склом розміром 18х18 мм завтовшки 0,25 -0,35 мм і притирають покривне скло до бічних пластинок камери. Притирають покривне скло для того, щоб висота шару досліджуваної рідини в камері була 0,1 мм. Потім підрахункову камеру кладуть на столик мікроскопа і знаходять в його полі зору сітку. Легше за неї знаходити під малим збільшенням (10^8). Потім, не рухаючи камеру, роблять збільшення в 400 разів (окуляр 10 х об'єктів 40). При такому збільшенні у полі зору мікроскопа поміщається 1 великий квадрат, що складається з 16 маленьких квадратів або не розділений на маленькі квадрати [16, 47].

Підраховують всі клітини мікроорганізмів, що всередині великого квадрата, а також на лініях, якщо клітини більшою половиною знаходяться в даному квадраті. Клітини, велика половина яких знаходиться в іншому квадраті, не підраховуються. Якщо клітини перетинаються суміжною лінією навпіл, то клітини рахують тільки на двох суміжних сторонах квадратів, наприклад, на лівій і нижній.

У кожному препараті підраховують клітини в п'яти великих квадратах, наприклад, по кутах і в центрі сітки. У дуже густих суспензіях рахувати

мікроорганізми важко, тому їх: слід розбавляти водою і користуватися такими розведеннями при яких кількість клітин в одному великому квадраті буде не більше 30.

Для того, щоб результат підрахунку був достовірний, необхідно підрахувати не менше 600 мікроорганізмів. Кількість препаратів, в яких потрібно підрахувати мікроорганізми, буде залежати від кількості клітин в них. Так, якщо в п'яти великих квадратах одного препарату міститься близько 150 клітин, то потрібно приготувати 4 препарати, щоб загальна кількість підрахованих клітин була близько 600.

Об'єм одного великого квадрата у всіх рахункових камерах дорівнює $1/250 \text{ мм}^3$ відповідно об'єм 5 квадратів дорівнює $5/250$ або $1/50 \text{ мм}^3$.

Щоб визначити кількість клітин в 1 мл (у 1000 мм^3) досліджуваного субстрату потрібно середню суму кількості клітин в п'яти великих квадратах помножити на 50 000.

Число мікроорганізмів в 1 мл досліджуваного субстрату (x) зручно визначати за формулою:

$$x = a \cdot 50000 \cdot b,$$

де a - середня сума кількості підрахованих кліток в п'яти великих квадратах;

b - розведення початкової суспензії мікроорганізмів;

50000 - коефіцієнт перерахунку об'єму п'яти великих квадратів на 1 мл.

Для підрахунку загальної кількості клітин культур дріжджів, що створюють конгломерати, рекомендується в досліджувану пробу додавати рівну кількість 10%-ої сірчаної кислоти і ретельно її перемішувати для роз'єднання скупчень клітин. Підраховуючи результати, слід враховувати розбавлення вдвіч розчином сірчаної кислоти.

При диференційованому підрахунку клітин дріжджів на сітку поміщають краплю досліджуваної дріжджової суспензії, додають краплю водного розчину метиленової сині (1 : 10 000), перемішують, накривають покривним склом, притирають його. Через 5 хв після приготування препарату підраховують окремо кількість живих, мертвих та клітин, що брунькуються. Підраховуючи результати, слід враховувати розбавлення вдвічі метиленовою синькою.

Підрахунок живих клітин методом посіву. Для визначення невеликої кількості живих клітин, котрі не можливо підрахувати в підрахунковій камері, і для точнішого визначення великої кількості живих мікроорганізмів в досліджуваному матеріалі користуються методом посіву і культивуванням. Для цього роблять посів досліджуваного субстрату на тверде поживне середовище в чашки Петрі і підраховують кількість колоній, що вирости [1, 16, 18].

При невеликій кількості живих мікроорганізмів в досліджуваній пробі роблять посів без розведень, а при великій їх кількості роблять розведення з таким розрахунком, щоб на чашці вирости окремі колонії і можна було їх підрахувати.

Для розведень готують пробірки із стерильною водою по $4,5 \text{ см}^3$ в кожній (розливають стерильною піпеткою в стерильні пробірки біля полум'я). Потім стерильними піпетками беруть $0,5 \text{ см}^3$ досліджуваної рідини і вносять до пробірки № 1 із $4,5 \text{ см}^3$ стерильної води. Отримують розведення в 10 разів (або 1-е). Іншою стерильною піпеткою перемішують вміст пробірки № 1, відбирають з неї $0,5 \text{ см}^3$ і

вносять до пробірки № 2 $4,5 \text{ см}^3$ стерильної води — отримують розведення в 100 разів (або 2-е). Таким же чином, кожного разу беручи нові стерильні піпетки, роблять розведення в 1000 разів (3-е), в 10000 (4-е) і так далі.

Для посіву беруть стерильні чашки Петрі (із заздалегідь розлитим живильним середовищем, сприятливим для розмноження досліджуваних мікроорганізмів), надписують на дні чашок номер розведення, беруть нову стерильну піпетку і в чашку із № 4 вносять $0,1 \text{ см}^3$ із 4-го розведення, цією ж піпеткою беруть потім $0,1 \text{ см}^3$ із 3-го розведення і вносять до чашки із № 3, цією ж піпеткою беруть $0,1 \text{ см}^3$ з 2-го розведення і вносять до чашки № 2 і так далі

Для рівномірного розподілу клітин на всій поверхні агару посівний матеріал розтирають стерильними шпателем (рис. 2.3), починаючи із більшого розведення. Чашки з посівами перевертають догори дном і поміщають в термостат із температурою $25 - 28^\circ\text{C}$. Через 5 - 7 діб підраховують колонії, що виросли. Для підрахунку кращими розведеннями слід рахувати ті, які дали на агарі від 50 до 200 колоній. При більшому числі колоній дно чашки Петрі розкреслюють чорнилом або восковим олівцем на декілька однакових секторів, підраховують число колоній в 2 - 3 секторах і середнє число, знайдене для одного сектора, помножують на кількість секторів.

Для визначення кількості живих мікроорганізмів в 1 см^3 досліджуваної рідини помножують число підрахованих колоній на розведення і на 10, оскільки для посіву на чашки бралося $0,1 \text{ см}^3$.

Наприклад, на чашці виросло 120 колоній в 3-му розведенні. Це означає, що в 1 см^3 початкового субстрату було $120 \cdot 1000 \cdot 10 = 1\,200\,000$ живих клітин мікробів.

Посівання за штрихом наведено на рис.2.4

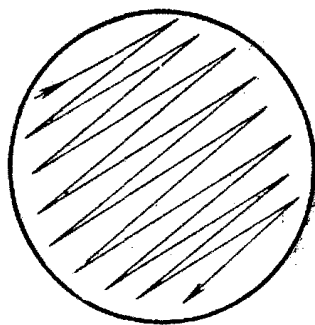


Рисунок 2.4. Посів штрихом для виділення окремих колоній.

2.2.2. Визначення показників, що характеризують динаміку головного бродіння

Визначення концентрації початкового сусла. Процес бродіння контролюють вимірюванням концентрації початкового сусла й під час бродіння. Початковим називають охолоджене сусло, що надходить для зброджування у бродильний апарат. Основними показниками, які характеризують хід головного бродіння, є концентрація сусла (вміст розчиненої сухої речовини) і ступінь зброджування. Концентрацію початкового сусла визначають цукрометром. Показання

останнього правильні тільки при температурі, вказаній на його шкалі, тобто при 20 °C.

Визначення ступеня зброджування сусла. Дріжджі відповідають за перетворення незбродженого сусла в те, що ми називаємо "пивом". Дріжджова культура споживає цукор в суслі, і перетворює його на вуглекислоту, алкоголь та смакові з'єднання. Відсоток видимого зброджування - це відсоток цукру, який споживають дріжджі.

Під час бродіння екстрактивність сусла постійно зменшується тобто значна частина екстрактивних речовин сусла перетворюється у продукти бродіння. Величину (ступінь) цього перетворення називають ступенем зброджування. Тобто, можна сказати, що ступенем зброджування (СЗ) називається ступень зменшення екстрактивності.

Ступень зброджування показує, скільки відсотків екстрактивних речовин, що містяться в початковому суслі, зброджено.

Різниця між екстрактивністю початкового сусла і екстрактивністю пива у момент вимірювання називається збродженим екстрактом. Підрахунок СЗ здійснюється за формулою:

$$СЗ = (\text{Зброджений екстракт} \times 100\%) / \text{екстрактивність початкового сусла}$$

Розрізняють видимий і дійсний ступені зброджування, що знаходяться у прямому зв'язку з тим, який підставляють у формулу (величина видимого або дійсного екстракту)[16,17]

Видимий ступінь зброджування (СЗ_в). Екстрактивність визначається за допомогою цукрометра, який призначений для вимірювання концентрації цукру в цукровмісних розчинах по масі сухих речовин.

Дійсний ступінь зброджування (СЗ_д). Дійсний ступінь зброджування отримують після відгону в лабораторії спирту і заміни відігнаної кількості спирту водою, застосовуючи пікнометричний метод (за відносною густиною) По формулі підраховують СЗ_д, який завжди нижче СЗ_в.

$$\text{Вважають: } СЗ_{д} \approx 0,81 \cdot СЗ_{в}$$

Ступінь зброджування визначають у кінці головного бродіння, називаючи його ступенем зброджування молодого пива (чи ступенем зброджування по бродильному відділенню), а при визначеннях на кінцевій стадії виробництва (перед розливом пива) називають ступенем зброджування готового пива (ступенем зброджування по відділенню доброджування).

2.3 Методика проведення дослідження ЕМ - впливу на дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* р. 11

Відповідно до поставлених задач були зроблені роботи та дослідження за наступними схемами (рис.2.5, 2.6).



Рисунок 2.5. Схема проведення аналітичних досліджень



Рисунок 2.6.- Схема проведення експериментальних дослідів

Процедура опромінення. За джерело електромагнітних збуджень були вибрані крайнє - високо частотний (КВЧ) генератор випромінювання «Ораторія - IV» (рис. 2.7) та низькочастотний (НЧ) генератор прямокутних імпульсів, типу «Меандр» (рис. 2.8)

В якості активуючої речовини для опромінення використовували різні

концентрації розчину цукрози, крапля якого була поміщена між 2 предметними скельцями, саме скельце знаходилося між дріжджами та джерелом опромінення. Для активації дріжджів порівнювали опромінення з використанням цукрози концентрацією від 1,25 % до 20 %, а також 10 % розчинів фруктози, лактози, ксилози, мальтози, глюкози. Для визначення впливу високих частот на дріжджову клітину використовували випромінювачі «Ораторія – IV »

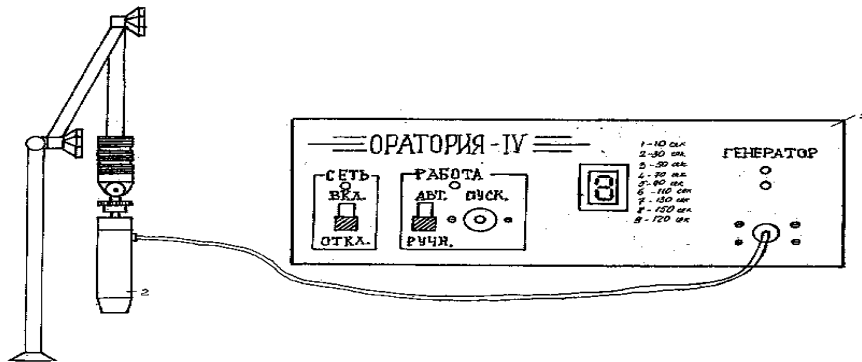


Рисунок 2.7.- «Оратория - IV»: блок живлення (1), випромінювач – джерело КВЧ -шуму (2).

Технічні характеристики приладу:

- спектральна щільність шуму 10^{-18} Вт/Гц
- частотний діапазон $20 - 65 \text{ Гц}$
- модуляція 8 Гц
- інтегральна потужність випромінення $2 \cdot 10^{-10} \text{ Вт/см}^2$

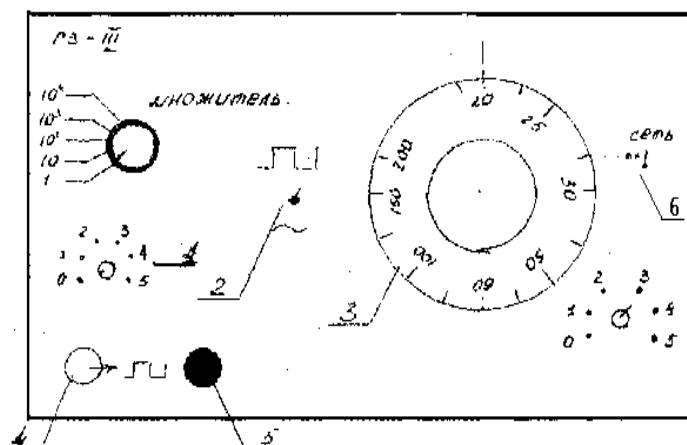


Рисунок 2.8.- Передня панель НЧ – генератора.

Кнопки керування й індикатори передньої панелі: 1 - ручка установки амплітуди сигналу; 2 - тумблер установки режиму (імпульсний, гармонійний); 3 - диск для встановлення частоти; 4,5 - входи генератора; 6 - мережа.

Технічні характеристики приладу:

- прилад має два режими роботи : імпульсний і гармонійний.
- частота випромінювання змінюється в межах від 20 Гц до 2000 кГц
- амплітуда змінюється від 0 В до 10 В

2.4 Обробка результатів досліджень

Зведення дослідних даних, одержаних на основі проведеного експерименту, являє собою їх систематизацію та встановлення якісних і кількісних залежностей між факторами, що нами досліджувались.

Для обробки отриманих результатів досліджень найчастіше застосовують статистичні, табличні, а також графічні методи.

Щоб кількісні показники результатів дослідження дали нам можливість виявити наявність деяких залежностей між у досліджуваними нами факторами, їх потрібно певним чином упорядкувати і придатними для цього можуть стати статистичні методи ранжування і групування.

Ранжування полягає у розподілі кількісних показників у певному порядку (наприклад, за ступенем їх важливості чи значимості або у послідовності зростання, чи навпаки - зменшення). На основі ранжування виключають всі другорядні і випадкові дані, що не впливають на результати проведеного дослідження.

Групування передбачає поділ дослідних даних на основі показників, отриманих як результат проведених нами досліджень (показники групування) на групи із однотипних або близьких за значеннями елементів.

Показники групування можуть бути кількісними і якісними.

При групуванні за кількісними ознаками (кількісне групування) за основу беруть ознаки, які можна охарактеризувати кількісно (наприклад, результати тестування чи опитування, швидкість процесів продуктивність праці, точність виготовлення виробів тощо). Кількісні ознаки завжди можна вимірювати якимись одиницями вимірювання а результати вимірювання упорядковувати за певною послідовністю (зростання, зменшення, періодична повторюваність тощо).

При групуванні за якісними ознаками (атрибутивне групування) за основу беруть ознаки, які неможливо охарактеризувати кількісно, але вони можуть так повторюватись, що це стає можливим визначати (наприклад, національність або соціальне походження опитуваних). З якісних ознак неможливо скласти якусь послідовність.

Дослідні дані згрупували за кількома ознаками : повторюваність, ефективність,

Обробку цифрових даних і графічне зображення слайдів та результатів дослідів здійснювали на персональному комп'ютері за допомогою програм MS Excel, MS Power Point .

3.УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОПАГАЦІЇ ТА ЗБРОДЖУВАННЯ (експериментальна частина)

3.1. Результати експериментальних досліджень

Зразки піддавались дії електромагнітних опромінювань за допомогою антени для КВЧ опромінення та блока конденсаторів для НЧ опромінення. Процедуру опромінення клітин дріжджів ЕМВ проводили у стандартизованих умовах: температура, при якій проводилися опромінення становила приблизно 28°C.

Об'єкти дослідження та культивування дріжджів.

В якості об'єкта дослідження використовували технологію пива, а саме зброджування пивного сусла з дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* p.11, що вирощували на твердому скошеному поживному середовищі сусло-агарі при температурі 28 °C протягом 24 годин. Змив клітин з твердої поверхні проводили стерильною дистильованою водою.

У результаті отримували суспензії клітин концентрацією 10^5 кл/см³. Клітини опромінювали у рідкому стерильному середовищі (дистильована вода). Кількість дріжджової суспензії становила 8 мл. Обробку клітин КВЧ і НЧ проводили протягом 5, 10, 15 хвилин. Контрольні зразки знаходилися за таких самих умов без опромінення.

Після опромінення дріжджову суспензію з контрольними та опроміненими зразками переносили у стерильне рідке поживне середовище (солодове солодке пивне сусло) та інкубували при 28 °C протягом 24 годин. Однодобову культуру дріжджів пересівали в чашки Петрі на агаризоване середовище методом серійних розведень і, витримуючи чашки з засівним матеріалом в термостаті при 28 °C , спостерігали за ростом протягом 2 - 3 діб.

