

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

Директор ННІХТ

_____ О.В. Кочубей-Литвиненко

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ А.М. Куц

« » лютого 2021 р.

« » лютого 2021

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

із спеціальності **181 «Харчові технології»**

на тему: « Дослідження та удосконалення технології зброджування
сусла із меляси з використанням осмофільних термотолерантних
дріжджів»

Виконала: здобувач 2 курсу, Титарчук Аліна Сергіївна _____
групи ЗТБ-2-1М

Керівник :доцент Кириленко Роман Григорович _____

Рецензент _____

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань
Здобувач _____

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступінь – магістр

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Технології продуктів бродіння і виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
біотехнології продуктів
бродіння і виноробства

_____ А.М. Куц

31 серпня 2020 року

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

Титарчук Аліні Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Дослідження та удосконалення технології зброджування сусла із м'яси з використанням осмофільних термотолерантних дріжджів »

Керівник роботи Кириленко Р.Г ., к.т.н., доцент

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

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

2. Строк подання роботи _____ 01 лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики

2. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційних робіт

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Аналітичний огляд літератури. Матеріали, методи та методика дослідження. 3. Експериментальна частина4. Оптимізація технологічного процесу 5. Соціально-економічна ефективність роботи.6. Охорона праці.7. цивільний захист. Загальні висновки. Список використаної літератури.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

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

7. Дата видачі завдання

31 серпня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	13.10.20-29.10.20	
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	30.10.20-4.11.20	
	1-а атестація	5.11.2020	
3.	Експериментальні дослідження , підготовка розділу та погодження його з керівником	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.	Оптимізація технологічного процесу	31.12.21-13.01.21	
7.	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	14.01.21-24.01.21	
8.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи	25.01.21-31.01.21	
9.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	30.01.21-03.02.21	
10.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	01.02.21-07.02.21	
11.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	08.02.21-10.02.21	
	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач _____

А. С. Титарчук

Керівник роботи, доцент _____

Р. Г. Кириленко

Анотація

Титарчук Аліна Сергіївна «Дослідження та удосконалення технології зброджування сусла із меляси з використанням осмофільних термотолерантних дріжджів». Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології», спеціалізація - «Технології продуктів бродіння і виноробства ». Національний університет харчових технологій , Київ, 2021.

Дослідження направлені на удосконалення технології зброджування концентрованого м'ясного сусла, що забезпечить отримання в дозрілих бражках підвищених концентрацій спирту покращення його якості.

Метою досліджень даної роботи є удосконалення технології отримання етилового спирту із м'ясного сусла високих концентрацій з використанням осмофільних термотолерантних дріжджів раси М-10, які здатні накопичувати до 13% об. спирту в бражці.

Наукова значність кваліфікаційної роботи полягає у здійсненні порівняльного аналізу ефективності зброджування концентрованого сусла із меляси расою М-10.

Кваліфікаційна робота викладена на 90 сторінках машинописного тексту та складається із вступу, обсягу літератури, матеріалів та методів досліджень, результатів та їх обговорення, висновків, списку літератури. Включає 17 таблиць.

Ключові слова: ферментні препарати, дріжджі, кислотність, глюкоамілаза, нейтраза, карбамід.

Аннотация

Титарчук Алина Сергеевна «Исследования и совершенствование технологии сбраживания суслу из патоки с исследованием осмофильных дрожжей». Квалификационная работа на соискание степени магистра по специальности 181 «Пищевые технологии», специализация «Технологии продуктов брожения и виноделия». Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2021.

Исследования направлены на усовершенствование технологии сбраживания концентрированного мелассного суслу, что обеспечит получение в зрелой бражке повышенных концентраций спирта улучшения его качества.

Цель исследований работы это усовершенствование технологии получения этилового спирта из мелассного суслу высоких концентраций с использованием осмофильных термотолерантных дрожжей расы М-10, которые способны накапливать до 13% об. спирта в бражке.

Научная значительность квалификационной работы заключается в осуществлении сравнительного анализа эффективности сбраживания концентрированного суслу из патоки расой М-10.

Квалификационная работа изложена на 90 страницах машинописного текста и состоит из введения, объема литературы, материалов и методов исследований, результатов и их обсуждение, заключения, списка литературы. Включает 17 таблиц.

Ключевые слова: ферментные препараты, дрожжи, кислотность, глюкоамилаза, нейтраза, карбамид.

Annotation

Tytarchuk Alina «Research and improvement of molasses wort fermentation technology using osmophilic thermotolerant yeast». Master's thesis for a master's degree in 181 «Food technology», specialization «Technology of fermentation products and winemaking». National University of Food Technology, Kiev, 2021.

Research aimed at improving digestion technology melyasnoho concentrated wort, which will get in a full brazhko increased levels of alcohol and improve its quality.

The purpose of research - the improvement of technology of ethanol with high concentrations melyasnoho wort with yeast thermotolerance osmofilnyh race M-10 that can accumulate up to 13% vol. brazhtsi alcohol.

The scientific importance of master's work lies in the implementation of the benchmark analysis of the concentrated wort fermentation from molasses race M-10.

Master's work is described at the typed on 90 pages and consists of introduction, the volume of literature, research materials and methods, results and discussion, conclusions, references. Ny material includes illustrations 17 tb.

Key words: enzyme preparation, yeast, acidity, glucoamilaza, neytraza, urea.

ЗМІСТ

ВСТУП

1	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	12
1.1	Меляса – сировина біотехнологічного виробництва.....	12
1.2	Біотехнологічна, мікробіологічна і технологічна характеристика меляси.....	13
1.2.1	Цукри, нецукри та мікрофлора меляси.....	14
1.3	Спиртове зброджування мелясного сусла.....	17
1.4	Вплив фізико-хімічних і біологічних факторів на життєдіяльність дріжджових організмів.....	20
1.4.1	Расові особливості спиртових дріжджів.....	25
1.4.2	Джерела додаткового живлення дріжджів.....	26
1.5	Деякі шляхи інтенсифікації виробництв спирту із меляси.....	31
1.6	Висновки.....	36
1.7	Задачі досліджень.....	36
2	МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	37
2.1	Матеріали дослідження.....	37
2.2	Методи дослідження.....	39
2.3	Методика дослідження.....	40
3	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	42
3.1	Дослідження процесу біоконверсії сусла підвищеної конценрації із використанням осмофільного термотолерантного штаму дріжджів М-10.....	42

					Дослідження та удосконалення технології зброджування сусла із меляси з використанням осмофільних термотолерантних дріжджів					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА					
Розроб.		Титарчук А.С.						Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кириленко Р.Г.						7		92
Зав.каф.		Куц А.М.						7		
Н. Контр.								НУХТ ННІХТ ЗТБ-2-1М		

3.2	Зброджування мелясного сусла з підвищеною концентрацією сухих речовин.....	43
3.3	Дослідження впливу температури концентрації засівних дріжджів на зброджування сусла.....	45
3.4	Дослідження підвищення ступеню використання цукру меляси при спиртовому бродінні шляхом використання ферментних препаратів.....	49
3.5	Оптимізація складу живильного середовища в процесі дріжджегенерації та його вплив на продуктивність популяції.....	52
3.6	Зброджування мелясного сусла селекціонованим штамом дріжджів М-10.	54
3.7	Накопичення летких домішок в бражних дистилатах залежно від умов зброджування.....	55
4	ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	58
5	СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	67
6	ОХОРОНА ПРАЦІ	68
7	ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ	77
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	79
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	80
	ДОДАТКИ.....	89

Перелік умовних позначень

1. ФП – ферментний препарат;
2. СР – сухі речовини.

Вступ

Розвиток спиртової промисловості у світі в останні роки характеризується збільшенням потужності, головним чином, яке пов'язане із використання спирту як біопалива.

Основним напрямком наукових досліджень в біотехнології є розробка нових ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують підвищення якості та конкурентоспроможності продукції та зниження техногенної дії на навколишнє середовище. Головною задачею є розробка та широке застосування нового покоління харчових технологій, які передбачають більш глибоку та комплексну переробку сировини, скорочення за рахунок цього витрат з відходами виробництва. Впровадження нових ресурсозберігаючих технологій дозволить знизити матеріалоемність спиртового виробництва, зменшити витрати енергії на одиницю товарної продукції.

Для спиртового виробництва меляса – найкраща сировина. Цінність її в тому, що поряд з високим вмістом цукру в ній знаходяться всі речовини, необхідні для життєдіяльності дріжджів. При переробці меляси спрощується технологічна схема, тому що виключаються операції розварювання сировини та оцукрювання крохмалю ферментами солоду чи поверхневих культур

плісневих грибів. В м'ясній суслі відсутні декстрини та не оцукрений крохмаль, тому воно швидше зброджується, при цьому зменшуються витрати вуглеводів, що зброджується, та збільшується вихід спирту у перерахунку на умовний крохмаль, знижується собівартість спирту та підвищується продуктивність праці.

