

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

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

«До захисту в ЕК»

Директор ННІХТ

_____ О.В.Кочубей-Литвиненко

(підпис)

«___» лютого 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ А.М.Куц

(підпис)

«___» лютого 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

із спеціальності

181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

на тему: **«Удосконалення технології ферментованого безалкогольного
напою на основі цукрового сорго»**

Виконав: студент 2 курсу,
групи ЗТБ- 2-1М

Черкасенко Я.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Карпутіна Маргарита Віталіївна

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що в цій магістерській
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань

Магістрант _____

(підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства
Освітній ступінь – магістр
Спеціальність – 181 «Харчові технології»
Спеціалізація – «Технології продуктів бродіння та виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та виноробства

А.М.Куц

«31» серпня 2020 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Черкасенко Яни Олександрівни

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: **«Удосконалення технології ферментованого безалкогольного напою на основі цукрового сорго»**

Керівник роботи Карпуніна Маргарита Віталіївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по-батькові, вчений звання)

затвердені наказом вищого навчального закладу__«28» жовтня 2020 р.
№ 883-КС

2. Строк подання студентом роботи « 01» лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Матеріали зібрані під час переддипломної практики

2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт

3. Дослідити ефективність застосування цукрового сорго в технології ферментованих безалкогольних напоїв.

4. Дослідити динаміку процесу зброджування сусла на основі соку цукрового сорго

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Аналітичний огляд літератури 2. Об'єкти та методи досліджень. 3. Експериментальна частина. 4. Оптимізація технологічного процесу. 5. Розрахунок соціально-економічної ефективності. 6. Охорона праці. 7. Цивільний захист. Загальні висновки. Список використаної літератури. Додатки

1. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

Дата видачі завдання «31» серпня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного за темою дослідження	13.10.20-29.10.20	
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	30.10.20-04.11.20	
	1-а атестація	05.11.20	
3.	Експериментальні дослідження процесу приготування суслу на основі соку цукрового сорго	05.11.20-17.12.20	
4.	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	18.12.20-22.12.20	
	2-а атестація	23.12.20	
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	23.12.20-30.12.20	
6.	Визначення фізико-хімічних показників суслу та готових безалкогольних напоїв на основі соку цукрового сорго	31.12.20-06.01.21	
7.	Оптимізація технологічного процесу	07.01.21-13.01.21	
8.	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	14.01.21-24.01.21	
9.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи та подання їх на кафедру	25.01.21-31.01.21	
10.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	30.01.21-03.02.21	
11.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	01.02.21-07.02.21	
12.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ДЕК	08.02.21-10.02.21	
13.	Захист роботи в ДЕК	Згідно графіку	

Здобувач

_____ Я.О. Черкасенко
(підпис)

Науковий керівник роботи,
доцент

_____ М.В. Карпутіна

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Черкасенко Яна Олександрівна «Удосконалення технології ферментованого безалкогольного напою на основі цукрового сорго».

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 8.05170106 «Технологія продуктів бродіння та виноробства». Національний університет харчових технологій, Київ, 2021.

У магістерській роботі наведені та охарактеризовані сучасні напрями у створенні ферментованих безалкогольних напоїв підвищеної харчової цінності з рослинної сировини, зокрема з цукрового сорго.

У результаті експериментальних досліджень було підібрано оптимальні параметри приготування сусла з соку цукрового сорго та проведено оцінку його якісного складу.

У роботі визначено оптимальні кількості та умови застосування даних ферментних препаратів, які дозволяють максимально знизити в'язкість сусла та повністю прогідролізувати крохмаль сировини. Встановлено умови пастеризації сусла, які забезпечують максимальне зниження мікрофлори середовища.

Здійснено оцінку фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показники готових напоїв. Запропоновано побудовану принципову схему удосконаленої технології виробництва безалкогольного напою на основі соку цукрового сорго.

Ключові слова: цукрове сорго, сік сорго, рослинна сировина, натуральна сировина, ферментований безалкогольний напій.

АННОТАЦІЯ

Черкасенко Яна Александровна «Совершенствование технологии ферментированного безалкогольного напитка на основе сахарного сорго».

Квалификационная работа на соискание степени магистра по специальности 8.05170106 «Технология продуктов брожения и виноделия». Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2021.

В магистерской работе приведены и охарактеризованы современные направления в создании ферментированных напитков повышенной пищевой ценности из растительного сырья, в частности из сахарного сорго.

В результате экспериментальных исследований были подобраны оптимальные параметры приготовления суслу из сока сахарного сорго и проведена оценка его качественного состава.

В работе определены оптимальные количества и условия применения данных ферментных препаратов, которые позволяют максимально снизить вязкость суслу и полностью прогидролизовать крахмал сырья. Установлены условия пастеризации суслу, которые обеспечивают максимальное снижение микрофлоры среды.

Осуществлена оценка физико-химических, микробиологических и органолептических показатели готовых напитков. Предложено принципиальную схему усовершенствованной технологии производства безалкогольного напитка на основе сока сахарного сорго.

Ключевые слова: сахарное сорго, сок сорго, растительное сырье, натуральное сырье, ферментированный безалкогольный напиток.

SUMMARY

Cherkasenko Yana "Improvement of the technology of fermented soft drink based on sugar sorghum".

Master's thesis for the master's degree in specialty 8.05170106 "Technology of fermentation and winemaking". National University of Food Technology, Kyiv, 2021.

In the master's work, modern trends in the creation of fermented drinks of increased nutritional value from plant materials, in particular from sugar sorghum, are given and characterized.

As a result of experimental studies, the optimal parameters for the preparation of wort from sugar sorghum juice were selected and an assessment of its qualitative composition was carried out.

In the work, the optimal quantities and conditions for the use of these enzyme preparations are determined, which make it possible to minimize the viscosity of the wort and completely hydrolyze the starch of the raw material. The conditions for wort pasteurization have been established, which ensure the maximum reduction of the microflora of the environment.

The assessment of physical, chemical, microbiological and organoleptic characteristics of finished drinks has been carried out. A schematic diagram of an improved technology for the production of a soft drink based on sugar sorghum juice is proposed.

Key words: sorghum juice, vegetable raw materials, natural raw materials, fermented soft drink

					Удосконалення технології ферментованого безалкогольного напою на основі цукрового сорго ЗМІСТ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Виконав	Черкасенко Я.О.				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Карпутіна М.В.						
Зав. каф.	Куц А.М.				ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА		
Н. контр.							
					НУХТ ННІХТ ЗТБ 2-1М 4		

ВСТУП	7
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Технологічні аспекти виробництва ферментованих напоїв з рослинної сировини.....	10
1.2 Цукрове сорго як одна з найперспективніших культур в технології продуктів бродіння.....	19
1.3 Оцінка впливу мікроорганізмів бродильних виробництв на смакові властивості та якість готових напоїв.....	24
1.4 Висновки.....	27
1.5 Мета та задачі досліджень.....	28
2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1. Об'єкти досліджень.....	29
2.2. Методи досліджень.....	30
2.3. Методика досліджень.....	31
3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФЕРМЕНТОВАНОГО БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПОЮ НА ОСНОВІ ЦУКРОВОГО СОРГО (експериментальна частина)	36
3.1. Планування експериментальних досліджень в технології ферментованого безалкогольного напою, отриманого з соку цукрового сорго.....	36
3.2. Характеристика та вибір способу отримання соку із стебел цукрового сорго.....	37
3.3. Визначення оптимальних режимів приготування сусла з соку цукрового сорго із застосуванням ферментних препаратів.....	42
3.3.1. Визначення фізико-хімічних показників сусла в технології ферментованого напою за обраних оптимальних режимів гідролізу високомолекулярних сполук соку.....	42
3.3.2. Вибір режимів пастеризації сусла та визначення його мікробіологічних показників.....	48
3.4. Дослідження динаміки зброджування сусла в технології ферментованого безалкогольного напою, отриманого з соку цукрового сорго.....	50
3.4.1. Визначення оптимальних режимів зброджування сусла мікроорганізмами-пробіотиками в технології ферментованого безалкогольного напою, отриманого з соку цукрового сорго.....	50
3.4.2. Визначення органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників ферментованого безалкогольного напою з соку цукрового сорго.....	52

3.5. Опис принципової технологічної схеми удосконалення технології ферментованого безалкогольного напою з соку цукрового сорго.....	54
4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	57
5. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	59
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	61
7. ЦІВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	74
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	84
ДОДАТКИ	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БАР	–	біологічно активні речовини
ВМВ	–	високомолекулярні вуглеводи
ККС	–	концентрату квасного сусла
КМАФАМ	–	кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів
КУО	–	колонієутворюючі одиниці
НС	–	надзвичайна ситуація
НУХТ	–	Національний університет хірих технологій
СДОР	–	сильнодіючі отруйні речовини
СР	–	сухі речовини
СЦС	–	сік цукрового сорго
ПАС	–	пряно-ароматична сировина

ВСТУП

Актуальність теми. Популярність напоїв серед всього різноманіття функціонального харчування пояснюється тим, що саме напої, являють собою одну з найбільш технологічних харчових систем для збагачення. Тому, напої визнані найперспективнішою харчовою системою для забезпечення організму людини такими нутрієнтами, як вітаміни, мінеральні речовини, антиоксиданти, органічні кислоти, інші біологічно активні речовини (БАР), при їх недостатності призводить до зниження імунної системи людини, що у свою чергу підвищує ризик виникнення захворювання у населення.

Ефективний розвиток харчової промисловості передбачає раціональне використання сировинних ресурсів і розроблення нових видів продукції, зокрема безалкогольної, з підвищеною біологічною цінністю. У безалкогольній галузі досить актуальним є питання розроблення та випуску напоїв виключно з натуральної сировини. Це обумовлено тим, що більшість з них готують з використанням штучних або ідентичних натуральним харчовим добавкам (ароматизатори, барвники, підсолоджувачі). Оскільки, такі напої мають спрощену технологію, тривалі терміни зберігання, однак біологічна та харчова цінність їх є сумнівною. Найбільш перспективними з точки зору оздоровчої дії на організм людини є ферментований безалкогольний напій. Технологія їх виробництва дозволяє використовувати рослинну сировину з підвищеним вмістом макро і мікроелементів, вітамінів, органічних кислот, вуглеводів, інших БАР. У зв'язку з цим дуже перспективні та актуальні науково-дослідні роботи, які спрямовані на створення на натуральній сировині безалкогольних напоїв, що не містять будь-яких штучних харчових добавок і збагачених БАР ендogenous походження.

Важливою задачею бродильної галузі є підвищення якості напоїв та надання їм нових корисних властивостей. Сьогодні у світі сформувалась тенденція розроблення функціональних напоїв на основі інноваційних видів сировини, до якої можна віднести цукрове сорго. Сік цукрового сорго (СЦС), характеризується високим вмістом макро- і мікроелементів, вітамінів, що позитивно впливатиме на регулювання життєвих процесів в організмі людини.

Також використання цукрового сорго в технології ферментованих безалкогольних напоїв здатне організувати комплексну переробку даної рослинної сировини для харчової, паливно-енергетичної промисловості, а також тваринництва.

Таким чином, удосконалення технології ферментованих безалкогольних напоїв з використанням соку цукрового сорго є актуальним питанням, вирішення якого дозволить отримати натуральний продукт бродіння, розширити асортимент харчових продуктів з високою біологічною цінністю, дозволить розширити існуючий асортимент ферментованих безалкогольних напоїв на ринку України.

Метою наукової роботи є дослідження, яке направлено на удосконалення технології ферментованого безалкогольного напою на основі соку цукрового сорго з використанням комплексу мікроорганізмів-пробіотиків.

Для цього необхідно вирішити такі **завдання**:

- підібрати сорт цукрового сорго та дослідити його склад;
- обґрунтувати доцільність використання соку цукрового сорго в технології оздоровчих ферментованих безалкогольних напоїв;
- визначити технологічні параметри приготування сусла на основі соку цукрового сорго з максимальним збереженням БАР сировини;
- підібрати мікроорганізми для зброджування сусла;
- визначити фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники оздоровчих ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго.
- визначити забезпеченість добової потреби людини в основних БАР при споживанні ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго;
- розробити удосконалену принципову технологічну схему виробництва ферментованих безалкогольних напоїв на основі соку цукрового сорго

Об'єкт дослідження – технологія безалкогольного ферментованого напою на основі цукрового сорго.

Предмет дослідження - сік цукрового сорго сорту Зубр; ферментні препарати DIAZYME X4 та LAMINEX® Super; бактеріальна закваска ТМ

«Віво», яка містить пивоварні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси 11; молочнокислі бактерії: *Streptococcus thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii*ssp. *Bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*.

У науковій роботі були використані сучасні методи досліджень і загальноприйняті методики хіміко-технологічного та мікробіологічного контролю пиво-безалкогольного та цукрового виробництв.

Робота складається з шести розділів, висновків, списку використаної літератури з 77 найменувань, додатків. Робота викладена на 109 сторінках та містить 9 таблиць та 10 рисунків.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Технологічні аспекти виробництва ферментованих напоїв з рослинної сировини

Аналіз тенденцій зміни продовольчого ринку свідчить про те, збільшується сектор натуральних функціональних продуктів. Для задоволення потреб суспільства у високоякісних харчових продуктах особлива роль відводиться впровадженню інноваційних технологій безалкогольних напоїв для використання їх у раціоні споживання різних вікових категорій. Тому, збільшення виробництва ферментованих напоїв з натуральної рослинної сировини (пряно-ароматична, плодово-ягідна, зернова, мед тощо) забезпечує суспільство повноцінними продуктами та розширює їх спектр.

Напої на рослинній сировині характеризуються, як безалкогольні напої, виготовлені з використанням екстрактів, концентратів, настоїв, композицій рослинної сировини (рослин, плодів, насіння і ін.), що містять підсолоджувачі, ароматизатори та барвники, отримані з сировини рослинного або мікробного походження. Останніми роками велику увагу приділяють виробництву напоїв, які містять БАР. За рахунок розробки нових технологій, асортимент таких напоїв безперервно розширюється. Особливо спостерігається підвищена увага спеціалістів до сировини природного походження, що містить БАР. Природні унікальні комплекси рослинної сировини передбачають як лікувально-профілактичну дію, так і можливість їхнього використання в якості харчових добавок, оскільки вони володіють різними смако- ароматичними, дубильними, антиоксидантними, антимікробними та іншими властивостями. На українському ринку безалкогольних напоїв споживачам пропонується широкий асортимент соковмісних напоїв, солодких газованих напоїв, енергетичних напоїв, холодного чаю і квасу. При цьому все більше споживачів віддають перевагу натуральним і корисним продуктам, що містять у своєму складі нутрієнти, які позитивно впливають на різні функції організму. Порівняння різних груп безалкогольних напоїв з точки зору лікувально-профілактичного та оздоровчого впливу на людину та її організм свідчить, що однією з найбільш перспективних є група ферментованих напоїв (напої бродіння або квас). Їх активна оздоровча дія зумовлена не тільки використанням виключно натуральної сировини, а й застосуванням у технологічному процесі культур мікроорганізмів, корисних для

людини. Біотрансформоване сусло перетворюється в напій із повноцінними біологічно активними речовинами за їх якісним і кількісним складом [52].

Наряду з багатьма актуальними проблемами однією з основних проблем харчової промисловості є виготовлення ферментованих напоїв з додаванням біологічно активних речовин, які орієнтовані на використання у їхньому виробництві місцевих сировинних ресурсів рослинного походження.

Існує велика кількість нових технологій ферментованих напоїв з використанням біологічно активної рослинної сировини як в Україні, так і за кордоном. В даний час в якості біологічно активної сировини використовуються різні продукти рослинного походження, мед, мінеральні солі, синтетичні ароматичні речовини та інші компоненти. Нетрадиційна рослинна сировина в солодових ферментованих напоях формує його органолептичні, фізико-хімічні, іноді фармакологічні властивості, пом'якшує дію алкоголю на організм, підвищує харчову цінність напою (продукти переробки плодів, ягід, мед, цедра цитрусових, трави, коріння та інше) [73-75].

Розробці технологій напоїв бродіння з підвищеною біологічною цінністю присвячені численні дослідження Чекана Л.І., Рудольфа В.В., Мальцева П.М., В. А. Домарецького, Прибильського В.Л., Карпутіної М.В., Романової З.Н., Цед Є.А., Кисельової Т.В., Хамагаєвої І.С., Корольова Д.А., Помозової В.А.

Типовим представником та досить поширеною групою безалкогольних ферментованих напоїв є квас (вміст спирту не більше як 1,2 % об.). Це напій в якому є як корисні для організму людини мікроорганізми (дріжджі та молочнокислі бактерії) так і широкий спектр БАР. За якісним складом квас можна віднести до числа найповноцінних напоїв. Квас традиційно був поширений у слов'янських народів (плодово-ягідні кваси, медовухи, збитні тощо). Квас із буряку вживали українці південних губерній. В Україні та Білорусії його готували переважно із фруктів. Плодово-ягідні кваси готували з розбавлених водою соків, морсів чи екстрактів з додаванням у них цукру та подальшим зброджуванням [23].

Традиційною технологією квасу передбачається зброджування сусла, виготовленого із сухих зернопродуктів, а також має місце спосіб виробництва з квасних хлібців. Однак, сучасний стан науки та техніки окреслив основний спосіб виробництва квасу, а саме приготування сусла з концентрату квасного сусла (ККС) з послідуючим його зброджуванням.

Хоча багато питань з додавання плодово-ягідної та нетрадиційної рослинної сировини у квас вже вивчалися вченими, але ще є багато аспектів, які були не повністю розглянуті та досліджені. Природна рослинна сировина – цінне й практично незамінне джерело безпечних БАР, пристосовані до фізіологічних функцій організму людини. Тому збагачення напоїв складовими рослин, зокрема цінними травами, значно підвищує біологічну цінність напоїв, надає їм нових органолептичних властивостей і посилює лікувально-профілактичну дію

В якості нетрадиційної сировини для виробництва квасу Мукоїд Р.М., Василів В.П., Іванов Є.І. [42], пропонують використовувати екстракт шипшини, плодово-ягідних сиропів журавлини, брусниці, калини, глоду та свіжого імбиру. Сусло отримували з ККС, з додаванням плодово-ягідних компонентів та імбиру так, щоб масова частка сухих речовин готового квасного сусла становила 5 % (з шипшини отримували водний екстракт, подрібнюючи плоди шипшини, і змішували з водою при гідромодулі 1 : 1 за температури 30 °С, витримували 2 години). З ягід отримували соки методом пресування. Із соків ягід журавлини, брусниці, калини, глоду та водного екстракту шипшини були приготовлені сиропи з масовою часткою сухих речовин в межах 50 %. Імбир додається подрібненим на період бродіння у спеціальних мішечках, які після завершення бродіння видаляються

Науковцями Капутіною М.В., Войтенко М.К., Харгелія Д.Д., Тетеріною С.М., Романовою З.М. [43] доведено, що ефективний напрям удосконалення технології квасу – це застосування нових видів сировини, збагаченої БАР. Тому для виробництва квасу бродіння поряд з традиційною сировиною - ККС, рекомендовано використовувати сік цукрового сорго гібриду Медовий. Для виробництва квасу бродіння з оздоровчими властивостями та з яскравою та

різноманітною ароматикою рекомендовано в його рецептурі використовувати ККС та сік цукрового сорго, а для зброджування — бактеріальну закваску ТМ «Віво». Квас, виготовлений на основі сусла з ККС та СЦС, характеризується повним, гармонійним кислосолодким смаком з трав'яним і карамельно-хлібним присмаком(посилання карпутіна нетрадиційна сировина в технології бродіння квасу).

Скобельською Н.В. та Тюріковою І.С. [66, 69] було досліджено технологію квасу на основі топінамбуру і гарбуза з додаванням перикарпію волоського горіха. Для досліджень використовували свіжу сировину (гарбуз, топінамбур) і перикарпій (навколоплідник) волоського горіха, зібраний після його відділення від стиглого горіха. Проведений фізико-хімічний аналіз обраної для досліджень сировини, підтверджено її біологічну цінність. Доведено, що обрана для досліджень овочева сировина містить значну -каротину та пектинових речовин. Визначено, що перикарпій волоського горіха у кількості момент його досягання містить біологічно цінні компоненти: пектинові речовини – 0,522 %, фенольні речовини – 5175 мг/100 г, вітамін С – 243 мг/100 г. Підбір рецептурних компонентів проводили так, щоб готовий купаж задовольняв смакові властивості. Досліджено 20 варіантів напоїв, які містили подрібнену рослинну сировину, воду чи цукровий сироп, дріжджі або без них. Процес бродіння тривав до 3 діб, напій знімали з осаду, вистоювали за температури +2...+5 °С протягом двох діб, перед вживанням фільтрували. Отримані напої з додаванням перикарпію мали оригінальні смакові властивості, приємний аромат з відтінками фруктів або лугових трав та характеризувалися підвищеною біологічною цінністю. Підтверджено, що створення ферментованих напоїв на основі топінамбура, гарбуза і перикарпію волоського горіха дозволить отримати оригінальний за смаковими властивостями продукт підвищеної біологічної цінності і забезпечити використання мало поширеної у безалкогольній галузі сировини. Технологія ферментованих овочевих напоїв із перикарпієм волоського горіха впроваджена на підприємстві ресторанного господарства Хорольського району Полтавської області товариство з обмеженою

відповідальністю «Відродження». Розроблені ферментовані напої можна рекомендувати в щоденний раціон як освіжаючий напій, для стимулювання процесів засвоєння їжі, підвищення опірності організму до захворювань.

Науковцями Прибильським В.Л., Маринченко В.О та іншими, створено низку різновидів квасів бродіння лікувально-профілактичної дії (“Український”, “Особливий”, Цілющий”), у технологіях яких окрім нових штамів квасних дріжджів, були використані спеціальні штами молочнокислих бактерій, одержані з кисломолочних продуктів Абхазії, де населення відзначається довголіттям [68].

Технологія квасу «Цілющий», отримала позитивний відгук КБЗ «Росинка» має високі органолептичні показники з новим смаком і ароматом, крім того, якість нової продукції підтверджена фізико-хімічними показниками. У ході досліджень розроблено рецептуру нового квасу «Цілющий» з використанням настоїв рослин місцевого походження: лофанту анісового, базиліку та ехінацеї. Доведено, що дана сировина збагачує напій, додає йому характерного смаку та аромату. У хімічному складі квасу є антиоксиданти, які впливають на процес старіння та свідченням оздоровчого ефекту, який проявляється в нормалізації обміну речовин, покращенні діяльності травного тракту, санації мікрофлори кишечника, що в цілому позитивно впливає на здоров'я людини [34].

Іншою поширеною групою безалкогольних ферментованих напоїв є медові напої бродіння. Медовий напій – це продукт незавершеного спиртового бродіння водних розчинів натурального меду та цукру, подібний хлібному квасу. До медових напоїв відносяться “Український медок”, “Мед”, “Медок”. Для приготування медових квасів використовують мед, корицю, гвоздику, кардамон, фіалковий корінь, ваніль, м'яту, журавлину, ягоди ялівцю, малину, вишню, смородину та інші ягоди, фрукти, пелюстки троянди, лимони, апельсини, ізюм. Медове сусло зброджують хлібопекарськими або винними дріжджами [36].

Мед, як основна сировина для приготування напоїв, містить понад 70 речовин (вітаміни, цукри, макрота мікроелементи, антибіотики, фактори росту та ферменти), які володіють антитоксичними й енергетичними властивостями, а

додаткове внесення хмелепродуктів підвищує органолептичні та фізико-хімічні якості напою [60].