Тобто фізіологічні параметри росту дріжджів досліджували за оптимальних умов культивування (pH 4,5; 28 °C). Отримані дані заносили в таблицю 3.1.

Посів на агаризовані середовища в чашки Петрі.

Цей метод є найбільш поширеним для визначення кількості (активності) клітин. Суть чашкового методу полягає в тому, що проводять посів певного об'єму досліджуваного матеріалу в чашки Петрі з щільним живильним середовищем. При наступному вирощуванні посіву в термостаті з кожної клітки в результаті розмноження утворюється колонія; кількість їх підраховують.

Посів досліджуваних розведень для обліку мікроорганізмів проводився на поверхні живильного середовища. Для цього в стерильні чашки Петрі наливали розплавлене на киплячій водяній бані агаризоване середовище, по 20 - 30 см³.у кожну. Чашки залишали на горизонтальній поверхні, поки не застигне агар. Потім їх витримували 2 доби при 30°C кришками донизу для підсихання поверхні

середовища й перевірки її стерильності (Після застигання чашки Петрі з середовищем можуть зберігатися в холодильнику не більше 5 - 7 днів). Для посіву відбирали чашки, середовище в яких залишилося стерильним.

Посів проводили стерильною піпеткою, наносячи певний об'єм передбачуваного відповідного розведення, заздалегідь ретельно перемішаного, на агарову поверхню чашки Петрі. Нанесену пробу розподіляли по поверхні середовища стерильним шпателем. Для посівів з пробірок, що піддавалися різному терміну обробки, кожен раз використовували нову стерильну піпетку і новий шпатель. Зневага цим правилом могла привести до отримання помилкового результату.

Чашки з засіяними матеріалами поміщали в термостат, відрегульований на визначену температуру, сприятливу для розвитку дріжджової клітини, перевернувши їх догори дном.

Усі роботи проводилися у мікробіологічному боксі над полум'ям спиртівки, дотримуючись умов асептики.

Морфологію та розміри клітин, особливості поверхневої будови клітин, життєздатність клітин у популяції досліджували методом світлової мікроскопії[16, 19].

Підрахунок вирослих колоній. Підраховували кількість колоній, що виросли при висіві на трьох чашках Петрі. Результати висівів підсумовували і визначали середнє число колоній.

Точність методу залежить від числа підрахованих колоній.

Вивчення біохімічної активності пивних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p.11 проводили на стерильному виробничому пивному суслі, куди вносили біомасу пивних дріжджів, розведених до цехової стадії.

Статистична обробка даних. Для об'єктивної оцінки отриманих експериментальних даних проводили їх математичну обробку по результатам щонайменше 3-х повторностей, тобто усі дослідження проводилися багаторазово. Обробка отриманих експериментальних даних, побудова графіків проводилася з використанням типового програмного забезпечення ПК, тобто комп'ютерного пакету програм, використовуючи програму Microsoft Office Excel.

3.1.1. Дослідження морфології опромінених дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p.11

Нами отримано дані, які свідчать про стимулювання ростових процесів та певні фізіологічні зміни на популяційному рівні за дії ЕМВ.

Морфологія опромінених дріжджів

Під час експериментальної роботи були вивчені морфологічні ознаки колоній дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p.11, опромінених КВЧ- та НЧ-хвилями.

Результати дослідження опромінених дріжджів показали, що електромагнітна дія приводить до істотних змін дріжджових клітин.

Так, при оптимальному опроміненні (для КВЧ - 15 хв, для НЧ - 5 хв) дослідні зразки дріжджів на солодовому суслі-агарі давали колонії круглої

форми з дрібними радіальним смужками, плоскими злегка хвилястими краями, концентричним колом і припіднятим центром (рис. 3.5 - в).

Слід зазначити, що в порівнянні з контрольним зразком (рис. 3.5 - а), тобто неопроміненими клітинами дріжджів, деякі клітини збільшилися в розмірах у 1,5 - 2 рази (рис. 3.5 - б).

Поверхня колонії матова, напівпрозора з жовтуватим відтінком. При більш тривалому опроміненні дріжджі мали колонії з шорховатою непрозорою поверхнею жовтого кольору, траплялися навіть з тьмяною поверхнею та з зморшками та на ній (рис. 3.5 - г). Це може свідчити про пригнічення життєдіяльності клітин.

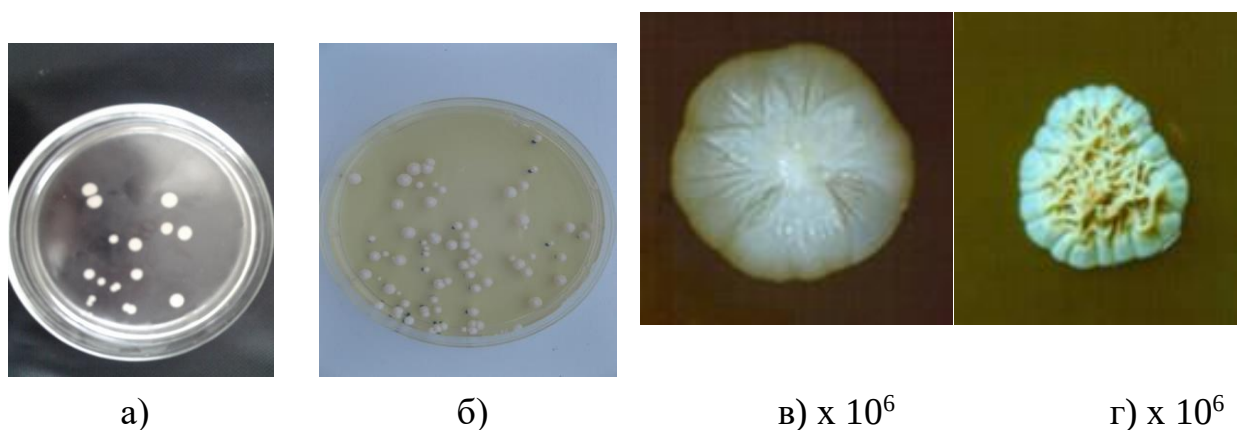


Рисунок 3.1. - Колонії дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p.11:

а - контрольний зразок; б, в - зразки, опромінені КВЧ – хвилями протягом 15 хв; г - зразок, опромінений НЧ – хвилями, протягом 20 хв

3.1.2. Залежність активації дріжджів від терміну обробки

Спираючись на літературні дані та на отримані результати щодо впливу ЕМ - опромінення на морфологію дріжджової культури, можна припустити, що в результаті опромінення змінюється і активність дріжджів. Нами було вивчено та визначено часову залежність впливу (терміну обробки) кожного з випромінювання на показники залежності ступеня активації клітинних структур дріжджової культури *Saccharomyces cerevisiae* p.11 (табл. 3.1)

На рис. 3.3 та рис. 3.4 показані відносні (приведені до контролю) залежності біологічної активності від ЕМ опромінення, а саме на рис. 3.3 - при КВЧ опроміненні, а на рис. 3.4 - при НЧ – опроміненні.

Таблиця 3.1. Вплив ЕМ - опромінення на культуру *Sacch. cerevisiae* p. 11

Зразок		Час опромінювання, хв	Середня кількість колоній, КУО / $см^3 \times 10^5$
Контрольний зразок		0	92
Вид ЕМ- опром інува ння	КВЧ	5	123
		10	185
		15	220

	НЧ	5	203
		10	87
		15	79

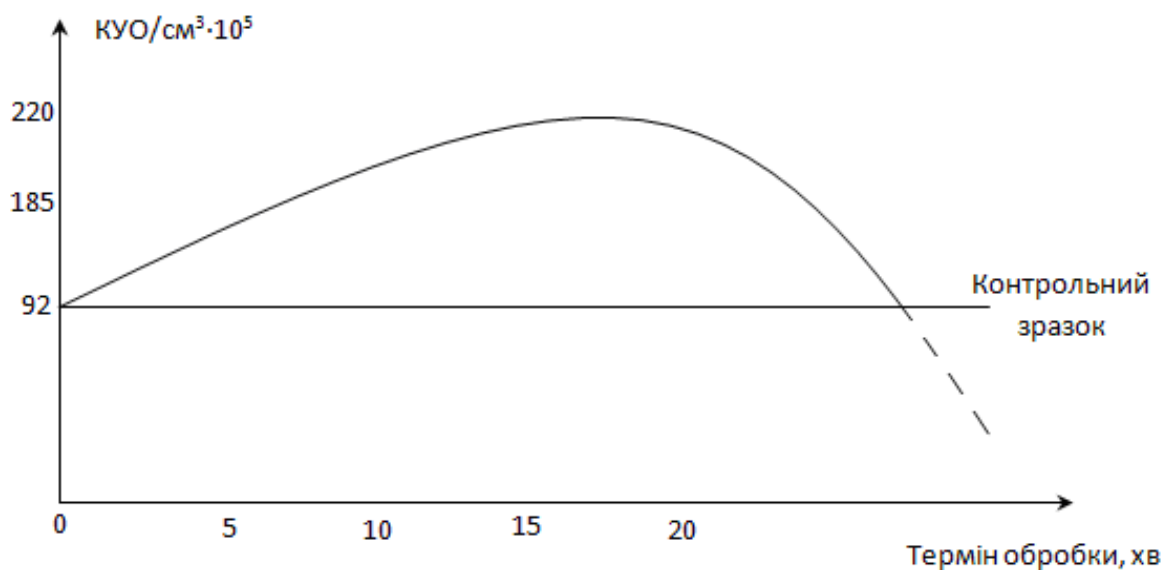


Рисунок 3.3. -Залежність біологічної активності при КВЧ опроміненні

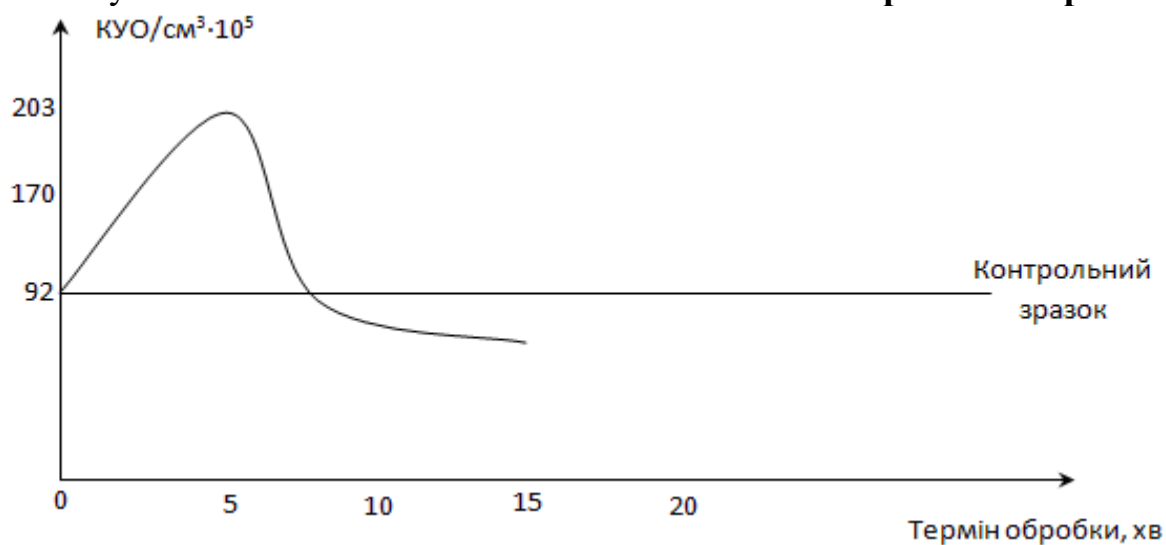


Рисунок 3.4 - Залежність біологічної активності при НЧ опроміненні

На рис. 3.5 показана загальна порівняльна гістограма впливу електромагнітних опромінь на дріжджову культуру.

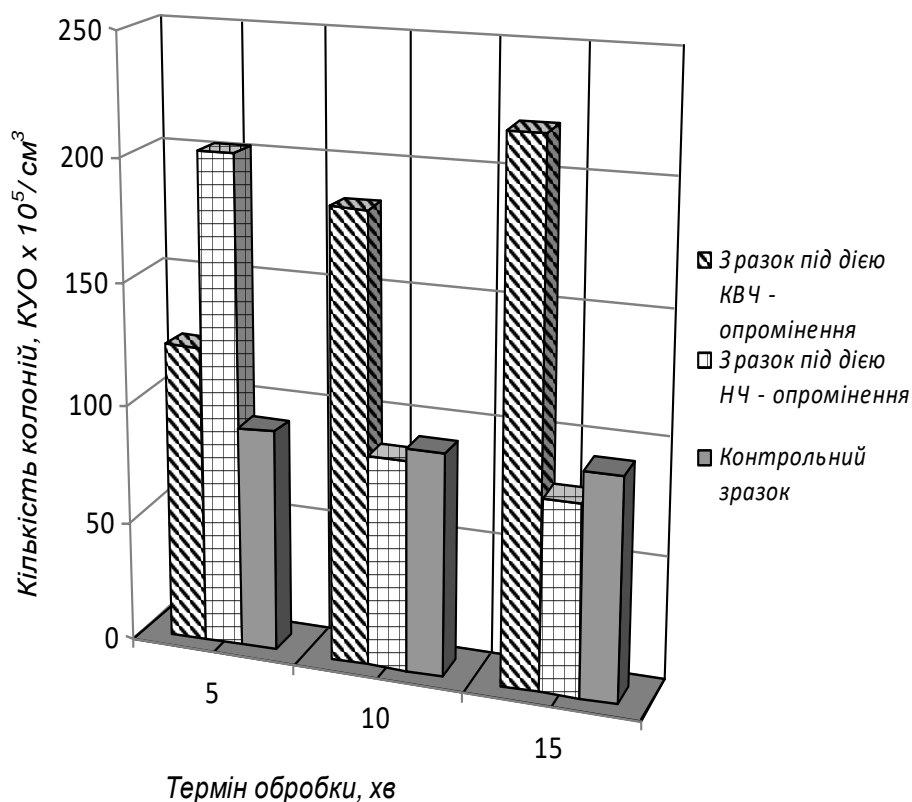


Рисунок 3.5.- Залежність росту *Sacch. cerevisiae* р. 11 від тривалості КВЧ та НЧ опромінювання

Виявилося, що ефективність дії ЕМВ до певної міри збільшується з часом опромінювання культури дріжджових клітин до 15 хвилин для КВЧ -опромінення, та зменшується (починаючи від 5 хв) - для НЧ - опромінення, що позначається на біологічній активності.

Узагальнюючи отримані нами дані по колонієутворенню, можна прийти до висновку, що дріжджі, які підлягали обробці, мали більшу швидкість розмноження: так, на другу добу зброджування вміст дріжджових клітин в контрольному суслі склав $92 \text{ КУО} \cdot 10^5 / \text{см}^3$, тоді як в дослідних зразках при оптимальному часі впливу: для КВЧ - опромінення - $220 \text{ КУО} \cdot 10^5 / \text{см}^3$, та для НЧ - опромінення - $203 \text{ КУО} \cdot 10^5 / \text{см}^3$.

Однак більш тривала обробка мікроорганізмів виявилася менш здатною до стимулювання активності і проявляє інгібуючий вплив. У цьому випадку значення концентрації біомаси мікроорганізмів не тільки не перевищують контрольних значень, але навіть істотно нижче. А тому крива залежності ефективності дії випромінювання від тривалості його дії має нелінійний вигляд із піком 15 хв для КВЧ опромінення, та 5 хв - для НЧ опромінення.

3.1.3. Визначення динаміки залежності ступеня зброджування від часу опромінення

Оскільки дана культура дріжджів має важливе виробниче значення, то представляє інтерес вивчення впливу ЕМВ на один із основних технологічних показників - здатність дріжджів до зброджування сусла. Тобто наступним етапом експериментального дослідження було вивчення залежності інтенсивності бродіння від часу опромінення.

Ефективність опромінення ми оцінювали по бродильній активності дріжджів на основі засвоєння цукрів. Спостереження динаміки процесу бродіння вели за концентрацією СР (вміст екстрактивних) сусла(рис. 3.6 і 3.7.).