Для забезпечення ефективного процесу бродіння, необхідний науково обґрунтований підхід до селекції нових осмофільних термотолерантних рас дріжджів, стійких до високих температур та концентрацій спирту і спроможний зброджувати м'ясне сусло концентрацією сухих речовин 26-29%, та бути стійким до високих (до 13% об.) концентрацій спирту.

В результаті проведених досліджень розроблена технологія пропонування виробничих дріжджів і зброджування м'ясного сусла осмофільних та термотолерантних штамом дріжджів М-10. Досліджена раса дріжджів рекомендована для впровадження на спиртових заводах які переробляють м'ясо в спирт по двопотоковій схемі виробництва.

Практичне значення даної роботи:

- Збільшити продуктивність заводу;
- Підвищити вміст спирту в бражках;
- Скоротити енерговитрати за рахунок використання концентрованого сусла та зниження витрат тепла на перегонку бражки;
- Підвищити рентабельність виробництва та знизити собівартість кінцевого продукту – етилового спирту.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Меляса - сировина біотехнологічних виробництв

Меляса є відходом у виробництві цукру. При переробці сировини (в залежності від виду), на цукрових заводах розрізняють наступні типи меляси: бурякову (при переробці буряку), очеретяну (при очистці очеретяного цукру - сирцю на білий цукор); рафінадну (при виробництві цукру-рафінаду). По хімічному складу і технологічним властивостям ці меляси різні, тому від їх якості залежить технологія виробництва спирту. Із всіх видів меляси тільки бурякова забезпечує певний вихід спирту і хлібопекарних дріжджів [74,75,78].

При виробленні цукру з цукрового буряку вихід меляси з розрахунку на безводний, коливається від 3,5 до 5% від її маси. З мелясою відходить від 10 до 15% всього цукру, що міститься в буряці, який переробляється.

Меляса являється найкращою сировиною для виробництва спирту. Цінність її полягає в тому, що разом з високим вмістом цукру в ній знаходяться всі речовини, які необхідні для нормальної життєдіяльності дріжджів. При переробці меляси спрощується технологічна схема, так як відпадають операції розварювання сировини і оцукрювання крохмалю ферментами солоду або поверхневих культур плісневелих грибів [76,79].

У мелясному суслі відсутні декстрини та не оцукрений крохмаль. Тому сушло зброджується швидше, при цьому зменшуються втрати зброджуваних вуглеводів і збільшується вихід спирту в перерахунку на умовний крохмаль, знижується собівартість спирту та зростає продуктивність праці. З мелясної барди можна отримати цінний асортимент продуктів для господарства. В залежності від ґрунтово-кліматичних умов вегетації, добрив, які вносяться та способів прибирання, тривалості зберігання цукрового буряка, технології варіння – бурякова меляса має складний і непостійний хімічний склад. .

Вміст в мелясі СР складає 80% і 20% води. Звертаючи увагу на склад меляси, можна припустити, що значна частина води знаходиться в зв'язаному стані в наслідок гидрататії розчинів колоїдів, молекул цукрози та іонів мінеральних речовин.

Загальний вміст сухих речовин в мелясі, безпосередньо після центрифугування утфеля (кристалізованого цукрового розчину), складає близько 85%. Товарна меляса, яка реалізовується, має меншу концентрацію, оскільки розбавляється водою і конденсатом при промиванні та пропарюванні трубопроводів, по яких вона транспортується в баки-сховища.

Утворення кристалів цукру перешкожає зниженню концентрації при зберіганні, зменшує в'язкість, що полегшує відвантаження меляси, особливо у холодну пору року, та зачистку баків-сховищ.

За даними Укрспиртбіопроду, вміст сухих речовин в мелясі, яка поступає на спиртні заводи в першому півріччі, коливався в межах 67,1-84,7%; в середньому складало 78,0%; у другому півріччі – 78,9-84,0; в середньому – 80,2%. В середньому в травні, сухі речовини меляси (за даними П. М. Силіна), складаються з наступних компонентів (%): цукрози 60,0; безазотистих органічних речовин 16,7; азотистих речовин 14,8 і мінеральних речовин (золи) 8,5.

1.2 Біотехнологічна, мікробіологічна і технологічна характеристика меляси

Меляса є густою та в'язкою рідиною темно-коричневого кольору з специфічним запахом карамелі і меланоїдинів. Бурякова меляса ще має і запах триметиламіна та інших летких амінів, що утворюються при розкладанні бетаїна. Головна складова частина меляси є цукор, що присутній в основному у вигляді цукрози (45-50%), а також нецукрів (30%) [1]. Інвертний цукор-суміш в різних молекулярних кількостях глюкози і фруктози є цінним з точки зору бродіння та отримання спирту. В мелясі вміст інвертного цукру складає 0,1 – 0,5 %. До цукрів також відноситься рафіноза, біоконверсія якої проходить на 1/3.

По вмісту, меляса представляє собою складну сировину, що містить корисні і шкідливі для мікроорганізмів-продуцентів компоненти. Живильне середовище, приготовлене з меляси в біотехнологічному виробництві, повинне містити збалансований набір різноманітних живильних речовин, які необхідні мікроорганізмам для постійного росту клітини та синтезу кінцевого цільового продукту [5,18].

Зараження меляси шкідливими для спиртового бродіння мікроорганізмами значно впливає на її технологічні властивості. В мелясу попадає багато мікроорганізмів при виробництві цукру в період транспортування і зберігання [4]. В мелясі міститься спороутворюючі бактерії – *Bacillus subtilis*, *Bacillus mycooides* і різноманітні грибкові представники – дріжджі, мукорні і аспергиллові гриби [79].

Бактерії меляси відносять до кислотоутворюючих, кислотних і пектинорушлюючих (Бачарова Н.Н) [4, 25, 67]. Велика доля в мікробіологічному зараженні меляси залежить від кислотоутворюючих бактерій (за версією польських вчених). Найбільшу шкоду із них представляють молочнокислі бактерії [34]. Тому, основним мікробіологічним показником придатності меляси для виробництва спирту, хлібопекарних і кормових дріжджів, слід вважати кількість в ній мікроорганізмів, які здатні проявляти свою життєздатність у виробництві.

1.2.1 Цукри, нецукри та мікрофлора меляси

В бурякоцукровому виробництві ведуть облік тільки цукрози – основного продукту, відповідно до чого інші цукри відносять до групи безазотистих органічних речовин. У спиртовому виробництві враховують всі цукри, повністю або частково зброджуванні дріжджами на спирт, та суму цукрів називають «зброджуваними цукрами» [54,63].

Цукроза та інші зброджуванні цукри. Вміст цукрози в мелясі коливається від 48 до 62% до її маси, та залежить від складу нецукрів буряку. Зазвичай меляса насичена розчином цукрози, але вона практично є навіть пересичена цукрозою, оскільки у виробництві кристалізація обмежена часом[9].

Також, на вміст цукрози впливає початкова концентрація сиропу і кінцева температура кристалізації: чим вище перша і нижче друга (у допустимих межах), тим менше в мелясі залишається цукру.

Інвертний цукор – це суміш еквімолекулярних кількостей глюкози і фруктози. У мелясі міститься невелика кількість інвертного цукру – від 0,03 до 0,5%. При переробці буряку, який тривалий час зберігався, кількість інвертного цукру у одержаній мелясі збільшується до 1,5...2%, а у інфікованій мелясі, що має кислу реакцію, кількість її досягає 5...10%. [32].

Із трисахаридів присутні рафіноза (0,5-2,0%), кестоза та ізокестоза (0,5-1,6%), плантеоза (0,01%). Рафіноза (ме-літріоза, госипоза) складається з залишків молекул фруктози, глюкози та галактози; кестоза та ізокестоза – з двох залишків молекул фруктози і одного залишку молекули глюкози. Рафіноза переходить в мелясу з буряку.

В результаті діяльності мікроорганізмів, в процесі цукрового виробництва, в мелясі появляються кестоза та ізокестоза, які не містяться в буряці. Тетрасахариди представлені стахіозой (0,02%). Кестоза зброджується дріжджами раси Я і гібридом 75 на 86...87%. В мелясу з буряка переходить невелика кількість пектинових речовин та супутніх їм арабана і галактана.

Цукроза, інвертний цукор і манноза повністю зброджується на спирт . Рафіноза під дією β -фруктофуранозидози (цукрози, інвертази) дріжджів розщеплюється на фруктозу і дисахарид – мелібіозу. Так як в спиртових

дріжджах рас Я, В та М-5 немає α -галактозидази (мелібіази), то рафіноза зброджується ними тільки на 1/3%.

Вміст в мелясі неорганічних з'єднань в перерахунку на окисли може досягати 8,5 % або 1,4 карбонатної золи. Зола меляси в середньому містить %: K_2O -69,85, NaO -12,17, CaO -5,70, MgO -0,37, Fe_2O_3 -0,24, P_2O_5 -0,60[67].