У результаті проведених досліджень Прибильським В.Л., Косоголовою Л.О., Лиса А.С. [50] було розроблено технології виготовлення ферментованих напоїв з використанням медової сировини та асоціацій культур мікроорганізмів (молочнокислих бактерій та дріжджів) у співвідношенні 1:1,5 як оптимальної форми безалкогольних напоїв для збагачення організму людини біологічно активними речовинами. Для одержання ферментованих напоїв на натуральній сировині, встановлено оптимальні умови процесу бродіння: чотири доби при температурі 35 °С з внесенням закваски чистих культур дріжджів та молочнокислих бактерій у кількості 1 % до загального об'єму сусла. Отримані ферментовані напої на основі композицій меду та хмелепродуктів можна запропонувати для поповнення організму дефіцитними речовинами та профілактики розладів шлунковокишкового тракту.

Національним університетом харчових технологій запропоновано напій бродіння, до складу сусла, якого входили сухофрукти в кількості 2,5—7,5%, душиця (материнка) - 0,01—0,03%, звіробій - 0,01—0,03% і хміль - 0,05—0,15% до маси напою.

На сьогоднішній день актуальним питанням серед виробників а також науковців є пошук сировини, яка б відповідала вимогам до оздоровчих продуктів, була легко відновлюваною, відносно доступною, культивування якої було б економічно вигідним на території України. В якості сировини для виробництва оздоровчих ферментованих напоїв дослідницею Мосюк Л.І. [41] було розглянуто кульбабу лікарську, враховуючі її лікувальні та профілактичні властивості для дієтичного харчування, незважаючи на широке розповсюдження цієї рослини по всій території України. За результатами проведених досліджень було доведено, що оптимальними умовами виділення біологічно активних речовин є екстракція подрібненої дорозміру 2-3 мм кульбаби лікарської дистильованою водою на водяній бані протягом 30 хв при температурі 55 °С. Оптимальне співвідношення між сировиною і екстрагентом для кульбаби

лікарської становить 1:20. дозволить отримати натуральний продукт бродіння, розширити асортиментну лінію харчових продуктів з високою біологічною цінністю. Отже, екстракт кульбаби лікарської дозволить підвищити харчову цінність напою. При внесенні екстрактів з листя та кореню у ферментовані напої на основі солодового суслу відбуватиметься збагачення біологічно активними речовинами, органічними кислотами, біофлаваноїдами, вітамінами, що надає напою фармакологічних властивостей. В свою чергу це збільшить асортимент ферментованих напоїв на ринку України.

Здавна відомі напої, серед яких особливо поширеними є хлібний квас, чайний гриб, рисовий гриб, кефірний гриб, ферментовані на основі сорго та ін. Ці напої відрізняються своєю основою, складом закваски та смаком. Об'єднує їх те, що вони є ферментованими, тобто напоями бродіння, які відносяться до натуральних продуктів функціонального призначення, здатних підвищувати загальний стан здоров'я людини та поліпшувати діяльність організму. Технологія таких напоїв базується на використанні натуральної сировини та мікроорганізмів визначеного складу. При їх життєдіяльності утворюється комплекс цінних і корисних для організму людини біологічно активних речовин, зокрема органічні кислоти, амінокислоти, вітаміни, ферменти тощо [15, 28, 67].

В Україні та світі популярним є ферментований напій із тривіальною назвою "чайний гриб" ("чайний квас", "комбуха", "комбуча" тощо), при приготуванні якого чайно-цукровий розчин зброджують симбіотичною полікультурою мікроорганізмів *Medusomyces gisevii*, яка містить дріжджі та оцтовокислі бактерії. Останні під час життєдіяльності продукують органічні кислоти (оцтову, молочну, глюконову, койєву), вітаміни С, групи В, амінокислоти, ферменти та інші біологічно активні сполуки. Унаслідок бродіння отримують приємний, природно газований, освіжаючий напій з кисло-солодким смаком [51].

Відомі дослідження науковців інших країн щодо використання екстрактів меліси та орегано в безалкогольних напоях на основі концентрату чайного гриба: "Мелісовий" [47] та "Чайний квас з материнкою" [22].

Вченими Прибильським В.Л., Вітряк О.П., Ткаченко Л. досліджено та науково обґрунтовано доцільність використання в технології ферментованих напоїв на основі культури мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V пряно-ароматичної сировини (ПАС), багатой на біологічно активні речовини. Доведено вплив на тривалість бродіння та органолептичні властивості готового напою водних екстрактів м'яти, меліси, лофанту й солодки. Технологічні параметри приготування ферментованих напоїв на основі культури мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V з використанням раціональної кількості зазначених водних екстрактів. Обґрунтовано доцільність внесення ПАС на стадії приготування суслу, при цьому тривалість бродіння скорочується з 7 до 3–5 діб. Визначено раціональну кількість ПАС при готуванні ферментованих напоїв, зокрема листя м'яти, меліси, лофанту та кореню солодки.

Кафедрою «Технології харчових виробництв» у Могилевському державному університеті [71] була розроблена та запатентована технологія нового виду ферментованого безалкогольного напою «Журавлина», отриманого з використанням нетрадиційної джерела бродіння *Oryzomyces indicis* РГЦ і додаванням журавлинного соку. Було встановлено, що рисовий гриб - це сформована в ході еволюції природна симбіотическая полікультура мікроорганізмів. При вивченні фізіологічних ознак встановлено, що мікроорганізми симбіотичного спільноти полікультури *Oryzomyces indicis* РГЦ утилізують значна кількість вуглеводів, що входять до складу рослинних субстратів, і показана можливість використання біокультури рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ як перспективного джерела бродіння при виробництві ферментованих безалкогольних напоїв. Вчені довели, що розроблений натуральний ферментований безалкогольний напій «Журавлина» з використанням в якості зброжує компонента полікультури рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ і додатково внесеного соку журавлини володіє не тільки приємними органолептичними властивостями, але і підвищеною біологічною цінністю. Це обумовлено змістом у ньому цілого спектра біологічно активних

сполук, таких, як, аміни азот, вітамін Р, вітамін С, які беруть участь в обмінних реакціях організму людини.

Асортимент безалкогольних напоїв бродіння, незважаючи на їх біологічну цінність, споживається незначним попитом у споживачів по причині не дуже високих органолептичних показників, а також стійкості в зберіганні. Якщо враховувати критерії, на які орієнтується споживач, вибираючи напій, то доцільним є розширення асортименту безалкогольних напоїв бродіння з високими органолептичними показниками, з вмістом натуральної сировини, з оздоровчою дією та тривалим терміном зберігання.

У результаті досліджень, проведених багатьма вченими з використанням в рецептурі напоїв екстрактів рослин, доведено, що значну бактерицидну дію надають екстракти березових бруньок, шипшини, шавлії, гібіскусу, чаю чорного та зеленого, м'яти, душиці і полину, меншу екстракти чебрецю і календули. Подавлення зростання мікроорганізмів екстрактами рослин обумовлено достатньо високим вмістом в хмелі - гірких речовин, у шавлії та звіробою - алкалоїдів, в гібіскусі - антоціанів, в чаї - дубильних речовин, в шипшині - органічних кислот.

Натуральні рослинні екстракти - перспективна основа напоїв, призначених для всіх категорій населення. Унікальність представлених напоїв полягає в ідеальній сполучуваності смако-ароматичної складової напою і функціональних інгредієнтів.

1.2 Цукрове сорго як одна з найперспективніших культур в технології продуктів бродіння

Цукрове сорго – універсальна культура, сировина якої може використовуватися, у кормовиробництві, в харчовій промисловості, а також у виробництві біопалива. (рис. 1.1) [5]. Цукрове сорго належить до роду трав'янистих рослин, родини злакових. Сорго однолітня, високоросла, прямостояча рослина. Її батьківщиною є Екваторіальна Африка. Вторинні центри походження – Індія, Китай, Єгипет. Перші відомості про вирощування

сорго на Україні відносяться до 80-х років XIX ст.. нині воно вирощується в значних обсягах у Пакистані, Китаї, Угорщині, Австралії, Італії та інших країнах. В Україні вирощується на півдні та в інших посушливих регіонах (в основному зосереджені у південному регіоні: Миколаївській, Одеській, Дніпропетровській, Донецькій областях і в Криму. Однак в останні роки зона вирощування цієї культури розширилась і на центральні області, зокрема Київську, Чернігівську, Вінницьку, а також у Західний Лісостеп України.

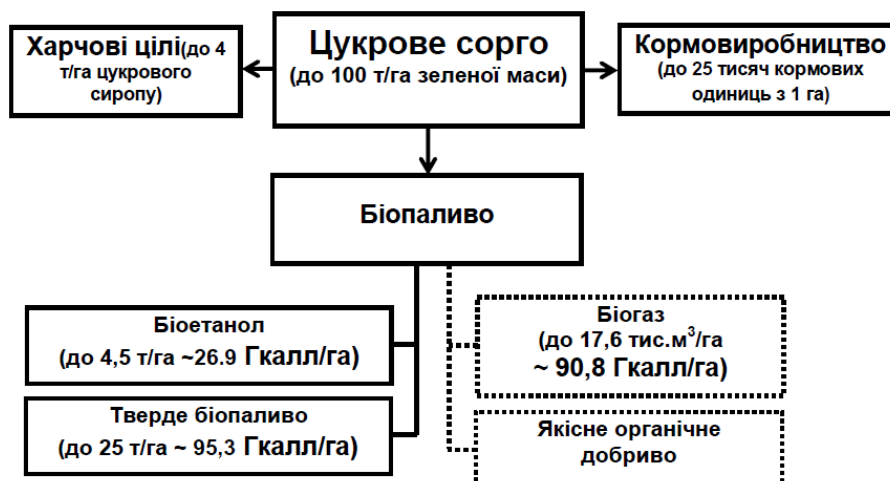


Рисунок 1.1 Комплексне використання сировини цукрового сорго

Здатність рослин цукрового сорго акумулювати велику кількість розчинних цукрів робить його потенційним джерелом сировини для харчової промисловості. У районах з жарким і сухим кліматом вирішити проблему цукру за рахунок цукрових буряків важко, а іноді й неможливо. Цукрове сорго як посухостійка, винослива та високоврожайна культура в цих умовах є незамінним цукроносієм.

Конкурентні переваги сорго перед іншими сільськогосподарських культур:

- висока врожайність;
- менше норми висіву (в 2-3 рази) і витрати па купівлю насіння;
- висока екологічна пластичність: універсальність використання;
- різноманітність (розрізняють кілька видів сорго: зернове, цукрове, трав'янисте суданська трава, сорго-суданковий гібрид, віничне).

Так, як сорго відноситься до високо посухостійких культур і в системі класифікації вирощуваних рослин за цією ознакою Н.І. Вавиловим сорго поставлене на перше місце серед злакових культур.

Як свідчать різні літературні джерела, що одним із потенційних сировинних джерел постачання цукристих речовин може стати цукрове сорго, оскільки сік стебел має вміст вуглеводів у межах 16-20%. На сьогодні в природі не існує іншої рослини, котра могла б так швидко синтезувати сахарозу. Так, якщо раніше цукрове сорго в основному використовували в кормо-виробництві, то наразі все більше збільшуються обсяги його використання в цукровому, спиртовому, крохмале-патоковому виробництві, крім того для виробництва біопалива.

Це культура з коротким періодом дозрівання, який становить 110 ... 130 днів, в порівнянні з подібною цукровмісною культурою очеретом, для якого даний період становить 12 ... 18 місяців. За змістом же цукрів в соку стебла сорго не поступається цукрового тростинку, але кардинально відрізняється за складом, в соку цукрового сорго, крім сахарози, міститься значна частина глюкози і розчинний крохмаль, який перешкоджає кристалізації. Тому в багатьох країнах з соку цукрового сорго виробляють не кристалічний цукор, а сорговий мед, рідкий цукор, патоку, які мають високу харчову цінність у зв'язку з високим вмістом сахарози. Такі продукти використовують в кондитерській промисловості для приготування цукерок, печива, хлібобулочних виробів [24].

Цукрове сорго містить широкий спектр мінеральних елементів, зміст окремих з них в складі соку (Ca, P, Fe, N, K, Mg, Cu) дозволяє забезпечити половину денної потреби в них. Меншою ступеня в соку цукрового сорго міститься вітаміни, це вітаміни групи В, проте їх наявність у складі соку цукрового сорго значно підвищує його цінність як сировини для продуктів оздоровчого спрямування. Вищезазначені переваги цукрового сорго дозволяє нам рекомендувати його для використання в харчовій промисловості, а саме в пиво-безалкогольної. При цьому використання цукрового сорго в даній галузі дозволить отримати напої, які характеризуються оздоровчим ефектом і може бути запропоновано широкому колу споживачів.

Відповідно даних Державного реєстру сортів рослин України станом на 2020 р. нараховується 20 сортів сорго цукрового, з них 15 сортів вітчизняної селекції, що свідчить про значну базу сировини цукрового сорго в Україні.

Для харчової промисловості перспективними вважаються такі сорти цукрового сорго: Медовий F1, Цукрове 1, Фаворит, Нектарний, Довіста. Вони характеризуються високою врожайністю та економічно вигідним, стійкими до вилягання, придатні для механізованого збирання та високим вмістом сухих речовин в стеблі від 16 до 23 % [70].

Як свідчить світовий досвід, зокрема, США, Канади, Австралії, Індії, Угорщини, Румунії, досить перспективним є використання цукрового сорго як вихідної сировини для отримання цукровмісних продуктів. Так, у США налагоджено промислове виробництво сиропу із цукрового сорго, яке становить понад 10 млн. літрів у рік [59]. В Австралії виробництво сиропу із сорго організовано на заводах, які переробляють цукрову тростину, за удосконаленою технологією. У Італії, Угорщині і Румунії проводяться дослідження з одержання цукровмісних продуктів та біоетанолу із сорго.

У Індії розроблена технологія виготовлення харчового сиропу із цукрового сорго сорту Madhura [76]. Існуючий інтерес у світі до даної культури підтверджує необхідність більш детального вивчення можливості промислового виробництва харчового сиропу із цукрового сорго.

Переробка цукрового сорго на харчовий сироп, довів, що за якістю аналогічний бджолиному меду, а за хімічним складом є продуктом для людей, які страждають цукровим діабетом, оскільки дане захворювання прогресує та молодшає за віком. Джерельна база дослідження свідчить про те, що технологія отримання харчового сиропу із цукрового сорго потребує менше енергетичних витрат в порівнянні з переробкою цукрового буряку на цукор.

Існують різні способи отримання харчових сиропів із цукрового сорго. Одну із перших технологій сиропу із цукрового сорго запропонували вчені П.В. Головін та А.С. Сушкова [4]. Технологія передбачала подрібнення стебел цукрового сорго, вигнічування соку, підігрів його до температури 85°C та

відстоювання з додаванням 1% до маси соку бентоніту. Центрифугування та відокремлення осаду, підігрів соку до температури 75 °С та знебарвлення його з додаванням 0,5% доломіту і 2 % активованого вугілля до маси сухих речовин. Фільтрування та згущення до 75 % сухих речовин.

Під керівництвом вченого К. Вукова (Угорщина) розроблено технологію сиропу із цукрового сорго, яка складається з подрібнення; відстоювання, центрифугування, фільтрування, згущення сиропу, зважування та пакування.

Отримані сиропи із сорго відрізняються високим вмістом вуглеводів в співвідношенні яких залежить від сорту сорго, від місця його вирощування, наявністю мікро- і мікроелементів, вітамінів, амінокислот та природних органічних кислот. Вміст БАР у сиропих надають ім. перспективи використання в різних галузях харчової промисловості.

Велика кількість сиропів використовується в безалкогольному виробництві. Можлива заміна 25-30% цукрози сиропом без зміни технології виробництва. При цьому всі види безалкогольних напоїв зберігають аромат фруктів і не втрачають його при зберіганні. В цитрусових напоях харної сиропи підсилюють натуральних фруктовий смак та аромат [33].

Сироп, отриманий з соку сорго має наступний склад (у відсотках на 100 продукту): вуглеводи – 66,4 г; крохмаль – 56 г; білки – 11,1 г; зола – 2,2 г; вітаміни групи В – 2,2 міліграми; вітамін Е – 2,7 міліграми; вітамін РР – 3,3 міліграми; холін – 93 міліграми. Також в сиропих містяться залізо (Fe), калій (K), кальцій (Ca), кремній (Si), магній (Mg), натрій (Na), сірка (S), фосфор (P), алюміній (Al), бор (B), кобальт (Co), марганець (Mn), цинк (Zn), мідь (Cu) [48].

Характеризуючи технологію виробництва безалкогольних ферментованих напоїв можна зазначити, що в першу чергу вона визначається особливостями сировини, яка в ній використовується. На сьогоднішній день популярними є напої бродіння, виготовлені на основі нетрадиційної, збагаченої БАР, сировини. Саме до таких ферментованих напоїв відносять безалкогольні напої на основі цукрового сорго [18]. Стадія приготування суслу в даній технології передбачає застосування ферментів целюлолітичної та амілолітичної дії для гідролізу

геміцелюлоз, целюлози та крохмалю СЦС. Вміст даних компонентів в соку порівняно невеликий – 1...3% мас., однак ці речовини ускладнюють процес освітлення сусла, його фільтрування та зменшують вміст редуруючих цукрів.

При дослідженні оптимальних технологічних параметрів приготування сусла із соку цукрового сорго в технології ферментованих напоїв вченими-дослідниками Карпутіною Д.Д., Фроловою Н.Е., Мельник І.В. [26] було запропоновано спосіб приготування сусла, який виключав стадію стерілізації соку і підготовку сусла починаючи з нагрівання соку до температури пастеризації – 80°C. Аналіз даних показав перспективність використання цукрового сорго в технології напоїв, оскільки ця культура є невибагливою, легко відновлюваною, а головне - дає можливість отримати сусло з повноцінними компонентним складом для отримання напоїв. Проведені дослідження дозволили визначити оптимальний час проведення процесу гідролізу крохмалю сорго та кількість ферментних препаратів Tennamyl 120L та SAN Super 240L, які запропоновано використовувати в технології сусла з цукрового сорго.

Тому саме, з точки зору перспективності використання в технології ферментованих напоїв, сік цукрового сорго має високу поживну цінність, містить есенціальні амінокислоти, мінеральні елементи та вітаміни.

1.3 Оцінка впливу мікроорганізмів бродильних виробництв на смакові властивості та якість готових напоїв

Відомо багато різних видів мікроорганізмів, що використовується у виробництві харчових продуктів. При чому застосовуються мікроорганізми як одно виду, так і змішані популяції.

На сьогодні одним із важливих факторів розвитку ринку напоїв є його спрямування у напрямі насичення ферментованими безалкогольними напоями, тобто отриманими з використанням корисних мікроорганізмів. Мікроорганізми у процесі життєдіяльності виробляють цілий комплекс цінних і корисних

речовин для організму людини, а саме вітаміни, амінокислоти, органічні кислоти, що надають ферментованим напоям підвищену біологічну цінність і функціональні властивості. Основою для отримання ферментованих напоїв є субстрати з рослинної або іншого природного походження сировини. При цьому виробники з метою розширення асортименту, покращення біологічних та споживчих властивостей цих напоїв використовують у технології квасу різноманітну як зернову, так і молочну та плодовоовочеву сировину.

Більшість технологій ферментованих напоїв базується на незавершеному комбінованому спиртовому і молочнокислому бродіннях, які викликають дріжджі й молочнокислі бактерії. Готові напої містять продукти їх життєдіяльності, при цьому відбувається зміна хімічного складу сусла з наданням готовому продукту характерних органолептичних якостей. У наш час для вирішення проблеми раціонального харчування населення необхідне розширення асортименту оздоровчих і функціональних безалкогольних напоїв з підбором сировини [67].

Сьогодні відомий широкий спектр ферментованих напоїв типу «квас», які отримують як на зерновій, так і іншій сировині з використанням нетрадиційних для квасоваріння мікроорганізмів. Відомі, наприклад, напої, які є продуктами спиртового бродіння водних розчинів меду. За технологією підготовлене сусло зброджують хлібопекарськими або винними дріжджами протягом 4–5 діб, а для купажування застосовують екстракти рослинного походження [23].

В деяких країнах Європи та в Японії існують технології зброджування сусла, отриманого з використанням овочевих соків різними культурами мікроорганізмів, зокрема, *Lactobacterium plantarum*, *L.brevis*, *L.casei*, *L.acidophilus*, *L.farciminis*, *Streptococcus faecium*, *Str. lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Candida utilis*.

Перспективними для виробництва ферментованих напоїв є комбінації молочнокислих бактерій (*Streptococcus lactis*, *Lactobacterium acidophilum*, *Lactobacillus bulgaricum*, *Bactericum acidophilum*) та дріжджів (*Candida*, *Torula lactis*); оцтовокислих бактерій *Acetobacter lovaniense*, молочнокислих бактерій

Lactobacterium acidophilum та пропіоновокислих *Propionibacterium shermanii*; оцтовокислих бактерій *Gluconobacter oxydans* і дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*; пліснявих грибів *Aspergillus oryzae* та молочнокислих бактерій *Lactobacillus delbrueci* [23]. Одним із прикладів використання нетрадиційних мікроорганізмів для виробництва ферментованих безалкогольних напоїв є змішана популяція мікроорганізмів *Medusomyces gisevii*, яка складається переважно з дріжджів та оцтовокислих бактерій. За допомогою цієї асоціації мікроорганізмів на побутовому рівні готують так званий «чайний квас». В процесі життєдіяльності культури утворюється діоксин вуглецю, нвілека кількість етилового спирту, ферменти, вітаміни (С, групи В та інші), органічні кислоти (оцтова, молочна, глюконова, яблучна та інші), імінокислоти та інші БАР. Внаслідок збродження даною культурою чайно-цукрового розчину отримують приємний газований, освіжаючий кисло-солодкий напій.

Національним університетом харчових технологій, розроблено технологію ферментованого безалкогольного напою «Віталон», яку засновано на використанні консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii*, передбачає використання цукру, води та водного настою чаю, з метою посилення лікувально-профілактичної дії та надання йому відмінних органолептичних властивостей.

У народній медицині застосовують лікувальні властивості напою на основі «чайного гриба» при хворобах шлунково-кишкового тракту, захворюванні печінок, жовчного міхура, регулювання артеріального тиску та холестерину в крові. Суттєва властивість даного напою є здатність виводити сечову кислоту з організму людини.

Перспективним джерелом бродіння при виробництві ферментованих безалкогольних напоїв є використання нетрадиційної джерела бродіння *Oryzomyces indicis* РГЦ. Використання біокультури рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ обумовлено змістом у ньому цілого спектра біологічно активних сполук, таких, як, аміни азот, вітамін Р, вітамін С, які беруть участь в обмінних реакціях організму людини. Встановлено, що рисовий гриб – це асоціативний

консорціум мікроорганізмів різних таксономічних груп: дріжджі (*Zygosaccharomyces fermentati Naganishi*, *Pichia membranaefaciens Hansen*), молочнокислих бактерій (*Lactobacillus paracasei subsp. paracasei*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum*), оцтовокислих бактерій (*Acetobacter aceti*). Середовищем для культивування *Oryzomyces indicici* РГЦ є водний розчин сахарози. Для нього характерний кисло-солодкий смак, інтенсивна насиченість діоксидом вуглецю, здатність втамовувати спрагу [23]

Для зброджування плодово-ягідних середовищ для отримання ферментованих напоїв використовують молочнокислі бактерії. Так наприклад, у Німеччині виробляють томатно-буряковий сік заброджений, який зброджують молочнокислими бактеріями *Lactobacillus casei* [23].

1.4 Висновки

Таким чином, використання соку цукрового сорго для виробництва ферментованого безалкогольного напою є перспективним напрямом досліджень, при цьому вибір виду мікроорганізмів для зброджування сусла в технології безалкогольних ферментованих напоїв визначається:

- органолептичними показниками готового продукту;
- технологічними факторами (складом сусла, тривалістю, кількістю, складністю технологічних операцій).