Таблиця 3.2. - Вплив тривалості НЧ опромінення на динаміку бродіння

<i>Час бродіння (доба спостереження)</i>	<i>Час опромінення зразка, хв</i>			<i>Контроль</i>
	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	
<i>0</i>	12	12	12	12
<i>1</i>	10,8	11,2	11,2	11,4
<i>2</i>	9,4	10	10,2	11
<i>3</i>	7,6	7,8	8,6	10,2
<i>4</i>	6,4	6,8	7	8,8
<i>5</i>	5,2	5,6	6	7
<i>6</i>	4,8	5,6	5,6	5,8
<i>7</i>	4,6	5,2	5,6	5
	<i>Вміст екстрактивних речовин, %</i>			

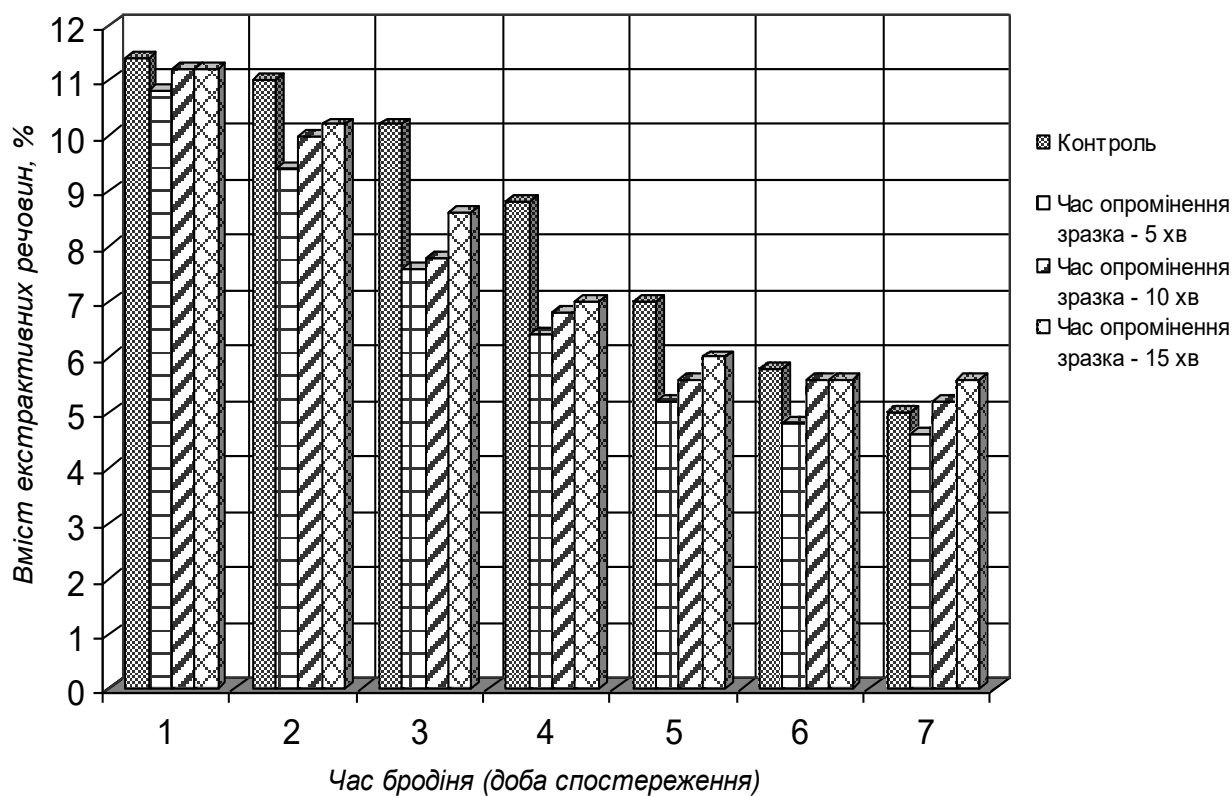


Рисунок 3.6. - Динаміка зміни вмісту екстрактивних речовин від часу бродіння (для НЧ опромінення).

Таблиця 3.3.- Вплив часу КВЧ опромінення на динаміку бродіння

Тривалість бродіння	Час опромінення зразка, хв			Контроль
	5	10	15	
0	12	12	12	12
1	11	11	10,6	11,4
2	10,4	9,8	9,2	11
3	8,2	7,6	7,4	10,2
4	6,2	6	5,8	8,8
5	5,6	5,2	5	7
6	5,2	5	4,8	5,8
7	5,2	4,8	4,6	5
Вміст екстрактивних речовин, %				

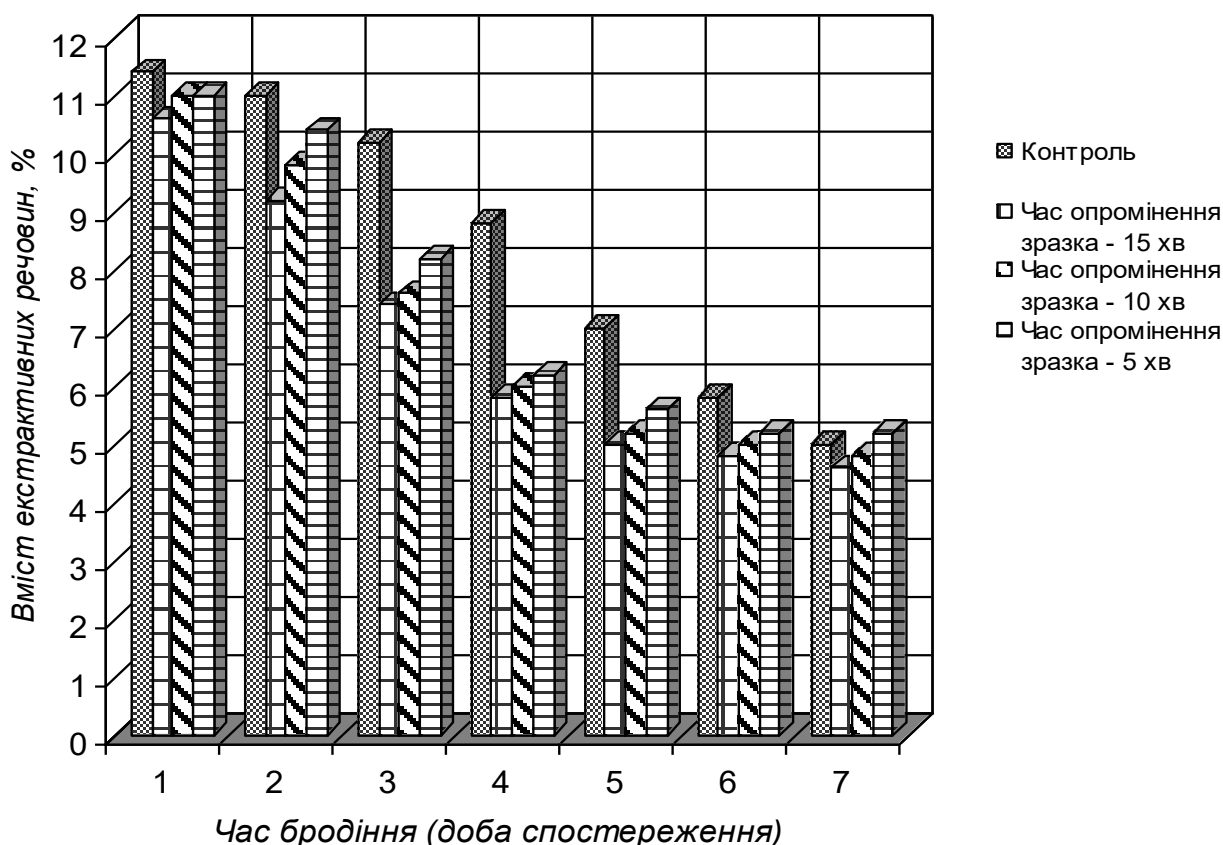


Рисунок 3.7. - Динаміка зміни вмісту екстрактивних речовин від часу бродіння (для КВЧ - опромінення).

Аналізуючи отримані дані(рис.3.6.і.3.7) ми спостерігаємо за тим, що вміст екстрактивних речовин у зброджуваному суслі в процесі основного бродіння поступово знижується для всіх зразків, але на характер зміни впливає час опромінення.

Порівняльний аналіз результатів впливу опромінювання однозначно свідчить, що час дії істотно впливає на біологічну активність дріжджів. Це вплив проявляється в зміні вмісту екстрактивних речовин в суслі в порівнянні з контрольним (неопроміненим) зразком, тобто якщо для контрольного зразку вміст екстрактивних речовин на 7 добу складав 5%, то в дослідних зразках такий же вміст екстрактивних речовин ми спостерігали вже на 5 добу.

Тобто, виходячи з даних вмісту екстрактивних речовин у суслі, ми мали змогу розрахувати ступінь зброджування дріжджової культури для наших зразків (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. - Залежність ступеню зброджування дріжджової культури *Saccharomyces cerevisiae* p.11 від опромінення

Тип зразка	Час опромінення, хв	Ступінь зброджування, %
Контрольний зразок	0	58,3
Опромінений КВЧ - хвилями	5	56,7
	10	60
	15	61,7
Опромінення НЧ - хвилями	5	61,7
	10	56,7
	15	53,3

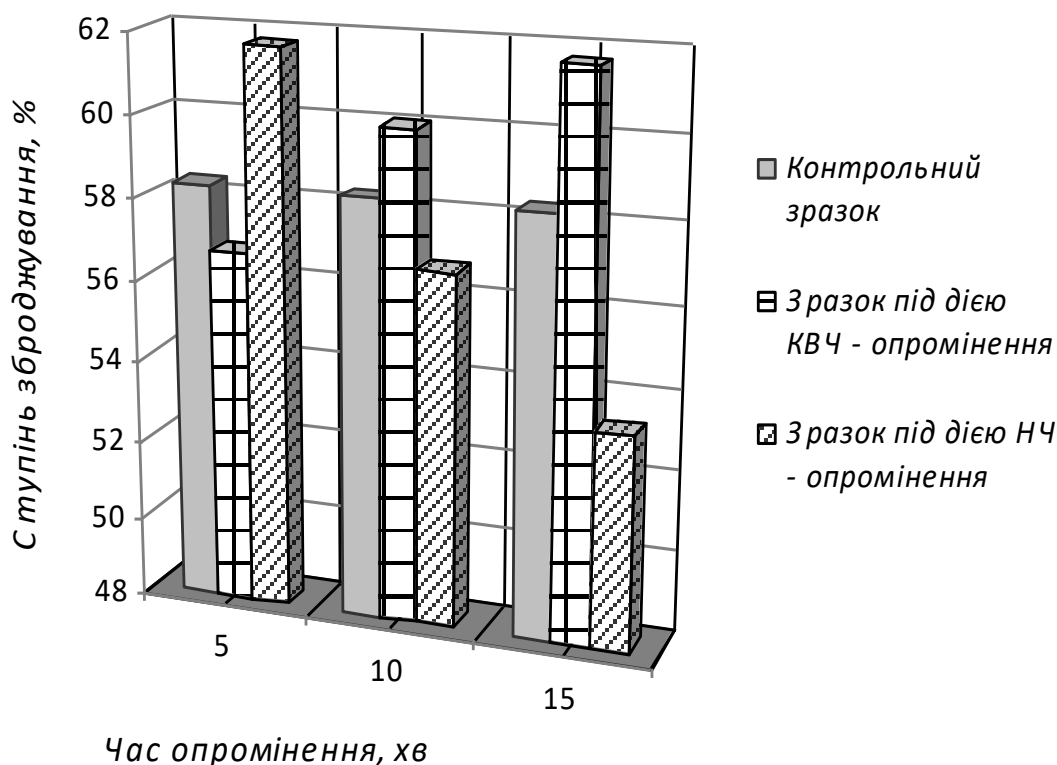


Рисунок 3.8.- Характер залежності ступеня зброджування від часу впливу опромінення

Як свідчать дані таблиці 3.4 найбільша ступінь зброджування (61,7%) в порівнянні з контролем спостерігалася для тих клітин, які були опромінені КВЧ - хвилями (час впливу 15 хв) та НЧ – хвилями (час впливу 5 хв).

Виходячи з того, що досліджувана культура дріжджів *Saccharomyces*

cerevisiae є невід'ємним компонентом технології пивоваріння, така стимулююча дія має велике практичне значення.

3.2. Підготовки дріжджів до бродіння та підбір норми внесення дріжджів для бродіння

Динаміка бродіння представлена на рис. 3.8 з якого видно, що бродіння дослідних зразків протікало інтенсивніше.

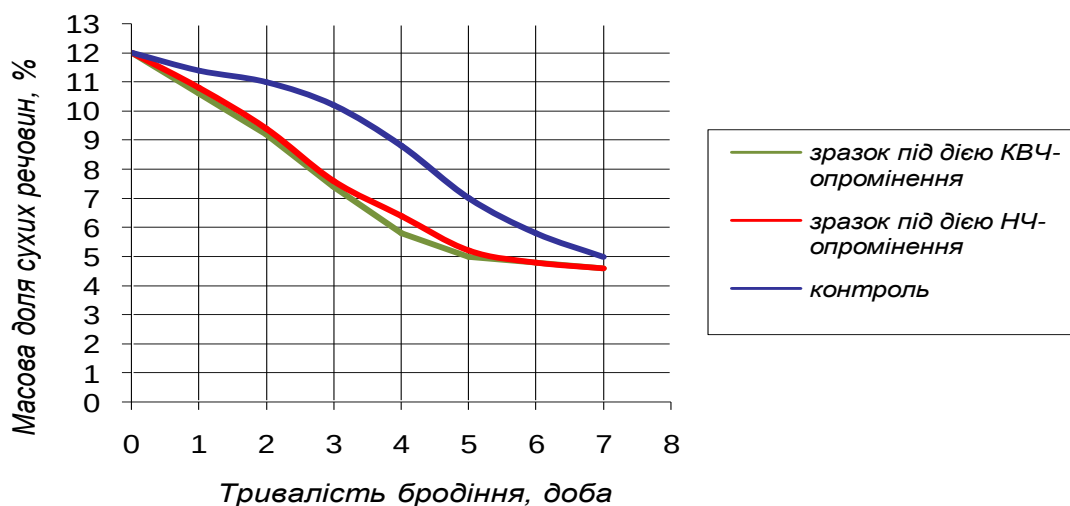


Рисунок 3.8. - Динаміка зброджування сусла опроміненим дріжджами

Дані цих дослідів показали, що електромагнітна дія на дріжджову суспензію істотно впливає на процес бродіння. Це відбито в основному в глибокому зброджуванні вуглеводів, що підтверджують дані таблиці 3.2, 3.3 та 3.4, графіки. Слід зазначити, що інтенсивність бродіння пивного сусла була досягнута при певному часу обробленні дріжджової культури, так, залежно від експозиції бродильна активність дріжджів була різною, що відбито в показниках ступеня зброджування. Кращі результати були отримані при часу дії: для КВЧ - опромінення - 15 хв та для НЧ - опромінення - 5 хв.

При подальшому збільшенні часу впливу опромінювання ми спостерігали зниження інтенсивності бродіння пивного сусла, тобто зниження активності дріжджів. Очевидно, це обумовлено деяким пригнобленням і частковою інактивацією дріжджових клітин.

Підводячи підсумок проведеної експериментальної роботи, можна зробити певні висновки.

На підставі отриманих нами результатів можна сказати про достовірний вплив ЕМВ на клітини дріжджів *Sacch. cerevisiae*, ефекти якого визначається тривалістю опромінювання і виявляються на фізіологічному рівні. Тому максимальні ефекти ми мали можливість спостерігати при різному часу впливу для різного виду електромагнітного опромінення.

Усі результати дослідів можуть свідчити про те, що ЕМО до певної міри здатне стимулювати внутрішньоклітинні процеси, які ведуть до збільшення швидкості поділу організмів та відповідно до зростання показників питомої

швидкості росту та розмірів клітин, адже добре відомо, що усі ці показники тісно пов'язані між собою і зміни одного з них неодмінно відображаються на інших.

Результати аналізу свідчать про те, що впровадження запропонованого оброблення можна досягти економії:

- за параметрами часу: використовуючи опромінену культуру дріжджів, можна досягти скорочення тривалості процесу бродіння з 7 до 5 діб або на 30%, що призведе до збільшення продуктивності підприємства;
- зменшити енерговитрати у виробництві.

3.3 Висновки

1. Результати досліджень показали, що опромінення дріжджів крайнє високочастотними та низькочастотними хвилями дозволяє збільшити активність дріжджів в 2 рази.
2. Досліджено, що оптимальною дією для КВЧ - опромінення є час впливу 15 хв. Частота опромінення 68 Гц, а для НЧ – опромінення – 5 хв, частота опромінення 20 Гц
3. Встановлено, що оброблення дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* р.11 низькочастотним опроміненням прискорює процес бродіння на 2 доби. Визначені оптимальні умови та запропоновано спосіб оброблення дріжджів перед внесенням у бродильний апарат.
4. Запропонована удосконалена схема пропагації дріжджів шляхом ЕМО дріжджів і відповно принципова технолоічна схема зброджування пива.

4. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГОЛОВНОГО БРОДІННЯ ПИВНОГО СУСЛА

Ефективність процесу бродіння залежить не тільки від раси дріжджів, які використовують у виробництві, їх активності а також від параметрів процесу. Концентрація зброджуваного сусла, температура головного бродіння, норма внесення дріжджів та тривалість процесу суттєво впливають на СЗ молодого пива та вміст у ньому ВДК, за якими роблять висновок про завершення стадії головного бродіння. Тому важливо визначити раціональні значення цих параметрів. В дослідженнях використовували чисту культуру дріжджів опромінену ЕМО.