Найбважливіше значення при використанні меляси у дріжджовому виробництві мають солі калія, кальція, магнія [76]. На життєздатність дріжджових організмів виявляють нітрити [8,], що виникають в процесі життєздатності нітратоутворюючих бактерій *Bacillus mesentericus* і *Bacillus megatherium* в результаті переростання нітритів. Кількість нітритів в мелясі від 0,013 до 0,17%. Із нітритів, що містяться в мелясі створюється приблизно 0,05 % нітратів [29].

В мелясі є щавлева, глутарова, оксиглутарова, янтарна, молочна, лимонна, яблучна, фумарова і інші нелеткі органічні кислоти, також вміст мурав'їної, пропіонової, масляної і капронової кислот [33].

Лужний розпад глюкози та фруктози в цукровому виробництві підтримується з виникненням великої кількості різних продуктів. Зміна гексоз в лужному середовищі виникає по Лобрі-де Бруїнуван Екетейну, де головним є перетворення моноцукрів в фенольні форми [69].

Азотовмісні нецукри, їх приблизно 12% від загальної кількості незброджуваних речовин меляси. До складу азотовмісних речовин входить амінокислоти, аміді і бетаїн, амонійні солі та протеїн[33].

Мікрофлора у меляси різноманітна, одна із причини високого інфікування збродження меляси є не якісний буряк, з якого меляса одержана. [6, 48].

Кислотоутворюючі молочні бактерії – найбільш не бажані для спиртового бродіння, в меншій – оцтовокислі. По наростанню кислотності в процесі «самозбродження» проби меляси визначають ступінь інфекціонування меляси [7, 79]. Норма наростання кислотності при «самозбродуванні» меляси становить 0,2 – 0,3 град. за 24 год. При безперервному спиртовому бродінні

м'ясного суслу, бактерицидна дія етилового спирту при відповідній кислотності і при високій концентрації суслу не допускають розвиток багатьох видів мікроорганізмів, які знаходяться в м'ясі. Деякі штами молочнокислих бактерій, які мають спирто- і кислотостійкість в таких умовах, зберігають життєздатність та активно розмножуються, являються головним джерелом інфікування у виробництві спирту [48].

Складові молочнокислих бактерій нормальних і дефектних м'яс дуже різні. В нормальних м'ясах перевищують паличковидні форми (приблизно 80%) *Lactobacterium plantarum*, *L. breve*, *L. fermentii*, *L. pastorianus*, рідше – *L. helveticum*, *L. Lechmannii* [13,4].

В дефектних м'ясах переважають гетероферментативні коки. Приблизно 75% штамів, ізольованих з дефектних м'яс, були ідентифіковані як *Leuconostoc mesenteroides* і *Leuconostoc dextranicum*. Гетероферментні види складають близько 3,5 %.

Звичайна м'яси містять приблизно 100 000 не спороздатних бактерій в 1 г і до 15 000 спороздатних, а у дефектній – 500 000 і до 50 000 включно. Густина м'яса з вмістом СР 76% і більше, знаходиться в самозаконсервованому стані та добре зберігається [12,35].

1.3 Спиртове збродження м'ясного суслу

Визначальною стадією виробництва м'ясового спирту є процес бродіння цукрів суслу. Спиртове бродіння - це ферментативне розкладання моноцукрів, яке відбувається в анаеробних умовах та завершується утворенням спиртів вуглекислого газу, а також невеликими кількостями вторинних та побічних продуктів бродіння [2]. При спиртному бродінні цукор в м'ясі витрачається на утворення наступних речовин: етилового спирту (46-47,6%); діоксиду вуглецю (відповідно до кількості етилового спирту (44- 45,5%); біомаси дріжджів (1,8-4%); гліцерину (3,2-4,5%); вищих спиртів (0,28-0,7%); альдегідів (0,1-0,2%); органічних кислот (0,2-1%). Втрати незброженого цукру в бражці 2,1-2,8% [49, 51].

У процесі бродіння загальна втрата цукру становить 7-12% до введеного у виробництво. Відповідно вихід спирту становить 88-93% до теоретичного. При генерації дріжджів цукор використовується для виробництва трьох основних продуктів: дріжджів, спиртів та вуглекислого газу. Щоб максимально використати цукор, ці продукти потрібно переробити. [65]

Під час спиртового бродіння на кількість утвореного гліцерину впливає склад та фізико-хімічні показники зброджуваного середовища. [57]

Витрата цукру на утворення біомаси дріжджів та їх життєдіяльність залежить від спрямованості процесу [65,36]. У виробництві, за схемою з виділенням дріжджів з зрілої мелясної бражки та використанням їх як хлібопекарських, прагнуть накопичити якомога більше дріжджів. Дріжджі можна багато разів повертати на зброджування. Це зменшує витрат цукру на утворення дріжджової біомаси. Активність бродіння дріжджів при їх 2- 4-кратному поверненні навіть в декілька разів підвищується. При багаторазовому застосуванні, кількість дріжджових клітин збільшується, а інтенсивність бродіння зростає.

При зброджуванні суслу в зрілій бражці міститься 20-35 г дріжджів 75%-вої вологи в 1 л. в анаеробних умовах дихання на утворення 1 г дріжджів, вказаної вологості, витрачається 0,4 г цукрози. Тобто, 8-14 г або 6-11 % цукру витрачається на отримання 20-50 г дріжджів.

На даний час на спиртових заводах використовують дві безперервні схеми: одно потокова і двопотокова [37,70].

Однопотокова схема передбачає приготування із антисептованої меляси, однієї розсиропки концентрацією сухих речовин 22-24%, на якій спочатку розмножують виробничі дріжджі, а потім зрілі дріжджі піддають подальшому бродінню. Однопотокову схему бродіння меляси рекомендують використовувати на спиртових заводах, де виробляють хлібопекарські дріжджі. У двохпотоковому процесі переробки меляси стійкість виділених дріжджів з дозрілої бражки нища ніж при однопотоковому. [2,49, 51].

Суть двопотокової схеми зброджування меляси полягає в тому, що перероблювану мелясу розділяють на два потоки. Одну частину меляси, яку антисептують - збагачуюється поживними речовинами, розбавляють водою до концентрації сухих речовин 12-14% і приготовлену розсиропку використовують в якості поживного середовища для безперервного розмноження дріжджів в дріжджових генераторах. Іншу частину меляси без будь-якої підготовки розводять до концентрації 32-34% сухих речовин і направляють в головний бродильний апарат батареї, в якому змішують дозрілі дріжджі і бродильну розсиропку в співвідношенні 1:1. Проведення процесу зброджування по одно- та двопотоковій схемі принципово однаково. Двопотокову схему доцільно використовувати на спиртових заводах, які не виробляють хлібопекарські дріжджі, вона дає можливість отримати більш високий вихід та покращити якість спирту[58, 77].

За допомогою цих методів зброджування меляси на спиртових заводах значне поширення отримав двостадійний спосіб переробки меляси з використанням двох видів рас дріжджів. Він збільшує вихід спирту під час переробки меляси, яка містить рафінозу, а при переробці безрафінозної сировини – підвищують вихід та значно покращують мальтозну активність хлібопекарських дріжджів [9]. По цьому способі, мелясна розсиропка зброджується двома расами дріжджів, які вирощені в різних дріжджегенераторах. Одну расу дріжджів подають в головний бродильний апарат, а іншу – в 4,5-ий бродильний апарат. Щоб підвищити вихід спирту із меляси, яка містить рафінозу, зброджування необхідно проводити на першій стадії дріжджами раси В, а на другій – дріжджами Г-75. Для отримання високих виходів дріжджів з підвищеною мальтозною активністю, мелясну розсиропку на першій стадії зброджують гібридами 112, у другій дріжджами раси В [55].

Для дріжджегенераторів при однопотоковій вдосконаленій схемі застосовується знижена концентрація мелясної розсиропки. Одночасно для забезпечення встановленої міцності бражки необхідно внести в головні бродильні апарати необхідну кількість нерозбавленої меляси, яка неподана в

дріжджегенератори. У дозрілій бражці отримає по такій схемі накопичується менша кількість вторинних продуктів бродіння, особливо гліцерину, знижується величина незброджених цукрів і підвищується накопичення біомаси.

Єдиним для всіх робіт є вивід про вживання основної кількості цукру (до 95% від введеного на бродіння) в період дріждегерування та головного бродіння. Швидкість зброджування цукрів в цей період вище чим швидкість виникнення спирту. Вважають, що це зв'язано з накопиченням в дріжджовій клітині проміжних продуктів розкладу цукрів, а вірогідніше всього фосфогліцеринового та оцтового альдегідів, що в подальшому перевтілюються в спирт.

При зброджуванні мелясного суслу вихід спирту коливається в межах від 81,1 до 94,2% до теоретичного [61]. В спиртовому виробництві практичний вихід спирту встановлений 92,38% до теоретичного або 66,5 дал із 1 т умовного крохмалю (дал/т) [73, 78].