Від виду і раси мікроорганізмів залежать не лише умови бродіння та смак напою, а також його стійкість при зберіганні.

Таким чином, на підставі здійсненого аналізу вищезазначених технологій безалкогольних напоїв, в яких використовують різний вид мікроорганізмів, можна зробити висновок, що застосування пивних дріжджів та молочнокислих бактерій в технології ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго дозволить отримати напій з високими органолептичними показниками та високою стійкістю.

1.5. Мета та задачі досліджень

Враховуючи вищевикладене, метою магістерської роботи є удосконалення технології оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго. Відповідно до поставленої мети визначені основні завдання досліджень:

- обґрунтувати доцільність використання соку цукрового сорго в технології оздоровчих ферментованих безалкогольних напоїв;
- визначити технологічні параметри приготування сусла на основі соку цукрового сорго з максимальним збереженням БАР сировини;
- підібрати мікроорганізми для зброджування сусла;
- визначити фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники оздоровчих ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго.
- визначити забезпеченість добової потреби людини в основних БАР при споживанні ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго;
- розробити удосконалену принципову технологічну схему виробництва ферментованих безалкогольних напоїв на основі соку цукрового сорго.

2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

Для реалізації мети та основних задач проведені експериментальні дослідження у відповідності до загальної схеми досліджень.

Вибір сортів та гібридів цукрового сорго для отримання оздоровчих ферментованих напоїв необхідно проводити з врахуванням його біохімічних та технологічних властивостей.

У даній магістерській роботі об'єктами досліджень були:

1. Цукрове сорго, вирощене на дослідних станціях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук протягом 2019...2020 рр.

У роботі використано сік цукрового сорго сорту Зубр.

Характеристика цукрового сорго сорту Зубр:

Сорт Зубр (Zubr) – внесений в державний реєстр в 2017 році. Урожайність сухої речовини - 126,0 - 149,4 ц/га. Тривалість періоду вегетації складає 62 - 88 діб. Висота рослини - 196,5 - 218,7см. Даний сорт характеризується високою продуктивністю зеленої маси, вигідним є у насінництві, добре придатний для механізованого збирання. Вміст цукрів в соці стебел становить близько 20%. Рекомендована зона вирощування – степ, лісостеп.

2. Ферментні препарати (ФП): *DIAZYME X4 та LAMINEX® Super.*

Характеристика ФП:

DIAZYME® X4 / Діазим X4 (виробник «Danisco», Данія, представництво в Україні - ТОВ “Тристан” Україна) – є препаратом глюкоамілазної активності, являє собою оцукрюючу глюкоамілазу, яка гідролізує обидві $\alpha(1\rightarrow4)$ та $\alpha(1\rightarrow6)$ зв'язку. Він застосовується для максимальної конверсії крахмалозберігаючого субстрату в зброджуванні цукру. ФП демонструє прекрасну активність та стабільність. При дуже широкому діапазоні рН (3.5 - 5.8) з максимальною активністю при рН 4,5; при температурах до 70 С.

LAMINEX® Super / Ламінекс®Супер (виробник «Danisco», Данія, представництво в Україні - ТОВ “Тристан” Україна) β -глюканаза (і допоміжні глюконалітичні та целюлолітичні ферменти) суміш з *Penicillium funiculosum* и *Trichoderma reesei*. Комплекс ферментів продукуються *Trichoderma reesei* і *Penicillium funiculosum*, спеціально створений для зниження в'язкості і поліпшення процесу фільтрування. Активний при рН 3,5 - 6,0 с оптимальної активністю при рН 5.0. стабільність ферментного препарату ідентична рН профілем; • ефективний при температурі 40 - 75 С з оптимумом активності 65 С; стандартна дозування - 0,10 - 0,50 кг / тонну СВ.

3. Для сусла використовували:

- бактеріальну закваску ТМ «Віво», яка містить пивоварні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси 11 та молочнокислі бактерії: *Streptococcus*

thermophiles, Lactobacillus delbrueckii, Bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium lactis.

2.2. Методи досліджень

У магістерській роботі аналіз сировини, суслу на основі соку цукрового сорго та готових напоїв проводились з використанням сучасних методів досліджень і загальноприйнятих методик хіміко-технологічного контролю цукрового, спиртового та пиво-безалкогольного виробництв.

З метою визначення фізико-хімічних показників соку цукрового сорго, суслу та готових напоїв на його основі були використані такі методи аналізу:

1. Масова частка сухих розчинних речовин (СР, % до маси продукту) визначали без проведення підготовки проби при температурі 20°C рефрактометричним методом з використанням рефрактометра РПЛ-3.

2. Водневий показник рН – потенціометричним методом за допомогою універсального іонміра ЕВ-74 [38].

3. Масову концентрацію титрованих кислот – за ДСТУ 7102-2009.

4. Густина соку та суслу визначали аерометричним методом [38].

5. Масову частку спирту визначали за ДСТУ 7101-2009 та розраховували об'ємну частку спирту (V_c) у відсотках (%) за формулою:

$$V_c = \frac{M_c \times d_{20}^{20}}{0,79067}, \text{ де}$$

де M_c – це масова частка спирту (згідно з ДСТУ 7101-2009), %;

d_{20}^{20} – відносна густина водно-спиртового розчину за температури +20 °С;

0,79067 – відносна густина безводного спирту за температури +20 °С.

6. Масову частку загального азоту визначали за методом К'ельдаля за ДСТУ ISO 1871-2003.

7. Масову частку амінного азоту визначали йодометричним методом по Попу та Стівенсу [38].

8. Органолептичні показники готових напоїв визначали за ДСТУ 7099-2009.

9. Стійкість готових напоїв визначали за ДСТУ 7100-2009.

10. Визначення вмісту вітаміну С визначали за ГОСТ 24556-89.

11. Визначення активності ферментних препаратів визначали за методами, розробленими у ВНШПБ.

12. Аналіз мікробіологічних показників досліджуваних зразків соку, сусла та напоїв проводили з застосуванням стандартних методик, використовуючи наступні поживні середовища: МПА – для визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів, а також спороутворювальних бактерій, сусло-агар – для визначення вмісту дріжджів, накопичувальне середовище Кеслера та диференційно-діагностичне середовище ЕНДО – для виявлення бактерій групи кишкової палички, середовище MRS – для виявлення молочнокислих бактерій [11].

2.2.2 Визначення масової частки редукуючих речовин та загального цукру методом Люффа-Шорля

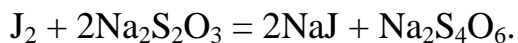
Методика визначення масової частку редукуючих речовин та загального цукру йодометричним методом Люффа-Шорля була пристосована і відпрацьована для соку цукрового сорго науковцями Українського науково-дослідного інституту цукрової промисловості [13].

Принцип методу полягає у взаємодії відповідної кількості лужного розчину міді, створеного реактивом Люффа, та досліджуваної проби соку цукрового сорго при нагріванні. Іони Cu^{2+} окислюють редукуючі речовини проби, відновлюючись до Cu^+ та утворюючи в розчині осад закису міді Cu_2O . Потім для визначення кількості Cu_2O , що відповідає масовій частці присутніх у пробі редукуючих цукрів, в розчин додають йодистий калій. В результаті

взаємодії йодистого калію та солі окису міді (не відновленої редукуючими цукрами) утворюється закисна йодиста мідь, сульфат калію та вільний йод:



Надлишок йоду, що не вступив у реакцію, відтитрують розчином тіосульфату натрію:



Різниця між кількістю тіосульфату натрію, витраченого на титрування при «глухому» досліді та при вищенаведеному визначенні, відповідає кількості міді, відновленої редукуючими цукрами.

На основі отриманої різниці знаходять по таблиці відповідну кількість редукувальних цукрів.

Для визначення загального цукру, необхідно цукрозу, яка не відновлює оксид міді (II) мідноцитратного розчину, попередньо прогідролізувати.

2.2.3. Визначення крохмалю в соці цукрового сорго та суслі методом

Морелл Ду Воіл

Метод ґрунтується на вимірюванні оптичної густини підкисленого оцтовою кислотою і обробленого йодидом калію досліджуваного розчину соку та сусла цукрового сорго на фотоелектрокалориметрі КФК-3 за довжини хвилі 570 нм. На основі вимірюванні величини оптичної густини та порівняння її з градувальним графіком (побудованим заздалегідь), знаходять концентрацію крохмалю досліджуваного розчину.

2.2.4 Визначення мінерального складу

Склад макро- і мікроелементів досліджували за допомогою методу атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Метод заснований на розпиленні розчину мінералізату досліджуваної проби в повітряно-ацетиленовому полум'ї. Метали, які знаходяться у розчині мінералізату, потрапляючи в полум'я, переходять в

атомний стан. Величина адсорбції світла з довжиною хвилі відповідної резонансної лінії, пропорційна значенню концентрації металу у досліджуваній пробі.

У магістерській роботі з метою отримання мінералізату було проведено озолення досліджуваних зразків за сухим способом. Підготовку проб до кількісного визначення здійснювали залежно від елемента, який необхідно визначити. Після відстоювання розчин використовували для визначення макро- і мікроелементів шляхом вимірювання на атомно-абсорбційному спектрофотометрі Сатурн-ЗП-1 фірми-виробника «Сатурн» (Білорусь).

2.2.5 Визначення компонентного складу побічних продуктів бродіння

З метою ідентифікації побічних продуктів бродіння та визначення їх впливу на смако-ароматичний профіль готових напоїв було досліджено дистиляти за допомогою газохроматографічного методу, розробленого проблемною науково-дослідною лабораторією НУХТ. За допомогою програмного забезпечення «Хромпроцесор» було визначено кількісний склад вищих спиртів, ацетальдегідів та складних естерів у дистилятах.

Умови хроматографічного аналізу визначення побічних продуктів бродіння наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Умови проведення хроматографічного аналізу

<i>Умови аналізу</i>	<i>Значення</i>
Хроматографічна колонка (d / L)	D-маніт з твердим носієм хромсорб W 80-100 меш (1,5 мм / 2 м)
Газ-носій	азот
Температура колонки, °С	90
Температура інжектора, °С	150
Температура детектора, °С	200
Витрати газу-носія, см ³ /хв	33
Тип детектора	полуменево-іонізаційний, форсунка з внутрішнім діаметром 0,25 мм
Витрати водню, см ³ /хв	33
Витрати повітря, см ³ /хв	330

Об'єм проби, мкл	0,2
------------------	-----

2.2.6 Проведення органолептичного аналізу напоїв бродіння на основі соку цукрового сорго

Органолептичні показники готових напоїв визначали за ДСТУ 7099-2009 «Продукція безалкогольної промисловості. Методи визначання органолептичних показників та об'єму продукції». Дегустаційне оцінювання напоїв проводили з використанням описового методу за п'ятьма основними елементами дескрипторів [56].

2.3 Методика досліджень

Важливими характеристиками будь-яких експериментальних досліджень є точність одержуваних результатів, тривалість дослідів та їх кількість. Точність при визначенні усіх факторів, фіксованих в досліді, визначається як похибкою використовуваних приладів і методик досліджень, так і похибкою під час обробки та узагальнення накопичених експериментальних даних [147-149].

У магістерській роботі визначення фізико-хімічних показників сировини, суслу та готового напою здійснювали в трьох повторах, на основі яких отримували середнє значення. Достовірність експериментальних даних забезпечено використанням сучасних методів досліджень і засобів вимірювання фізико-хімічних характеристик. В роботі визначали абсолютну і відносну похибку результатів, допустимими вважали значення відносної похибки не більше 5%. Обробку результатів дослідів здійснювали з використанням методів математичної статистики. Розраховували наступні показники:

– середнє арифметичне значення вимірюваної величини (\bar{Y})

$$\bar{Y} = \sum Y_i / n, \quad (2.1)$$

де Y_i – експериментальні значення вимірювальної величини;

n

– дисперсія (S^2)

кількість паралельних визначень.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}, \quad (2.2)$$

де $(Y_i - \bar{Y})$ – відхилення від стандартної величини.

– середньоквадратичне відхилення (\bar{S})

$$\bar{S} = \sqrt{S^2}, \quad (2.3)$$

– точність визначення (E_α) :

$$E_\alpha = t_{\alpha, f} \cdot S_Y, \quad (2.4)$$

$(\alpha=0,95; f=k-1)$

S_Y – середнє відхилення.

Оброблення цифрових даних та графічне оформлення результатів дослідів здійснювали за допомогою персонального комп'ютера з застосуванням програм MS Excel, MS Word використовуючи діалогову інформаційно-пошукову систему комп'ютерного моделювання.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФЕРМЕНТОВАНОГО БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПОЮ НА ОСНОВІ ЦУКРОВОГО СОРГО (експериментальна частина)

3.1. Планування експериментальних досліджень в технології ферментованого безалкогольного напою, отриманого з соку цукрового сорго

На рис. 3.1 наведена схема основних напрямків досліджень по темі магістерської роботи та основний зміст окремих етапів.



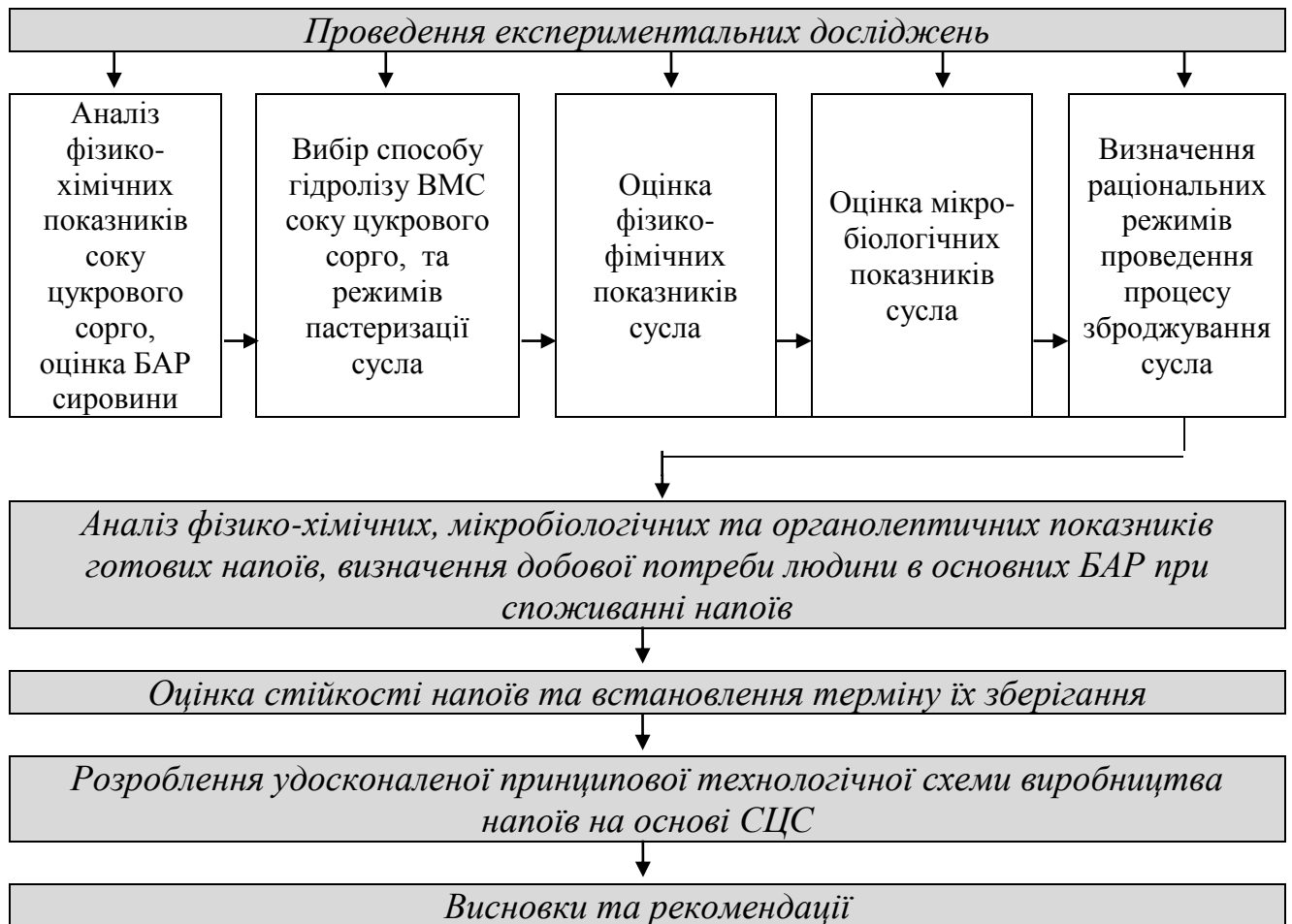


Рисунок 3.1 – Схема проведення досліджень

3.2. Характеристика та вибір способу отримання соку із стебел цукрового сорго

Сорго відноситься до рослин родини м'ятликових до роду *Andropogon Sorghum*. Цукрове сорго містить до 18-20 % цукрів в соці стеблин. Стеблини сорго прямостоячі, блідо-зелені, гладкі, більш тонкі, чим у кукурудзи, заповнені соком різного ступеню цукристості. Саме такою культурою є сорго цукрове, що містить у своїх стеблах від 14 до 20% загальних цукрів. Встановлено, що стебло сорго цукрового на 10–15% складається з клітковини та на 85–90% із водного розчину.

У складі загальних цукрів переважають сахароза (55–75%), глюкоза і фруктоза (25–45% від кількості загальних цукрів), а також високомолекулярні сполуки (3–6,5% до маси сухих речовин), крохмаль – 0,2–3%, 19 амінокислот (7 незамінних) та значна кількість макро- та мікроелементів [12].

Результати досліджень вказують на те, що сьогодні у природі не існує іншої рослини, котра б могла так швидко синтезувати сахарозу, частка якої серед вуглеводів клітинного соку досягає 60–80%.

Слід зазначити, що з метою переробки стебла на харчові цілі дану культуру можна збирати починаючи з фази молочної стиглості зерна, так як саме з цього періоду вміст загальних цукрів у стеблах вже досягає максимальної кількості і у подальшому відбувається лише їх перегруповання в бік збільшення сахарози і зменшення редуруючих речовин.

Процес витягання натурального соку із сорго є основним вузлом нової технології. Діло в тому, що, як з'ясувалось в експерименті, стебла сорго виявились досить стійкими до пресування і одне лише механічне подрібнення дає можливість витягти при послідуєчому пресуванні не більше 30 - 40 % соку. Це пов'язано з особливістю анатомо-цитологічної та фізіологічної характеристик стеблин цукрового сорго. З'ясувалось, що для підвищення виходу соку при віджимі слід піддати подрібнену мезгу будь якій спеціальній обробці, призначеній для пошкодження цитоплазматичних мембран рослинних клітин і підвищення їх проникності. Одержаний сік містить повний набір амінокислот, в тому числі 8 незамінних, багато мікро- і макроелементів, до 17 % цукрів, а також біологічно активні речовини, які діють захисним чином проти радіонуклідів.

Індекс стійкості цукрового сорго складає 95 балів, з них доля цитоплазми - 25, кількість провідних пучків - 30, товщина клітинних стінок - 10, відносні в'язкість та еластичність цитоплазми відповідно 15 і 15 балів.

Таким чином, цукрове сорго слід віднести до важкопресуємої сировини по аналогії з традиційною плодово-ягідною сировиною, наприклад, з абрикосами. Але, хоча по індексу стійкості цукрове сорго схоже з важкопресуємою фруктово-ягідною сировиною, сам характер пресування цих двох видів сировини різний: для фруктової сировини вплив тиску на вихід соку при віджимі має другорядне значення, а для сорго ж витікання соку тісно пов'язане з високим тиском, який створюється в процесі пресування: довільне витікання соку відсутнє.

Дослідниця Мілорава О.В. [40] запропонувала технологічна схема виробництва соків із стеблин цукрового сорго та соків на його основі (рис. 3.1) та довела, що натуральний сортовий сік через свою надзвичайно низьку кислотність і високу цукристість навряд чи може розраховувати на попит споживача, а може служити як компонент для виробництва нових видів продуктів на його основі. Харчовий сироп, маючи в своєму складі комплекс цукрів, біологічно активних речовин, макро- та мікроелементів, а також наявність специфічного аромату і смаку сортового сиропу може слугувати основою для створення нової смакової гами безалкогольних напоїв, квасу і концентратів, а також пива.

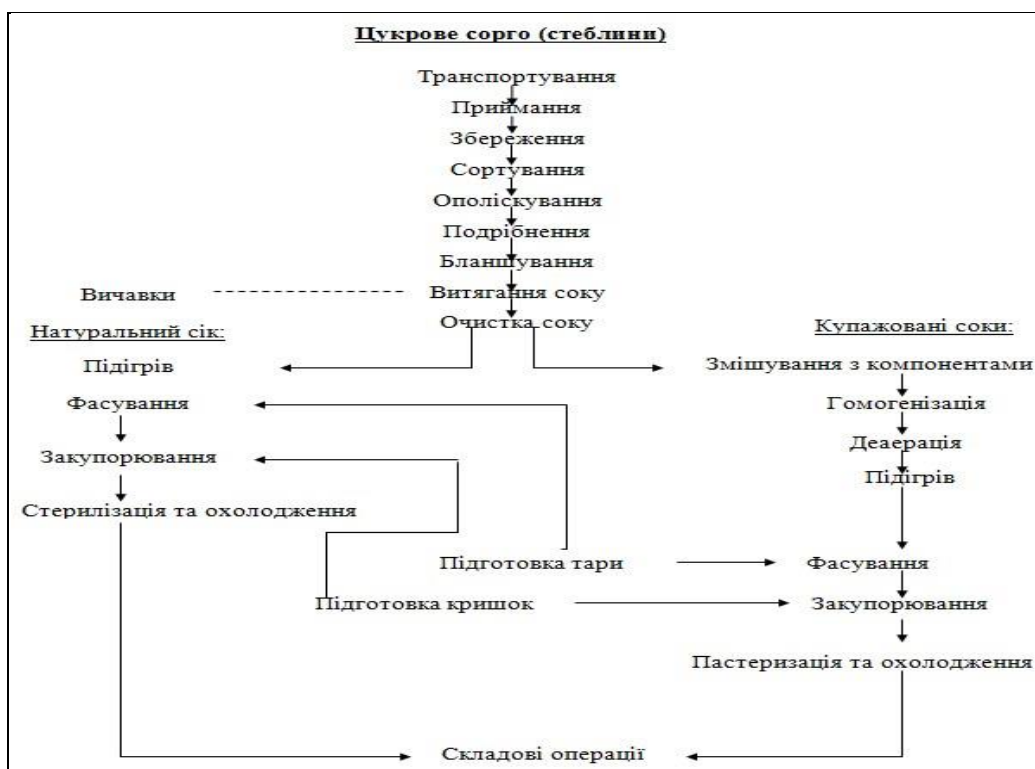


Рисунок 3.2 Технологічна схема виробництва соків із стеблин цукрового сорго та соків на його основі

Сік зі стебел цукрового сорго за загальним вмістом цукру не поступається цукровій тростині, але на відміну від цукрової тростини, окрім сахарози, містить велику частку глюкози, фруктози, а також розчинного крохмалю, який перешкоджає кристалізації. Тому, із соку цукрового сорго виготовляють не кристалізований, а рідкий цукор - сироп.