Розрахунок для побудови математичної моделі головного бродіння високогустинного сусла за критерієм видимого ступеня зброджування

Основними чинниками, які впливають на процес бродіння пивного сусла, були вибрані: x_1 – тривалість дії ЕМВ (НЧ опромінення), хв; x_2 – концентрація дріжджових клітин, млн./см³; x_3 – тривалість бродіння, діб. Межі вимірювання досліджуваних чинників: x_1 від 5 до 15 хв з інтервалом 3 °С, x_2 – від 15 до 30 млн. клітин в 1 см³ сусла, x_3 від 5 до 8 діб з інтервалом 2 доби. Основний рівень та інтервали варіювання факторів наведені в таблиці 4.1. Концентрація сусла становила 14 %. Критерієм оцінки впливу різних чинників на процес бродіння слугував СЗв молодого пива y_1 (%).

Для побудови математичної моделі процесу головного бродіння пивного сусла за СЗв використовували ортогональний план другого порядку.

Кількість дослідів у матриці планування для трифакторного ($k=3$) експерименту становить 18, значення зоряного плеча $\alpha=1,215$ та центральної точки експерименту $N_0=1$ (табл. 4.1, 4.2).

Таблиця 4.1 – Основний рівень та інтервали варіювання факторів

	x_1	x_2	x_3
x_j^0	12	22,5	7
Δx_j	3	7,5	2

З попередніх дослідів відомо, що раціональні умови проведення процесу знаходяться всередині досліджуваної області зміни параметрів. Дисперсію відтворюваності визначаємо за 4 додатковими дослідями $y_1^1=62,55\%$, $y_1^2=61,4\%$, $y_1^3=63,4\%$; $y_1^4=63,5\%$):

$$y = \frac{\sum_{u=1}^4 y_u}{4}$$

$$s_{\text{відтв}}^2 = \frac{\sum_{u=1}^4 (y_u - y)^2}{4} = 62,7$$

Таблиця 4.2 – Ортогональний план другого порядку (k=4, N₀=1)

№	z ₀	z ₁	z ₂	z ₃	z ₁ z ₂	z ₁ z ₃	z ₂ z ₃	y ₁
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	78,94
2	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	28,44
3	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	57,3
4	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	25,27
5	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	73,97
6	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	36,41
7	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	63,13
8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	18,12

Кількість ступенів свободи дисперсії відтворюваності $f_{\text{відтв}} = 4 - 1 = 3$.

Рівняння математичної моделі матиме вигляд:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i,j=1}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x'_{iu} \quad (4.1)$$

За формулами розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії другого порядку (для y₁):

$$\begin{aligned} b_0 &= \frac{\sum_{u=1}^N \bar{y}_u}{N} = a_0 \sum_{u=1}^N \bar{y}_u ; & b_i &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} \bar{y}_u}{\sum_{u=1}^N x_{iu}^2} = a_1 \sum_{u=1}^N x_{iu} \bar{y}_u ; \\ b_{ij} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} \bar{y}_u}{\sum_{u=1}^N (x_{iu} x_{ju})^2} = a_2 \sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} \bar{y}_u ; & b_{ii} &= \frac{\sum_{u=1}^N x'_{iu} \bar{y}_u}{\sum_{u=1}^N (x'_{iu})^2} = a_3 \sum_{u=1}^N x'_{iu} \bar{y}_u . \end{aligned} \quad (4.2)$$

При значеннях a₀ = 0,065; a₁ = 0,0913; a₂ = 0,125; a₃ = 0,175 коефіцієнти

рівняння становлять:

$$\begin{array}{llll} b_0=64,06 & b_1=19,56 & b_2=3,19 & b_3=7,2 \\ b_{12}=-0,54 & b_{13}=1,38 & b_{23}=-0,54 & \\ b_{11}=-13,54 & b_{22}=-3,42 & b_{33}=-5,5 & \end{array}$$

виключаємо незначимі коефіцієнти за умови

$$|b_{...}| < \varepsilon(b_{...}) = t(P; f) \cdot S(b_{...}). \quad (4.3)$$

Аналіз значимості коефіцієнтів рівняння при розрахованій оцінці дисперсії $S^2(y_1) = 0,71 (\%)^2$ і $f = m-1 = 3$ проводимо таким чином:

а) визначаємо оцінки дисперсії коефіцієнтів:

$$\begin{aligned} S^2(b_0) &= a_0 \cdot S^2(\tilde{y}_1) = 0,065 \cdot 0,71 = 0,046 \\ S^2(b_i) &= a_1 \cdot S^2(\tilde{y}_1) = 0,0913 \cdot 0,71 = 0,065, \\ S^2(b_{ij}) &= a_1 \cdot S^2(\tilde{y}_1) = 0,125 \cdot 0,71 = 0,089, \\ S^2(b_{ii}) &= a_1 \cdot S^2(\tilde{y}_1) = 0,175 \cdot 0,71 = 0,124. \end{aligned}$$

б) розраховуємо довірчу помилку оцінок коефіцієнтів рівняння. Критерії Стьюдента

$$t(0,95; 3) = 3,18.$$

$$\begin{aligned} \varepsilon(b_j) &= t(P; f) \cdot S(b_j) (\%)^2, \\ \varepsilon(b_0) &= 3,18 \cdot \sqrt{0,065} = 0,682, \\ \varepsilon(b_i) &= 3,18 \cdot \sqrt{0,065} = 0,811, \\ \varepsilon(b_{ij}) &= 3,18 \cdot \sqrt{0,089} = 0,949, \\ \varepsilon(b_{ii}) &= 3,18 \cdot \sqrt{0,124} = 1,106. \end{aligned}$$

Отже, b_{12} , b_{23} – незначимі, і їх виключаємо з рівняння.

Отримане рівняння має вигляд:

$$y_1 = 64,06 + 19,56z_1 + 3,19z_2 + 7,2z_3 + 1,38z_1z_3 - 13,54z_1^2 + 0,33z_2^2 - 2,51z_3^2$$

Адекватність рівняння експериментальним даним перевіряли за критерієм Фішера $F_T(P; f_{ад}; f)$, порівнюючи з ним відношення

$$F = \frac{S_{ад}^2}{S^2(\bar{y})} > 1,0, \quad (4.4)$$

де $S_{ад}^2$ – дисперсія неадекватності (неточності) передбачення експериментальних даних рівнянням; $S^2(\tilde{y})$ – середня оцінка дисперсії відтворення середнього результату з кількістю ступенів свободи $f = N(m - 1)$.

$S_{ад}^2$ розраховували за формулою:

$$S_{ад}^2 = \frac{\sum_{u=1}^N (\hat{y}_u - \bar{y}_u)^2}{N - N'}, \quad (4.5)$$

де $N - N' = f_{ад}$ – кількість ступенів свободи при визначенні неадекватності (N – кількість експериментальних точок, N' – кількість коефіцієнтів залежності; $N > N'$).

$$S_{ад}^2 = 4,46.$$

$$F = \frac{4,46}{0,71} = 6,28 > 1.$$

Табличне значення критерію Фішера при рівні значущості $p=0,05$ і кількостях ступенів свободи $f_1=18$ і $f_2=3$ дорівнює 8,6. $F < F_{1-p}(f_1, f_2)$ і, отже, отримане рівняння адекватно описує досліджуваний процес в реалізованому діапазоні зміни аргументу.

Виконуємо заміну кодованих змінних:

$$z = \frac{x_i - x_{i0}}{\Delta x_i}$$

$$z_1 = \frac{x_1 - 12}{3} = 0,333x_1 - 4,$$

$$z_2 = \frac{x_2 - 22,5}{7,5} = 0,133x_2 - 3;$$

$$z_3 = \frac{x_3 - 7}{2} = 0,5x_3 - 3,5.$$

$$y_1 = 64,06 + 19,56z_1 + 3,19z_2 + 7,2z_3 + 1,38z_1z_3 - 13,54 + 0,33 - 2,51$$

$$y_1 = 64,06 + 19,56(0,333x_1 - 4) + 3,18(0,133x_2 - 3) + 7,2(0,5x_3 - 3,5) + \\ + 1,38(0,333x_1 - 4)(0,5x_3 - 3,5) - 13,54(0,333x_1 - 4)^2 + 0,33(0,133x_2 - 3)^2$$

$$- 2,51(0,5x_3 - 3,5)^2 = 354,7 + 42,65x_1 + 0,79x_2 + 23,76x_3 + 0,23x_1x_3 -$$

$$- 1,56x_1^2 - 0,04x_2^2 - 1,44x_3^2$$

1

2

3

Отримали рівняння математичної моделі головного бродіння сусла за критерієм СЗв:

$$y_1 = 273,94 + 41x_1 + 0,16x_2 + 9,62x_3 + 0,23x_1x_3 - 1,5x_1^2 + 0,006x_2^2 - 0,62x_3^2$$

Висновки

Обґрунтовано вибір технологічних параметрів головного бродіння пивного сусла: норми внесення дріжджів, тривалість дії ЕМО (НЧ опромінення), концентрації сусла.

Отримано регресійні моделі другого порядку залежностей СЗв та вмісту ВДК у молодому пиві від технологічних параметрів, які адекватно описують процес головного бродіння 14% сусла та можуть бути використані для визначення тривалості процесу до досягнення необхідного СЗ пива.

Встановлено, що найбільший вплив на СЗв має тривалість дії ЕМВ (НЧ опромінення), температура бродіння (за технологією), меншою мірою впливає тривалість процесу та норма внесення дріжджів.

Визначено раціональні умови процесу головного бродіння сусла, які забезпечують досягнення СЗв пива 75 %: тривалість дії ЕМВ (НЧ опромінення) 15 хв., норма внесення дріжджів 30 млн. клітин в 1 см³ сусла, тривалість бродіння 7 діб (скорочення на 2 доби)

5. СОЦІАЛЬНО - ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

На сучасному етапі розвитку пиво-безалкогольної галузі харчової промисловості виникає питання про вирішення задач по економічному використанню сировини, за рахунок зменшення виробничих втрат, впровадження нових прогресивних технологій [15].

Об'єктом дослідження є процес опромінювання, технологія пивоваріння та удосконалення її шляхом використання фізико-хімічних методів, а саме електромагнітної активації дріжджів.

Ефективність даної роботи визначена такими факторами:

1. Встановлення та вивчення впливу електромагнітного випромінювання на біологічну активність дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* р.11. Визначення залежності біологічної дії електромагнітного випромінювання (ЕМО) на культуру від часу опромінення.

2. Оцінення морфолого-структурних змін клітин дріжджів під дією ЕМВ.

3. Інтенсифікація процесу бродіння пивного сусла з використанням опромінених дріжджів.

4. зниження собівартості продукції за рахунок економії часу зброджування і досягнення високих показників якості пива.

Метою даного розділу є порівняння собівартості пива до і після впровадження результатів науково дослідної роботи, тобто до і після обробки затору електромагнітним полем, і зробити висновки про доцільність його застосування.

Об'єктом калькуляції є асортимент пива: світле пиво з вмістом 14%, 11% і 8% СР у початковому суслі (з новими впровадженнями , та без них), з річним обсягом виробництва 8000 тис дал.

Калькуляційною одиницею є 1000 дал пива.

Калькуляційні статті витрат: „Сировина і основні матеріали”, „Зворотні відходи”, „Допоміжні матеріали”, „Тепло, електроенергія, стиснене повітря на технологічні цілі”, „Холод на технологічні цілі”, „Заробітна плата виробничих робітників”, „Витрати на утримання та експлуатацію обладнання”, „Загальновиробничі витрати”. В результаті впровадження методу обробки пивного затору магнітним полем вдалося зменшити витрати на сировину й основні матеріали.

5.2 Вихідні дані.

В таблиці 5.1 наведено калькуляцію 1000 дал пива по кожному сорту пива до впровадження впливу магнітного поля на пивне сусло. Вихідними даними є матеріали по Львівській пивоварні. В результаті удосконалення технологічної схеми змінюються витрати по статтям „Сировина й основні матеріали”, „Зворотні відходи”, витрати на електроенергію в статті „Тепло, електроенергія, стиснене повітря на технологічні цілі»

Таблиця 5.1 Калькуляція 1000 дал пива

№п/п	Показник	Один. вим	Асортимент пива			Ціна од ресурсу, грн
			14 %	11 %	8%	
1	Обсяг виробництва	тис дал	800	2400	4800	
2	Норма витрат сировини й основних матеріалів на 1000 дал					
	Солод світлий	Т	1,61	2,1	1,82	2000
	Ячмінь пивоварний	Т	-	-	0,32	700
	Рисова січка	Т	0,69	-	-	1997
	Хміль	Кг	61,3	39,2	28,6	6,5
	Ферментні препарати					
	Віскофлю	Кг	0,0029	0,0029	0,0029	48
	Термаміл	дм ³	0,00735	0,00735	0,00735	55
	Вода	м ³	54	54	54	0,53
	Гіпс	Кг	5	5	5	0,28
3	Транспортно-заготівельні витрати на сировину й основні матеріали	%	4,5 % від вартості сировини без вартості води			
4	Зворотні відходи на 1000 дал пива					
	Пивна дробина	Кг	2900	2000	2300	0,2
	Пивні дріжджі	Кг	100	100	100	0,76
5	Норма витрат допоміжних матеріалів на 1000 дал пива					
	Ящики	шт	1010	1010	1010	1
	Пляшка склянна, 0,5 л	шт	20090	20090	20090	0,1
	Кроненкорка	шт	20090	20090	20090	0,02
	Етикетка	шт	20090	20090	20090	0,03
	Клей	Кг	5,5	5,5	5,5	2
	Кизельгур	Кг	25	25	25	6
	Фільтрувальне полотно	м ²	0,0012	0,0012	0,0012	0,05
	Гідроксид натрію техн для миття	Кг	22	22	22	0,0177

Продовження таблиці 5.1

№п/п	Показник	Один. Вим	Види пива			Ціна од ресурсу, грн
			14 %	11 %	8%	
	Гідроксид натрію техн для варниці	Кг	3,8	3,8	3,8	0,0177

	Вода	м³	40	40	40	0,53
6	Транспортно-заготівельні витрати на допоміжні матеріали	%	4,1 % від вартості допоміжних матеріалів без вартості води			
7	Питома норма витрат гострої пари на 1000 дал	КГ	470	480	460	0,35
8	Питома норма витрат електроенергії на 1000 дал	кВт*год	8	8	8	0,18
9	Питома норма витрат стисненого повітря на 1000 дал	м³	250	250	250	0,009
10	Питома норма витрат холоду на 1000 дал	МДж	На виробничу програму необхідно 4480000 МДж холоду			0,9
11	Основна і додаткова заробітна плата виробничих працівників, в тому числі:	тис грн	По підприємству складає 17216 тис грн			
	Варильного відділення	тис грн	4304			
	Бродильно-лагерного відділення	тис грн	6025,6			
	Цеху розливу й експедиції	тис грн	6886,4			
12	Початкова густина сусла	%	14	12	8	
13	Дні витримки пива	Дні	60	42	14	
14	Витрати на утримання й експлуатацію обладнання	тис грн	14544			
15	Загальні виробничі витрати	тис грн	2080			

Таблиця 5.2.- **Норми витрат**

№п/п	Показник	Один. Вим	Види пива			Ціна од ресурсу, грн
			14%	11 %	8 %	
1	Обсяг виробництва	тис дал	800	2400	4800	
2	Норма витрат сировини й основних матеріалів на 1000 дал					
	Солод світлий	Т	1,55	2	1,74	2000
	Ячмінь пивоварний	Т	-	-	0,31	700
	Рисова січка	Т	0,67	-	-	1997
	Хміль	КГ	61,3	39,2	28,6	6,5
	Ферментні препарати					
	Віскофло	КГ	-	-	-	48
	Термамил	дм³	-	-	-	55
	Вода	м³	54	54	54	0,53
	Гіпс	КГ	5	5	5	0,28

Продовження таблиці 5.2

№п/п	Показник	Один. Вим	Види пива	Ціна од ресурсу, грн
4	Зворотні відходи на 1000 дал пива			

	Пивна дробина	Кг	2890	1900	2285	0,2
	Пивні дріжджі	Кг	100	100	100	0,76
8	Питома норма витрат електроенергії на 1000 дал	кВт*год	8,2	8,2	8,2	0,18

. Зміна витрат на сировину наведена в таблиці 5.3

Таблиця 5.3

Сорт пива	Затрати на сировину, тис грн./ 1000 дал		Зміна
	До обробки магнітним полем	Після обробки магнітним полем	Тис грн./1000 дал
14%	5,03	4,88	-0,14
11 %	4,49	4,30	-0,18
8 %	4,08	3,93	-0,15
Разом			-0,48

Загальне зниження витрат на сировину на річний обсяг виробництва наведено в таблиці 5.3:

Таблиця 5.3

Сорт пива	Обсяг виробництва, тис дал/рік	Зміна, тис грн/рік
14%	800	-112
11 %	2400	-432
8 %	4800	-720
Разом	8000	-1264

Собівартість 1000 дал кожного сорту пива до впровадження методу і після наведено в таблиці 5.5

Таблиця 5.5

Сорт пива	Собівартість до впровадження методу, тис грн	Собівартість після впровадження методу, тис грн	Зміна
			Тис грн
14%	17,43	17,28	-0,15
11 %	15,31	15,12	-0,19
8 %	12,39	12,23	-0,16

5.5 Висновки

В результаті удосконалення технології приготування пивного сусла (використання електромагнітного опромінення радіочастотного діапазону) зменшуються витрати на сировину і основні матеріали, знижується собівартість продукції.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ:

Правила розроблені з врахуванням “Положення про організацію роботи з охорони праці учасників навчально-виховного процесу в установах лабораторій та навчальних закладах” [17]

Дані правила поширюються на лабораторії кафедри хімії та методики навчання хімії. За створення безпечних умов праці та навчання несе відповідальність керівництво факультету, а за виконання цих правил викладачі та старші лаборанти кафедри.