Сумарний вміст вторинних і побічних продуктів бродіння в зрілій бражці коливається від 5 до 8,5 г/л, в тому числі гліцерину від 75 до 80%, летучих кислот від 2,2 до 5 %, складних ефірів від 2,5 до 4 % [82].

Під кінець головного бродіння знижується швидкість накопичування біомаси дріжджів, гліцерину, вищих спиртів, а вміст альдегідів різко зменшується. Концентрація кислот досягає свого максимуму в період головного бродіння, а потім поступово зменшується до кінця бродіння [85].

На органолептичні показники ректифікації спирту впливають леткі азотисті речовини, не насиченні і сірковмісні речовини. [67, 51, 73]

Загальні втрати цукру при утворенні вторинних продуктів бродіння, життєздатності дріжджів, а також з незброджування цукру для способу однопотокової схеми бродіння складає – 16,64 %, а для двопотокової – 14,6 % до введеного цукру. Розхід цукру на виникнення альдегідів, кислот, складних ефірів і вищих спиртів значно нижче і складає до 1 % по відношенню до цукру, введеного на бродіння(по даним Коваленка А.Д.). [37]

1.4 Вплив фізико – хімічних і біологічних факторів на життєдіяльність дріжджових організмів

Про потребу дріжджів у поживних речовинах судять за їх хімічним складом, що залежить від умов культивування дріжджів та їх фізіологічних особливостей. Середній елементарний склад дріжджових клітин (%): вуглець 47; водень 6,5; кисень 31; азот 7,5 – 10; фосфор 1,6 – 3,5. Вміст інших елементів незначний (%): кальцію 0,3 – 0,8; калію 1,5 – 2,5; магнію 0,1 – 0,4; натрію 0,06 – 0,2; сірки 0,2. В дріжджах знайдені мікроелементи (мг/кг): залізо 90 -350; мідь 20 -135; цинк 100 – 160; молібден 15 – 65 [54, 52].

У пресованих дріжджах знаходиться 68 – 76% води і 32 – 24% сухих речовин. В дріжджовій клітині, в залежності від стану колоїдів, може бути 46 – 53% внутріклітинної вологи і 22 – 27% міжклітинної. При зміні загальної вологості дріжджів змінюється співвідношення між кількістю внутріклітинної та міжклітинної вологи. При температурі не вище 50°C, видалення 85% води з дріжджів не впливає на їх життєдіяльність [54, 77].

Сухі речовини дріжджів включають в себе 23- 28% органічних сполук та 5- 7% золи. Склад органічних сполук (%): білки 13 – 14; глікоген 6 – 8; целюлози 1,8 – 2; і жиру 0,5 – 2.

Білок. Дріжджі містять в середньому 50% сирого білку в перерахунку на сухі речовини і близько 45% дійсного білку. До складу сирого білку входять всі сполуки азоту, до яких відносяться похідні нуклеїнових кислот, пуринові та піримідинові основи, азот вільних амінокислот.

Глікоген. Глікоген перетворюється на спирт та діоксид вуглецю, при відсутності поживних речовин в середовищі

Наряду з глікогеном міститься трегалоза – дуже мобільний резервний вуглець, обумовлюючий стійкість хлібопекарських дріжджів. Вміст трегалози збільшується із зменшенням азоту та при рН нижче 4,5.

Жир. До його складу входять здебільшого олеїнова, ліноленова і пальмотинова кислоти, також він містить 30 -40% фосфатидів.

Зола. Складається зола з наступних основних окислів (%): P_2O_5 – 25 – 60; K_2O – 23 – 40; CaO – 1 – 8; MgO – 4 – 6; Na_2O – 0,5 – 2; SO_3 – 0,5 – 6; SO_2 – 1 – 2; Fe_2O_3 – 0,05 – 0,7.

Розглянемо вплив фізико – хімічних і біологічних факторів на життєдіяльність дріжджових клітин, та як у виробництві спирту важливе значення має швидкість розмноження та бродильна здатність дріжджів.

Вплив температури. Дріжджі ростуть та розмножуються у широких коливаннях температури. Для нормальної їх життєдіяльності необхідна визначена температура. Оптимальна швидкість росту цукроміцетів спостерігається при температурі 29 – 30°C. При дуже високій або дуже низькій температурі, життєдіяльність дріжджів знижується або загалом знижується. Максимальна температура для розвитку дріжджів складає 38° С, мінімальна – 5° С. Процес бродіння можливий при температурі дріжджових клітин 1 – 45° С; при температурі 50°C дріжджі гинуть [56].

Оптимальні температури росту та розвитку мікроорганізмів не завжди співпадають з максимальною активністю дріжджових клітин. Дріжджі вирощенні при температурі, наприклад 17 – 22° С, мають велику бродильну активність. Зброджування мелясного сусла при збільшених температурах (вище 30° С) негативно впливає на вихід і якість дріжджів, виділених із зрілої бражки і використаних в якості хлібопекарських. Ферментативна активність, підйомна сила і стійкість таких дріжджів при зберіганні знижується, тому рекомендується такий температурний режим: в дріжджегенераторах 28-29° С, у двох головних бродильних апаратах 30-31° С і в кінцевих апаратах 28 - 29° С.

Дикі дріжджі розмножуються значно швидше сахароміцетів при підвищенні температури. Якщо при температурі 30° С коефіцієнт розмноження диких дріжджів в 2 – 3 разів більший коефіцієнта розмноження сахароміцетів, то при температурі 38° С дикі дріжджі розмножуються в 6 – 8 разів швидше сахароміцетів.

Вплив активної кислотності. На життєздатність дріжджів значно впливає активна кислотність. Водородні іони виміряють електричний заряд

колоїдів плазменої оболонки клітини та в залежності від концентрації можуть збільшувати або зменшувати проникнення оболонки клітини для окремих речовин і іонів. Швидкість доступу поживних речовин у клітину, активність ферментів, утворення вітамінів залежить від рівня рН. Ферменти як білкові речовини володіють електричним зарядом, тому їх структура залежить від величини рН. Із зміною електричного заряду білка під впливом рН змінюється структура та розташування поліпептидного ланцюга. Ферменти містять різноманітні групи, що можуть дисоціювати при зміні рН. З зміною дисоціації деяких груп поліпептидного ланцюга один із них зближується, а інші відштовхуються. Важливе значення має зміна електричного заряду і просторового розміщення «активного центру» ферменту, також враховують, що при змінні рН середовища, змінюється і характер самого бродіння. Якщо рН здвигается в лужну сторону, то збільшується утворення гліцерину.

Дріжджі зберігають життєздатність в межах рН – від 2 до 8. При вирощуванні дріжджів на м'ясному суслі оптимальним є рН 4,8 – 5. [46].

При рН нижче 4,2 дріжджі продовжують розвиватися, молочнокислі бактерії майже не розвиваються, ця властивість дріжджів використовується для подавлення розвитку бактерій в сильно інфекційних середовищах підкислених їх до рН нижче 4,2 і витримуючи визначений час. При цьому зменшується інфекційність середовища сторонніми мікроорганізмами. Використання сірчаної кислоти викликає утворення із кальцієвих солей м'яса звичайного осаду гіпсу, який обволікає дріжджові клітки і тим самим порушує їх контакт із поживним середовищем, тому для підкислення м'ясних розсиріпок бажано використовувати соляну кислоту [68].

М'ясну розсиріпку підкисляють сірчаною або соляною кислотою, при цьому зменшується інфікування середовища сторонніми мікроорганізмами.

Ультразвукові хвилі малої потужності прискорюють в клітинах фізіологічні процеси. Ферментативна активність інвертази зростає у декілька разів при обробці дріжджових клітин ультразвуком і в деяких випадках спостерігається стимулювання росту дріжджів. Ефективність діяльності

ультразвукових хвиль залежить від хімічного складу, в'язкості, рН, температури і іншого. Ультразвукові хвилі можуть використовуватися як для стерилізації живильних середовищ, так і для активування розвитку мікроорганізмів.

Клітини мікроорганізми можуть руйнуватися під дією кавітації. Ефект кавітації супроводжується іонізацією газів, розчинених у воді, появлення в ній перекису водню, окислів азоту. Цим і пояснюється окислювальна дія ультразвуку. При кавітації в газових бульбашках відбувається електричний пробій. Найбільш ефективна стерилізована дія ультразвуку спостерігається у випадку, коли розміри мікроорганізмів співпадають з довжиною ультразвукової хвилі. Дія ультразвуку залежить від морфології мікроорганізмів. Мікроорганізми кулеподібної форми найбільш стійкі проти дії ультразвуку.

Ультразвукові коливання можуть використовуватись для підвищення підйомної сили дріжджів і регулювання хімічного складу дріжджових клітин. В результаті оброблення хлібопекарських дріжджів ультразвуком чистотою 425 *кГц* на протязі години бродильна енергія і підйомна сила їх підвищилась на 15-18%. Після оброблення хлібопекарських дріжджів ультразвуковими хвилями чистотою 380 і 740 *кГц* в них збільшується на 45 – 60% вміст ергостерину [3].