Значний внесок у розроблення технології сиропу із стебел цукрового сорго зробили вчені Гутгерц Н.І., Новиков Н.С., Новикова Н.А. Вони запропонували та рекомендували наступну послідовність технологічних процесів при переробці стебел сорго на сироп, а саме: перед тим, як віджати сік, стеблі цукрового сорго очищали від волоті і листя з метою отримання вищої чистоти соку з меншим вмістом побічних органічних сполук. Віджимання соку із стебел проводили на 3-вальцевому пресі. При нормальній роботі пресу та своєчасному збиранні сорго, віджимається біля 50% соку від маси очищеного від листя стебел. Очищення соку включало попереднє фільтрування, нейтралізацію кислот і коагуляцію високомолекулярних сполук та остаточне фільтрування.

Вченими Ганженко О.М., Зиковим П.Ю. [9] було розроблено пристрій для подрібнення стебел цукрового сорго на частинки розміром до 0,1 мм, що забезпечує руйнування клітинних оболонок (механічної деструкції) та наведено результати досліджень щодо впливу сортових особливостей та способів отримання соку зі стебел цукрового сорго на його вихід та цукристість. Встановлено, що інтенсивне подрібнення стебел цукрового сорго дозволяє на 23,6 % підвищити вихід соку та на 8,5 % - цукристість(рис. 3.2).

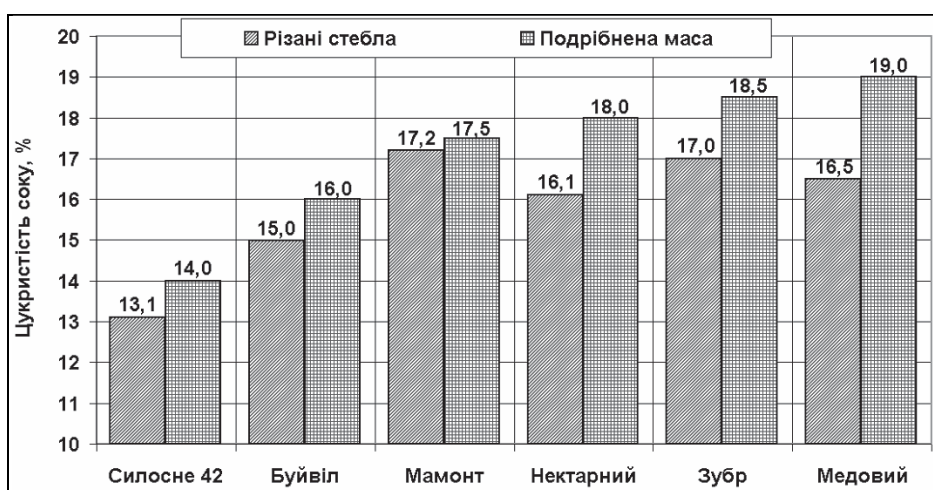


Рисунок 3.3 Цукристість соку залежно від сортових особливостей і способу подрібнення стебел цукрового сорго

Проведені дослідження Литвинова М.В [35] по забезпеченню підвищення виходу соку зі стебел цукрового сорго в господарствах, показали, що:

- доцільно, використовувати триступеневий модернізований вальцовий прес для віджиму соку з стебел цукрової сорго.

- умови захоплення стебла цукрового сорго вальцовими робочими органами залежать не тільки від коефіцієнтів тертя їх об матеріал вальців, але від діаметра, стану та форми вузлуватої поверхні стебел.

- сок цукрового сорго має кінематичну в'язкість $(1,65-2,08) \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}$, яка знижується на 11-16% при нагріванні на кожні 10°C . Він належить до рідини, яка добре змочує поверхню із сталі, пластика та скла. Тому доцільно використовувати ці матеріали для виготовлення вальцових робочих органів і ліній по транспортуванню та збору соку.

- найбільший вплив на кількість виходу соку зі стебел цукрової сорго та енергоємність процесу надають: - зазор між пресуючими вальцями, - швидкість руху матеріалу, що пресується, - кратність віджиму.

- зменшення зазору між пресуючими вальцями та зниження швидкості руху матеріалу, що пресується підвищує кількість одержуваного соку з 1 кг зеленої маси сировини. Енергоємність процесу на пресування 1 кг зеленої маси при зниженні швидкості руху матеріалу, що пресується знижується, а зі зменшенням зазору збільшується у порівнянні з вальцовим пресом одноразовому віджиму.

Детальні дослідження по застосуванню сорго для отримання цукру були виконані співробітниками інституту цукру. У результаті цих робіт була підтверджена можливість промислового отримання харчового сиропу із цукрового сорго на напівпромисловій установці. Очищені від листя стебла сорго направляли на двовальцовий прес. Віджатиий сік проціджували крізь мідне сито, обробляли білою глиною в кількості 2,0% до маси соку і нагрівали до $85-90^\circ\text{C}$. Протягом 30 хвилин нагрітий сік перемішували за допомогою мішалки, а потім відстоювали 60 хвилин. Осад у вигляді густої суспензії відділяли, а прозорий сік направляли в прийомний бак фільтраційної установки. Суспензію осаду застосовували замість глини для оброблення соку і після використання в третій раз виводили з обороту. Сік після відстоювання

фільтрували через фільтрпрес. Фільтрований сік згущували у випарному вакуум-апараті до концентрації напівсиропу 50% сухих речовин. Напівсироп обробляли порошком активованого вугілля 0,1% до маси напівсиропу і фільтрували через фільтрпрес. Фільтрований напівсироп згущували у вакуум-апараті до 80% сухих речовин [7].

З метою оцінки якісних показників соку цукрового сорго, зібраного в фазу повної стиглості зерна, очищені від листя стебла, подрібнювали до розмірів частинок завдовжки 3,0...5,0 см та вичавлювали сік за допомогою валкового пресу.

Проведені дослідження дозволили встановити, що сік цукрового сорго сорту Зубр характеризується повноцінним фізико-хімічним складом, здатним забезпечити високу якість готових ферментованих безалкогольних напоїв.

Фізико-хімічний склад соку цукрового сорго сорту Зубр наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Фізико-хімічні показники соку цукрового сорго сорту Зубр

<i>Показники</i>	<i>Зубр</i>
Масова частка сухих речовин, %	18,0±0,2
Масова частка загальних цукрів, г/100 см ³	15,1±0,1
Масова частка редукувальних речовин, г/100 см ³	3,6±0,1
Масова частка крохмалю, г/100 см ³	1,5±0,1
Масова частка целюлози і геміцелюлози, г/100 см ³	0,7±0,1
Загальний азот, мг/100 см ³	72,0±0,1
Амінний азот, мг/100 см ³	35,0±0,1
Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH конц. 1 моль/дм ³ на 100 см ³ соку	1,5±0,1
pH	5,30

3.3. Визначення оптимальних режимів приготування суслу з соку цукрового сорго із застосуванням ферментних препаратів

3.3.1. Визначення фізико-хімічних показників сусла в технології ферментованого напою за обраних оптимальних режимів гідролізу високомолекулярних сполук соку

Вибір способу приготування сусла з СЦС залежить від його хімічного складу, зокрема, наявності у соку таких високомолекулярних вуглеводів (ВМВ) як крохмаль, геміцелюлози та целюлози, а також в незначній кількості пектинових та білкових речовин. При цьому крохмаль, геміцелюлози та целюлоза впливають на технологічні властивості соку, зокрема, створюють труднощі при фільтруванні: відбувається закупорювання фільтрувальних матеріалів, різко знижується швидкість процесу, і, як результат, погіршується якість сусла і ферментованого напою.

Для проведення процесу гідролізу крохмалю соку були обрані ферментні препарати, які використовуються в технології продуктів бродіння, зокрема, на підприємствах пиво-безалкогольної та спиртової галузі. Критеріями вибору ФП були також їх доступність та цінова категорія. Таким чином, в дослідженнях використовувались наступні ФП: Діазим Х4 та Ламінекс Супер, їх загальна характеристика наведена у розділі 2.

Дослідження хімічного складу СЦС показали, що некрохмальні полісахариди у соку представлені переважно геміцелюлозами та целюлозою. При пресуванні стебла цукрового сорго дані ВМВ потрапляють у сік у вигляді нерозчинної фракції сухих речовин, що суттєво підвищує в'язкість сусла, погіршує його фільтрування та освітлення.

Для дослідження процесу деструкції важкогідролізованих високомолекулярних некрохмальних полісахаридів цукрового сорго було використано ФП, які мають різну ферментативну активність. Характеристика означених ферментних препаратів представлена у розділі 2.

У наукових працях на сьогодні відсутня інформація щодо природи геміцелюлоз у СЦС, тобто переважаючого моносахариду у складі макромолекули, а й відповідно, відсутні дані щодо рекомендованих ферментних

препаратів для проведення процесу гідролізу ВМВ. У зв'язку з цим, в роботі було визначено оптимальне дозування ФП та вплив кожного з обраних ферментних препаратів цитолітичної дії на кінематичну та динамічну в'язкість суслу. Показник в'язкості є одним із визначальних факторів в процесі фільтрування. Так, з основного рівняння процесу фільтрування видно, що швидкість фільтрування (ω) прямо пропорційна тиску по обидві сторони фільтруючої перегороді (ΔP) і обернено пропорційна опору процесу фільтрування та в'язкості:

$$\omega = \frac{dV}{F d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu R_{\phi}}, \quad (3.1)$$

де V – об'єм фільтрату, м³;

F – площа фільтруючої поверхні, м²;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості, Па·с;

R_{ϕ} – опір процесу фільтрування, м⁻¹.

Ферментативну обробку СЦС здійснювали таким чином: сік підігрівали до температури 45 °С, після чого у досліджувані зразки вносили ФП Ламінекс Супер.

ФП Ламінекс Супер вносили в кількості 20...40 см³/т сировини.

При цьому використовували паралельні зразки, в яких вміст ФП обирали відповідно до рекомендацій виробників: у мінімальній, середній та максимальній кількості. Сік витримували 15...20 хв за оптимальної температури для ФП – 65°С. Після чого сусло підігрівали до температури 70 °С і вносили ФП Діазим Х4 у кількості 140 см³/т крохмалю, витримували протягом 30...35 хв. Прогідролізоване сусло охолоджували до $t = 20$ °С, фільтрували та визначали в ньому кінематичну в'язкість.

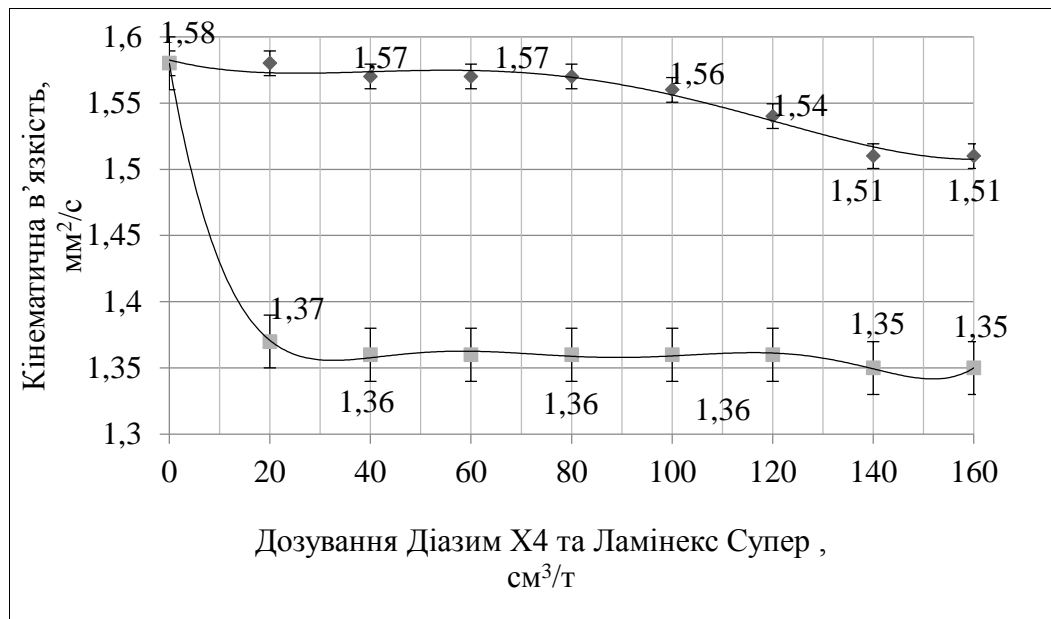


Рисунок 3.4 – Вплив ФП Ламінекс Супер та Діазим Х4 на показник кінематичної в'язкості сусла.

Результати розрахунку динамічної в'язкості представлені в таблиці 3.2. В якості контролю було обрано сусло, в якому проводили тільки ферментативний гідроліз крохмалю за допомогою ФП Діазим Х4. Фільтрування отриманих зразків сусла здійснювали без надлишкового тиску, в якості фільтруючого матеріалу використовували фільтрувальний папір марки Munktell & Filtrak, тип 15, питома вага 68 г/м². Швидкість процесу фільтрування визначали за об'ємом отриманого фільтрату, утвореного протягом 1 год. (табл. 3.2). В отриманих зразках сусла визначали густину аерометричним методом, яка становила 1085±3 кг/м³.

Таблиця 3.2 – Динамічна в'язкість сусла та швидкість його фільтрування після гідролізу ВМВ при використанні різної кількості ФП цитолітичної дії та при дозуванні Діазим Х4 у кількості 140 см³/т крохмалю

Ферментний препарат	Дозування ФП, см ³ /т	Динамічна в'язкість, Па·с·10 ⁻³	Швидкість фільтрування, дм ³ /год
Діазим Х4	140	1,64±0,08	0,85±0,04
Ламінекс Супер + Діазим Х4	20	1,49±0,08	2,35±0,11
	30	1,46±0,07	2,40±0,11

	40	1,46±0,07	2,40±0,11
--	----	-----------	-----------

Результати серії експериментів зафіксували ефективність використання ФП цитолітичної дії для гідролізу геміцелюлоз та целюлози СЦС. Так, в'язкість сусла в середньому зменшувалась на 10,1...14,5 % при використанні Ламінекс Супер. Оцінка показників кінематичної та динамічної в'язкості дозволила проаналізувати вплив даних ФП на швидкість процесу фільтруванні сусла. Так, цей показник при спільному використанні ФП Ламінекс Супер разом із Діазим Х4 швидкість фільтрування збільшується в 1,8...2,8 рази у порівнянні з контролем.

Дослідження процесу гідролізу крохмалю СЦС проводили на соку обраного сорту цукрового сорго.

Використання препарату грибного походження комплексної дії Діазим Х4. Сусло отримували за наступним режимом: у попередньо підігрітий сік до температури 70 °С вносили ФП Діазим Х4 у кількості 75...200 см³/т крохмалю (або 0,3-0,6 кг/т засипу) , що відповідає 3,0...7,9 од/г АЗ та 0,9...2,5 од/г ГЛЗ. Сік цукрового сорго витримували за даної температури протягом 20...40 хв.

Нами були проаналізовано експериментальні дані щодо гідролізу крохмалю СЦС при використанні різної кількості ФП Діазим Х4 та різної тривалості процесу (рис. 3.5).

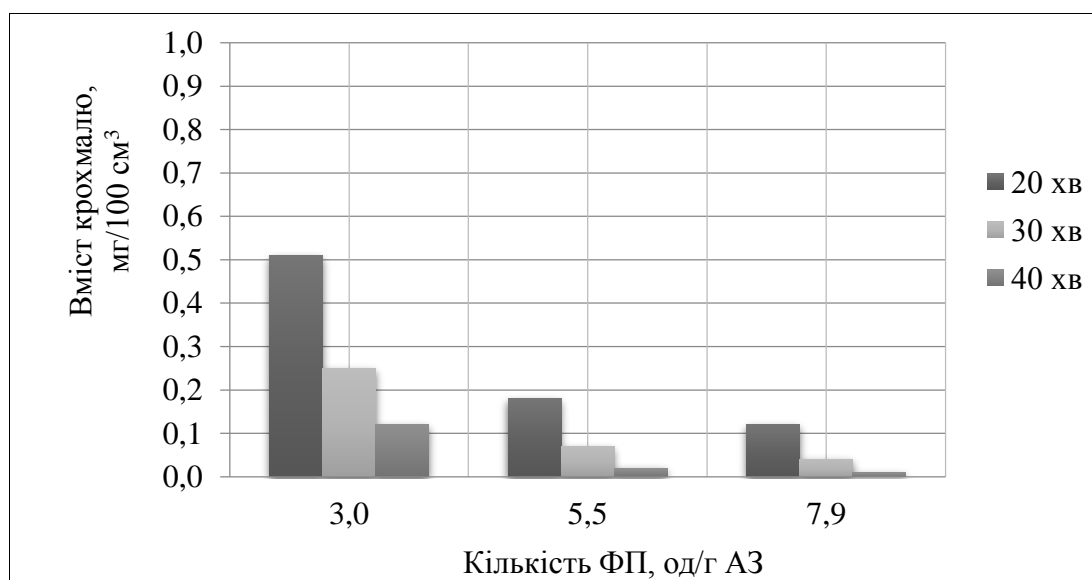


Рисунок 3.5 – Вміст крохмалю у соку цукрового сорго після гідролізу за різної тривалості дії та кількості ФП Діазим Х4

Аналізуючи представлені на рис. 3.6 дані, можна відзначити, що повний гідроліз крохмалю СЦС досягається при витримці сусла протягом 30...35 хв за температури 55 °С і дозуванні Діазим Х4 в кількості 140 см³/т крохмалю, що відповідає 5,5±0,1 од/г АЗ та 1,6±0,1 од/г ГЛЗ.

Аналіз отриманих даних свідчать, спосіб гідролізу крохмалю соку з використанням ФП комплексної дії Діазим Х4 у кількості 140 см³/т та за температури 70°С забезпечує максимальне накопичення редукуючих та загальних цукрів в суслі (5,1 г/100см³ та 16,6 г/100см³ відповідно) на 30...35-ту хвилину процесу гідролізу.

Після проведення процесу гідролізу високомолекулярних вуглеводів сусло фільтрували та визначали в ньому фізико-хімічні показники (табл. 3.3).

Отримані зразки сусла з СЦС сорту Зубр характеризувались повноцінним складом за вмістом сухих речовин, загальних цукрів, загального та амінного азоту. При цьому даний сорт за вищезазначеними показниками відрізнялись незначно, тому подальші дослідження здійснювали з використанням сусла, отриманого з СЦС сорту Зубр, вміст СР в якому був на 1,2 % вище.

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники сусла з СЦС сорту Зубр після проведення процесу гідролізу ВМВ

<i>Показники</i>	<i>Зубр</i>
Вміст сухих речовин (СР), %	18,0±0,2
Вміст загальних цукрів, г/100 см ³ , у т. ч.	16,60±0,46
редуючих цукрів, г/100 см ³	5,12±0,17
Вміст крохмалю, г/100 см ³	0,0±0,1
Вміст геміцелюлоз і целюлози, г/100 см ³	0,0±0,01
Вміст загального азоту, мг/100 см ³	72,0±3,5
Вміст амінного азоту, мг/100 см ³	35,0±1,7

Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³	1,45±0,05
pH	5,30±0,05

Слід зазначити, що вміст сухих речовин і, відповідно, загальних та редукуючих цукрів у суслі був достатньо високий (табл. 3.2). Тож, для подальшого зброджування мікроорганізмами-сімбіотами сусло розводили підготовленою водою до вміст СР 10% .

В свою чергу загальна та активна кислотність прогідролізованих зразків сусла була невисока. Так, pH сусла з СЦС– 5,30±0,05, сусла з соку. З метою створення оптимальної кислотності середовища для подальшого зброджування мікроорганізмами та отримання напою з приємним кислуватим смаком, в роботі для підкислення сусла було використано лимонну кислоту. Лимонна кислота – це трьохосновна органічна кислота, яка знайшла широке використання в технології безалкогольних напоїв завдяки її розповсюдженості, доступності та безпечності використання. Кількість внесеної лимонної кислоти розраховували із необхідності створення pH в межах 4,6...4,8 та титрованої кислотності в межах

7 В отриманих зразках сусла було визначено фізико-хімічні показники (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Фізико-хімічні показники зразків сусла

<i>Показники</i>	<i>Значення</i>
Вміст СР, %	10,0±0,2
Вміст загальних цукрів, г/100 см ³ , у т. ч.	8,60±0,28
редуючих цукрів, г/100 см ³	2,50±0,07
см ³ розчину NaOH конц. 1 моль/дм ³ на 100 см ³ , що відповідає 0,17...0,19 % 50 %-	
го розчину лимонної кислоти до маси сусла з вмістом СР 10 %.	55,2±2,6
Вміст амінного азоту, мг/100 см ³	27,4±1,3

Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³	1,70±0,06
pH	4,75±0,05

3.3.2 Вибір режимів пастеризації сусла та визначення його мікробіологічних показників

Наявність сторонньої мікробіоти може негативно вплинути на процес бродіння, стійкість та якість ферментованого напою.

У зв'язку з цим проводилися дослідження впливу різних режимів теплової обробки сусла на зміну мікробного обнасінення.

Досліджувалися такі режими теплової обробки сусла:

- стерилізація протягом 5 хв (зразки № 1);
- пастеризація за температури 75...80 °С протягом 30...35 хв (зразки № 2);
- пастеризація за температури 75...80 °С протягом 15...20 хв (зразки № 3).

У дослідженнях зразки № 1, 3 та 5 представляли собою сусло з СЦС з вмістом СР 10 %.

Усереднені дані кількісного складу мікробіоти означених зразків наведено у табл. 3.5.

Отримані результати зафіксували, що після стерилізації сусла (зразки № 1 та 2) життєздатними залишилися лише спороутворювальні мікроорганізми.

Після пастеризації зразків сусла протягом 30...35 хв (зразки № 3 та 4) та 15...20 хв (зразки № 5 та 6) кількість МАФAM та дріжджів зменшилась на 2,5...3 порядки.

Також зазначимо, що в усіх зразках після теплової обробки в об'ємі 1 см³ не виявлено молочнокислих бактерій і БГКП.

Таблиця 3.5 – Мікробіота зразків сусла після теплової обробки

Показники	№1	№2	№3
КМАФAM, КУО/см ³	2,0	3,3·10	3,6·10

Спороутворювальні бактерії, КУО/см ³	2,0	2,0·10	2,2
Дріжджі, КУО/см ³	-	4	1·10
Молочнокислі, КУО/см ³	-	-	-
БГКП, КУО/см ³	-	-	-

Примітка: «-» – не виявлено

Отже, аналізуючи отримані дані мікробіоти зразків сусла можна зробити висновок, що застосування запропонованих режимів пастеризації дозволяє отримати нормовані значення за показниками мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів, дріжджів та молочнокислих бактерій. Однак, найбільш доцільним режимом теплової обробки є пастеризація сусла тривалістю 15...20 хв за температури 75...80 °С.

3.4. Дослідження динаміки зброджування сусла в технології ферментованого безалкогольного напою, отриманого з соку цукрового сорго

3.4.1. Визначення оптимальних режимів зброджування сусла мікроорганізмами-пробіотиками у технології ферментованого безалкогольного напою, отриманого з соку цукрового сорго

Аналіз джерельної бази дослідження показав (розділ 1), що в технології ферментованих безалкогольних напоїв на основі рослинної сировини на сьогодні використовуються різноманітні мікроорганізми, а також їх комбінації. Зокрема, класична технологія квасу передбачає використання комбінації квасних дріжджів та молочнокислих бактерій, або окремо хлібопекарських чи пивоварних дріжджів. Однак, використання комбінації квасних дріжджів та молочнокислих бактерій значно ускладнює технологічний процес, що пов'язано

із необхідністю розведення чистої культури 2-х типів мікроорганізмів шляхом багаторазового пересівання в стерильних умовах. Такий спосіб підготовки чистої культури мікроорганізмів в свою чергу унеможливує реалізацію технології ферментованого безалкогольного напою в умовах міні-виробництва.