Правила є обов'язковими під час проведення всіх робіт з хімічними речовинами в навчальних лабораторіях хімії.

Усі спеціальні хімічні лабораторії повинні мати інструкції з безпечного проведення робіт із застосуванням хімічних речовин і їх зберігання, складеними у відповідності з даними правилами.

Експлуатація діючих навчальних, наукових лабораторій, де використовуються хімічні речовини, без наявності інструкцій з їх безпечної експлуатації забороняється.

До самостійної роботи в лабораторіях допускаються особи, що пройшли попередній медичний огляд, навчання та інструктаж з охорони праці та протипожежної безпеки.

Усі навчальні посібники і методичні розробки для виконання лабораторних занять з використанням хімічних речовин повинні включати самостійний розділ “Охорона праці”, містити відомості про безпеку проведення навчальних занять та надання першої медичної допомоги при нещасному випадку.

Первинний, повторний, поточний, позаплановий інструктаж з охорони праці та безпеки життєдіяльності з кожним співробітником кафедри проводиться безпосередньо завідувачем кафедрою. Повторний інструктаж проходять всі працівники кафедри незалежно від кваліфікації, освіти, стажу та характеру виконання робіт не рідше ніж через 6 місяців, а на роботах із шкідливими умовами праці – через 3 місяці. Позаплановий інструктаж проводять перед виконанням нових робіт, використанням нової технології, нових речовин та приладів, при порушенні працівниками вимог нормативно-правових актів про охорону

Проведення первинного інструктажу на робочому місці зі студентами та їх допуск до виконання лабораторних робіт покладається на викладача та старшого лаборанта, закріпленого за даною лабораторією.

Приймати їжу та палити в приміщенні лабораторії, де проводяться роботи з хімічними речовинами, – забороняється, у зв'язку із можливим отруєнням.

Забороняється використання хімічних лабораторій для проведення занять з нехімічних дисциплін.

Кількість одночасно працюючих студентів, які виконують лабораторні роботи, не повинна перевищувати кількості індивідуальних робочих місць.

Пожежне обладнання, ящики з піском, водопровідні крани, електрощити, рубильники, вогнегасники повинні бути легкодоступні в будь-який час.

Під час роботи у вечірній час, а також при виконанні небезпечних робіт у

лабораторії повинно знаходитись не менше двох осіб, причому один з них призначається старшим.

Забороняється тримати в лабораторії речовини і розчини у посуді без етикеток. На кожній склянці має бути назва речовини та концентрація розчину.

У всіх лабораторіях обов'язково повинно бути:

- медична аптечка з набором медикаментів, перев'язувальних засобів, необхідних для надання першої медичної допомоги при нещасних випадках;
- первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники хімічні пінні, сухий пісок із совком, ковдра);
- індивідуальні та колективні засоби захисту працівників і студентів.

Вимоги безпеки перед початком роботи

1. До виконання кожної лабораторної роботи студенти допускаються лише після одержання інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки й дозволу викладача.

2. Перед початком роботи потрібно досконало оглянути установку, прилади, посуд, допоміжні матеріали, вивчити методику роботи, правила її безпечного виконання, перевірити чи вірно зібраний прилад або установка, переконатися чи відповідають взяті речовини тим, які вказані в методичних рекомендаціях.

3. Студенти в хімічній лабораторії зобов'язані одягнути халати та мати при собі індивідуальні засоби захисту, що передбачені інструкціями.

4. Дотримуватись записів, брати для роботи лише вказану кількість та концентрацію речовини, використовувати вказаний посуд та прилади, проводити роботу в умовах, які рекомендуються в підручниках та інструкціях.

5. Витяжну шафу необхідно включати за 10 хв. до початку роботи і виключати після закінчення роботи.

6. Одягати гумові трубки на скляні, засувати скляні трубки у гумові корки

7. дуже обережно, без натиску та великого зусилля.

8. У хімічних лабораторіях забороняється працювати студентам із реактивами, приладами та посудом без нагляду викладача або старших лаборантів.

Вимоги безпеки під час виконання роботи

1. Під час роботи з отруйними та шкідливими речовинами у лабораторії повинно бути не менше двох чоловік.

2. Працюючи у витяжній шафі з отруйними речовинами, вікна шафи піднімайте не більш як на 1/3 від його висоти.

3. Під час роботи з отруйними та шкідливими речовинами вентиляція повинна забезпечити не менш як 15–кратний обмін повітря на годину.

4. Необхідно, щоб особливо шкідливі продукти у вигляді газів або парів поглинались при виході їх з приладу. Не допускайте потрапляння їх у вентиляційні канали.

5. Під час систематичної роботи з токсичними речовинами у витяжній шафі повинні знаходитися дегазуючі речовини: насичений розчин перманганату калію

у 1–2 % розчині лугу, нітратна кислота з густиною 1,18 г/см³.

6. Переносити посуд з розчинами отруйних речовин необхідно у відрі або в ящику, на дні якого є пісок або активоване вугілля.

7. Індикація та перевірка невідомих хімічних речовин можлива тільки за допомогою характерної якісної реакції.

8. Під час аварійної ситуації роботу з хлором, фтором, аміаком і т.д. необхідно проводити у респіраторі, а під час роботи з рідкими отруйними речовинами – в гумових рукавицях, захисних окулярах, халаті і за необхідності у респіраторі.

9. Колби з отруйними речовинами повинні мати чіткі і виразні етикетки з написом “ОТРУТА” та назвою речовини.

10. Отруйні речовини, які використовуються в лабораторії, зберігаються у спеціальній шафі або сейфі під замком.

11. Взяття проби або наповнення посуду отруйними речовинами виконується за допомогою сифонів або спеціальних піпеток з гумовою грушею.

12. Проявляйте особливу обережність під час подрібнення, розтирання, нагрівання до критичної температури сильнодіючих отруйних речовин.

13. Переливати концентровані кислоти дозволяється лише у витяжних шафах при майже закритих дверцятах.

14. Під час розбавлення сульфатної кислоти, кислоту поступово і обережно доливають у воду в термічно стійкий або фарфоровий стакан.

15. Забороняється зберігати кислоти з іншими речовинами.

16. Усі операції з плавиковою кислотою проводяться у спеціально відведеному для цього приміщенні, витяжній шафі, у гумовому фартусі та рукавицях.

17. Під час роботи з їдкими (агресивними) речовинами всі співробітники лабораторії повинні користуватися захисними окулярами.

18. Під час розчинення лугів невеликі куски їх поступово додавайте у воду, весь час перемішуючи.

19. Категорично забороняється нюхати концентровані розчини аміаку або близько нахилитися до штучеру балону, який містить рідкий аміак.

20. Зберігайте концентровані розчини в скляних бутлях з притертими пробками разом з іншими лугами, але ізольовано від бром, йоду, мінеральних кислот.

21. Бром зберігайте у спеціальних склянках з притертими пробками і скляними притертими ковпачками.

22. Усі роботи з бромом і його органічними похідними необхідно проводити у витяжній шафі з нижніми та боковими відводами.

23. Усі види обробки скла необхідно проводити у захисних окулярах.

24. Нагрітий скляний посуд не можна закривати притертою пробкою до тих пір, поки він не охолоне повністю.

25. Під час висушування вогне- та вибухонебезпечних речовин слідкуйте, щоб сушильна шафа була справна, а термометр давав вірні показники.

26. Коли нагрівають пробірку з рідиною, треба тримати її отвором в сторону від себе і від своїх товаришів, які працюють поряд. Усі роботи з легкозаймистими та горючими рідинами, а також пов'язані із виділенням

шкідливих парів і газів, проводяться у витяжних шафах.

27. Забороняється коштувати на смак хімічні речовини. Нюхати речовини можна лише направляючи на себе гази або пар летким помахом руки.

28. Забороняється покидати своє робоче місце і залишати без нагляду запалені спиртівки та інші нагрівні прилади. Перехід на інше місце під час виконання роботи без дозволу викладача не допускається.

Вимоги безпеки після закінчення роботи в лабораторії:

1. Після закінчення роботи в лабораторії працюючі повинні відключити воду, світло, електроприлади.
2. По закінченню проведення лабораторної роботи кожний працюючий повинен перевірити і привести в порядок своє робоче місце, прилади і апарати, а той що йде останнім виключити світло та перекрити воду, перевірити чи видалені з приміщення ЛЗР і ГР, чи оброблені відпрацьовані розчини, чи всі склянки і посуд з хімічними речовинами закриті пробками та поставлені на відповідні місця.
3. Фільтри і папір, які використовувалися під час роботи з отруйними речовинами, потрібно негайно знищити.
4. Розлиті концентровані кислоти, луги, аміак або бром швидко засипайте піском. Після прибирання піску місце нейтралізуйте (кислоти – содою або вапном, луги – оцтовою кислотою), а потім добре промийте водою.
5. Категорично забороняється виливати відпрацьовані кислоти, луги, аміак, бром і інші їдкі речовини в каналізацію, їх потрібно збирати в окремий посуд і після нейтралізації виливати в каналізацію або в інше спеціально відведене місце.
6. Використані під час роботи зразки, продукти дегазації та промивні води зливаються у спеціальну тару; зливати ці речовини у каналізацію забороняється.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях:

1. При загорянні електропроводів і електроустановок негайно виключіть електричний струм, після цього гасіть пожежу.
1. При спалаху людини не дозволяйте їй бігти, намагайтеся перекрити доступ повітря до горючого одягу важкою ковдрою, пальто або іншими доступними матеріалами.
3. Не можна водою гасити речовини, які з нею взаємодіють, утворюючи вогнебезпечні сполуки (лужні метали, їх карбіди, карбід кальцію, магній, алюміній в порошку або стружка, бензин, гас, бензол, скипидар, нафтопродукти).
4. Нормальна робота витяжної шафи є першочерговим засобом для забезпечення вентиляції приміщення під час занять з метою безпеки життєдіяльності студентів.
2. При виникненні пожежі потрібно негайно визвати пожежну команду, включити пожежну сигналізацію, винести з лабораторії всі вогне- та вибухонебезпечні речовини, а також балони з газами, виключити вентиляцію й

електричний струм.

3. Під час термічних опіків I ступеня обпечені місця слід присипати содою, крохмалем чи тальком.
4. металами швидко зняти з шкіри тампоном вати залишки металу, а обпечене місце промити водою і 3–5% розчином оцтової кислоти.
5. Під час потрапляння мінеральних кислот в організм через стравохід швидко прополоскати рот 5% розчином соди, давати пити вапняну воду або рослинне масло.
6. При сильних кровотечах необхідно зупинити її джгутом.
7. Вогнегасники пінні призначені для гасіння пожеж твердих, рідких і газоподібних речовин. Ними не можна гасити електроприлади, що знаходяться під напругою, а також речовини, які займаються під час взаємодії з водою (натрій, калій, карбіди).
8. Під час враження електричним струмом потерпілому, який знаходиться у свідомості, необхідно забезпечити спокій і чисте повітря. При порушенні дихання та серцевої діяльності слід застосувати штучне дихання й непрямий масаж серця до прибуття швидкої медичної допомоги.

Вимоги пожежної безпеки

Будь-які перепланування, зміни функціонального призначення приміщень здійснювати тільки за наявності проектної документації, яка пройшла попередню експертизу на відповідальність нормативним актам з питань пожежної безпеки з позитивним результатом в органах державного пожежного нагляду.

Шляхи евакуації, що не мають природного освітлення, у разі наявності людей повинні постійно освітлюватись електричним світлом.

Електрощити, групові електрощити повинні бути оснащені схемами підключення споживачів з пояснювальними написами і вказаним значенням номінального струму апарата захисту (плавкої вставки). Встановлення на горючі основи (конструкції) електророзеток, вимикачів, перемикачів та інших подібних апаратів допускається тільки з підкладанням під них суцільного негорючого матеріалу, що виступає за габарити апарата не менш ніж на 0,01 м.

Приміщення хімічної лабораторії за пожежною небезпекою відповідно до НАПБ Б.03.002- 2007 належать до категорії "В", за НПАОП 40.1-1.32-1 (ПБЕ) – до зони класу П-I.

Припливно-витяжна вентиляція в усіх приміщеннях лабораторії вмикається за 5 хвилин до початку робочого дня й вимикається після закінчення роботи. Відповідальний за експлуатацію вентиляційних систем зобов'язаний систематично (за графіком) перевіряти за допомогою спеціальних приладів ефективність їхнього функціонування. Роботи з високотоксичними та радіоактивними речовинами можуть проводитися лише за умови вентиляції, що працює.

Користуватись витяжними шафами з розбитим склом або несправною вентиляцією, а також шафами, в яких є речовини, матеріали та устаткування, що не мають стосунку до виконуваних операцій, забороняється.

Витяжні шафи, в яких проводяться такі роботи, повинні мати верхні та нижні відсмоктувачі, а також бортики, які запобігають стіканню рідини на підлогу.

Установлення й перестановка витяжних шаф не можуть проводитися без дозволу адміністрації. Не допускається, щоб витяжна шафа встановлювалася безпосередньо біля дверей.

Посудини, в яких проводилися роботи з ЛЗР та ГР, після закінчення досліджень мають негайно промиватися пожежобезпечними речовинами. У разі нагрівання ЛЗР об'ємом більше 0,5 л, необхідно ставити під прилад кювету самої ж місткості. В разі аварії забороняється виливати ЛЗР і ГР в каналізацію.

У випадку розлиття ЛЗР це місце необхідно негайно засипати піском.

У разі появи в приміщенні запаху газу слід: негайно припинити користування газовими пальниками та приладами; не запалювати вогню; не вмикати електроприладів; не користуватися електродзвінками; перевіряти, чи закриті всі крани в газових пальниках і газових приладах; негайно повідомити відповідального за газове господарство, провітрити приміщення.

Забороняється застосовувати вогонь для виявлення витікання газу з газопроводів і приладів, а також користуватися несправними газовими пальниками та приладами, газопроводами та арматурою.

Евакуаційні шляхи та виходи завжди утримувати вільними, нічим не зашарашеними.

Завідувач лабораторії наприкінці робочого дня зобов'язаний особисто пересвідчитись у пожежобезпечності приміщень хімічної лабораторії, вимкнути всі струмоприймачі та зачинити входні двері на замок.

Обов'язки та дії працівників у разі виникнення пожежі.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це службу порятунку за номером телефону – 101 (112). При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;
- повідомити про пожежу адміністрацію та чергового на об'єкті;
- вимкнути (за необхідності) струмоприймачі та вентиляцію;
- вжити (по можливості) заходів щодо евакуації людей і матеріальних цінностей, гасіння пожежі з використанням вогнегасників та інших засобів пожежогасіння;
- організувати зустріч пожежно-рятувальних підрозділів та надати їм допомогу під час гасіння пожежі. Попередити керівника гасіння пожежі про наявність вибухопожежонебезпечних, отруйних та хімічно активних речовин.

7. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.

Організація оповіщення виробничого персоналу на пивзаводі, за сигналами цивільної оборони (ЦО)

Своєчасне розроблення та впровадження заходів щодо попередження та виникнення надзвичайних ситуацій дозволяє зменшити збитки при їх виникненні, тому при виникненні надзвичайної ситуації (НС) на місці, де вона сталась, керівництво території вводить план дії по її ліквідації та інформує населення про НС. Для оповіщення виробничого персоналу і населення були створенні сигнали ЦО [45].

Сигнали ЦО, порядок їх доведення до виробничого персоналу.

Законом України “ Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру ” передбачено систему організаційних, технічних, медико-біологічних, фінансово-економічних та інших заходів для запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків, що реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, відповідними силами та засобами підприємств, установ та організацій, незалежно від форм власності й господарювання, добровільними формуваннями і спрямовані на захист населення і територій, а також матеріальних і культурних цінностей та довкілля.

Основу системи оповіщення утворюють автоматизована система централізованого оповіщення мережі зв'язку та радіомовлення, а також спеціальні засоби.