Багато хімічних речовин, що містяться в культуральному середовищі, використовують для дезінфекції обладнання і антисептування меляси. Ліпоїдні речовини, які входять до складу клітини, розчиняють слабкі розчини лугів, ефіри та алкоголь. Спирт навіть в невеликих концентраціях (3 – 4%) затримує ріст клітини. Звертають білос Солі тяжких металів, кислоти, формалін, що віднесені до протоплазматичних,

При взаємодії на дріжджі сірчаної кислоти концентрацією 0,35 – 0,6% через 15 хв., всі клітини зберігають свою життєздатність, а через 24 год. в цих самих умовах нараховується 2% мертвих клітин.

В мелясі міститься від 0,7 до 2,6 % до СР летучих органічних кислот: мурав'їна, оцтова, масляна, капронова, пропанова та знаходяться у вільному стані у вигляді солей. При підкисленні меляси мінеральними кислотами із

солей утворюються вільні органічні кислоти, що мають значно вищу інгібіруючу дію, ніж їх сіль.

В присутності фурфуролу в зброджуванному середовищі зменшується кількість брунькованих клітин. Їх розмір зменшується, з'являється зернистість вакуолі. У гібридних расах дріжджів спостерігається утворення в клітинах спор. Фурфурол, який міститься в мелясі, може визивати зниження синтезу етанолу.

При вирощуванні дріжджів у визначених умовах дріжджові автолізи можуть містити велику кількість білків, вітамінів, мікроелементів, стероїдів і інших речовин, які можна використовувати в якості добавок до харчових продуктів (їх можна використовувати для приготування плазмолізатів, гідролізатів і автолізатів, виділення кліткових мембран, отримання біологічно активних препаратів і концентратів, РНК і інших нуклеотидів, ферментів. [36, 42]).

Для отримання автолізата використовують хлібопекарські, пивні і винні дріжджі, які багаті білками, вітамінами групи В, ніотиною, пантотеновою і фолієвою кислотами, біотином, вітаміном D, ферментами [47, 50].

Використання культуральних витяжок із винних дріжджів спонукає прискоренню бродіння, цими ж дріжджами [59].

Для активізації виробничих рас дріжджів, вітамінізації і прискорення бродіння, дозрівання пива, покращення смаку і аромату пива і вина використовують дріжджові автолізати. [50]

В зброджуванному середовищі крім дріжджів міститься і інші мікроорганізми, що по різному впливають на життєдіяльність дріжджів. Існують і інші форми існування і розмноження різних мікроорганізмів в одному середовищі: симбіоз, синергізм, мутуалізм, метабіоз [54, 52, 39].

Корисними формами співіснування мікроорганізмів являються мутуалізм, метабіоз, синергізм; наприклад при своєму розвитку дріжджі використовують молочну кислоту, вироблену молочнокислими бактеріями, бактерії ж використовують вітаміни, виробленими дріжджами.

В м'ясяі міститься нітритоутворенні бактерії, що в процесі своєї життєздатності відновлюють нітрати в нітрити, які являються дуже ядовиті для дріжджів. В м'ясяі можуть міститись нітритоутворенні бактерії *Bacillus mesentericus*.

1.4.1 Расові особливості спиртових дріжджів

На сьогодні при переробці м'ясяі в спирт приміняють дріжджі виду *Sacharomyces cerevisiase* рас В і Я, штамми К-69, V-30, М-5 і К-7 проті і складні гібриди [65, 43, 55].Вище вказані штами дріжджів зброджують глюкозу, фруктозу і цукрозу, але не завжди і не однаковою швидкістю рафінозу і продукти її гідролізу – мемібіозу і галактозу. Рафінозу дріжджі раси В, Я і К-69 споживають тільки на 1/3 вслідстві відсутності в них ферменту α -галактозидази [55, 44, 26 40, 41].

Представляють цікавість дріжджі V-30, які використовуються для переробки м'ясяі в спирт у Венгрії, Болгарії. Порівняно з расою В, дріжджі раси V-30 характеризується високою бродільною активністю, економічним використанням цукру на утворення біомаси і - підвищеним накопиченням спирту (до 1%).

Встановлено, що гібриди дріжджів 13, 71, 86,93,105, 112, 113, 202, 279 у порівнянні з дріжджами раси В мають більш високу енергію бродіння, а гібриди 67, 73, 75, 90, 176 – не відрізняються від контролю [23, 14, 84,24].

1.4.2 Джерела додаткового живлення дріжджів

Швидкість росту дріжджів залежить від різниці осмотичного тиску в клітині та в суслі: чим вона більша, тим швидше розмножуються дріжджі. Більш активний фізіологічний стан дріжджів спостерігається при зброджуванні м'ясяі за двох поточною схемою [54, 52].

При обробці спиртових дріжджів ультразвуком в декілька разів підвищується активність інвертази, в деяких випадках стимулюється їх ріст [3].

Спирти, ефіри та слабкі розчини лугу розчиняють речовини клітин дріжджів. Спирти навіть у невеликих концентраціях (3 – 4%) гальмують брунькування дріжджів, однак в безперервному потоці середовища, що зброджується, дріжджі можуть розмножуватися при відносно високій концентрації спирту (7 – 8 об. %) та продовжувати зброджування цукрів до концентрації 10 – 12 об. %. Розмноження дріжджів при безперервному зброджуванні залежить головним чином від вмісту поживних речовин та менше від кількості спирту в середовищі.

Формалін, кислоти та солі важких металів відносяться до плазматичних отруєнь. Невелика кількість формаліну (0,09%) порушує нормальну життєдіяльність дріжджів, а доза 0,001% гальмує їх брунькування. Зазвичай дози речовин, знижують бродильну активність дріжджів, значно вище доз, затримуючих брунькування[25].

Сірчана, азотиста і фтористоводні кислоти й їх солі в дуже малих концентраціях перешкоджають росту дріжджів.

Вільні органічні кислоти надають більш інгібіруючу дію на дріжджі, ніж їх солі, вони навіть в незначних концентраціях пригнічують їх розмноження та прискорюють їх відмирання. Найбільш сильні інгібітори – мелясна та капронова кислоти. Особливо чуттєві дріжджі до летких органічних кислот при зниженні рН середовища до 4, в цих умовах через добу в дріжджовій популяції спостерігається велика кількість плазмолізованих клітин та бруньок.

Коефіцієнт розмноження дріжджів мурашина кислота знижує, не викликаючи при цьому відмирання клітин. Оцтова кислота – порівняно з мурашиною, слабкий інгібітор.

Деякі важкі метали в дуже малих концентраціях вбивають дріжджові клітини (срібло – 0,000001%, мідь – 0,005%), а в концентраціях, які не піддаються визначенню хімічним аналізом, гальмують ріст дріжджів. Бактерицидна дія важких металів залежить від складу середовища, її кислотності, температури та густини дріжджової популяції.

В середовищі, що зброджується, зменшується кількість клітин, що брунькуються, та їх розмір в разі присутності фурфуролу. Навіть при незначному вмісті фурфуролу знижується мальтозна і зимазна активність дріжджів, що були виділені з м'ясної бражки.

Сульфонал у невеликих концентраціях (70 – 100 г на 1 т м'яси) не впливає на життєдіяльність дріжджів і пригнічує молочнокислу мікрофлору. Хлор, хлорне вапно, марганокислий калій, сильно окислюючи органічні сполуки, руйнують їх.

В бражках з підвищеним вмістом іонів Ca, Mg, Fe у дріжджових клітин втрачається водна оболонка, через що зменшується іонна сфера й електричний заряд на поверхні клітин і створюються умови для аглютинації дріжджів.

Спиртові раси дріжджів мають негативний електрокінетичний потенціал: від -7 до -13 мВ, через що вони адсорбують на своїй поверхні меланоїдини з позитивним потенціалом. Зі зниженням рН середовища електрокінетичний потенціал меланоїдинів зростає, у зв'язку з чим збільшується ступінь адсорбції їх на дріжджових клітинах. Меланоїдини надають дріжджам темний колір, сприяють відмиранню дріжджових клітин, і, приводять до зниження їх ферментативної активності, а саме активності інвертази та каталази [77].

Десорбція фарбуючих речовин з поверхні дріжджової клітини проходить інтенсивно при рН промивної води вище 9. При рН близько 3 фарбуючі речовини не десорбуються.

Велика кількість ферментів дріжджів активуються в присутності сульфгідрильних сполук, які містять SH-групи, таких, як цистеїн, глутатіон. Ці сполуки легко перетворюються одне в друге, мають важливе значення в активуванні та лугуванні дії багатьох окислювально-відновлювальних та гідролітичних ферментів, які визначають життєдіяльність та обмінні процеси мікроорганізмів.

SH-групи грають важливу роль в ланцюгу окислювально-відновлювальних реакцій та являються необхідною ланкою в передаванні

електрона від сукцинату до кисню повітря через цитохром. Активність багатьох дегідрогеназ, флавонових та піридоксалевих ферментів пов'язана з наявністю в молекулі вільних SH-груп.