При цьому застосування закваси забезпечує високі органолептичні показники напою, тому для експериментальних досліджень було вирішено використовувати комбіновану закваску ТМ «Віво», яка містить мікроорганізми – пробіотики: пивоварні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси 11 і молочнокислі бактерії *Streptococcus thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii*ssp. *Bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*.

Зброджування сусла закваскою ТМ «Віво» не потребує її попередньої регідратації, що значно спрощує технологічний процес приготування напою та зменшує кількість використаного обладнання у бродильному відділенні.

У зразки сусла №№ 1,2,3, 1',2',3' вносили – бактеріальну закваску ТМ «Віво» у різних кількостях : від 0,1% до 0,35% об'єму сусла з шагом 0,05%. Бродіння проводили за температури $28 \pm 1^\circ\text{C}$ до зниження вмісту сухих речовин на 1,0...1,5% та значень кислотності у зразках в межах 2,0...2,5 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ (рис. 3.3 та рис. 3.4).

На рис. 3.5 та 3.6 наведено динаміку зміни вмісту дійсних СР та спирту у зразках.

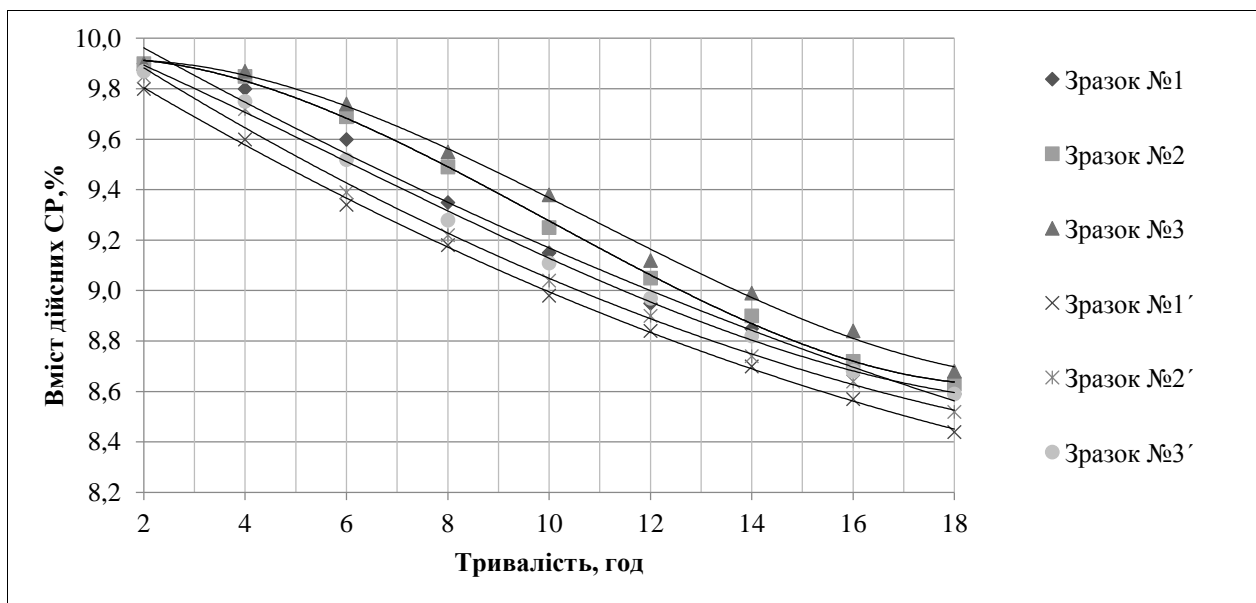


Рисунок 3.5 – Динаміка зміни вмісту дійсних сухих речовин у зразках сусла

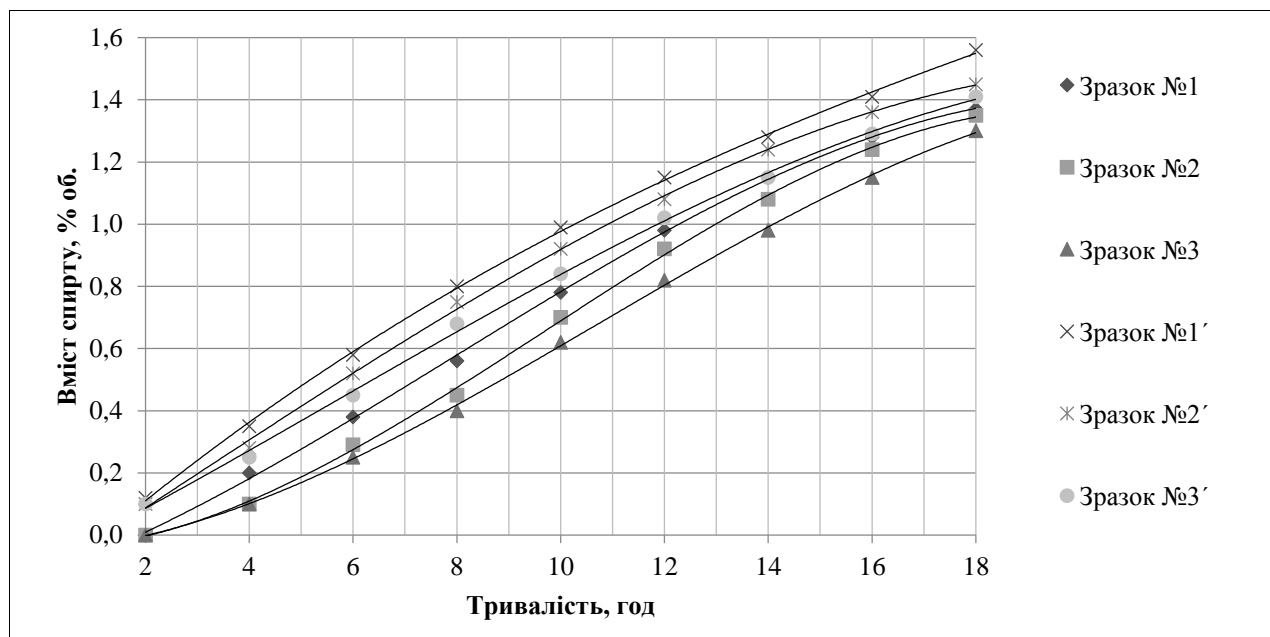


Рисунок 3.6 – Динаміка зміни вмісту спирту у зразках сусла

Як видно з отриманих даних у зразках №№ 2,3, та 2,3, 1',2',3' через 12 год бродіння вміст СР у напоях зменшується до 8,5...9,2% , кількість спирту становить 0,85...1,15%, що відповідає вимогам до безалкогольних напоїв. Однак, безумовно крім відповідності фізико-хімічних показників вимогам важливим та визначальним є оцінка органолептичних показників.

3.4.2. Визначення органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників ферментованого безалкогольного напою з соку цукрового сорго

У роботі було оцінено фізико-хімічні показники готових напоїв, які наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні показники готових напоїв

Показники	Зразок № 2	Зразок № 3
Вміст дійсних СР, %	8,7±0,2	9,0±0,2
Вміст загальних цукрів, г/100 см ³ , у т.ч.:	7,41±0,20	7,65±0,20
редуючих цукрів, г/100 см ³	1,82±0,06	2,12±0,07
Вміст спирту, % об.	1,05±0,01	0,88±0,01
Вміст амінного азоту, мг/100 см ³	9,2±0,3	12,3±0,4

Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³	2,70±0,09	2,52±0,09
pH	4,05±0,05	4,15±0,05

У таблиці 3.8 наведено мікробіологічні показники напоїв на початку та наприкінці їх терміну зберігання – через 7 діб за температури зберігання не більше 12 °С.

Таблиця 3.8 – Мікробіота зразків готових напоїв на першу та сьому добу зберігання

Показники	Зразок № 2		Зразок № 3	
	1-а доба	7-а доба	1-а доба	7-а доба
КМАФАМ, КУО/см ³	2,5·10	3,7·10	2,6·10	3,9·10
Спороутворювальні бактерії, КУО/см ³	-	-	-	-
БГКП, КУО/см ³	-	-	-	-
Дріжджі, КУО/см ³	3	4	4	5
Молочнокислі бактерії, КУО/см ³	-	-	-	-

Примітка: «-» – не виявлено

Встановлено, що протягом всього терміну зберігання не спостерігалось суттєвих змін фізико-хімічних та мікробіологічних показників зразків напоїв, і на 7-му добу зберігання вони відповідали вимогам стандарту.

У таблиці 3.9 наведено органолептичні показники досліджуваних зразків напоїв.

Таблиця 3.9 – Органолептичні показники готових напоїв

Зразок,	Органолептичні показники
---------	--------------------------

<i>№</i>	<i>Загальний бал</i>	<i>Оцінка</i>	<i>Колір та зовнішній вигляд</i>	<i>Смак</i>	<i>Аромат</i>
1	2	3	4	5	6
1	22	добре	Прозора рідина без сторонніх включень світло-зеленого кольору	Смак трав'янистий, не достатньо виражений	Легкий трав'янистий
2	23	відмінно	Прозора рідина без сторонніх включень світло-солом'яного кольору	Приємний, гармонійний, солодко-кислий з трав'янистим після смаком	Легкий трав'янистий
1	2	3	4	5	6
3	23	відмінно	Прозора рідина без сторонніх включень солом'яного кольору	Приємний, гармонійний, насичений, солодко-кислий з трав'янистим після смаком	Легкий трав'янистий
1 ¹	24	відмінно			Легкий трав'янистий
2 ¹	25	відмінно	Прозора рідина без сторонніх включень солом'яного кольору	Приємний, гармонійний, насичений, солодко-кислий	Легкий трав'янистий

3 ¹	22	добре	Прозора рідина без сторонніх включень світло-солом'яного кольору	насичений, солодко-кислий з трав'янистим та відчутним спиртовим після смаком	Легкий трав'янистий
----------------	----	-------	--	--	---------------------

Отже, зразки №№ 2,3,1¹,2¹,3¹, заброджені закваскою, що була внесена у кількості від 0,15 до 0,25% до об'єму суслу, мали яскравий аромат та приємний смак отримали і отримали відмінну оцінку.

3.5. Опис принципової технологічної схеми удосконалення технології ферментованого безалкогольного напою з соку цукрового сорго

На основі отриманих даних розроблено принципову технологічну схему виробництва ферментованого безалкогольного напою на основі соку цукрового сорго.

Дана технологія передбачає наступні технологічні стадії. Стебло цукрового сорго очищають від листя та зернової волоті, які направляють на кормові цілі. Очищене стебло пресують на валковому пресі, а віджате стебло (багасу) відправляють на реалізацію. Отриманий сік пропускають через сита та мезговловлювач, де відбувається відділення від нього грубих домішок, після чого такий сік використовують в технології напоїв. Передбачено переробляти СЦС відразу після віджиму, однак за необхідності нетривалого його зберігання (5...6 діб), сік пастеризують за температури 75...80 °С протягом 15...20 хв.

Після пресування та попереднього очищення у СЦС проводять гідроліз ВМВ. З цією метою сік нагрівають до $65\pm 1^\circ\text{C}$, задають ФП Ламінекс Супер для гідролізу геміцелюлоз та целюлози і витримують протягом 15...20 хв. Далі сік підігрівають до температури $70\pm 1^\circ\text{C}$ і вносять комплексний ФП амілолітичної дії Діазим Х4, за даної температури сік витримують протягом 30...35 хв. Після проведення гідролізу ВМВ сусло фільтрують і розводять підготовленою водою до вмісту СР 10%. Для забезпечення необхідної кислотності рН 4,6...4,8 СЦС підкислюють 50 %-м розчином лимонної кислоти.

Підкислене лимонною кислотою сусло пастеризують за температури 75...80 $^\circ\text{C}$ протягом 15...20 хв. Пастеризоване сусло охолоджують до температури 28 $^\circ\text{C}$, вносять комбіновану закваску ТМ «Віво», в кількості 0,15-0,25% до об'єму сусла та зброджують протягом 12 год.

Термін зберігання ферментованих непастеризованих напоїв складає 7 діб з моменту виготовлення за температури зберігання не більше 12 $^\circ\text{C}$.

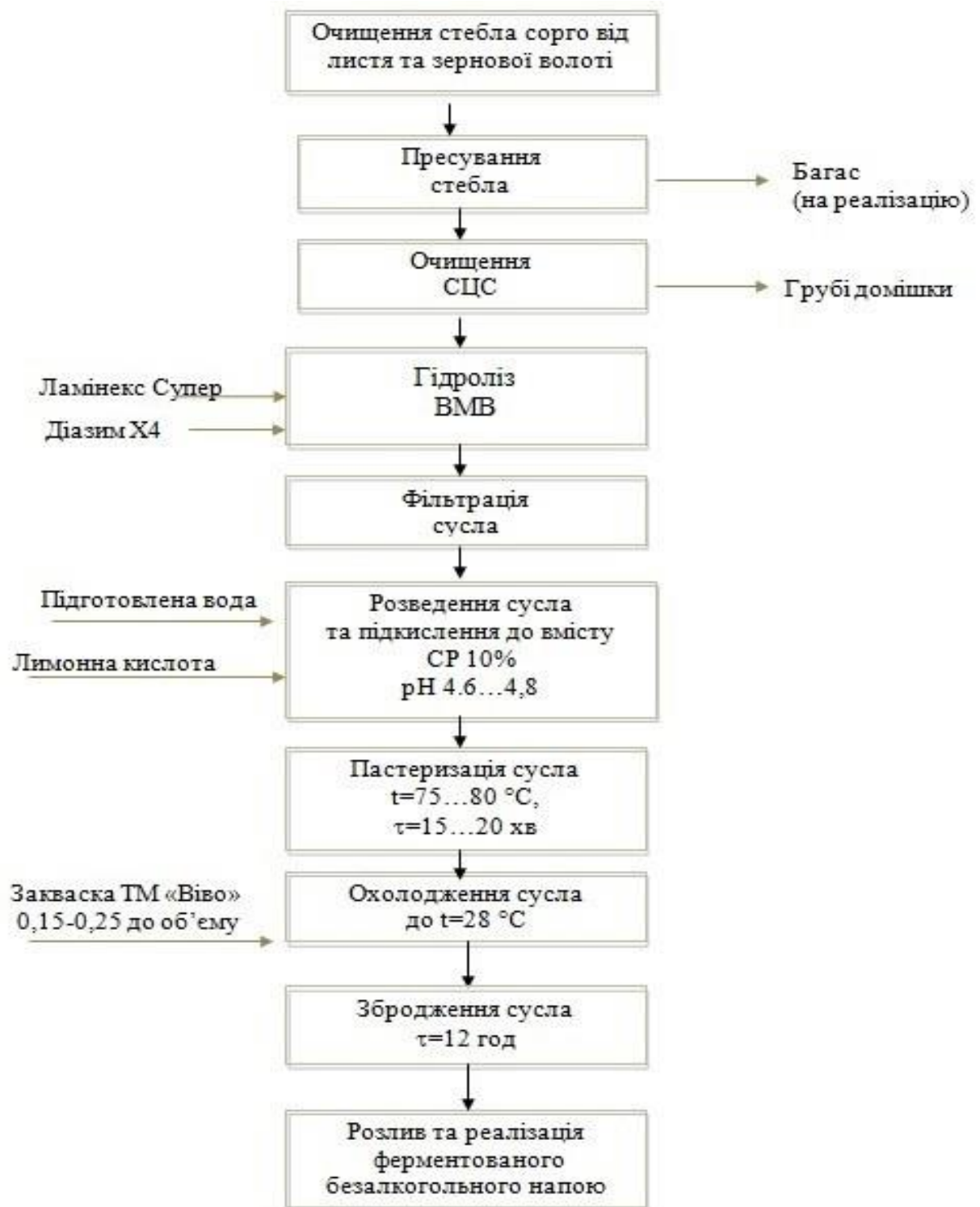


Рисунок 3.6. Принципова технологічна схема технології ферментованого безалкогольного напою з соку цукрового сорго

4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

І етап оптимізації

Складаємо матрицю рівнів варіювання (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Матриця рівнів варіювання

Найменування рівнів варіювання	Позначення	Дозування ФП Ламінекс супер, см ³ /т	Тривалість дії ФП Ламінекс супер, хв.
		(X ₁)	(X ₂)
Верхній	+	40	20
Середній	0	30	17,5
Нижній	-	20	15
Крок	Δ	10	2,5

Складаємо матрицю плану (табл. 4.2)

Таблиця 4.2 - Матриця планування

№ n/n	z ₀	z ₁	z ₂	z ₁ ·z ₂	y ₁	y ₂	ŷ	S ² _{одн}
1	+	+	+	+	1,55	1,61	1,58	0,0018
2	+	+	-	-	1,59	1,49	1,54	0,005
3	+	-	+	-	1,41	1,33	1,37	0,0032
4	+	-	-	+	1,28	1,42	1,5	0,0098

Дисперсія вибіркова – дисперсія, обчислена за даними вибірки.

Перевіряємо однорідність дисперсій:

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

$$S_{\text{одн}i}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{m=2} (y_{ij} - \tilde{y}_i)^2}{m-1} \quad (4.1)$$

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

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

y_i – експериментальні значення вихідного параметру за результатами i -го

паралельного досліду;

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

$$S_{\text{одн}_1}^2 = \frac{(1,55 - 1,58)^2 + (1,61 - 1,58)^2}{2 - 1} = 0,0018$$

$$S_{\text{одн}_2}^2 = \frac{(1,59 - 1,54)^2 + (1,49 - 1,54)^2}{2 - 1} = 0,005$$

$$S_{\text{одн}_3}^2 = \frac{(1,41 - 1,37)^2 + (1,33 - 1,37)^2}{2 - 1} = 0,0032$$

$$S_{\text{одн}_4}^2 = \frac{(1,28 - 1,35)^2 + (1,42 - 1,35)^2}{2 - 1} = 0,0098$$

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

$$S_{\text{одн.max}}^2 = S_{\text{одн}_4}^2 = 0,0098$$

Розраховуємо суму розрахованих дисперсій:

$$\sum_{i=1}^N S_{\text{одн}.i}^2 = 0,0198$$

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

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

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

Розраховуємо критерій Кохрена:

$$G_p = \frac{S_{\text{одн. max}}^2}{\sum_{i=1} S_{\text{одн. } i}^2} \quad (4.2)$$

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

$$G_p = \frac{0,0098}{0,0198} = 0,4949$$

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

$$G_m = f_{1, f_2} = 0,9065;$$

е) перевіряємо виконання умови:

$$G_p < G_m, \text{ а саме: } G_p = 0,4949 < G_m = 0,9065$$

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

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

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

$$S_{\text{від}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_{\text{одн. } i}^2}{N} \quad (4.3)$$

$$S_{\text{від}}^2 = \frac{0,0198}{4} = 0,005$$

Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії

$$B_i = \frac{\sum_{i=1}^N z_{xi} \cdot \hat{y}_i}{N} \quad (4.4)$$

$$B_0 = \frac{1,58 \cdot (+1) + 1,54 \cdot (+1) + 1,37 \cdot (+1) + 1,35 \cdot (+1)}{4} = 1,46$$

$$B_1 = \frac{1,58 \cdot (+1) + 1,54 \cdot (+1) + 1,37 \cdot (-1) + 1,35 \cdot (-1)}{4} = 0,1$$

$$B_2 = \frac{1,58 \cdot (+1) + 1,54 \cdot (-1) + 1,37 \cdot (+1) + 1,35 \cdot (-1)}{4} = 0,015$$

$$B_{12} = \frac{1,58 \cdot (+1) + 1,54 \cdot (-1) + 1,37 \cdot (-1) + 1,35 \cdot (+1)}{4} = 0,005$$

Перевірка на значущість коефіцієнтів регресії:

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

Коефіцієнт Стьюдента:

$$S_k = \sqrt{S_k^2} \quad (4.5)$$

$$S_k^2 = \frac{S_{\text{відг}}^2}{N} \quad (4.6)$$

$$S_k^2 = \frac{0,005}{4} = 0,001$$

$$S_k = \sqrt{0,001} = 0,035$$

$$t_{b0} = \frac{|1,46|}{0,035} = 41,503$$

$$t_{b1} = \frac{|0,1|}{0,035} = 2,843$$

$$t_{b2} = \frac{|0,015|}{0,035} = 0,426$$

$$t_{b12} = \frac{|0,005|}{0,035} = 0,142$$

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

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

Записуємо в остаточному вигляді отримане рівняння регресії:

$$\hat{Y} = 1,46 + 0,1 \cdot X_1$$

Перевірка рівняння регресії на адекватність

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

Перевіряємо адекватність отриманого рівняння регресії на адекватність дійсному процесу:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{від}^2} \quad (4.7)$$

$$S_{ад}^2 = S_{зал}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\tilde{y}_i - \hat{Y}_i)^2}{N-1} \quad (4.8)$$

$$\hat{Y}_1 = 1,46 \cdot (+1) + 0,1 \cdot (+1) = 1,56;$$

$$\hat{Y}_2 = 1,46 \cdot (+1) + 0,1 \cdot (+1) = 1,56;$$

$$\hat{Y}_3 = 1,46 \cdot (+1) + 0,1 \cdot (-1) = 1,36;$$

$$\hat{Y}_4 = 1,46 \cdot (+1) + 0,1 \cdot (-1) = 1,36.$$

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{2}{4} \cdot \left[(1,56 - 1,58)^2 + (1,56 - 1,54)^2 + (1,36 - 1,37)^2 + (1,36 - 1,35)^2 \right] = 0,0004$$

Розрахунковий критерій Фішера:

$$F_p = \frac{S_{\text{ад}}^2}{S_{\text{від}}^2} = \frac{0,0004}{0,005} = 0,081.$$

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

Якщо $F_p < F_T$ то рівняння адекватне.

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

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

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

$$X_1 = \frac{X_1 - 30}{10}$$

$$Y = 1,46 + 0,1 \cdot \left(\frac{X_1 - 30}{10} \right) = 1,16 + 0,01 \cdot X_1$$

Отримане рівняння регресії:

$$Y = 1,16 + 0,01 \cdot X_1$$

Тепер, підставляючи в отриману математичну модель значення заданих вхідних параметрів та отримуємо математичні розрахунки кінематичної в'язкості сусла, мм²/с:

$$C_{\text{кін.в.}} = 1,16 + 0,01 \cdot 20 = 1,36;$$

$$C_{\text{кін.в.}} = 1,16 + 0,01 \cdot 40 = 1,56.$$

Розраховуємо загальну похибку експерименту:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^N \left| \hat{M}_i - \bar{y}_i \right|}{N} \quad (4.9)$$

Похибка окремо взятого дослідю становить:

$$\Delta_1 = \frac{|1,36 - 1,58|}{1,58} = 0,1392 \%;$$

$$\Delta_2 = \frac{|1,56 - 1,54|}{1,54} = 0,013 \%;$$

$$\Delta_3 = \frac{|1,36 - 1,37|}{1,37} = 0,0073 \%;$$

$$\Delta_4 = \frac{|1,56 - 1,35|}{1,35} = 0,1556 \%.$$

Загальна похибка експерименту:

$$\Delta = 0,3151 \%.$$

Таким чином, отримане рівняння регресії можна використовувати для пошуку умов максимального зниження кінематичної в'язкості сусла.

II етап оптимізації

Складаємо матрицю рівнів варіювання (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Матриця рівнів варіювання

Найменування рівнів варіювання	Позначення	Дозування ФП Діазим Х4, см ³ /т	Тривалість дії ФП Діазим Х4, хв.
		(X ₁)	(X ₂)
Верхній	+	7,9	40
Середній	0	5,45	30
Нижній	-	3	20
Крок	Δ	2,45	10

Складаємо матрицю плану (табл. 4.4)

Таблиця 4.4 - Матриця планування

<i>№ n/n</i>	<i>z₀</i>	<i>z₁</i>	<i>z₂</i>	<i>z₁·z₂</i>	<i>y₁</i>	<i>y₂</i>	<i>ȳ</i>	<i>S²_{одн}</i>
1	+	+	+	+	0,26	0,24	0,25	0,0002
2	+	+	-	-	0,17	0,19	0,18	0,0002
3	+	-	+	-	0,13	0,11	0,12	0,0002
4	+	-	-	+	0,09	0,05	0,07	0,0008

Дисперсія вибіркова – дисперсія, обчислена за даними вибірки.