Автоматизована система оповіщення створюється завчасно на базі загальнодержавної мережі зв'язку та радіомовлення і поділяється на державну та територіальну. Вона може забезпечити оповіщення населення, поєднавши місцеву телефонну мережу для подачі сигналу "Увага всім!" та повну інформацію за допомогою засобів радіомовлення й телебачення.

Відповідальним за організацію оповіщення про загрозу і виникнення надзвичайної ситуації і постійне інформування населення про становище є органи управління цивільного захисту відповідної адміністративно-територіальної одиниці.

Сигнали передаються каналами зв'язку, радіотрансляційними мережами і засобами телебачення. Одночасно з інформацією про надзвичайну ситуацію передаються вказівки про порядок дій формувань цивільного захисту і населення. Сигнали, подані вищим органом управління цивільного захисту, мають дублюватися всіма підпорядкованими підсистемами.

Для своєчасного попередження населення введені сигнали попередження населення у мирний і воєнний час.

Сигнал "Увага всім!" повідомляє населення про надзвичайну обовку в мирний час і на випадок загрози нападу противника у воєнний час. Сигнал подається органами цивільного захисту за допомогою сирени і виробничих гудків. Тривалі гудки означають попереджувальний сигнал.

Почувши їх, необхідно включити радіо, телевізор і прослухати текст інформації про дії населення після одержання сигналу. Якщо немає радіо,

телевізора або вони не працюють, слід з'ясувати значення і зміст інформації у сусідів або інших людей, які знають про неї.

Як приклад розглянемо варіант дій на об'єкті у разі отримання повідомлення „Радіаційна небезпека” та „Хімічна тривога”.

Повідомлення „Радіаційна небезпека” подається, якщо є безпосередня загроза чи виявлено радіоактивне зараження. За результатами прогнозування обстановки чи за даними, отриманими від відділу ПСЦЗ району (міста), визначають характер переміщення радіоактивної хмари, рівень зараження території підприємства. В цей час на підприємстві проводять такі заходи: здійснюють негайне безаварійне припинення роботи підприємства;

- ▲ укривають в захисні споруди персонал;
- ▲ з урахуванням прогнозованого рівня зараження встановлюють режим захисту;
- ▲ проводять дозиметричний контроль — контроль опромінення і контроль зараження для встановлення можливих рівнів зараження об'єкта, території, виробничих і адміністративних приміщень, сировини, готової продукції і води;
- ▲ готують покривні матеріали і пристрої для швидкого укриття сировини, продукції і обладнання, проводять заходи з часткової герметизації виробничих приміщень і джерел водопостачання; перевозять максимально можливу кількість сировини і продукції в герметизоване приміщення;
- ▲ встановлюють порядок проведення знезараження об'єктів, санітарного оброблення персоналу, дії щодо запобігання занесенню радіоактивних речовин у захисні споруди;
- ▲ компресорну і котельну переводять на понижений режим роботи скороченням кількості діючих компресорів і котлів.

Повідомлення „Хімічна тривога” подається у разі загрози хімічного нападу або виявлення хімічного чи бактеріологічного зараження. З метою захисту людей і зменшення втрат на підприємстві:

- негайно оповіщають виробничий персонал;
- застосовують засоби індивідуального захисту персоналу;
- здійснюють безаварійне припинення роботи виробничих цехів;
- герметизують виробничі приміщення, джерела водопостачання;
- компресорну й котельну переводять на понижений режим роботи;
- забезпечують швидке перевезення сировини і продукції в герметизовані приміщення (камери);
- укривають іншу сировину й продукцію, а також унікальне обладнання покривними матеріалами;
- по можливості дообладнують укриття, виробничі й службові приміщення для забезпечення додаткового захисту від проникнення хімічних речовин і бактеріологічних засобів;
- створюють необхідні санітарно-гігієнічні умови, спрямовані на запобігання (зниження) поширенню інфекцій (ізоляція хворих, санітарне оброблення уражених, введення карантину або обсервації).

Здійснюють також інші специфічні заходи захисту з урахуванням виду

застосування ОР і бактеріальних засобів.

Крім розглянутих існують ще такі сигнали і варіанти оповіщення населення в мирний час.

"Землетрус". Подається повідомлення про загрозу землетрусу або його початок. Населення попереджається про необхідність відключити газ, воду, електроенергію, погасити вогонь у печах; повідомити сусідів про одержану інформацію; взяти необхідний одяг, документи, продукти харчування, вийти на вулицю і розміститися на відкритій місцевості на безпечній відстані від будинків, споруд, ліній електропередачі.

"Затоплення". Повідомляється район, в якому рівня очікується затоплення в результаті підйому води в річці чи аварії дамби. Населення, яке проживає в даному районі, повинне взяти необхідні речі, документи, продукти харчування, воду, виключити електроенергію, відключити газ і зібратись у вказаному місці для евакуації. Повідомити сусідів про стихійне лихо і надалі слухати інформацію штабу органів управління цивільного захисту.

"Штормове попередження" Подається інформація для населення про посилення вітру. Населенню необхідно зачинити двері. Закрити в приміщеннях сільськогосподарських тварин. Повідомити сусідів. Населенню, по можливості, перейти в підвали, погреби.

Сигнали оповіщення населення у воєнний час такі:

Сигнал "Повітряна тривога" подається для всього населення. Попереджається про небезпеку ураження противником даного району. По радіо передається текст: "Увага! Увага! Повітряна тривога!" Одночасно сигнал дублюється сиренами, гудками підприємств і транспорту. Тривалість сигналу 2-3 хв.

При цьому сигналі об'єкти припиняють роботу, транспорт зупиняється і все населення укривається в захисних спорудах. Робітники і службовці припиняють роботу відповідно до інструкцій і вказівок адміністрації. Там, де неможливо через технологічний процес або через вимоги безпеки зупинити виробництво, залишаються чергові, для яких мають бути захисні споруди.

Сигнал може застати у будь-якому місці й будь-який час. В усіх випадках необхідно діяти швидко, але спокійно, впевнено, без паніки. Суворо дотримуватися правил поведінки, вказівок органів цивільного захисту.

Сигнал "Відбій повітряної тривоги". Органами цивільної хисту через радіотрансляційну мережу передається текст: "Увага! Громадяни! Відбій повітряної тривоги!". За цим сигналом населення залишає захисні споруди і повертається на свої робочі місця і в житла.

Успіх захисту населення залежатиме від дисциплінованості, своєчасної і правильної поведінки, суворого дотримання рекомендацій і вимог органів цивільного захисту.

Розроблення схеми оповіщення виробничого персоналу, при виникненні надзвичайної ситуації за сигналами цивільної оборони.

Відповідно до порядку оповіщення населення в надзвичайній ситуації (НС) за сигналами цивільної оборони , які викладенні в попередньому розділі,

розроблена схема оповіщення виробничого персоналу пивзаводу щодо дій за сигналами цивільної оборони, яка наведена на рисунку 6.1.

Згідно схеми сигнал про загрозу виникнення НС надходить зі штабу ЦО міста черговому диспетчеру заводу (обов'язок диспетчера виконує черговий охоронець, який знаходиться на прохідній заводу). Він здійснює оповіщення персоналу в такій послідовності : згідно з інструкцією оголошення про НС відбувається за допомогою *гучномовця*, подачею *сигналу гудком* та оповіщенням керівництва заводу за допомогою *телефонного зв'язку*.

При виникненні НС безпосередньо на пивзаводі оповіщення персоналу здійснюють у тій же послідовності. Оповіщення зовнішнього середовища відбувається відповідно до схеми за допомогою *телефонного зв'язку, радіозв'язку, телебачення, сирени*. Зокрема, при виникненні НС використовують так званий циркуляційний спосіб оповіщення, коли про ситуацію одночасно повідомляються всі керівники організацій, підприємств, установ.

Використання засобів зв'язку (рацій, мобільних і стаціонарних телефонів) та дотримання посадових інструкцій створює передумови для кращої регулятивної дії завдяки більшій швидкості передачі інформації про небезпеку на пивзаводі, або про природні катаклізми.

*умовні позначки : *телефон* , *гучномовець* , *телевізор* 

Висновок: в даному розділі дипломного проекту розглянуто сигнали мирного і воєнного часу. Обґрунтовано схему оповіщення виробничого персоналу заводу з виробництва безалкогольних напоїв, в робочий і неробочий час. Впровадження даної схеми на заводі для оповіщення виробничого персоналу сприяє скороченню часу доведення термінової інформації до робітників та службовців і мінімізації негативних наслідки надзвичайних ситуацій. Підвищується швидкість інформування, та завчасне проведення заходів захисту чи евакуації персоналу та населення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

- Аналітично та експериментально обґрунтована доцільність застосування ЕМО.
- Результати досліджень показали, що опромінення дріжджів крайнє високочастотними та низькочастотними хвилями дозволяє значно збільшити активність дріжджів у порівнянні з існуючими методами активації.
- Результати досліджень показали, що опромінення дріжджів крайнє високочастотними та низькочастотними хвилями дозволяє збільшити активність дріжджів в 2 рази.
- Обрано оптимальні режими ЕМО: для КВЧ - опромінення час впливу 15 хв. Частота опромінення 65- 68 Гц, для НЧ – опромінення – 5 хв, частота опромінення 20 Гц
- Встановлено, що оброблення дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* р.11 низькочастотним опроміненням прискорює процес бродіння на 2 доби. Визначені оптимальні умови та запропоновано спосіб оброблення дріжджів перед внесенням у бродильний апарат.
- Удосконалено принципову технологічну схему зброджування пива шляхом ЕМО дріжджів на етапі пропагації дріжджів.
- Встановлено, що найбільший вплив на СЗв має тривалість дії НЧ ЕМО (НЧ опромінення), температура бродіння (за технологією), меншою мірою впливає тривалість процесу та норма внесення дріжджів. Ефективність опромінення ми оцінювали по бродильній активності дріжджів на основі засвоєння цукрів.
- Шляхом оптимізаційних факторів визначено раціональні умови процесу головного бродіння сусла, які забезпечують досягнення СЗв пива 75 %:, норма внесення дріжджів 30 млн. клітин в 1 см³ сусла, тривалість бродіння скорочується на 2 доби.
- Впровадженням запропонованого оброблення ЕМО можна досягти економії:
 - за параметрами часу: використовуючи опромінену культуру дріжджів, можна досягти скорочення тривалості процесу бродіння з 7 до 5 діб або на 30%, що призведе до зменшення енерговитрат, витрати на сировину і основні матеріали , а отже зниження собівартості продукції та збільшення продуктивності підприємства.
- Розглянуто правила з охорони праці для учасників навчально-виховного процесу в лабораторіях у навчальних закладах, що розроблені з врахуванням “Положення про організацію роботи”.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 3888–2015. Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2016-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 23 с. (Національний стандарт України).
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: - [Чинний від 2010-05-12]. Київ: Держспожив-стандарт України, 2010. 42 с. (Державні санітарні норми та правила).
3. Романова З.М. Дослідження пивних дріжджів, які застосовують при зброджуванні у ЦКБА . *Харчова промисловість*, 2008. С. 59-61
4. Карпутіна М.В. Сучасні способи активації процесів розмноження та ферментації пивоварних дріжджів. Наукові праці НУХТ, 2012. С.17-25
5. Корнейко Н. Культивування дріжджів і бродіння в умовах високогустинного пивоваріння. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених (Ред.), Київ: НУХТ. *Культивування дріжджів і бродіння в умовах високогустинного пивоваріння* С. 333-334 .
6. Вовнянко Є.К. Розробка біотехнології харчових добавок з радіозахисними властивостями на основі безвідхідної переробки дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*: Автореф. дис. д-ра біол. наук: 03.00.23 / НАНУ, Ін-т біохімії.Київ., 2006. 44 с.
7. Кошова В.М. Дослідження впливу різних рас дріжджів на зброджування пивного сусла і якість готового пива. *Наукові праці НУХТ*, 2015. 220-226 с.
8. Кунце В. *Технология солода и пива*. Гамбург: Профессия. 2007.С. 365-421.
9. Лошицький П.П. Взаємодія біологічних об'єктів з фізичними полями. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності : Фізична та біомедична електроніка / П.П. Лошицький – К.: Видавництво “Політехніка”, 2005. 40 с.
10. Римарева Л. В. Состояние и перспективы развития биотехнологических процессов в пищевой промышленности. / Л. В. Римарева, М. Б. Оверченко. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 93 с. 8. Нетрусов А.И. Общая микробиология: учебник для студ. вузов / А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. 288 с.
11. Лошицький П.П. Регулювання властивостей водних розчинів електромагнітним випромінюванням / П.П. Лошицький, Д.Ю. Минзяк // Електроніка та зв'язок. 2012. №4. С. 34-45
12. Косоголова Л.О., Лошицький П.П., Коломійчук Д.А. Використання електромагнітного випромінювання для оптимізації умов виробництва технічного спирту //Вісник НАУ. Київ. С.47-54
13. Мелетьєв А.Є. Покращення якості пива з використанням замінників солоду. *Наукові праці НУХТ*, 2011.С. 38-41.
14. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс]: /уклад. А.М. Куц, В.Л.

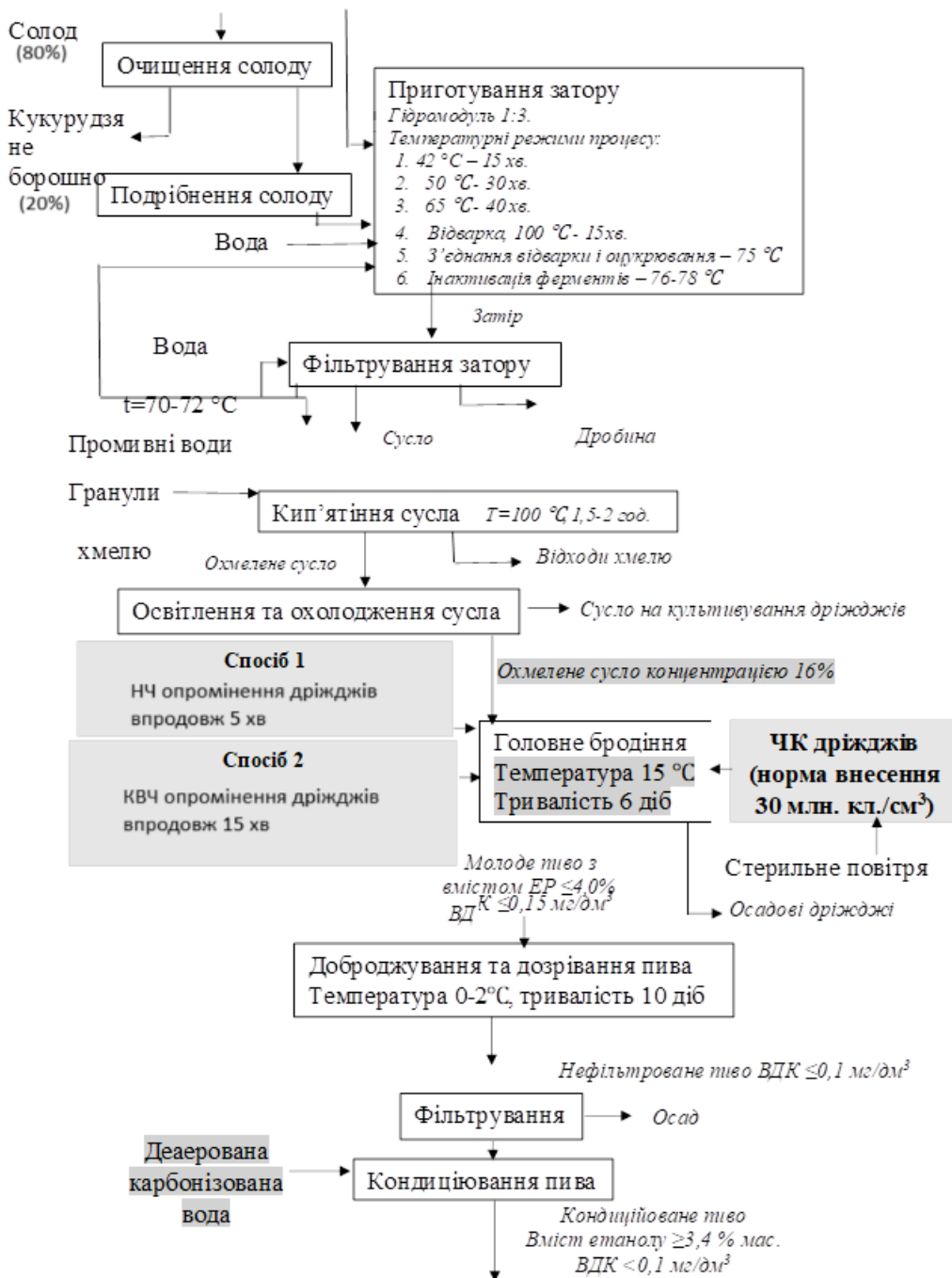
Прибильський, М.В. Білько. Київ: НУХТ, 2022. 66 с.