Відновлений глутатіон та цистеїн прискорюють спиртове зброджування внаслідок відновлення SH-групи толових ферментів, які беруть участь в анаеробному та аеробному окислюванні цукрів. Однак використання цих речовин дуже дорого коштує та економічно недоцільне; в якості їх аналогів може бути використаний дріжджовий автоліз. Живлення дріжджевих клітин можна умовно поділити на дві фази: в першій речовини проходять через клітинну мембрану, у другій протікають складні і багаточисленні біохімічні реакції, які складаються із взаємозв'язаних процесів асиміляції і дисиміляції. Розрізняють екзогенне і ендогенне живлення дріжджів. Живильні речовини являються ефективним джерелом енергії або пластичним матеріалом.

Вуглеводне живлення. Дріжджі відносяться до гетеротрофних організмів, обмін речовин для яких заснований на живленні готовими органічними речовинами. На ряді з органічними зв'язками гетеротрофи можуть асимілювати також мінеральні солі та навіть в невеликій кількості вуглекислий газ. Дріжджі використовують вуглевод різних органічних зв'язків: моноцукри, дицукри, альдегіди, органічні кислоти, етиловий спирт, гліцерин і ін. В анаеробних умовах дріжджі використовують зазвичай цукри, що мають три атоми вуглеводу. Із гексоз зброджують такі альдози: глюкозу, манозу, галактозу (D-форми), а із кетоз – тільки одну D-фруктозу.

Джерелом вуглеводу можуть бути також гліцерин, манит, етиловий спирт і органічні кислоти: молочна, оцтова, яблучна, лимонна і навіть парафіни. Рівень кислоти дріжджі майже не засвоюють.

Виробничі дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* (спиртові, пивні, хлібопекарські) не засвоюють пентоз, інші ж дріжджі (*Torulopsis*) і особливо віднесені до роду *Torulopsis candida* або виведені із природи, засвоюють їх. При зброджуванні мелясного і крохмального суслу значна кількість

залишкових цукрів складають пентози, зброджування яких сприяло б до підвищення виходу спирту.

Нормальні спирти від C_2 до C_6 можуть слугувати єдиним джерелом вуглеводу і енергії для дріжджів. Найбільш придатними субстратами є етиловий, пропіоївий і бутиловий спирти. Гексиловий спирт асимілюється тільки при низькій концентрації його в середовищі (0,05%): октиловий подавляє розвиток дріжджів.

Важливим фактором, який потрібно враховувати при безперервному культивуванні мікроорганізмів на середовищах, які містять суміш джерел вуглеводу різної хімічної природи, являється поліауксія. Спостерігається визначена послідовність вживання різних джерел вуглеводу. При періодичному культивуванні дріжджів на середовищі, яка містить суміш моноцукрів, в першу чергу вживаються глюкоза і фруктоза, а за тим ксилоза. Якщо дріжджі здатні були б вживати галактозу, то вона засвоювалася би після ксилози, а арабіноза асимілюється в останню чергу [77, 52].

Засвоювання жирних кислот залежить від раси застосованих дріжджів і вмісту цих кислот. Наприклад, оцтова кислота перешкоджає вживанню молочної, а молочна – гліколевої. Оцтова кислота і глюкоза засвоюються одночасно.

Живлення амінокислотами. Амінокислоти являються одночасно джерелами азоту і вуглеводу, причому, останній засвоюється із кетокислот після попереднього відщеплення аміногруп. Можлива пряма асиміляція амінокислот із живильного середовища, який містить повний вміст амінокислот і будь-який зброджуваний цукор з одночасним використанням азоту і вуглеводу.

Вибіркова і пряма асиміляція амінокислот забезпечують дію ферментів, інтенсифікує біосинтез білку, в тому числі і ферментів, активує дію деяких вже маючих в клітині ферментів за рахунок SH-груп та прискорює процес почкування дріжджових клітин.

Азотне живлення. Дріжджові клітини здатні синтезувати всі амінокислоти, що входять до складу білку. Не винятково за рахунок неорганічних азотистих з'єднань при використанні в якості джерела вуглеводу органічних з'єднань, причому клітини не можуть синтезувати амінокислоти із цукру. Вони синтезують їх при диханні і бродінні, із проміжних продуктів розпаду вуглеводів, які виникають. Дріжджі являються «аміно-автотрофами».

Прискорення процесів обміну речовин залежить від швидкості розмноження мікроорганізмів, так як процес почкування і ділення клітин зв'язаний з окисненням цукру, асиміляцією азоту, синтезом амінокислот, білків і попередників нуклеотидів.

Деякі види дріжджів, здатні у невеликій кількості фіксувати молекулярний азот.

Для потреби органічного азоту (амінокислот, амідів) багатьом дріжджам необхідні вітаміни (біотин, пантотенова кислота, тіамін, піридоксин і ін.).

Такі азотисті з'єднання, як білки, бетаїн, холін, пуріни і аміни у вигляді еталаміна, пропіл - і бутаміну,- дріжджі не засвоюють зовсім.

Кількість азоту в дріжджах залежить від інтенсивності аерування, складу м'яса, кількості додатково введених поживних речовин та від штаму дріжджів. В дріжджах спиртових заводів міститься загального азоту 7-10% (інколи до 12%) на сухі речовини [11, 36].

Фосфорне живлення. Фосфор має велике значення в життєздатності мікроорганізмів. Він необхідний для біосинтезу головних складових частин протоплазми і коферментів, та для фосфорилування вуглеводів в процесі їх біологічного окислення і проміжних продуктів спиртового бродіння.

В анаеробних умовах дріжджі засвоюють фосфор в початковий період головного бродіння, коли асиміляція його складає 80-90% від максимального вмісту в дріжджах. Молоді дріжджові клітини, що енергійно розмножуються найбільш багаті фосфором у порівнянні з не брунькуючими старими клітинами.

Мікроелементи мають важливе значення для розмноження та життєдіяльності дріжджів, входять до складу ферментів, вітамінів та інших сполук, які беруть участь в їх синтезі. Мікроелементи впливають на швидкість та характер різноманітних біохімічних процесів. Наприклад, кобальт стимулює розмноження дріжджів, підвищує вміст в клітинах азотистих речовин небілкової природи, перш за все ДНК, РНК і вільних амінокислот. Також він стимулює синтез вітамінів – рибофлавіну та аскорбінової кислоти. Стимулююча дія мікроелементів обумовлена тим, що вони утворюють з ферментами металоорганічні та внутрішньо комплексні сполуки. Ефект, який отримуємо залежить від міцності зв'язку ферменту з молекулою субстрату чи активації субстрату в проміжному активному комплексі.

Вітаміни та інші фактори росту. Для нормального розмноження і спиртового бродіння дріжджі потребують вітаміни, що представляють собою кофактори багатьох ферментів. Сахароміцети у більшій чи меншій мірі можуть синтезувати всі вітаміни за виключенням біотину(який повинен обов'язково міститись в поживному середовищі) [28].

Ненасичені жирні кислоти з 18 атомами вуглецю, особливо олеїнова, являються важливими факторами росту. Стимулюючий вплив олеїнової кислоти спостерігається тільки при незначній її концентрації, не перевищуючої 0,5 мг/мл. При збільшенні концентрації, швидкість росту дріжджів набагато зменшується.

1.5 Деякі шляхи інтенсифікації виробництва спирту із меляси

Одним із найважливіших факторів комплексного використання сировини є використання у виробництві відходів і викидів підприємства з метою використання їх у виробництві нових та корисних для народного господарства продуктів. Організація на одному із великих підприємств деяких різноманітних виробництв, які взаємозв'язані в технологічному і енергетичному відношеннях, дає можливість найбільш ефективніше переробляти сировину. При цьому дуже вдало складаються умови для впровадження неперервних процесів. Виключаються проміжні операції і

з'являється можливість ширше механізувати і автоматизувати виробничі процеси. Комплексна переробка виробничої сировини дозволяє економити сировину, допоміжні матеріали, робочу силу та збільшувати виробництво [72].

При комплексній переробці меляси в спиртовому виробництві можна отримати етиловий спирт, вуглекислоту і хлібопекарські дріжджі, а при подальшій переробці відходу підприємства, після спиртової мелясної барди – гліцерин, кормові дріжджі, глютамінову кислоту і глютамат натрію, бетаїн і його комплексні, кормовий концентрат вітаміну В₁₂, мінеральні добрива та інші продукти [45, 1, 23].

В Радянському Союзі комплексно використовували мелясу вперше на Лохвицькому спиртовому заводі. В ті часи були введенні різноманітні схеми комплексної переробки меляси на спирт, що відрізняються напрямком використання після спиртової барди [62, 78, 82, 86]. Із них можна виділити три схеми, які найбільш характерні для спиртового виробництва:

1. Схема, яка передбачає отримання етилового спирту, вуглекислоти, хлібопекарських дріжджів, гліцерину, глютамінової кислоти і глютамата натрію, бетаїну або солянокислого бетаїну, холін хлориду. Її застосовували на Лохвицькому спиртзаводі. Відмінна здатність цієї схеми полягає в отриманні із барди хімічних продуктів [70].