Перевіряємо однорідність дисперсій:

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

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

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

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

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

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

$$S_{\text{одн}1}^2 = \frac{(0,26 - 0,25)^2 + (0,24 - 0,25)^2}{2 - 1} = 0,0002$$

$$S_{\text{одн}2}^2 = \frac{(0,17 - 0,18)^2 + (0,19 - 0,18)^2}{2 - 1} = 0,0002$$

$$S_{\text{одн}3}^2 = \frac{(0,13 - 0,12)^2 + (0,11 - 0,12)^2}{2 - 1} = 0,0002$$

$$S_{\text{одн}4}^2 = \frac{(0,09 - 0,07)^2 + (0,05 - 0,07)^2}{2 - 1} = 0,0008$$

Визначаємо найбільше значення $S_{\text{одн.max}3}^2$ усіх розрахованих:

$$S_{\text{одн},\text{max}}^2 = S_{\text{одн}4}^2 = 0,0008$$

Розраховуємо суму розрахованих дисперсій:

$$\sum_{i=1}^N S_{\text{одн},i}^2 = 0,0014$$

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

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

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

Розраховуємо критерій Кохрена:

$$G_p = \frac{S_{\text{одн},\text{max}}^2}{\sum_{i=1} S_{\text{одн},i}^2}$$

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

$$G_p = \frac{0,0008}{0,0014} = 0,5714$$

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

$$G_m = f_{1, f_2} = 0,9065;$$

е) перевіряємо виконання умови:

$$G_p < G_m, \text{ а саме: } G_p = 0,5714 < G_m = 0,9065$$

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

Дисперсія відтворюваності – дисперсія, що характеризує відтворюваність експерименту; обчислюється як середнє арифметичне

вибіркових дисперсій результатів паралельних (дублюючих) дослідів, якщо зазначені дисперсії однорідні.

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

$$S_{від}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_{однi}^2}{N}$$

$$S_{від}^2 = \frac{0,0014}{4} = 0,0004$$

Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії

$$B_i = \frac{\sum_{i=1}^N z_{xi} \cdot \tilde{Y}_i}{N}$$

$$B_0 = \frac{0,25 \cdot (+1) + 0,18 \cdot (+1) + 0,12 \cdot (+1) + 0,07 \cdot (+1)}{4} = 0,155$$

$$B_1 = \frac{0,25 \cdot (+1) + 0,18 \cdot (+1) + 0,12 \cdot (-1) + 0,07 \cdot (-1)}{4} = 0,06$$

$$B_2 = \frac{0,25 \cdot (+1) + 0,18 \cdot (-1) + 0,12 \cdot (+1) + 0,07 \cdot (-1)}{4} = 0,03$$

$$B_{12} = \frac{0,25 \cdot (+1) + 0,18 \cdot (-1) + 0,12 \cdot (-1) + 0,07 \cdot (+1)}{4} = 0,005$$

Перевірка на значущість коефіцієнтів регресії:

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

Коефіцієнт Стюдента:

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

$$S_k^2 = \frac{S_{\text{Відг}}^2}{N}$$

$$S_k^2 = \frac{0,0004}{4} = 0,0001$$

$$S_k = \sqrt{0,0001} = 0,009$$

$$t_{b0} = \frac{|0,155|}{0,009} = 16,570$$

$$t_{b1} = \frac{|0,06|}{0,009} = 6,414$$

$$t_{b2} = \frac{|0,03|}{0,009} = 3,207$$

$$t_{b12} = \frac{|0,005|}{0,009} = 0,535$$

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

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

Записуємо в остаточному вигляді отримане рівняння регресії:

$$\hat{Y} = 0,155 + 0,06 \cdot X_1 + 0,03 \cdot X_2$$

Перевірка рівняння регресії на адекватність

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

Перевіряємо адекватність отриманого рівняння регресії на адекватність дійсному процесу:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{від}^2}$$

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

$$\hat{Y}_1 = 0,155 \cdot (+1) + 0,06 \cdot (+1) + 0,03 \cdot (+1) = 0,245;$$

$$\hat{Y}_2 = 0,155 \cdot (+1) + 0,06 \cdot (+1) + 0,03 \cdot (-1) = 0,185;$$

$$\hat{Y}_3 = 0,155 \cdot (+1) + 0,06 \cdot (-1) + 0,03 \cdot (+1) = 0,125;$$

$$\hat{Y}_4 = 0,155 \cdot (+1) + 0,06 \cdot (-1) + 0,03 \cdot (-1) = 0,065.$$

$$S_{ад}^2 = \frac{2}{4} \cdot \left[(0,245 - 0,25)^2 + (0,185 - 0,18)^2 + (0,125 - 0,12)^2 + (0,065 - 0,07)^2 \right] = 0,000025$$

Розрахунковий критерій Фішера:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{від}^2} = \frac{0,000025}{0,0004} = 0,0714.$$

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

Якщо $F_p < F_T$ то рівняння адекватне.

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

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

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

$$X_1 = \frac{X_1 - 5,45}{2,45}$$

$$X_2 = \frac{X_2 - 30}{10}$$

$$\begin{aligned} Y &= 0,155 + 0,06 \cdot \left(\frac{X_1 - 5,45}{2,45}\right) + 0,03 \cdot \left(\frac{X_2 - 30}{10}\right) = \\ &= 0,025 \cdot X_1 + 0,003 \cdot X_2 - 0,068 \end{aligned}$$

Отримане рівняння регресії:

$$Y = 0,025 \cdot X_1 + 0,003 \cdot X_2 - 0,068$$

Тепер, підставляючи в отриману математичну модель значення заданих вхідних параметрів та отримуємо математичні розрахунки гідролізу крохмалю з максимальним накопиченням загальних цукрів сусла, мг/100 см³:

$$C_{\text{гідр.1}} = 0,025 \cdot 3 + 0,003 \cdot 20 - 0,068 = 0,067;$$

$$C_{\text{гідр.2}} = 0,025 \cdot 7,9 + 0,003 \cdot 40 - 0,068 = 0,2495;$$

$$C_{\text{гідр.3}} = 0,025 \cdot 3 + 0,003 \cdot 40 - 0,068 = 0,127;$$

$$C_{\text{гідр.4}} = 0,025 \cdot 7,9 + 0,003 \cdot 20 - 0,068 = 0,1895 \%$$

Розраховуємо загальну похибку експерименту:

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

Похибка окремо взятого дослідів становить:

$$\Delta_1 = \frac{|0,067 - 0,25|}{0,25} = 0,7320 \%$$

$$\Delta_2 = \frac{|0,02495 - 0,18|}{0,18} = 0,3861 \%$$

$$\Delta_3 = \frac{|0,127 - 0,12|}{0,12} = 0,0583 \%$$

$$\Delta_4 = \frac{|0,1895 - 0,07|}{0,07} = 1,707 \%$$

Загальна похибка експерименту:

$$\Delta = 2,884 \%$$

Таким чином, отримане рівняння регресії можна використовувати для пошуку умов гідролізу крохмалю з максимальним накопиченням загальних цукрів сусла.

5. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Основною характеристикою під час розроблення та впровадження у виробництво технології розробленого продукту є врахування їх економічної та соціальної ефективності. Перш за все це виражається у прибутку для підприємства, собівартості для споживача та конкурентоспроможності на продовольчому ринку. Використання обґрунтованого підходу дозволить підвищити біологічну цінність ферментованих безалкогольних напоїв, розширити асортимент напоїв з підвищеною біологічною цінністю та знизити алергенними властивостями.

Посіви цукрового сорго планується розташувати у сировинній зоні неподалік підприємства. Для розрахунку обсягу сировини умовно можна прийняти, що площа посівів складатиме 200 га і середня урожайність цукрового сорго в цій зоні складе 40 т/га. Таким чином, з площі в 137,35 га може бути гарантовано отримано 5493,5 т цукрового сорго.

Вміст цукристих речовин у соку цукрового сорго складає 15...20%. Після вилучення 50% соку до маси сорго залишається віджата маса, кормова цінність якої практично не змінюється в порівнянні з силосом отриманого із не віджатих стебел сорго і є поживним кормом для сільськогосподарських тварин

В результаті відповідної удосконаленої технології буде отримано безалкогольний ферментований напій з вмістом сухих речовин 8,5...9,2 %. Вихід напою складає 83,33 % до маси соку.

Вилучення соку із стебел сорго і одержання безалкогольного ферментованого напою пропонується організувати як на великому підприємстві так і на міні пивзаводі з використанням існуючих виробничих площ і обладнання. Наприклад, потужність ліній, отримання безалкогольного ферментованого напою із цукрового сорго може становити 1500 дм³ на добу.

Для розрахунку собівартості напою слід враховувати наступні показники:

- Площі посіву – 137,35 га.
- Середня врожайність – 40 т/га.

- Вихід соку із стебел сорго – 50% до маси сорго.
- Вихід напою – 83,5 % до маси соку.

За даними 2020 року вартість 1 т зеленої маси цукрового сорго становить 3250 грн. Враховуючи усі похідні дані середня очікувана собівартість напою становить 12 грн за л.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

6.1. Охорона праці і техніка безпеки на підприємстві

Охорона праці і техніка безпеки на підприємстві включають в себе комплекс заходів, метою яких є забезпечення безпеки і збереження здоров'я працівників, зайнятих виконанням своїх трудових обов'язків. Заходи з охорони праці мають бути спрямовані на запобігання травм працівників і виключення ситуацій, наслідком яких може стати нещасний випадок або аварія. При цьому на різних підприємствах вимоги техніки безпеки і комплекс необхідних заходів можуть відрізнятися в зв'язку з галузевими особливостями, але в цілому ж можна виділити загальні вимоги.

Вимоги щодо створення безпечних умов праці на робочих місцях

Охорона праці і техніка безпеки на підприємстві - це, перш за все, зона відповідальності керівника та відповідних служб організації.

Керівник зобов'язаний розробити внутрішню нормативну документацію, проводити інструктажі та перевірки знань відповідно до вимог законодавства, інформувати працівників про всі обставини, від яких залежить безпека на виробництві. Також зобов'язаний створити для працівників безпечні умови праці. Для цієї мети передбачається комплекс вимог:

- використання обладнання і конструкцій, що відповідають вимогам стандартів та іншої нормативної документації;
- дотримання термінів періодичних ремонтів та обслуговування обладнання;
- дотримання вимог пожежної та електробезпеки при оснащенні виробничих і офісних приміщень;
- установка необхідних захисних пристосувань і конструкцій;
- забезпечення достатньої освітленості, вентиляції, підтримання оптимального температурного режиму на робочих місцях;
- своєчасне усунення пилу і відходів виробництва;
- забезпечення працівників спецодягом і спецвзуттям, а також іншими засобами індивідуального захисту відповідно до специфіки виробництва;

- забезпечення працівників актуальними інструкціями по ТБ, наочними матеріалами;

- створення на робочих місцях і у виробничих приміщеннях всіх необхідних систем сигналізації, розміщення знаків безпеки і т.д.

Вимоги по підтримці безпеки на робочих місцях

Однією з пріоритетних завдань охорони праці та техніки безпеки є підтримка робочих місць і виробничих приміщень в безпечному стані. Для цієї мети ставляться такі вимоги:

- кожен працівник, незалежно від посади і місця роботи, несе відповідальність за підтримку порядку на своєму робочому місці;

- необхідно своєчасно прибирати сміття і утримувати робоче місце в чистоті;

- проходи, коридори, шляхи евакуації повинні залишатися вільними;

- прокладка кабелів в межах робочих місць повинна виконуватися з дотриманням вимог електробезпеки;

- при розливі або розсипання будь-яких речовин на робочому місці або в виробничих приміщеннях прибирання повинно бути проведена негайно.

Вимоги техніки безпеки до працівників підприємства

Забезпечення безпеки праці неможливо без безпосередньої участі самих співробітниками. Значна частина аварій і нещасних випадків на виробництві відбувається через порушення, що допускаються працівниками.

Всі працівники, незалежно від посади зобов'язані:

- знати особливості технологічного процесу на своєму робочому місці;

- знати і дотримуватися всі діючі вимоги щодо безпечної експлуатації обладнання на своєму робочому місці;

- володіти в повному обсязі знаннями в рамках інструктажів з охорони праці;

- носити прийняту на підприємстві уніформу, спецодяг, використовувати засоби індивідуального захисту;

- дотримуватися вимог техніки безпеки, що діють в виробничому підрозділі;
- знати і дотримуватися вимог, продиктованих знаками безпеки, встановленим на робочому місці;
- дотримуватися вимог пожежної безпеки та електробезпеки

6.2 Санітарні умови праці

Науково-дослідна робота виконувалась в лабораторних умовах. Наведені нижче санітарні умови праці є дійсними, як в лабораторіях так і на виробництві.

Підприємство повинно періодично організовувати за узгодженням з санітарно-епідеміологічними станціями проведення вимірювань параметрів шуму, вібрації, освітлення, загазованості, запиленості у виробничих приміщеннях.

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень має відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Рівні виробничого шуму не повинні перевищувати значень, встановлених ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Вібронебезпечне обладнання необхідно встановлювати у виробничому приміщенні з урахуванням забезпечення на робочих місцях гігієнічних норм вібрацій, згідно з ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» [14, 16, 21, 55, 61, 62].

6.2.1 Мікроклімат робочої зони

Основний нормативний документ, де наведено норми мікроклімату - ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".

Мікроклімат у приміщенні визначається такими параметрами:

- температурою повітря в приміщенні;
- відносною вологістю;
- рухливістю повітря;

- тепловим випромінюванням.

Ці параметри, що поодинці, що у комплексі впливає на організм людини (терморегуляцію та самопочуття).

При нормуванні мікроклімату календарний рік: поділяється тільки на два періоди: холодний період – тоді, коли середньодобова температура на С; теплий період – коли середньодобова відкритому повітрі нижча за +10 С і вище. Температура зовні будівлі становить +10.

Для визначення температури повітря в виробничих приміщеннях використовуються звичайний ртутний та спиртовий термометр, термопар або термоанемометр. Швидкість руху повітря в приміщеннях вимірюють приладами анемометрами: термоанемометрами, анемометрами крильчастими, індукційними.

Допустимі параметри мікроклімату робочої зони для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої:

- температура 17-23° С
- відносна вологість – 75%
- швидкість рухомого повітря – 0,4м/с. [14, 16, 21, 55, 61, 62].

6.2.2 Виробничий пил

Відносно повітря робочої зони повинні має відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Неотруйні виробничі пари, гази і пил в основному подразнюють організм і, проникаючи всередину організму через органи дихання, можуть викликати хронічні захворювання легень і дихальних шляхів (сюди відносять пил різного походження). До подразливого пилу відносять: мінеральний (азбестовий, кварцовий, вугільний, наждачний та ін.); металевий (залізний, чавунний, цинковий та ін.); деревний. Характер дії на організм людини виробничого пилу залежить: від його походження (органічний пил або неорганічний); розміру частинок.

Заходи захисту від пилу: Вентиляція (місцева і загальнообмінна); Герметизація джерел пилу разом з аспірацією (місцеве відсмоктування); Зволоження пилоподібних матеріалів; Брикетування і гранулювання пиловидних матеріалів; Засоби індивідуального захисту – респіратори, протигази, комбінезони, захисні окуляри

Методи визначення концентрації пилу на робочому місці. Вимірюється такими методами: Ваговий – ґрунтується на принципі отримання доважки аналітичного фільтру під час пропускання через нього певного об'єму досліджуваного повітря. Маса пилу в одиницях об'єму повітря визначається в мг/м³. Коніметричний, або розрахунковий оснований на попередньому виділенні пилу з повітря осадженням його на мокре скло за одиницю часу – і подальшим підрахунком числа частинок за допомогою мікроскопа. Концентрацію пилу визначають числом частинок, що наявні в одиниці об'єму повітря. Фотоелектричний метод визначення загального числа частинок пилу у визначеному об'ємі повітря визначають за різницею світлових потоків до і після проходження запиленого повітря. Під час пропускання запиленого повітря змінюється світловий потік. Електрометричний метод полягає в електризації аерозольних – частинок пилу в полі негативного коронового розряду та в подальшому вимірюванні електричного заряду, що накопичується на стінках вимірювальної камери і є пропорційним до вмісту пилу в повітрі [14, 16, 21, 55, 61, 62].

6.2.3. Вентиляція виробничих приміщень

Промислові вентиляційні системи для харчових виробництв висувають підвищені вимоги до проектування, виробництва і монтажу. Особливості пов'язані як із санітарно-гігієнічними нормами, так і зі специфікою виробництва: дрібнодисперсний пил, підвищені температура і вологість, усунення запахів.

Промислові вентиляційні системи – це комплекс необхідних дій для організації прийнятних умов роботи персоналу. Завдання вентиляції в цілому – це повітрообмін. А саме – видалення з приміщення зіпсованого повітря і заміна

його на чисте. Так само за допомогою промислової вентиляційної системи створюється необхідна температура і вологість повітря для комфортного самопочуття працівників.

Вентиляція – процес повітрообміну у виробничих приміщеннях, який забезпечує нормовані значення параметрів мікроклімату та чистоту повітря.

Системи вентиляції показані на рисунку 5.2.3

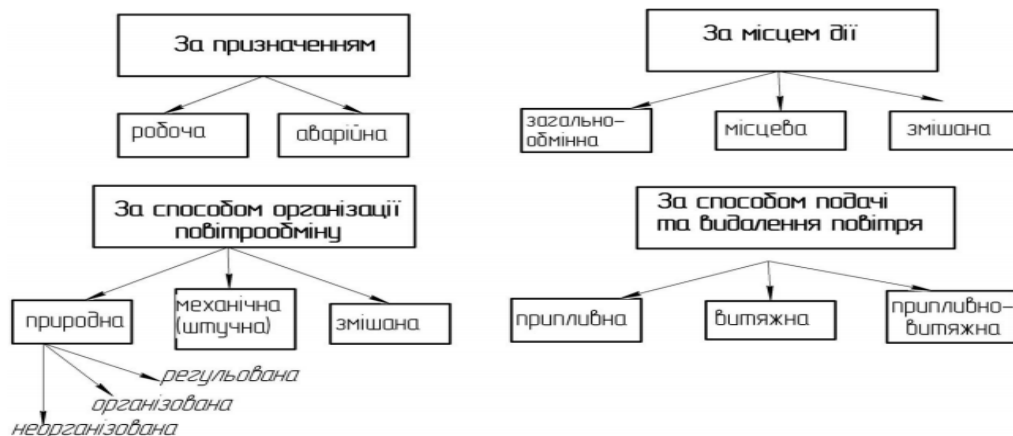


Рисунок 5.2.3 Системи вентиляції та їх класифікація

Класифікація пиловловлюючого обладнання подана в ДСТУ Б А.3.2-12:2009 ССБП Системи вентиляційні. Загальні вимоги".

Обладнання у якого під час використання виділяються волога, пил, має бути загерметизоване або обладнане відповідним місцевим вентиляційним пристроєм. Повітря, що виділяється місцевою вентиляційною установкою та містить пил, повинно бути очищено перед випуском його в атмосферу.

Обладнання, яке використовують для очищення від пилу повітря в системах вентиляції, кондиціонування та повітряного опалення, а також для захисту від забруднення пилом повітряного середовища будівель, споруд і прилеглих до них територій, метрополітенів, підрозділяється на наступні типи: – обладнання, яке використовують для очищення від зважених часток пилу повітря, що подається в приміщення системами припливної вентиляції, кондиціонування та повітряного опалення – повітряні фільтри; – обладнання, яке використовують для очищення від пилу повітря, що викидається в атмосферу системами витяжної вентиляції - пиловловлювачі.

Пиловловлююче обладнання в залежності від способу відділення пилу від повітряного потоку застосовують: – обладнання для уловлювання пилу сухим способом, при якому відділені від повітря частинки пилу осідають на суху поверхню; – обладнання для уловлювання пилу мокрим способом, при якому відділення частинок від повітряного потоку здійснюється з використанням рідин.

Кондиціонування повітря. Найбільш досконалою системою механічної вентиляції є кондиціонування повітря, яке застосовується для штучного створення оптимальних параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях або на робочих місцях. Створення та підтримання постійних чи змінюваних по заданій програмі визначених параметрів повітряного середовища проводиться автоматично незалежно від зміни зовнішніх метеорологічних умов та всередині приміщення (при частковій рециркуляції повітря) і здійснюється в спеціальних установках, які зветься кондиціонерами.

Аспіраційні системи харчових підприємств - передбачають при проектуванні технологічних процесів та окремих видів обладнання. Вони включають: – пристрій для забирання забрудненого повітря, – мережу повітроводів, – окремий фільтр чи апарат очистки повітря – витяжний вентилятор [14, 16, 21, 55, 61, 62].

6.2.4 Освітлення виробничих приміщень

Природне і штучне освітлення у виробничих і допоміжних приміщеннях повинно відповідати вимогам діючих СНиП II-4-79 "Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования".

Всі виробничі та допоміжні приміщення повинні бути максимально пристосовані, щоб використати природне освітлення. Світові отвори не мають бути загромаджені виробничим обладнанням, тарою, готовими виробами.

Важливе значення у роботі виробництва має правильне розміщення освітлення.

За видом джерела світла, освітлення, що використовуються промисловими підприємствами, може бути природнім (сонячним), штучним (лампи розжарювання або газорозрядні) і суміщеним (коли у світлі години - використовують обидва джерела світла одночасно).

Природне освітлення виробничих приміщень, прямим сонячним світлом, здійснюється через вікна у зовнішніх стінах або через ліхтарі (аераційні, зенітні, які встановлені на виробничих будівелях).

Головними джерелами світла для промислового освітлення є лампи розжарювання та газорозрядні лампи різноманітних типів

Також було встановлено, що більш ніж 20% нещасних випадків на виробництві стається через погане освітлення.

Отже, вимоги, які ставляться до раціонального освітлення:

- нормована освітленість робочого місця;
- рівномірне освітлення;
- відсутність тіні, особливо це стосується рухомої тіні, що може відобразитися на робочій поверхні;
- захист засліплюючої дії світла;
- правильний вибір напрямку світла.

Вибір типу світильників проводиться з урахуванням характеристики приміщення.

Для приміщень, стіни яких та стеля мають невисокі відбивальні властивості – світильники прямого світла. Якщо приміщення мають високі відбивальні властивості стелі та стін – світильники переважно прямого світла. В адміністративно-конторських приміщеннях – світильники розсіяного світла. Світильники повинні бути з необхідним ступенем захисту від умов зовнішнього середовища в місцях встановлення [14, 16, 21, 55, 61, 62].

6.2.5 Вібрація

Покращення умов праці та зростання продуктивності праці нерозривно пов'язані з проблемою зменшення вібрації на виробництві.

Проведення вимірювання, обробка їх результатів здійснюється в на підставі Державних санітарних норм виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації", ГОСТ 12.1.034-81 "ССБТ. Вибрация. Общие требования к проведению измерений" та для локальної вібрації по ГОСТ 12.1.042-84 "ССБТ. Вибрация локальная. Методы измерений".

Вібрація – це складний коливний процес пружних тіл, що характеризується періодичністю зміни амплітуди коливань, віброшвидкості, віброприскорення та частоти коливань.