15. Математико-статистичні методи досліджень : методичні рекомендації до практичних занять для студентів освітнього ступеня «Магістр» спец. 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / уклад. Т. Г. Мисюра, Н. В. Попова, Ю. В. Запорожець. Київ : НУХТ, 2017. 144 с. (№ 35.13).
16. Мелетьєв А. Є., Тодосійчук С. Р., Кошова В. М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв : підручник / за ред. А. Є. Мелетьєва. Вінниця : Нова Книга, 2007. 392 с.
17. Методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» дипломного проекту, магістерської роботи для студентів спеціальності 7.05170112, 8.05170112 «Технології харчування» денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс] / уклад. В. С. Гуць, О. А. Коваль. Київ : НУХТ, 2014. 67 с. (№ 55.17)
18. Роздобутько Б.В. Технологічні і технічні аспекти утворення диметилсульфіду в пиві. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2014. С.181-187.
19. Тонюк М. Л. Дослідження впливу концентрації початкового сусла на органолептичні показники напою в технології високогустинного пивоваріння. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*, 2012. С.47-54 .
20. Романова З.М., Зубченко В.С., Ткаченко Л.В., Маринченко Л. В. Вплив магнітного поля на активність ферментних препаратів.//Харч. пром – вість. 2005. №4. С. 129 – 130
21. Романова З.М., Зубченко В.С., Огородник К.. Магнітне поле як ефективний фактор інтенсифікації ферментативних процесів.//Харч. пром – вість. 2006. №5. С. 129 – 130
22. Романова З.М., Ткаченко Л.В., Маринченко Л. В., Зубченко В.С. Дослідження впливу магнітного поля на активність концентрованих ферментних препаратів. //Харч. і перероб. пром – вість. 2005. №5. С. 24 – 26
23. Клінічне значення змін інтенсивності відбитого від шкіри електромагнітного випромінювання мм-діапазону/ Грубник Б.П ., Григорук В.І., Понежа С.Г. , Понежа Г.В. , Івановська А.В., Богдан Т.В. Електромагнітна та радіаційна біофізика і медицина. *Фізика живого*, т.20, № 2.2012. С.32-37.
24. Boulton C. Advances in metabolic engineering of yeasts. *Brewing Microbiology*, 2015. P. 47-64 .
25. Casey G.P. Ethanol tolerance in yeasts. *Critical Reviews in Microbiology*, 2012. P.219-280.
26. Gabriel K. S. Net effect of wort osmotic pressure on fermentation course, yeast vitality, beer flavor, and haze. *Appl Microbiol Biotechnol*, 2009. P. 1027–1035 p.
27. Fumi M.D. Impact of full-scale brewing processes on lager beer nitrogen compound. *Eur Food Res Technol*, 2009 . P. 209-216
28. Hucker B. Vitamins in brewing: presence and influence of thiamine and riboflavin on wort fermentation. *Institute of brewing and Distilling*, 2016. P. 126-137.
29. Kharandiuk T. 5 th International Youth Science Forum «Litteris Et Artibus». *Effect*

- of heat treatment on brewer's yeast fermentation activity, Lviv, 2015. P. 400- 401.
30. Kharandiuk T. The use of the enzyme preparation Maturex in high gravity brewing. *Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів і студентів*, 2017. 127. с.
31. Krogerus. Diacetyl and its control during brewer's fermentation. *J. Inst. Brew*, 2013 P. 86-97.
32. Krogerus, K. Ploidy influences the functional attributes of de novo lager yeast hybrids. *Appl Microbiol Biotechnol*, 2016. P.72-79.
33. Lei H. Effects of Lys and His supplementations on the regulation of nitrogen metabolism in lager yeast. *Appl Microbiol Biotechnol*, 2013. P. 89–97.
34. Lei H. Fermentation performance of lager yeast in high gravity beer fermentations with different sugar supplementations. *Journal of bioscience and Bioengineering*, 2016. P.1-6.
35. Lei H. Effects of Wort Gravity and Nitrogen Level on Fermentation Performance of Brewer's Yeast and the Formation of Flavor Volatiles. *Appl Biochem Biotechnol*, 2012. 166 p.
36. Mo F. Effects of Nitrogen Composition on Fermentation Performance of Brewer's Yeast and the Absorption of Peptides with Different Molecular Weights. *Appl Biochem Biotechnol*, 2013. 171 p.
37. Pires E. *Biochemistry of Beer Fermentation*. New York: Springer Cham Heidelberg. 2015. 21 p.
38. Puligundla, P. Very high gravity (VHG) ethanolic brewing and fermentation: a research update. *J Ind Microbiol Biotechnol*, 2011. P. 13-14.
39. Udeh H. O. Effect of Mineral Ion Addition on Yeast Performance during Very High Gravity Wort Fermentation. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*. 2014. P. 121-129.
40. Zeyner A. Vitamins. у R. J., *Equine applied and clinical nutrition : health, welfare and performance* London: Saunders Elsevier. 2013. P. 168-186.
41. Otero, J.M., Cimini, D., Patil, K.R., Poulsen, S.G., Olsson, L., Nielsen, J. (2013) Industrial systems biology of *Saccharomyces cerevisiae* enables novel succinic acid cell factory PLoS ONE, 8 (1), e54144. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0054144>
42. Saito, T., Ohtani, M., Sawai, H., Sano, F., Saka, A., Watanabe, D., Yukawa, M., Ohya, Y., Morishita, S., (2004). Морфологічна база даних *Saccharomyces cerevisiae*. *Nucleic Acids Res*, 32, C. 319-322. DOI: 10.1093 / nar / gkh113
43. Shneiter, R., (2004). Генетика, молекулярна та клітинна біологія дріжджів. Університет Фрібурського Суїса. С. 5-18.
44. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. URL: <http://www.univ.kiev.ua/> (дата звернення: 05.11.2024).
45. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat. URL: <http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-tekhnologii-glubokoi-ochistki-pishchevogo-spirta-ot-sivushnykh-masel#ixzz2Tq9pcDG1> (дата звернення 14.11.2024).
46. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 14.12.2024).

ДОДАТОК А

4. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА І ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ



Опис технологічного процесу

В схему виробництва пива входять наступні стадії:

підготування та подрібнення зернопродуктів; приготування пивного сусли та передача його на бродіння; бродіння та доброджування; кондиціонування, фільтрація, стабілізація та карбонізація пива; зберігання фільтрованого пива та передача його на розлив; пастеризація та розлив пива.

4.1. Солод подрібнюють на дробарках, які встановлені на підприємстві. Тривалість зберігання помелу не більше 60 хв. Після подрібнення зернопродукти передають до заторного

чану, де проходить процес затирання (змішування з водою).

4.2. Знежирене кукурудзяне борошно задають в заторний чан без попередньої обробки.

4.3. Для затирання використовують підготовлену воду температурою 50-56 °С. Затір витримують за температури 50-55 °С 30 хв (білкова пауза), надалі температуру підвищують до 60-65 °С та витримують 30 хв. (мальтозна пауза). Тоді густу частину затору перекачують в інший заторний апарат, нагрівають з витримуванням оцукрюючої паузи за температури 70-75 °С, нагрівають до кипіння та кип'ятять 15- 30 хв. Після цього відвар повертають до основного затору, в результаті чого встановлюється температура 70-75 °С, за якої витримують оцукрюючу паузу, закінчення якої контролюють за йодною пробою. Після завершення оцукрювання затір нагрівають до температури 76-78 °С для інактивації ферментів та передають на фільтрування.

Показник рН затору під час затирання повинен бути в межах 5,3-5,6. Якщо склад води та якість солоду не забезпечують зазначеного рН затору, його коригування проводять молочною кислотою. За необхідності при приготуванні затору допускається використання ферментних препаратів, які задаються в заторний котел на початку процесу затирання та дозволені для використання відповідним центральним органом виконавчої влади України.

У разі потреби режим затирання може коригуватись головним пивоваром в залежності від якості сировини та особливостей технологічного процесу.

4.4. Після фільтрації сусло в сусловарильному котлі підігрівають до температури кипіння, тривалість якого становить 1,5-2 год.

Гранули хмелю в сусловарильний котел вносять в три заходи:

- 75% від загальної кількості хмелю вносять відразу після 10 хв. кип'ятіння;
- 20% від загальної кількості хмелю - за 10 хв. до закінчення кип'ятіння; 5% від загальної кількості хмелю після закінчення кип'ятіння перед передачею у вірпул.

Під час кип'ятіння сусла з хмелем показник рН повинен бути в межах 5,0-5,3, а масова частка сухих речовин готового сусла – 15,7-16,3%.

4.5. Гаряче сусло передають з сусловарильного котла у вірпул для його освітлення. Потім сусло охолоджують в теплообмінниках до температури 10-12 °С.

4.6. Підготовка дріжджів. Підібрані зразки піддавались дії електромагнітних опромінювань за допомогою антени для КВЧ опромінення та блока конденсаторів для НЧ опромінення. Процедуру опромінення клітин дріжджів ЕМВ проводили у стандартизованих умовах: температура, при якій проводилися опромінення, була кімнатною і становила приблизно 24°C. За мікробіологічними показниками чиста культура дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* повинна відповідати вимогам СанПіН 2.3.2.560-96 "Гігієнічні вимоги до якості і безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів" *В якості джерел електромагнітних збуджень були вибрані крайнє - високо частотний (КВЧ) генератор випромінювання «Ораторія - IV» (рис. 3.3) та низькочастотний (НЧ) генератор прямокутних імпульсів, типу «Меандр» (рис. 3.4)*

4.6. Бродіння та доброджування пивного сусла проводять відповідно до приведених нижче технологічних режимів: температура головного бродіння 14-15 °С; температура доброджування 0-2 °С;

Засівні дріжджі задають в сусло першої варки, яке надходить на бродіння в циліндро-конічному танку з розрахунку 1 л/гл охолодженого сусла (30 млн. клітин на 1 см³ сусла). Головне бродіння проводять впродовж 6 діб до досягнення видимого вмісту екстрактивних речовин в молодому пиві ≤4 % мас. та вмісту віцинальних дикетонів менше 0,15 мг/дм³.

4.7. На 7-й день після початку бродіння конічну частину апарату охолоджують до 2 °С для осідання дріжджів. Після знімання дріжджів все молоде пиво в циліндро- конічному танку охолоджують до 0-2 °С, апарат шпунтують. Доброджування та дозрівання пива триває 10 діб при надлишковому тиску 0,05 МПа. Потім пиво охолоджують до температури холодної витримки (-1,5 ÷ 0)°С і витримують за цієї температури не менше ніж 24 години, при тиску в циліндро- конічному танку не менше ніж 0,14 МПа.

4.8. Фільтрацію пива проводять на кізельгуровому фільтрі, де забезпечується належна прозорість та стійкість пива. Поточне дозування сумішей кізельгуру та стабілізатора проводять

їх водним розчином у відповідних співвідношеннях, при постійній карбонізації CO_2 . Кондиційоване пиво додатково насичується діоксидом вуглецю та направляється на розлив.

ДОДАТОК Б (ПУБЛІКАЦІЇ)



ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРУВАННЯ ПИВА

Литвинчук Ю., студентка, Мукоїд Р.М., доцент, кандидат технічних наук
(mukoid_roman@ukr.net)

Національний університет харчових технологій, м.Київ

Фільтрація – це процес розділення пива на прозорий фільтрат і фільтрувальний залишок (осад), у результаті чого отримуємо блискуче та стійке пиво, що зберігає свій початковий вигляд та смак упродовж тривалого часу зберігання. Фільтрувальні здібності пива змінюються залежно від хімічних та фізичних властивостей деяких сполук. Кількість речовин, які впливають на фільтрувальні властивості пива, залежать від складу сировини, що використовувалася, проходження технологічного процесу приготування сусла та пива. Мета фільтрування — зробити пиво настільки стійким, щоб у ньому протягом тривалого часу не виникло жодних видимих змін і пиво зберігало б свій зовнішній вигляд.

Як фільтруючі перегородки можуть бути використані:

- Сита всіх видів, наприклад, металеві та щілинні сита або сита у вигляді навитого профільного дроту, як у свічкових фільтрах.
- Металева або текстильна тканина; металева тканина краще миється і дезінфікується, хоча сучасні текстильні тканини, наприклад, на основі поліпропілену (заторний фільтр-прес) за багатьма позиціями не поступаються металевим, але вони не застосовуються для фільтрування пива, оскільки гірше стерилізуються.
- Фільтруючі шари з целюлози, бавовни, кізельгуру, перліту, скляних ниток та інших матеріалів (азбест заборонено застосовувати через його шкоду здоров'ю). Сьогодні пропонуються і широко застосовуються шари, що фільтрують, різного спектру дії, аж до стерилізуючого фільтрування.
- Насипні матеріали, наприклад, гравій для фільтрування води, шари для миття з допоміжних фільтруючих засобів.

ДОДАТОК В

Литвинчук Ю.І. магістрант Романова З.М., доц
ціональний університет харчових технологій,

Косоголова Л.О., доц
Національний авіаційний університет, Київ

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ЧИННИКІВ НА АКТИВАЦІЮ дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p. 11

Актуальною проблемою сьогодення є збереження активності біологічних об'єктів дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p.11. Наразі не секрет, що більшість пивоварень впроваджують технології висококонцентрованих середовищ, що не сприяє зростанню ефективності збродження і отримання якісного суслу. Тому одним з першорядних завдань, виконання якого сприятиме широкому впровадженню методів електрофізики у виробництво, є завдання популяризації цих методів.

Об'єкти дослідження та культивування дріжджів. В якості об'єкта дослідження використовували дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* p.11, що вирощували на твердому скошеному поживному середовищі сусло-агарі при температурі 28 °C протягом 24 годин. Змив клітин з твердої поверхні проводили стерильною дистильованою водою.

У результаті отримували суспензії клітин концентрацією 10^5 кл/мл. Клітини опромінювали у рідкому стерильному середовищі (дистильована вода). Кількість дріжджової суспензії становила 8 мл. Обробку клітин КВЧ і НЧ проводили протягом 5, 10, 15 хвилин. Контрольні зразки знаходилися за таких самих умов без опромінення.

КВЧ (крайвисокочастотне) і НВЧ (надвисокочастотне) опромінення відносяться до електромагнітних полів, які використовуються в різних сферах, включаючи медицину та телекомунікації. КВЧ опромінення має довжину хвилі від 1 до 10 мм, що відповідає частотам від 30 до 300 ГГц, тоді як НВЧ опромінення має довжину хвилі від 1 до 10 см, що відповідає частотам від 3 до 30 ГГц[1].

Ці види опромінення застосовуються в медичних пристроях для стимуляції збудливих структур організму, що може мати лікувальний ефект. Наприклад, КВЧ терапія може сприяти нормалізації імунного статусу та захисту організму від факторів агресії.

Методи досліджень. Посів досліджуваних розведень для обліку мікроорганізмів проводився на поверхні живильного середовища. Для цього в стерильні чашки Петрі наливали розплавлене на киплячій водяній бані агаризоване середовище, по 20 - 30 мл у кожен. Чашки залишали на горизонтальній поверхні, поки не застигне агар. Потім їх витримували 2 доби при 30°C кришками донизу для підсихання поверхні середовища й перевірки її стерильності (5 - 7 днів). Для посіву відбирали чашки, середовище в яких залишилося стерильним.

Після опромінення дріжджову суспензію з контрольними та опроміненими зразками переносили у стерильне рідке поживне середовище (солодове солодке пивне сусло) та інкубували при 28 °C протягом 24 годин. Однодобову культуру дріжджів пересівали в чашки Петрі на агаризоване середовище методом серійних розведень і, витримуючи чашки з засівним матеріалом в термостаті при 28 °C, спостерігали за ростом протягом 2 - 3 діб.

Тобто фізіологічні параметри росту дріжджів досліджували за оптимальних умов культивування (рН 4,5; 28 °C).

Таблиця 1. Вплив ЕМ-опромінення на культуру *Sacch. cerevisiae* p.11

Зразок		Час опромінення, хв	Середня кількість колоній, КУО $\times 10^5$ / см ³
Контрольний зразок		0	92
Вид ЕМ-опромінення	КВЧ	5	123
		10	185
		15	220
	НЧ	5	203
		10	87
		15	79

Отримані дані представлені у табл.

Зразки піддавались дії електромагнітних опромінь за допомогою антени для КВЧ опромінення та блока конденсаторів для НЧ опромінення. Процедура опромінення клітин дріжджів ЕМВ проводили у стандартизованих умовах: температура, при якій проводилися опромінення, була кімнатною і становила приблизно 24°C.

Щоб отримати безпомилковий результат, посів проводили стерильною піпеткою, наносячи певний об'єм передбачуваного відповідного розведення, заздалегідь ретельно перемішаного, на агарову поверхню чашки Петрі. Нанесену пробу розподіляли по поверхні середовища стерильним шпателем. Для посівів з пробірок, що піддавалися різному терміну обробки, кожен раз використовували нову стерильну піпетку і новий шпатель. Чашки з засіяними матеріалами поміщали в термостат, відрегульований на визначену температуру, сприятливу для розвитку дріжджової клітини, перевернувши їх догори дном.