2. Схема, згідно якої отримують етиловий спирт, вуглекислоту, кормові дріжджі, нативну або згущену барду, використану для корму худоби.

Цю

схему рекомендують для спиртових заводів малої потужності, які знаходяться в районах розвинутого тваринництва.

3. Схема, що передбачає виробництво етилового спирту, вуглекислоти, хлібопекарних і кормових дріжджів, кормового концентрату вітаміну В₁₂. В даному випадку первинну мелясну барду використовують в якості поживного середовища для вирощування кормових дріжджів, а вторинну (без дріжджову) – для отримання вітаміну В₁₂. Таку комплексну переробку

меляси використовували на Андрушівському спиртовому заводі [2, 9, 68, 10, 15, 16].

В той час, в спиртовому виробництві нашої країни використовували і деякі варіанти наведених схем комплексної переробки меляси. На Барському спирто-дріжджовому заводі використовували схему Андрушівського спиртозаводу, з тією ж різницею, що барда не підлягала метановому бродінню, а упарювалася [23].

Для зброджування меляси в спирт, використовують дріжджі рас Я і В. Ці дріжджі повністю зброджують цукрозу, глюкозу і фруктозу. Рафінозу вони розщеплюють на фруктозу і мелібіозу. Мелібіоза не зброджується, так як дріжджі рас Я і В не містять ферменту α -галактозидази, що розщеплює мелібіозу на глюкозу і галактозу[9, 39, 55, 56].

Для спиртового виробництва дуже цінні такі дріжджі, які при більшому зброджуванні цукрози більш повно зброджують рафінозу, володіють хорошими показниками хлібопекарських дріжджів, хорошою мальтозною активністю та стійкістю при зберіганні, яка є дуже важливою при використанні дріжджів, виділених із зрілої бражки, в якості хлібопекарських [41].

В інституті загальної генетики АН отриманні гібридні дріжджі 67, 73, 75, 105, 111, 112 і ін. Дослідами по зброджуванню синтетичних середовищ, що містять рафінозу і по зброджуванні меляси з добавлянням рафінози із чистої меляси встановлено, що найбільш перспективним для використання в спиртовій промисловості являються гібриди 75 і 112. Гібрид 75 дозволяє отримувати більш високий вихід спирту за рахунок більш повного зброджування рафінози. Гібрид 112 дозволяє накопичити біомасу з високою мальтозною активністю. Але по виходу спирту обидва гібриди поступаються дріжджам раси В, вони менш повно зброджують цукрозу [55, 44].

Використання суміші дріжджів раси В і гібридів(починаючи з чистої культури) не дало позитивних результатів: не було досягнуто одночасно високого виходу спирту і хорошої мальтозної активності дріжджів. Це можна пояснити , що різні дріжджі володіють не однаковою швидкістю росту, тому в

апаратах чистої культури значно перевищує якась раса дріжджів в дріжджегенераторах в неперервному потоці мається практично одна раса дріжджів. У зв'язку з цим гібридні дріжджі довгий час не використовували на спиртових заводах.

На даний час, запропонований двостадійний спосіб зброджування меляси двома культурами дріжджів, які були вирощені окремо в апаратах чистої культури і в дріжджегенераторах. В першій стадії мелясна розсиропку зброджується по звичайному одно - або двопотоковому способі, а на другій стадії вводять другу культуру дріжджів [53, 62, 71].

Кращі результати по зброджуванні цукру, в тому числі і рафінози, і по мальтозній активності дріжджів отримані при використанні 80-85% дріжджів головної культури і 15-20% підсівних дріжджів за витоком половини часу зброджування. При зброджуванні меляс, що містять рафінозу, для збільшення виходу спирту в першій стадії зброджування слід використовувати дріжджі раси В і у другій стадії в якості підсівної культури – гібрид 75.

Для отримання великої кількості дріжджів (хлібопекарних) з підвищеною мальтозною активністю, мелясу потрібно зброджувати в першій стадії дріжджами Г-112, у другій – дріжджами раси В.

При виробництві спирту із меляси, найбільший вплив на вихід спирту, утворення вторинних і побічних продуктів бродіння впливає: склад зброджуваного середовища, раса і кількість засівних дріжджів, початкова концентрація суслу, ступінь аерації, температура і кислотність середовища.

Значні дослідження по вивченню впливу ступені аерації, температури бродіння та концентрації суслу на процес неперервного зброджування меляси, проведенні в УкрНДІСП. Отриманні результати, дозволили встановити основні закономірності і знайти оптимальні умови зброджування мелясного суслу, з урахуванням факторів, що знайшли своє відображення в нині існуючому технологічному регламенті виробництва.

Гідролітичні властивості ферментних препаратів (ФП) і їх зміна під впливом деяких технологічних факторів

Для вилучення гідролітичних властивостей ФП, контролюють динаміку гідролізу цукрози, рафінози, їх суміш і цукрів м'ясяного сусла. Дослідження проводили на 1,10 і 13% - водяних розчинах цукрози, 1% водяних розчинах рафінози, м'ясяному суслі концентрацією 22%, де містилось 14,5% цукрози.

Вплив температури на ФП вивчили в діапазоні температур від 20 до 80° С і концентрації цукрози 5, 10, 15, 20, і 40%. При вивченні термостабільності ФП, його водяну суспензію 1:1000 витримували при температурі від 30 до 90° С на протязі 0,50; 1; 2; 4 і 24 годин. Залежність активності ФП від активного кислотного середовища, вивчали в діапазоні рН від 2 до 10. Вивчення впливу рН середовища на стабільність ФП проводили при температурі 20° С в інтервалі рН від 2 до 9 і витримували на протязі 24 годин.

Вивчення гідролітичних властивостей ФП. Дослідження проводили по методиці з водяними розчинами, що містили різноманітні концентрації цукрози і рафінози, як роздільно так і в суміші, крім цього вивчали кінетику гідролізу цукрів м'ясяного сусла, що містив 22% СР, в тому числі 14,5% цукрози і 0,8% рафінози. В результаті виконання дослідження встановлено, що ступінь і швидкість гідролізу цукрози і рафінози виростали з збільшенням дозування ФП і підвищенням температури реакційної суміші.

Цукри м'ясяного сусла при дозуванні ФП 5од/г і температурі 50° С за 6 годин розчепилися на 40%, а із збільшенням витрати ФП до 100 од/г ступінь гідролізу при температурі 30; 50 і 70° С відповідно складала 87; 89 і 95%

Максимальна ступінь гідролізу (70...75%) була досягнена при дозуванні ФП 10од/г і температурі 70° С за 4 години.

1.6 Висновки

Провівши аналітичний огляд літератури можемо зробити наступні висновки:

1. Не достатньо проведено досліджень по зброджуванню високо концентрованого сусла із меляси з використанням осмофільних термотолерантних штамів дріжджів.

2. Дослідження по зброджуванню концентрованого сусла при підвищених температурах та з використанням ферментних препаратів майже не проводились

3. Процеси накопичення летких домішок у виробництві спирту при підвищених концентраціях та температурах не достатньо досліджені.

1.7 Задачі досліджень

Метою дослідження даної роботи є удосконалення технології отримання етилового спирту при зброджуванні м'ясного сусла з підвищеною концентрацією сухих речовина, а також зброджування сусла з використанням селекціонованого на кафедрі біотехнології продуктів бродіння екстрактів і напоїв штаму дріжджів раси М-10 здатної накопичувати в бражці до 13% об спирту.

Відповідно до поставленої мети були визначенні наступні задачі:

1. Вивчити вплив різних концентрацій сухих речовин при зброджуванні м'ясного сусла з використанням осмофільної та термотолерантної раси дріжджів М-10.

2. Дослідити вплив температури бродіння, азотного живлення, кількості засівних дріжджів на процес накопичення етанолу, показників зрілої бражки та летких домішок при зброджуванні м'ясного сусла дріжджами М-10.

3. Дослідити вплив амілолітичного та протеолітичного ФП на процес зброджування м'ясного сусла з використанням осмофільної термотолерантної раси дріжджів М-10.

4. Дослідити вплив концентрації сусла на накопичення летких домішок.

2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріали досліджень

Об'єктами досліджень даної роботи були меляса і осмофільна термотолерантна раса дріжджів М-10. Досліди проводили на одному прикладі меляси, отриманої із цукрового заводу [20]. Місце і час відбору наведений в таблиці 2.1

Таблиця 2.1- Місце відбору меляси

№ відбору	Місце відбору	Час відбору
1	2	3
1	Згурівський цукровий завод, Київська обл.	22.09.20 р.