Коли проектується виробниче приміщення, де буде розміщене обладнання, яке генерує шум та вібрацію, тоді має бути передбачено відповідні заходи для працівника, щоб уникнути шкідливі дії на них.

Тому:

- оснащення приміщень має бути обладнане звукоізоляційними матеріалами;
- має використовуватися амортизувальні пристосування при монтажі обладнання;
- обладнання повинно бути оснащене приладами, які гасять вібрацію;
- використання індивідуальних засобів захисту [14, 16, 21, 55, 61, 62].

6.2.6 Шум

Граничні величини шуму на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку». Еквівалентні рівні шуму на робочих місцях не повинні перевищувати 80 дБА.

Захист працюючих від шуму можна забезпечувати, як колективними засобами та методами, так і індивідуальними. Заходи та засоби колективного захисту, що зменшують шум на шляху його поширення: архітектурно-планувальні – раціональне розміщення будівель і споруд на території

підприємства; раціональне розміщення технологічного устаткування; раціональне розміщення робочих місць; раціональне акустичне розміщення зон і режимів руху транспортних засобів та потоків; створення шумозахисних зон; акустичні – засоби звукоізоляції; засоби звукопоглинання; засоби віброізоляції; засоби демпфірування; глушники шуму [14, 16, 21, 55, 61, 62].

6.2.7 Заходи з пожежної профілактики

Пожежна безпека підприємства повинна відповідати вимогам Закону України «Про пожежну безпеку», «Правил пожежної безпеки в Україні» та вимогам відповідних нормативних актів.

Пожежна безпека підприємства – це такий стан промислового об'єкту, при якому виключається можливість пожежі, а у разі її виникнення запобігається вплив на людей небезпечних факторів та забезпечується захист матеріальних цінностей, згідно ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терmini та визначення основних понять». Тому виконання правил пожежної безпеки на підприємствах є обов'язковими для всіх посадових осіб та громадян, згідно НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

У кожному підрозділі (цеху, майстерні, лабораторії чи іншому приміщенні) повинна бути опрацьована інструкція щодо заходів пожежної безпеки і схема евакуації людей з приміщення, затверджена власником, вивчена у системі виробничого навчання та вивішена на видному місці.

У виробничих, адміністративних і побутових будівлях підприємства не дозволяється:

а) виконувати прибирання приміщень з використанням бензину, гасу та інших легкозаймистих та горючих рідин;

б) оббивати стіни машинописних бюро, службових кабінетів, обчислювальних центрів та подібних приміщень горючими тканинами, не просоченими вогнезахисними сумішами;

в) відігрівати трубопроводи у разі їх замерзання паяльними лампами або іншими засобами з застосуванням відкритого вогню;

г) проводити перепланування приміщень без узгодження з органами державного пожежного нагляду.

Усі речовини, що зберігаються (застосовуються) на підприємствах, повинні мати показники їх пожежної небезпеки за вказівкою вогнегасильних речовин, які слід застосовувати при гасінні. Застосування матеріалів і речовин, на які відсутні показники пожежної небезпеки, не дозволяється.

Водопровідна мережа, на якій встановлене пожежне обладнання має забезпечувати необхідний напір та пропускати відповідну кількість води для пожежогасіння. Якщо недостатньо напору на об'єктах повинні встановити насоси-підвищувачі.

У приміщенні пожежної насосної станції повинні бути вивішені:

- загальна схема протипожежного водопостачання;
- схеми спрінклерних і дренчерних установок підприємства і інструкції з їх експлуатації. На засувках і пожежних насосах-підвищувачах повинно бути вказано їх призначення.

Виробничі, адміністративні, складські і допоміжні будівлі та приміщення повинні бути забезпечені засобами гасіння пожеж та зв'язку (пожежна сигналізація, телефони) для негайного виклику пожежної допомоги у випадку виникнення пожежі.

Евакуаційні шляхи повинні забезпечувати безпечну евакуацію всіх людей, які знаходяться в приміщеннях будівель, через евакуаційні виходи.

У випадку пожежі обов'язково повинно бути розміщено на видному місці схема або план евакуації працівників. Кількість евакуаційних виходів з будівлі (поверху) має бути розрахована відповідно нормативних документів, але обов'язково має бути не менше двох.

6.1. Техніка безпеки під час проведення дослідження

1. Перш ніж почати роботу з якими-небудь речовинами, кожен

співробітник повинен ознайомитися із властивостями цієї речовини і з правилами безпечної роботи з ними.

Забороняється:

- збереження і прийом їжі на робочих місцях;
- працювати на несправних приладах і устаткуванні;
- залишати без нагляду працюючі прилади й установки.

2. Робоче місце повинне бути добре освітлено, у чистоті та порядку. Не допускати його захащення зайвими предметами, приладами і реактивами.

3. Усі прилади й апарати повинні міститися в чистоті, систематично протиратися від пилу і бруду.

4. Усі роботи, пов'язані з виділенням шкідливих парів, що погано пахнуть, і газів, повинні проводитися у витяжних шафах, що забезпечують повне видалення газів. У витяжну шафу повинні входити тільки руки працюючого. По закінченні роботи скло витяжної шафи опустити до кінця.

5. Концентровані кислоти: сірчану, азотну, соляну, оцтову й інші варто тримати в склянках із притертими пробками і бажано з притертими ковпачками поверх пробок.

6. Концентровані кислоти, розчини лугів, крезолу, ксиленолу й інших отруйних рідин, чи рідин, що дають опіки наливати із сулії в лабораторну тару тільки через лійку.

7. При розливі кислот, лугів і ін. шкідливих і отруйних речовин необхідно засипати рідину піском, зібрати за допомогою совка в цебро і видалити в спеціально відведене місце на вулиці.

8. Робота з легкозаймистими рідинами (ЛЗР). Перегонку і нагрів ЛЗР із температурою кипіння нижче 800 °С проводити на водяній лазні, ЛЗР і пальні речовини з температурою кипіння вище 800 °С - на відкритому вогні. Олія чи гліцерин, уживані для нагрівання в лазнях, повинні бути попередньо прокип'ячені.

9. Забороняється зберігати в робочих столах легкозаймисті речовини (спирт, ацетон, ефір і ін.) у кількості більш добової витрати й у тонкостінному посуді

10. Під час роботи з отруйними речовини, концентрованими кислотами та луками, фенолом, органічними розчинниками та ін., необхідно користуватись захисних окулярами, респіраторами або ін.

11. Якщо необхідно понюхати речовини, які мають запах, необхідно легким рухом долоні руки направити струмінь повітря від судини до себе.

12. Відпрацьовані розчини, залишки кислот, сірчастих з'єднань, з'єднань ртуті і срібла, розчини, що містять йод і т.д. зливають у спеціальні банки. Не можна зливати ці розчини в раковини, які з'єднані загальною системою каналізації.

13. Не допускається викидати в каналізацію реактиви, зливати в неї розчини, ЛЗР. їх необхідно зливати для наступного знешкодження в скляну тару з кришкою ємкістю не менш 3 л.

14. Забороняється зберігати будь-яке устаткування на шафах і в безпосередній близькості від реактивів і розчинів.

15. Робота з хімічними речовинами без спецодягу і наявності необхідних засобів захисту очей, органів дихання, шкірних покривів забороняється.

16. Робота зі скляним посудом. Весь посуд, у якому знаходяться хімічні речовини, повинен мати маркування.

Для попередження пошкоджень при роботі зі скляним посудом необхідно: оплавляти кінці скляних трубок; зразу прибирати зі столу скlobій та відходи скла. При митті посуду, щоб не пробити дно або стінку необхідно на оголений дротовий йорж або кінець скляної пальчик надіти шматок гумової трубки.

РОЗДІЛ 7. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

У Кодексі цивільного захисту України вказано: «Цивільний захист - це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період. Вона базується на матеріальних і людських ресурсах держави і покликана здійснювати захист населення та рятувні роботи на території всієї України » [31].

Класифікація надзвичайних ситуацій (НС) на території України за походженням здійснюється відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 15 липня 1998 р. № 1099 "Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій", Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій, Державного класифікатора надзвичайних ситуацій, затвердженого наказом Держстандарту України від 19 листопада 2001 р., та Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій, затверджених наказом МНС України від 19 квітня 2003 р. № 119.

Метою класифікації НС є створення ефективного механізму оцінювання події, що відбулася або може відбутися у прогнозований термін, та визначення ступеня реагування на відповідному рівні управління.

Причина виникнення аварійної ситуації на виробництві харчової промисловості можуть бути вибухи, пожежі, а як наслідок – руйнування, пошкодження будівель, споруд, техніки, обладнання, вихід із ладу, ліній зв'язку, енергетичних та комунікаційних споруд, нещасні та смертельні випадки серед обслуговуючого персоналу та населення.

Якщо розглядати аварії за галузевою ознакою, які характерні для підприємств харчової промисловості, то на *підприємствах пиво-безалкогольної промисловості* використовуються різноманітні хімічні речовини, як вихідні або допоміжні матеріали у технологічному процесі. Багато з цих речовин є токсичними. Такі як хлор, аміак, сірчаний ангідрид, окис вуглецю належать до сильнодіючі отруйні речовини (СДОР).

Виробничі аварії на підприємствах харчової промисловості - раптова зупинка або порушення устанавленого виробничого процесу на промисловому об'єкті, транспорті, які призводять до пошкодження або знищення матеріальних цінностей, травмування або загибелі людей. У ряді випадків аварії супроводжуються вибухами, пожежами, зараженням довкілля хімічними отруйними, радіоактивними речовинами і можуть мати катастрофічні наслідки: загибель людей, зруйновані будинки, споруди, заражене довкілля [14].

Аварії у системі електропостачання. Основні причини:

- пошкодження основного чи допоміжного устаткування (вимикачі, генератори, двигуни, трансформатори, лінії електропередачі тощо);
- пошкодження і неправильне спрацьовування комутаційних і автоматичних обладнань (пристрої релейного захисту, апаратів вторинної комутації);
- пошкодження і помилкові показники вимірювальних приладів, що зумовлює неправильну інформацію.

Безаварійність роботи системи електропостачання підприємств досягається не тільки технічними, а і організаційними заходами.

Основні з них: постійний нагляд і контроль за роботою обладнання; суворе дотримання режимів його роботи та технічних параметрів; усунення будь-яких відхилень параметрів під час експлуатації електрообладнання; неухильне дотримання інструкцій щодо обслуговування устаткування в нормальній роботі, під час пусків і зупинів; своєчасне профілактичне обслуговування устаткування [14, 21, 31, 45].

Аварії у системі газопостачання. Основні причини:

- раптове порушення нормальної роботи газопроводів, газового обладнання;
- вибух газоповітряної суміші. Тиск у момент вибуху газоповітряної суміші може дорівнювати 700—800 кПа.

Безаварійність роботи забезпечується: - своєчасне вимкнення системи подачі газу під час загрози стихійного лиха (буревію, землетрусу, повені),

раптового повного припинення подачі газу, несправності газопускового агрегату, проникнення газу в приміщення цеху, під час пожежі, вибуху та загрози їх виникнення; - своєчасне виявлення газу у повітрі, визначення місць витікання газу і негайне його усунення [14, 21, 31, 45].

Аварії у мережах теплопостачання. Причинами:

- розриви і пошкодження труб, порушення герметичності фланцевих з'єднань, витікання пари, води у місцях розміщення регулюючої апаратури, сальникових компенсаторів;

- надвеликі виробничі аварії в системах теплопостачання пов'язані з руйнуванням, ушкодженням або несправністю котельних агрегатів.

Для забезпечення безаварійної надійної роботи котлів слід підтримувати нормальний рівень води у котлах, температуру перегріву пари та води в установлених межах, нормальну роботу газових пальників, негайну безаварійну зупинку котла [14, 21, 31, 45].

Аварії у системі водопостачання. Такі аварії можуть спричинити появу вторинних небезпечних явищ - затоплення підвалів й інших заглиблених споруд, де встановлено енергетичне устаткування, розміщено сховища, протирадіаційні укриття, встановлено енергетичне обладнання або зберігаються матеріальні цінності.

Для системи водопостачання підприємств найхарактерніші аварії на трубопроводах і в арматурі водопровідної мережі. Ці аварії пов'язані переважно з пошкодженням розтрубних з'єднань і зварених стиковок, переломами труб, появою свищів і тріщин.

Безаварійність роботи системи водопостачання підприємств досягається своєчасним виявом аварійних-ситуацій і швидкої її ліквідації, екстремим вимкненням насосної станції, будівництвом резервних заглиблених місткостей, завчасним створенням автономних джерел водопостачання [14, 21, 31, 45].

Аварії від вибухів промислового пилу. Для того щоб вибух стався, необхідні дві умови: наявність вибухонебезпечної пилоповітряної суміші й джерела її займання.

Профілактичні заходи мають бути спрямовані на усунення можливості виникнення названих умов і особливо можливості їх одночасної і сумісної появи. Отже, для попередження пилових вибухів на підприємствах необхідно ліквідувати вибухонебезпечну пилоповітряну суміш чи зняти можливість її утворення у виробничих приміщеннях; виключити наявність потенціальних джерел займання чи можливість їх виникнення.

Максимально можливе зниження запилювання виробничих підприємств досягається: зменшенням пиловиділення з технологічного і транспортного обладнання його герметизацією; зменшенням пиловиділення у виробничих приміщеннях аспірацією технологічного і транспортного обладнання; систематичним і своєчасним прибиранням пилу у виробничих приміщеннях. З метою зниження руйнівної сили вибуху у вибухонебезпечних приміщеннях підприємств слід забезпечувати умову для швидкого скиду тиску повітря, для чого люки, вікна, двері мають самі розчинятися під тиском повітря, а окремі ділянки аспірації і вимикатися системою засувок [14, 21, 31, 45].

Аварії від вибухів газоповітряних сумішей. Одним із можливих пожежо- і вибухонебезпечних об'єктів на підприємствах є склади рідкого палива. Як правило, мазут зберігають у наземних сталевих резервуарах місткістю понад 3000 т. Для зменшення небезпечного впливу наслідків аварії на складах паливномастильних речовин наземні резервуари розміщують на ділянках, оточених валом. Ділянка має бути розрахована на вилиття мазуту з найбільшої місткості. Кожну місткість оснащують покажчиком рідини, витяжною трубою з вогнезахистом, сифонним краном для спускання сміття і води, зовнішніми сходами, замірним люком, люком-лазом і змійовиком для підігрівання (при зберіганні важкого палива). На дахах підземних резервуарів висота витяжних труб має бути не менше 2 м. Мазутопроводи виконують наземними. Мазутні насосні станції розміщують у будівлях не нижче третього ступеня вогнестійкості. Не допускається скупчення і застій мазуту. Підземні резервуари і мазутонасосні станції мають бути обладнані системою пожежогасіння

Вибухонебезпечні приміщення на спиртових і виноробних заводах, на заводах безалкогольних напоїв, склади спирту, спиртових настоянок і есенцій. Тому приймання, зберігання, виробництво спирту, вина, відпускання спирту, настоянок і есенцій слід проводити у суворій відповідності з інструкцією про заходи пожежної безпеки на таких підприємствах [14, 21, 31, 45].

Аварії з викидом (виливом) СДОР в атмосферу. На підприємствах харчової промисловості використовують як вихідні або допоміжні матеріали в технологічному процесі різні хімічні речовини.

Утримують СДОР на виробничих майданчиках або транспортних засобах у стандартних місткостях. Такими можуть бути алюмінієві, залізобетонні й сталеві оболонки, газові балони. На підприємствах в технологічних лініях і установках використовують ресивери - місткості, в яких підтримується певний тиск відповідно до вимог технології.

Найчастіше на підприємствах виробничий персонал має справу з посудинами високого тиску у вигляді різноманітних балонів. Вони бувають різних розмірів, пофарбування і призначені для зберігання стиснутих скраплених і розчинених під тиском газів. Наземні резервуари, як правило, розміщують групами. В кожній групі передбачають резервну місткість для перекачування СДОР у разі її витікання з будь-якого резервуару. Для кожної групи наземних резервуарів по периметру обладнують замкнуте обвалування або загороджувальну стінку негорючих і корозійностійких матеріалів заввишки не менше 1 м. Внутрішній об'єм обвалованої території розраховують практично на повний об'єм групи резервуарів. Відстань від резервуарів до основи обвалування або загороджувальної стінки беруть таким, що дорівнює половині діаметра ближчого резервуара, але не менше за 1 м.

Відстань від складів СДОР місткістю понад 8000 м³ до населених пунктів має бути не менше за 1 км. Відстань від складів з наземним розміщенням резервуарів до місць масового скупчення людей (стадіонів, ринків, парків) збільшується вдвоє.

Зберігають СДОР на складах підприємств: у резервуарах під великим тиском (у даному разі розрахунковий тиск резервуара відповідає тиску пари продукту над рідиною при максимальній температурі навколишнього середовища); у закритих місткостях при температурі навколишнього середовища (характерно для висококиплячих рідин); у ізотермічних сховищах при тиску, близькому до атмосферного (низькотемпературне зберігання) або до 1 Па (ізотермічне сховище, з використанням кульових резервуарів великої місткості). Місткості мають штучно охолоджуватись. Тиск насиченої пари скраплених газів залежить від температури: що нижча температура, то менший тиск пари. Якщо штучно охолодити аміак до $-33,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, рідкий пропан до $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, то тиск пари цих продуктів наблизиться до атмосферного. Саме спосіб зберігання СДОР визначає їх поведінку під час аварії (пошкодженні, руйнуванні оболонок місткостей) [14, 21, 31, 45].

7.1. Захист виробничого персоналу в умовах надзвичайних ситуацій

Повинно здійснюватися :

- інформування та оповіщення;
- спостереження та контроль лабораторний;
- укриття у захисних спорудах;
- евакуацію;
- інженерний захист;
- медичний захист;
- біологічний та екологічний захисти;
- радіаційний та хімічний захист [методичка].

У даний час основними способами захисту виробничого персоналу, є:

- укриття в захисних спорудах;
- проведення евакуаційних заходів;
- використання засобів індивідуального захисту.

При загрозі НС, основні заходи, які спрямовані на захист працівників тощо.

1 . Оповіщення адміністрації, робітників та службовців підприємства щодо НС проводиться за заздалегідь розробленою схемою.

При отриманні інформації про надзвичайну подію вмикають сирени, виробничі гудки, що буде означати подання попереджувального сигналу «*Увага всім!*». Кожний працівник підприємства повинен знати сигнали оповіщення цивільного захисту та вміти правильно діяти в умовах загрози та виникнення НС.

2. На випадок виникнення НС, пов'язаної із загрозою або початком забруднення повітря хімічно небезпечною чи радіоактивною речовиною всі працівники підприємства підлягають укриттю в захисній споруді цивільного захисту.

3. Для термінового укриття працівників у разі забруднення хімічно-небезпечною речовиною використовуються загерметизовані приміщення, забезпечується перебування у них без подачі повітря протягом визначеною кількістю годин.

4. При отриманні інформації про радіоактивну небезпеку працівники укриваються в приміщенні, яке забезпечує захист осіб, що переховуються від ураження іонізуючим випромінюванням при радіоактивному зараженні.

5. Отримавши повідомлення про початок евакуації, з собою слід взяти: засоби індивідуального захисту (протигази, респіратори, протипилову тканинну маску або ватно-марлеву пов'язку, одяг і взуття, пристосовані для захисту шкіри) [14, 21].

Додержання протиепідемічних заходів при загрозі розповсюдження небезпечних інфекційних захворювань

1. Якщо на території підприємства або поблизу нього виникла небезпека розповсюдження особливо небезпечних інфекційних захворювань, усі працівники повинні суворо виконувати вимоги санітарно-епідеміологічної служби щодо проведення термінової профілактики та імунізації, ізоляції та лікування виявлених хворих, дотримуватися режиму із запобігання розповсюдженню інфекції.

2. За необхідністю працівники, які прибули на роботу, повинні проходити санітарну обробку, дезінфекцію або міняти одяг, а водіям транспортних засобів - здійснювати спеціальну обробку автотранспорту, а також

виконувати інші вимоги та заходи, які перешкоджають розповсюдженню особливо небезпечних інфекційних захворювань [14, 21].

Особливості дій працівників при деяких надзвичайних ситуаціях

При загрозі хімічного ураження оповіщаються усі працівники та відвідувачі, які знаходяться на території підприємства.

Вентиляційні установки та кондиціонери терміново виключаються, закриваються вікна, двері, кватирки, приміщення герметизуються. Вихід із будівлі й вхід до неї припиняється до особливого розпорядження.

Працівникам видаються засоби індивідуального захисту, одночасно вживаються заходи із забезпечення відвідувачів ватно-марлевими пов'язками.

При виявленні у приміщенні, де укриваються працівники, хімічно небезпечної речовини працівники повинні вийти або залишити зону забруднення. Виходити із зони необхідно тільки у засобах індивідуального захисту та рухатися в напрямку, перпендикулярному напрямку вітру [14, 21].

При виникненні пожежі на підприємстві всі працівники зобов'язані суворо виконувати вимоги Інструкції з пожежної безпеки, евакуацію проводити згідно з Планом евакуації.

При радіоактивному забрудненні території підприємства або при загрозі забруднення всі працівники повинні уважно слідкувати за мовним повідомленням управління з питань надзвичайних ситуацій, яке передається по радіо та телебаченню після попереджувального сигналу «Увага всім», за інформацією інших засобів масової інформації про обстановку в місті та суворо виконувати рекомендації із захисту від радіоактивного зараження.

Відповідальний працівник організовує на території підприємства контроль за радіаційною обстановкою за допомогою побутового дозиметру та постійно інформує про результати вимірювань адміністрацію підприємства, управління з питань надзвичайних ситуацій.

При перевищенні гранично припустимих норм опромінення організується облік доз опромінювання, відповідальним за виконання цього заходу.

Скорочується до мінімуму вхід у будівлю та вихід з неї та контролюються відповідальним за дотриманням режиму поведження й роботи працівників, який дозволяє максимально понизити наслідки радіоактивного опромінення.

При загрозі або виникненні катастрофічних стихійних лих працівник підприємства по розпорядженню адміністрації повинен зупинити виробництво, виконати необхідні протипожежні заходи, відключити від електромережі електрообладнання, підготуватися до евакуації або вивезення до безпечного місця найбільш цінних матеріальних засобів.

Якщо з'явилися постраждалі, їм надається перша медична допомога із залученням санітарних дружин або постів підприємства, вживаються заходи з госпіталізації постраждалих до медичних закладів.

Відповідальний працівник постійно слідкує за інформацією, яку надає управління з питань надзвичайних ситуацій, про обстановку в місті та доводить її до адміністрації й персоналу підприємства [14, 21, 31, 45].

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі були охарактеризовані сучасні напрями у створенні ферментованих безалкогольних напоїв підвищеної харчової цінності з рослинної сировини, зокрема з цукрового сорго.

За існуючою розробленою технологією безалкогольного напою з даної рослинної сировини зброджування сусла з СЦС здійснюється за допомогою пивоварних дріжджів за температур 12-15⁰ С з подальшим доброджуванням.

У запропонованій в даній магістерській роботі для зброджування сусла з СЦС використовується закваска ТМ «Віво», яка містить мікроорганізми – пробіотики: пивоварні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси 11 і молочнокислі бактерії *Streptococcus thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii*ssp. *Bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*.

У роботі удосконалено процес приготування сусла із застосуванням ФП DIAZYME® X4 амілолітичної дії та LAMINEX® Super целлюлолітичної дії.

Визначено оптимальні кількості та умови застосування даних ферментних препаратів, які дозволяють максимально знизити в'язкість сусла та повністю прогідролізувати крохмаль сировини.

Встановлено умови пастеризації сусла, які забезпечують максимальне зниження мікрофлори середовища.