Усі роботи проводилися у мікробіологічному боксі над полум'ям спиртівки, дотримуючись умов асептики.

Морфологію та розміри клітин, особливості поверхневої будови клітин, життєздатність клітин у популяції

досліджували методом світлової мікроскопії.

Підрахунок вирослих колоній. Підраховували кількість колоній, що виросли при висіві на трьох чашках Петрі. Результати висівів підсумовували і визначали середнє число колоній.

Точність методу залежить від числа підрахованих колоній.

Вивчення біохімічної активності пивних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p.11 проводили на стерильному виробничому пивному суслі, куди вносили біомасу пивних дріжджів, розведених до цехової стадії.

Для об'єктивної оцінки отриманих експериментальних даних проводили їх математичну обробку по результатам щонайменше 3-х повторностей, тобто усі дослідження проводилися багаторазово. Обробка отриманих експериментальних даних, побудова графіків проводилася з використанням типового програмного забезпечення ПК, тобто комп'ютерного пакету програм, використовуючи програму Microsoft Office Excel.

На рис. 1 та рис. 2 показані відносні (приведені до контролю) залежності біологічної активності від ЕМ опромінення, а саме на рис. 1 - при КВЧ опроміненні, а на рис. 2 - при НЧ - опроміненні.

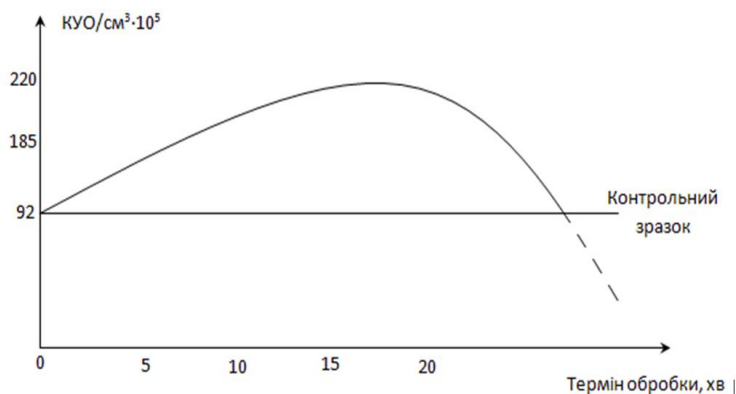


Рисунок 1. Графік залежності біологічної активності при КВЧ опроміненні

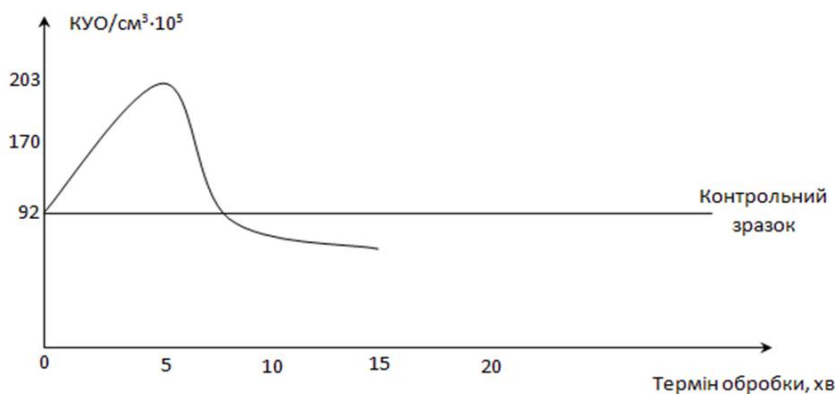


Рис. 2. Графік залежності біологічної активності при НЧ опроміненні

На рис. 2. показана загальна порівняльна гістограма впливу електромагнітних опромінь на дріжджову культуру.

Як видно з графіків при впливі НЧ променів 5 хвилин достатньо для досягнення біологічної активності культури дріжджів, а для КВЧ потрібно більше часу.

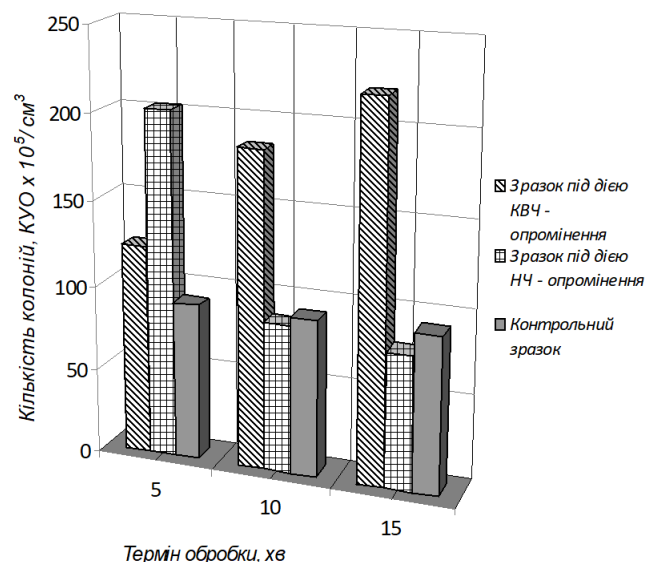


Рис. 3. Графік залежності росту *Sacch. cerevisiae* p. 11 від тривалості КВЧ та НЧ опромінювання

вмісту екстрактивних речовин від часу бродіння (для КВЧ опромінювання)

Аналізуючи отримані дані ми спостерігаємо за тим, що вміст екстрактивних речовин у зброджуваному суслі в процесі основного бродіння поступово знижується для всіх зразків, але на характер зміни впливає час опромінення.

Виявилось, що ефективність дії ЕМВ до певної міри збільшується з часом опромінювання культури дріжджових клітин до 15 хвилин для КВЧ -опромінення, та зменшується (починаючи від 5 хв) - для НЧ - опромінення, що позначається на біологічній активності. Узагальнюючи отримані нами дані по колонієутворенню, можна прийти до висновку, що дріжджі, які підлягали обробці, мали більшу швидкість розмноження: так, на другу добу зброджування вміст дріжджових клітин в контрольному суслі склав $92 \text{ КУО} \cdot 10^5 / \text{см}^3$, тоді як в дослідних зразках при оптимальному часі впливу: для КВЧ - опромінення - $220 \text{ КУО} \cdot 10^5 / \text{см}^3$, та для НЧ - опромінення - $203 \text{ КУО} \cdot 10^5 / \text{см}^3$.

Висновок

На підставі отриманих нами результатів можна сказати про достовірний вплив ЕМВ на клітини дріжджів *Sacch. cerevisiae*, ефекти якого визначається тривалістю опромінювання і виявляються на фізіологічному рівні. Тому максимальні ефекти ми мали можливість спостерігати при різному часу впливу для різного виду електромагнітного опромінення. Усі результати дослідів можуть свідчити про те, що ЕМВ до певної міри здатне стимулювати внутрішньоклітинні процеси, які ведуть до збільшення швидкості поділу організмів та відповідно до зростання показників питомої швидкості росту та розмірів клітин, адже добре відомо, що усі ці показники тісно пов'язані між собою і зміни одного з них неодмінно відображаються на інших.

Результати аналізу свідчать про те, що впровадження запропонованого оброблення можна досягти економії за параметрами часу: використовуючи опромінену культуру дріжджів, можна досягти скорочення тривалості процесу бродіння з 7 до 5 діб або на 30%, що призведе до збільшення продуктивності підприємства

Список літератури

1. “Електромагнітні високочастотні та надвисокочастотні (НВЧ) випромінювання.” Підручники.ком. 20 травня 2024. https://pidru4niki.com/12631113/bzhd/elektromagnitni_visokochastotni_nadvisokochastotni_nvch_viprominyuvannya (Дата звернення: 05.04. 2024).
2. Кисла Л. Мудрак Т. Кошова В. Фізичні способи активування дріжджів Національний університет харчових технологій, [content \(nuft.edu.ua\)](http://content.nuft.edu.ua) (дата звернення 16.04 2024)

Вплив фізичних чинників на активацію дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p. 11

Актуальною проблемою сьогодення є збереження активності біологічних об'єктів дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* p. 11. На сьогоднішній день впроваджують технології висококонцентрованих середовищ, що не сприяє зростанню ефективності збродження і отримання якісного суслу. Тому одним з перспективних методів є використання електрофізичних методів обробки дріжджових культур.

Об'єкти дослідження та культивування дріжджів. В якості об'єкта дослідження використовували дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* p. 11, що вирощували на твердому скошеному поживному середовищі сусло-агарі при температурі 28° С протягом 24 годин. Змив клітин з твердої поверхні проводили стерильною дистильованою водою.

У результаті отримували суспензії клітин концентрацією 10⁵ кл/мл. Клітини опромінювали у рідкому стерильному середовищі. Кількість дріжджової суспензії становила 8 мл. Обробку клітин КВЧ і НЧ проводили протягом 5, 10, 15 хвилин. Контрольні зразки знаходилися за таких самих умов без опромінення.

КВЧ (крайвисокочастотне) і НВЧ (надвисокочастотне) опромінення відносяться до електромагнітних полів, які використовуються в різних сферах, включаючи медицину та телекомунікації. КВЧ опромінення має довжину хвилі від 1 до 10 мм, що відповідає частотам від 30 до 300 ГГц, тоді як НВЧ опромінення має довжину хвилі від 1 до 10 см, що відповідає частотам від 3 до 30 ГГц [1].

Методи досліджень. Посів досліджуваних розведень для обліку мікроорганізмів проводився на поверхні живильного середовища.

Після опромінення дріжджову суспензію з контрольними та опроміненними зразками переносили у стерильне рідке поживне середовище (солодове солодке пивне сусло) та інкубували при 28° С протягом 24 годин. Однодобову культуру дріжджів пересівали в чашки Петрі на агаризоване середовище методом серійних розведень і, витримуючи чашки з засівним матеріалом в термостаті при 28° С, спостерігали за ростом протягом 2–3 діб.

Фізіологічні параметри росту дріжджів досліджували за оптимальних умов культивування (рН 4,5; 28° С). Отримані дані представлені у табл. 1.

Зразки піддавались дії електромагнітних опромінювань за допомогою антени для КВЧ опромінення та блока конденсаторів для НЧ опромінення. Процедура опромінення клітин дріжджів ЕМВ проводили у стандартизованих умовах: температура, при якій проводилися опромінення, була кімнатною і становила приблизно 24° С.

ДОДАТОК Г

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ХІІ МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

"Наукові проблеми харчових технологій та промислової
біотехнології в контексті євроінтеграції"

*присвячена 140-й річниці
Національного університету харчових технологій*

ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ МАТЕРІАЛІВ

21 листопада 2024 р.

КИЇВ НУХТ 2024

14	В. В. Любич, В. В. Новіков, В. В. Желєзня	150
	Показники якості бісквіта з додаванням пюре гарбузового	
15	К.В. Миронов, О.В. Дудієвський, О.О. Кохан, Ю.В. Камбулова	152
	Проблематика переробки второтних відходів при виробництві помадних цукерок	
16	М.Д. Ісєв, В.І. Прибильський	154
	Зниження вмісту летких домішок у ректифікованому спирті	
17	О.Ю. Мельник, Ден Чунлі	156
	Фізичні методи отримання модифікованого крохмалю та його використання	
18	К. В. Євтушок, Д. М. Пилипенко	158
	Біотехнологія виробництва крафтового пива з додаванням карамельного солоду	
19	Шевченко А.О.	160
	Вплив внесення олій в тісто на показники якості хліба з пшеничного борошна з продуктами переробки гарбуза	
20	А. Є. Кулаківська А., М.В. Волощук, Р. Т. Конечна	162
	Використання ферментних препаратів у хлібопекарській галузі	
21	К.О.Данілова	164
	Дослідження способів попередньої обробки пшеничної соломи для виробництва біоетанолу	
22	А.Ю. Токар, О.О. Жмурко, В.І. Войцехівський	166
	Удосконалення елементів технології нескріпленого вина з плодів агрусу	
23	З.М.Романова, Ю.І. Литвинчук, М.С. Романов	168
	Оптимізування рецептур традиційних напоїв	
24	В. М. Удимович, В.О. Шпіліна	171
	Розвиток нових технологій переробки гарбуза для кондитерської промисловості	
25	O.O. Simakova, S.S. Kozlov, I.D. Kotscherga	173
	Rolle des Wassers bei der Sicherung der Brotqualität	
26	В.О. Сидоренко, І.М. Бабич, А.М. Куц	175
	Вибір нових сортів винограду закарпаття для приготування ігристих вин	
27	Ю.В. Булій, О.М. Ободович, В.В. Сидоренко	177
	Оптимізація роботи брагоректифікаційних установок	
28	Б.О. Дячук, І.О. Янюк, Г.В. Ляшко, Т.О. Тракало, Т.І. Янюк	179
	Загальна характеристика бобових культур	
29	О.М. Іванусенко, М.В. Бондар, П.М. Бойко	181
	Вплив різних видів сировини на біохімічний склад післяспиртної барди	
30	В. М. Удимович, Б. О. Пецик	183
	Збагачення біологічної цінності хлібопекарських виробів порошком з тріски	
31	Г.П. Хомич, З.М. Гайворонська	185
	Використання кавового шלאму при виготовленні бісквітного тіста	
32	С.В.Строкач, В.М.Ковбаса	187
	Дослідження вмісту сухих речовин в картопляних бульбах для виробництва картопляних чіпсів	
33	О.Г. Шідакова-Камеюка, О.Є. Загорулько, К.Р. Касабова, В.М. Михайлов, О. М. Шкляєв	189
	Вплив насіння чіа на структурні характеристики збивних цукерок	

відношенню до вмісту у натуральних соках було 40%, аскорбінової кислоти – 37%. Вино «Агрисове міцне некріплене червоне» з вмістом цукрів 600 г/дм³ отримало найвищі органолептичні оцінки – 9,3 і 9,6 бала. Вміст фенольних речовин був за середніми даними 1625 мг/дм³, що відповідає межам характерним для червоних вин. Вміст аскорбінової кислоти – 190 мг/дм³. У 100 см³ продукту знаходиться 27% добової потреби цього інгредієнта, тобто вино можна віднести до функціональних продуктів.

Список літератури

1. Quiros, M., Martinez-Moreno, R., Albiol, J., Morales, P., Vazquez-Lima, F., Barreiro-Vazquez, A., Ferrer, P., Conzalez, R. (2013). Metabolic Flux Analysis during the Exponential Growth Phase *Saccharomyces cerevisiae* in Wine Fermentations. PLoS ONE, 8. 1–14.
2. Овчинніков Г.П. Посібник для фермерів і виноробів-любителів «Приготуємо якісні вина з винограду, плодів і ягід»: [2-е вид., доп.]. Одеса:Астропринт, 2006. 136с.

УДК 663.41

23. ОПТИМІЗУВАННЯ РЕЦЕПТУР ТРАДИЦІЙНИХ НАПОЇВ

З.М.Романова, Ю.І. Литвинчук, М.С. Романов

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Пиво це найпопулярніший у світі алкогольний напій. Саме тому приготування пива в Україні це досить перспективна галузь, яка з кожним роком розширюється за рахунок впровадження сучасних технологій, новітнього обладнання та оригінальних рецептур.

Актуальність. Приготування пінистого напою не обмежується законом «про чистоту пивоваріння», який зокрема діє в Німеччині, тому додавання до пива нетрадиційної рослинної сировини у невеликих кількостях не лише покращує фізико-хімічні та органолептичні показники, підвищує стійкість пива до

ДОДАТОК Д

Робоча програма

Затверджено на засіданні
кафедри біотехнології продуктів
бродиння і виноробства НУХТ,
протокол № _____
від « » _____ 2021р.
Зав. кафедри _____ А.М. Куц

РОБОЧА ПРОГРАМА

кафедральної кваліфікаційної роботи на тему:

«Дослідження впливу електромагнітного випромінювання радіочастотного
діапазону на активацію дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*»

Виконавець

магістрант
Литвинчук Юлія Ігорівна

Керівник

доцент, кандидат технічних наук
Романова Зоряна Миколаївна

Київ 2024

ЗМІСТ АННОТАЦІЯ ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Аналітичний огляд.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали досліджень.....

2.1.1. Пивні дріжджі.....

2.1.2. Вода-як головна складова пива

2.2. Методи досліджень

- 2.2.1. Методи визначення загальної кількості клітин мікроорганізмів.....
- 2.2.2. Визначення показників, що характеризують хід головного бродіння

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

- 3.1. Методика проведення дослідження ЕМ - впливу на дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* р.11
- 3.2. Результати експериментів
- 3.2.1. Морфологія опромінених дріжджів
- 3.2.2. Залежність активації від терміну обробки
- 3.2.3. Визначення динаміки залежності ступеня зброджування від часу опромінення

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

Здобувач

(підпис)

Ю.І. Литвинчук

Керівник, доцент, к.т.н.

(підпис)

З.М.Романова