У результаті експериментальних досліджень було підібрано оптимальні параметри приготування сусла з соку цукрового сорго та проведено оцінку його якісного складу.

У результаті досліджень визначено кількість закваски ТМ «Віво», яка вноситься у середовище для бродіння – від 0,15 до 0,25% від об'єму середовища та встановлено оптимальні умови зброджування – температура 28⁰С, тривалість процесу – 12 год.

Визначено фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники готових напоїв. Побудовано принципову схему удосконаленої технології виробництва безалкогольного напою на основі соку цукрового сорго.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азарскова А. В. Применение ультразвуковых методов в пищевой инженерии и технологии. *Пищевая промышленность*. 2000. № 9. С. 32–34.
2. Бибик И. В. Научное обоснование количества внесения дигидрохлорквас при разработке технологии кваса «Виноградный». *Техника и технология пищевых производств*. 2014. № 1. С. 5–10.
3. Бобрівник Л. Д. Хімічні процеси виробництв сахаридів : монографія. Київ : Експрес–Поліграф, 2014. 268 с.
4. Бобровник Л. Д., Лезенко Г. А. Углеводы в пищевой промышленности. Киев : Урожай, 1991. 112 с.
5. Вирощування біоенергетичних культур : монографія / М. Я. Гументик та ін. // за ред. М. Я. Гументик. Київ: ЦП «Компринт», 2018. 179 с.
6. Волкова П. А., Шипунов А. Б. Статистическая обработка данных в учебно–исследовательских работах : учеб. пособие. Москва : Экспресс, 2008. 60 с.
7. Востоков А.И. Несвекловичные сахароносы и производство из них сахара. Москва, Пищепромиздат, 1952. 72 с.
8. Вуколов Э. Л. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL : учеб. пособие. Москва : ФОРУМ, 2008. 464 с.
9. Ганженко О. М., Зиков П. Ю. Вплив способів отримання соку зі стебел цукрового сорго на його вихід та якість *Цукрові буряки*. 2014. № 5. С. 14–16.
10. Гаркавий В. К., Ярова В. В. Математична статистика : навч. посібник. Київ : Професіонал, 2004. 484 с.
11. Грегірчак Н. М. Мікробіологія харчових виробництв : лаб. практикум : навч. посібник. Київ : НУХТ, 2009. 302 с.
12. Григоренко Н. О., Даниленко С. В., Штангеева Н. І. Дослідження зміни технологічної якості соку *Sorghum Saccharatum* у процесі зберігання стебел. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 11. С. 48–55.

13. Григоренко Н. О. Удосконалення технології харчового сиропу із цукрового сорго : автореф. дис. на здобуття нпук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.05 «Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння». Київ, 2010. – 21 с.

14. Гуць В. С., Євтушенко О. В., Сірик А. О. Основи охорони праці : конспект лекцій для студентів освітнього ступеня "бакалавр" спеціальності 241 «Готельно–ресторанна справа» денної та заочної форм навчання. Київ : НУХТ, 2016. 110 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/55.29.pdf> (дата звернення: 16.09.2020).

15. Даниелян Л. Т. Чайный гриб (Kombucha) и его биологические особенности. Москва : Медицина, 2005. 176 с.

16. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039–99 : постанова Головного державного санітарного лікаря України України № 39 від 01. 12. 99 р. *Верховна Рада України* : вебсайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282–99#Text> (дата звернення: 08.10.2020).

17. Домарецький В. А. Прибильський В. Л., Михайлов М. Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини : підручник. Вінниця : Нова книга, 2005. 408 с.

18. Дослідження мікробіологічних і фізико–хімічних показників сусла в технології ферментованих безалкогольних напоїв на основі натуральної рослинної сировини / Д. Д. Карпутіна, С. М. Тетеріна, М. В. Карпутіна, А. В. Короленко. *Наукові праці НУХТ*. 2014. № 6, Т. 20. С. 49–55.

19. Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створення спектра флейвору (ISO 6564:1985, IDT) : ДСТУ ISO 6564:2005. [Чинний від 2005–05–25]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 9 с. (Національний стандарт України).

20. Дослідження сенсорне. Словник термінів (ISO 5492:1992, IDT) : ДСТУ ISO 5492:2006. [Чинний від 2007–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 37 с. (Національний стандарт України).

21. Євтушенко О. В., Сірик А. О. Основи охорони праці : підручник. Київ : НУХТ, 2020. 378 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/57.142.pdf> (дата звернення: 12.10.2020).
22. Жумабекова Б. К., Жумабекова К. А. Технология получения чайного кваса с добавлением экстракта душицы. *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2 (11). С. 2370–2373.
23. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства : підручник / С. В. Іванов та ін. Київ : НУХТ, 2012. 487 с.
24. Карпутина Д. Д., Карпутина М. В., Фролова Н. Е. Новое направление в использовании сахарного сорго. *Пищевая наука, техника, технологии* : материалы научной конференции с международным участием, 18–19 октября 2013 г., г. Пловдив. 2013. С. 464–468.
25. Карпутіна Д. Д., Фролова Н. Е., Олійник С. І. Обґрунтування перспективності використання цукрового сорго в технології оздоровчих ферментованих напоїв. *Харчова наука і технологія*. 2014. № 4. С. 9–13.
26. Карпутіна Д. Д., Фролова Н. Е., Мельник І. В. Цукрове сорго – перспективна сировина в індустрії напоїв. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2013. Вип. 44(2). С. 282–285.
27. Карпутіна М. В., Харгелія Д. Д., Романова З. Н. Інтенсифікація процесу приготування суслу з цукрового сорго в технології безалкогольних напоїв. *Научный взгляд в будущее*. 2020. Вип. 16, Т. 2. С. 16–19.
28. Карпутіна М. В., Харгелія Д. Д. Нешкідливі технології у виробництві безалкогольних напоїв з натуральної рослинної сировини. *Наукові праці НУХТ*. 2016. Т. 22, № 6. С. 220–227.
29. Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови (ГОСТ 908–2004, IDT) : ДСТУ ГОСТ 908:2006. [На заміну ГОСТ 908–79 ; чинний від 2007–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 44 с. (Національний стандарт України).

30. Ковальчук В. П., Григоренко Н. О., Костенко О. І. Цукрове сорго – цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії. *Цукрові буряки*. 2009. № 6. С. 6–7.
31. Кодекс цивільного захисту України № 5403–VI. [Чинний, поточна редакція від 16.10.2020 р.]. *Верховна Рада України* : вебсайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 16.10.2020).
32. Кухаренко А. А. Ультразвуковая предподготовка растительного сырья в производстве этанола. *Аграрная наука*. 2000. № 3. С. 30–34.
33. Ляшенко Н. И. Биохимия хмеля и хмелепродуктов. Житомир : Полесье, 2002. 388 с.
34. Левченко Ю. В. Удосконалення технології квасу за рахунок додавання рослинної сировини місцевого походження. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2009. № 1. С. 86–88.
35. Литвинов М. В. Обоснование параметров и режима работы вальцевых рабочих органов при отжиме сока из стеблей сахарного сорго : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.20.01. зерноград, 2008. – 20 с.
36. Литовченко А. М., Тюрин С. Г. Вина, соки и напитки с вашего сада. Днепропетровск : Січ, 2000. 134 с.
37. Ляшенко Н. И., Михайлов Н. Г., Рудык Р. И. Физиология и биохимия хмеля. Житомир : Полесье, 2004. 405 с.
38. Мелетьев А. Є., Годосійчук 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.
39. Методичні рекомендації до виконання магістерської роботи : для студентів спеціальності 6.051701106 «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання / уклад. : А. М. Куц, П. Л. Шиян, Ф. Є. Мелетьєв ; Нац. ун–т харч. технол. Київ : НУХТ, 2015. 39 с.
40. Мілорава О. В. Розробка електрофізичних методів здобування соку із стеблів цукрового сорго як компонента консервованих харчових продуктів :

автореф. дис... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.18.13 «Технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів». Одеса, 1996. 22 с.

41. Мосюк Л. І. Перспективи створення ферментованого напою з кульбаби лікарської (*Taraxacum Officinale* Wigg.). *ISCIENCE.IN.UA. Актуальные научные исследования в современном мире* : Международная научная конференция, 26–27 ноября, 2016 г. 2016. Вып. 11(19). С. 25–29.

42. Мукоїд Р. М., Іванов Є. І., Василів В. П. Виготовлення квасу з нетрадиційної сировини. *Біоресурси та природокористування*. 2018. Том 10, № 3–4. С. 235–240.

43. Нетрадиційна сировина в технології квасу бродіння / М. К. Карпутіна та ін. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Т. 25, № 1. С. 180–188.

44. Новые технологии производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки / С. В. Демченко и др. *Известия ВУЗов. Пищевая технология*. 2008. № 2–3. С. 20–23.

45. Основи охорони праці : підручник / К. Н. Ткачук та ін. // за ред. К. Н. Ткачука, М. О. Халімовського. 2-ге видання, доп. та перер. Київ : Основа, 2006. 448 с.

46. Оцінка якісних показників цукрового сорго сорту Нектарний і гібриду Медовий у технології ферментованих напоїв оздоровчого напрямлення / Д. Д. Карпутіна та ін. *Наукові праці НУХТ*. 2015. Т. 21, № 3. С. 228–235.

47. Патент 2210952 С2 РФ МПК, А 23 L 2/00, А 23 L 2/38, А 23 L 2/52, А 23 L 2/58. Безалкогольний напиток «Мелиссовый» / Б. Н. Огарков, Г. Р. Огаркова, Л. В. Самусенок, Т. Н. Алексеева, А. В. Орещенко. № 2000122469А ; заявл. 25.08.2000 ; опубл. 20.09.2002 ; RU2210952С2 ; опубл. 27.08.2003.

48. Патент 27276 МПК С13D 1/02 (2006.01) Спосіб отримання харчового сиропу із цукрового сорго / Н. І. Штангеева, О. В. Грабовська, В. О. Штангеев, Н. О. Григоренко ; власник Національний університет харчових технологій. u200706341 ; заявл. 07.06.2007 ; опубл. 25.10.2007, Бюл. № 17.

49. Прибильський В. Л., Мельник І. В., Омельчук С. В. Використання нетрадиційної рослинної сировини в технологіях ферментованих напоїв. *Харчова наука і технологія*. 2014. № 3. С. 47–51.

50. Прибильський В. Л., Косоголова Л. О., Лиса А. С. Напої із застосуванням медової сировини та їхні композиції з хмелем. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2008. Вип. 3–4. С. 128–131.

51. Прибильський В. Л. Розробка ефективних технологій біологічно активних ферментованих напоїв : дис... д-ра техн. наук: 05.18.07 «Технологія продуктів бродіння». Київ, 2004. 234 с.

52. Прибильський В. Л., Домарецький В., Мисан Г. Ферментовані напої з оздоровчою дією. *Харчова і переробна промисловість*. 2002. № 4–5. С. 20–22.

53. Применение овощного сока в квасном производстве / Е. А. Цед и др. *Международный аграрный журнал*. 1999. № 7. С. 56–57.

54. Про затвердження Державних санітарних норм і правил для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої ДСанПіН 4.4.4.–152–2008 : наказ МОЗ України № 811 від 11 грудня 2007 р. *Верховна Рада України* : вебсайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1411-07#Text> (дата звернення: 07.10.2020 р.).

55. Про охорону праці : закон України № 2695–ХІІ від 14 жовтня 1992 р. *Верховна Рада України* : вебсайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 23.09.2020).

56. Продукція безалкогольної промисловості. Методи визначення органолептичних показників та об'єму продукції : ДСТУ 7099:2009. [Зі скасуванням чинності ГОСТ 6687.5–86 ; чинний від 2011–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 15 с. (Національний стандарт України).

57. Продукція безалкогольної промисловості. Методи визначення сухих речовин : ДСТУ 4855:2007. [На заміну ГОСТ 6687.2–90 ; чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 14 с. (Національний стандарт України).

58. Розроблення ферментованих напоїв на основі цукрового сорго та концентрату яблучного соку / Д. Д. Карпутіна, Н. Е. Фролова, К. Є. Королюк, І. В. Мельник. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2015. Вип. 15, Т. 1. С. 249–257.
59. Помозова В. А. Производство кваса и безалкогольных напитков : учеб. пособие. С.Пб. : Гиорд, 2006. 192 с.
60. Рудавська Г. Б., Тищенко Є. В., Притульська Н. В. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення : монографія. Київ : КНТЕУ, 2002. 371 с.
61. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037–99 : постанова МОЗ України № 37 від 01. 12. 99 р. *Верховна Рада України* : вебсайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282–99#Text> (дата звернення: 08.10.2020).
62. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042–99) : постанова МОЗ України № 42 від 01 грудня 1999 р. *Верховна Рада України* : вебсайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282–99#Text> (дата звернення: 07.10.2020).
63. Сбраживание квасного суслу на основе порошкообразного полисолодового экстракта / Е. А. Коротких и др. *Пиво и напитки*. 2011. № 6. С. 34–35.
64. Сергеева И. Ю., Унщикова Т. А., Рысина В. Ю. Направления совершенствования технологии кваса брожения на основе анализа современных научно-технических разработок. *Техника и технология пищевых производств*. 2014. Том 34, № 3. С. 69–76.
65. Сімахіна Г. О., Українець А. І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування : навч. посібник. Київ : НУХТ, 2010. 294 с.
66. Скобельська Н. В., Тюрікова І. С. Використання перикарпію в технології квасу. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 12-13 травня 2016 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2016. С. 64–66.

67. Технологія безалкогольних напоїв : підручник / В. Л. Прибильський та ін. // за ред. В. Л. Прибильського ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2014. 310 с.
68. Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного сусла і квасу : навч. посібник / Н. О. Ємельянова, Н. Я. Гречко, В. М. Кошова, В. Х. Суходол. Київ : ІСДО, 1994. 152 с.
69. Тюрікова І. С., Олійник Н. В., Скобельська Н. В. Дослідження технологічних параметрів створення ферментованих напоїв із рослинної сировини. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2016. № 1. С. 45–54.
70. Харгелія Д. Д. Технологія оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.05 «Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння». Київ, 2016. 20 с.
71. Цед Е. А., Королева Л. М. Новый ферментированный безалкогольный напиток на основе рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ. *Пиво и напитки*. 2007. № 2. С. 48–50.
72. Цукрове сорго – на біопаливо / О. Ганженко, О. Хіврич, Л. Герасименко, П. Зиков, А. Фурса. *Пропозиція*. 2015. № 5. С. 66–71.
73. Earle M. D., Earle R. L. Building the future on new products. *Leatherhead* : Leatherhead Food RA, 2000. 112 p.
74. Mayer O., Simon J., Rosolov H. A population study of the influence of beer consumption on folate and homocysteine. *Eur J Clin Nutr*. 2001. Vol. 55. P. 605–609.
75. Shanidi F. J. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*. 2004. № 1–2. P. 95–111. DOI: 10.1016/S0021–9673(04)01409–8.
76. Syrup Production from Sweet Sorghum / N. Nimbkar, N. M. Kolekar, J. H. Akade, A. K. Rajvanshi. *Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI)*. 2006. 10 p.

77. Zuckerhirssesirup – ein Produkt für dietätische Lebensmittel / K. Vukov, E. Magar – Pichler, M. Toth, J. Barta. *Zuckerindustrie*. 1987. № 8. P. 709–712.

ДОДАТОК

Затверджено на засіданні кафедри
біотехнології продуктів бродіння і
виноробства

Зав. кафедри _____ Куц А.М.

«___» _____ 2020 р.

Протокол № _____ від «___» _____ 2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

магістерської роботи на тему:

«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФЕРМЕНТОВАНОГО БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПОЮ НА ОСНОВІ ЦУКРОВОГО СОРГО»

ВСТУП

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Технологічні аспекти виробництва ферментованих напоїв з рослинної сировини

1.2. Цукрове сорго як одна з найперспективніших культур в технології продуктів бродіння

1.3. Оцінка впливу мікроорганізмів бродильних виробництв на смакові властивості та якість готових напоїв

1.4. Висновки.

1.5. Мета та задачі досліджень

2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

2.2. Методи досліджень

2.2.2 Визначення масової частки редукуючих речовин та загального цукру методом Люффа-Шорля

2.2.3. Визначення крохмалю в соці цукрового сорго та суслі методом Морелл Ду Воіл

2.2.4 Визначення мінерального складу

2.2.5 Визначення компонентного складу побічних продуктів бродіння

2.2.6 Проведення органолептичного аналізу напоїв бродіння на основі соку цукрового сорго

2.3. Методика досліджень

3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФЕРМЕНТОВАНОГО БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПОЮ НА ОСНОВІ ЦУКРОВОГО СОРГО (експериментальна частина)

3.1. Планування експериментальних досліджень в технології ферментованого безалкогольного напою, отриманого з соку цукрового сорго

3.2. Характеристика та вибір способу отримання соку із стебел цукрового сорго

3.3. Визначення оптимальних режимів приготування сусла з соку цукрового сорго із застосуванням ферментних препаратів

3.3.1. Визначення фізико-хімічних показників сусла в технології ферментованого напою за обраних оптимальних режимів гідролізу високомолекулярних сполук соку

3.3.2. Вибір режимів пастеризації сусла та визначення його мікробіологічних показників

3.4. Дослідження динаміки зброджування сусла в технології ферментованого безалкогольного напою, отриманого з соку цукрового сорго

3.4.1. Визначення оптимальних режимів зброджування сусла мікроорганізмами-пробіотиками в технології ферментованого безалкогольного напою, отриманого з соку цукрового сорго

3.4.2. Визначення органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників ферментованого безалкогольного напою з соку цукрового сорго

3.5. Опис принципової технологічної схеми удосконалення технології ферментованого безалкогольного напою з соку цукрового сорго

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

5. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

7. ЦІВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

Здобувач

(підпис)

Я.О. Черкасенко

Науковий керівник роботи,
доцент

(підпис)

М.В. Карпутіна

ДОДАТОК

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
MYKHAILO TUHAN-BARANOVSKYI
DONETSK NATIONAL UNIVERSITY OF ECONOMICS AND TRADE



**NUTRIENT ADDITIVES.
HEALTHY MAN AND
HUMAN PATIENT DIET**

**PROCEEDINGS OF
IX INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL
INTERNET CONFERENCE**

October 23, 2020

Prague - 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО

**ХАРЧОВІ ДОБАВКИ.
ХАРЧУВАННЯ ЗДОРОВОЇ ТА
ХВОРОЇ ЛЮДИНИ**

МАТЕРІАЛИ
ІХ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

23 жовтня 2020 року

Прага – 2020

**ОСОБЛИВОСТІ ЗБРОДЖУВАННЯ СУСЛА В ТЕХНОЛОГІЇ
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ОЗДОРОВЧОГО НАПОЮ НА ОСНОВІ СОКУ
ЦУКРОВОГО СОРГО**

**Карпутіна М.В., канд. техн. наук, доцент,
Черкасенко Я.О., магістрант
НУХТ, м. Київ**

Напої визнані найперспективнішою харчовою системою для забезпечення організму людини такими нутрієнтами, як вітаміни, мінеральні речовини, антиоксиданти, органічні кислоти та інші біологічно активні речовини, недостатність яких призводить до порушення імунного статусу людини, а це, в свою чергу підвищує ризики виникнення захворювань у населення.

Важливою задачею бродильної галузі є підвищення якості напоїв та надання їм нових корисних властивостей. Сьогодні у світі сформувалась тенденція розроблення функціональних напоїв на основі інноваційних видів сировини, до якої можна віднести цукрове сорго. Сік цукрового сорго (СЦС), характеризується високим вмістом макро- і мікроелементів, вітамінів, що позитивно впливатиме на регулювання життєвих процесів в організмі людини. У складі соку цукрового сорго міститься 15,0...25 % сухих речовин, у тому числі: вуглеводів – 14...20 % (вміст сахарози – 55...75 %, глюкози і фруктози – 25...45 % від загальної кількості цукрів); крохмалю – 0,2...3 %; пектинових речовин – 0,08...0,2 %; геміцелюлози і целюлози – 0,5...2 %.

Наявність у соку сорго широкого спектру амінокислот, сім з яких є незамінними для людини, та їх збереження в процесі підготовки сусла в технології функціонального напою, дає можливість отримати біологічно цінний харчовий продукт, який буде корисний в оздоровчому харчуванні.

Аналіз існуючих технологій ферментованих безалкогольних напоїв на основі рослинної сировини з високим вмістом вуглеводів показав, що найбільшого поширення набули напої, технологія яких передбачає використання пивоварних або хлібопекарських дріжджів та молочнокислих бактерій.

Отже, метою наукової роботи було удосконалення технології ферментованого безалкогольного напою на основі СЦС з використанням комплексу мікроорганізмів-пробіотиків.

Так, у проведених нами дослідженнях вивчалась можливість збродження сусла з СЦС комбінованою закваскою ТМ «Віво», яка містить пивоварні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси 11 і молочнокислі бактерії *Streptococcus thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii*ssp. *Bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*.

СЦС з вмістом 17,0±0,2 % сухих речовин (СР) отримували пресовим методом з цукрового сорго сорту Зубр. Для приготування сусла спочатку у соку здійснювали ферментативний гідроліз високомолекулярних сполук (геміцелюлози, целюлози та крохмалю), після чого сік нагрівали до температури пастеризації 80-85 °С, витримували за цієї температури 15 хв., фільтрували,

охолоджували, підкислювали лимонною кислотою до показника загальної кислотності у межах від 1,6 до 1,7 см³ розчину NaOH концентрацією 1моль/дм³ на 100 см³. Слід зазначити, що вміст сухих речовин і, відповідно, загальних та редукуючих цукрів у суслі був достатньо високий. Тож, для подальшого зброджування мікроорганізмами сусло розводили підготовленою водою до вмісту СР 10 % .

Фізико-хімічні показники сусла наведено у таблиці.

Таблиця – Фізико-хімічні показники сусла з цукрового сорго

Показник	Значення
Вміст СР, %	10,0±0,2
Вміст загальних цукрів, г/100 см ³ , у т. ч.	8,30±0,22
Вміст редукуючих цукрів, г/100 см ³	2,60±0,07
Вміст загального азоту, мг/100 см ³	54,2±2,5
Вміст амінного азоту, мг/100 см ³	25,4±1,2
Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH концентрацією 1моль/дм ³ на 100 см ³	1,60±0,05

Отримане сусло характеризувалось повноцінним складом, що забезпечило ефективний процес його зброджування комбінованою закваскою ТМ «Віво» за обраними нами технологічними параметрами даного процесу.

Для проведення бродіння у зразки сусла вносили комбіновану закваску ТМ «Віво» у кількості 0,15 % до об'єму сусла.

Визначальними критеріями закінчення процесу бродіння було обрано показник кислотності при контрольованому зниженні вмісту сухих речовин, а також вмісту спирту у зразках.

Отже, бродіння проводили за температури 28±1 °С до підвищення значень кислотності у зразках у межах 2,20...2,70 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ та вмісту спирту не більше ніж 1,2 % об. При цьому найважливішою та вирішальною ознакою при виборі оптимального режиму зброджування була органолептична оцінка отриманих функціональних ферментованих напоїв. За результатами дегустаційної оцінки усі виготовлені напої отримали найвищі бали від 23 до 25. Функціональність та оздоровчі властивості отриманих напоїв підтверджується розрахунком забезпеченості організму людини конкретними корисними компонентами.

Так, при споживанні ферментованого напою, отриманого за запропонованою технологією, у кількості 250 см³ (одна склянка) забезпечується добова потреба людини у вітаміні В1 на 24,5 % , В2 – 53,1 % , В6 – 52,2 % , В3 – 31,0 % , В9 – 32,4 % , у вітаміні С на 32,5 % .