В таблиці 2.2 приведена загальна характеристика якості меляси та її вуглеводний склад, а в таблиці 2.3. амінокислотний склад. Вміст СР в мелясі складає 76,5%. Концентрація вуглеводів, які складають основну частину меляси, становить 55,8%. Рафінози містилось 0,9%.

Таблиця 2.2- Загальна характеристика якості меляси

Показники	Досліджена меляса
Сухі речовини,%	76,5
Цукроза, %	55,8
Інвертний цукор, %	0,21
Рафіноза, %	0,9
Сума зброджуваних речовин, %	56
Доброякісність, %	70,27
б-кестоза	не має
1-кестоза+неокестоза, %	2,16

Сума кестоз, %	2,16
Загальний азот, %	1,8
Амінний азот, %	0,25
Зола сульфатна, %	7,9
pH	6,6
Інфікованість, %	0,2
Біологічна проба на пригнічення дріжджів, днів	6
Колірність, % до світлопропусканню води	36

Таблиця 2.3-Амінокислотний склад м'яса, в %

Показники	Досліджена м'яса
Сума амінокислот	6,119
В тому числі:	
Лейцин+ізолейцин	0,801
Фінілаланін	не має
γ-аміномасляна кислота	0,331
Валін+метіонін	0,428
Тирозин	0,185
Аланін	0,867
Глютамілова кислота	1,632
Гліцин+треонін	0,232
Аспарагінова кислота	0,302
Арін	1,323
Лізін	0,018

Живильні середовища використані в процесі досліджень

В лабораторних умовах в якості живильного середовища використовували мелясне та солодове сусло концентрацією 10-12%, а для збродження сусло концентрацією СР 21 та 29%, підкисленого концентрованою сірчаною кислотою до загальної кислотності 0,5...0,6 град. (рН 5...5,30) Щоб уникнути руйнування цукрів меляси, сірчану кислоту заздалегідь розбавляють 4-5-кратною кількістю води, також була збагачена ортофосфорною кислотою із розрахунку г/т меляси. Азотисте живлення вводили у вигляді карбаміду, вміст азоту в сечовині (NH₂)₂CO складає близько 46 %. Витрати карбаміду складає 15-30кг на 1000дал спирту [13,25,33].

Середовище Рідер застосовували при дослідженні здатності нових рас дріжджів зброджувати окремі вуглеводи. Його склад, за даними Капасевича, на 1л дистильованої води наведений в таблиці 2.4. [76].

Таблиця 2.4 - Склад середовища Рідер

№ п/п	Речовини, що входять до складу середовища	Кількість речовин, г на 1л дистильованої води
1.	Сульфат амонію Карбамід	3,0 1,5
2.	MgSO ₄ 7H ₂ O	0,7
3.	NaCl	0,5
4.	Ca(NO ₃) ₂	0,04
5.	K ₂ HPO ₄	0,1
6.	KH ₂ PO ₄	1,0
7.	Автолізат дріжджів	10 мл

2.2 Методи дослідження

В мелясі визначали вміст СР і амінного азоту, вміст цукрози по прямій і інверсійній поляризації, інвертного цукру по методу Офнера, колірність по

методам, прийнятих в хіміко-технологічному контролі спиртового виробництва [76].

В зрілій бражці рН та активну кислотність визначали електрометричним методом, вміст етанолу – пікнометричним методом. Вміст в зрілій бражці зароджуваних вуглеводів за допомогою фотоелектроколориметра – резорциновим методом [21,67,81].

Склад летких домішок спирту в бражних дистилатах визначали газохроматографічним методом на газовому хроматографі Кристал – 2000М.

2.3 Методика досліджень

Приготування виробничих дріжджів і зброджування сусла в лабораторних умовах

При вивченні технологічних властивостей досліджуваної раси дріжджів М-10 в дослідах використовували тільки ЧКД. Розведення ЧКД і накопичення засівних дріжджів виконувалися в стерильних умовах, бродильним шляхом [14,36].

Засівні дріжджі накопичували на протязі 18-24 годин бродінням при температурі 30°C на солодовому суслі концентрацією 10-12% СР в пробірці. Засівні дріжджі культивували на мелясному суслі концентрацією 12% в колбі 0,5 дм³.

Після чого центрифугували на лабораторній центрифугі на протязі 3 хвилин при 2,5000 об/хв. Після чого зливали над залишкову речовину, а дріжджі сусликом переводили в бродильні колби.

Засівні дріжджі задавали в сусло по числу клітин, завчасно визначивши їх кількість в вихідній дріжджовій суспензії підрахунком камері в Горяєва або колориметром [76].

В умовах одного досліду завжди вводили однакову кількість дріжджових клітин, вміст яких коливався від 20 до 40млн/мл. Для зброджування, мелясне сусло підкислювали до рН 5.

Сушло зброджували в колбах Ерленмейера, закритих сірчаноокислими затворами при температурі 32-35°C на протязі 48...72 год, без перемішування.

Динаміку бродіння контролювали по виділенню діоксиду вуглецю ваговим методом. Бродильні колби на протязі першої доби бродіння зважували через 5...6год, на протязі другої і третьої доби-через 8...12год. Бродіння вважалось закінченим, якщо на протязі 12год виділялося менше 0,1...0,2г діоксиду вуглецю [1, 61, 63, 73].

Підготовка м'ясного сушла до бродіння заключалася в проведенні передчасного гідролізу його цукрів під впливом ФП при температурі 50°C, в заключному-охолодженні до 30°C і введення засівних дріжджів.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження процесу біоконверсії сусла підвищеної концентрації із використанням осмофільного термотолерантного штаму М-10

Важливою задачею спиртового виробництва є інтенсифікація процесу зброджування сусла підвищеної концентрації сухих речовин, що забезпечить збільшення продуктивності бродильного відділення, яке є основним в технологічному процесі отримання спирту[47,49,51,52,56].

На сьогоднішній час, при підвищенні цін на енергоносії та сировину в спиртовому виробництві стоїть питання пошуків шляхів зниження собівартості цільового продукту – спирту.

Одним із способів впровадження у виробництво спирту ресурсо- та енергозберігаючої технології є використання м'ясного сусла підвищеної концентрації та подальшого його зброджування дріжджами, що мають високу осмофільність. Тому використання дріжджів толерантних до основного процесу (етанолу) – один із шляхів інтенсифікації біохімічних процесів спиртового бродіння та підвищення його рентабельності [58,59,61,62].

До дріжджів, які використовуються для зброджування м'ясного сусла, особливо в умовах комплексної переробки м'яси на спиртових заводах, пред'являють значно більші вимоги, ніж до дріжджів, які використовуються тільки при отриманні одного продукту – спирту.

Тому наша робота була спрямована на селекцію нового штаму дріжджів, який здатний зброджувати сусло не тільки високої концентрації, але і при підвищених температурах володіти високою біосинтетичною здатністю.

На сьогоднішній день, при виробництві меляси в спирт, використовують дріжджі раси В, V-30, М-5, К-7, що здатні накопичувати до 8-10% об. та зброджувати сусло при температурі 30°C

На кафедрі біотехнології продуктів бродіння екстрактів та напоїв був селекційований новий штам дріжджів М-10, який здатний зброджувати мелясне сусло концентрацією 24-29% СР та накопичувати до 13% об. спирту. Для порівняння використовували широко відому у спиртовій галузі расу дріжджів В.

Попередньо, кожен культуру перевіряли на чистоту шляхом мікроскопіювання на твердому та живильному розсві середовища – сусло-агар.

За результатами досліджень фізіологічних і морфологічних характеристик, штам був ідентифікований, як *Saccharomyces cerevisiae* М-10. Раса М-10 зброджує глюкозу, галактозу, мальтозу, цукрозу і рафінозу. По даним досліджень, селекційований штам дріжджів зброджує рафінозу на 50-88%, тобто близько 1/2 молекул рафінози.

3.2 Зброджування мелясного сусла з підвищеною концентрацією сухих речовин

На основі селекційованої раси, були проведені дослідження по визначенню оптимальної концентрації сусла з точки зору найважливіших техніко-економічних показників процесу спиртового бродіння, ступеню використання зароджуваних цукрів живильного середовища, виходу спирту та накопичення дріжджових клітин. В дослідях використовували зразок меляси, що мали наступні фізико-технологічні показники: концентрація СР – 76,5%; цукрози – 55,8%; інвертного цукру – 0,21%; рафінози – 0,9%; колірність меляси – 1,64мл 0,1н. йоду/100см³ 2%-го розчину меляси. Із меляси готували сусло концентрацією сухих речовин 24;26;28; і 30%, яке зброджували дріжджами раси В і М-10, дріжджі задавали із розрахунку 30млн/мл.

Із таблиці 3.1 видно, що вміст спирту в зрілих бражках збільшується з підвищенням концентрації сухих речовин мелясного сусла до 29,0% СР, і потім знижується. Дріжджі раси М-10 більше накопичують спирту, ніж дріжджі раси В. Це тенденція постійна із підвищенням концентрації сухих речовин мелясного сусла і проявляється в більшій мірі.

Дріжджі раси М-10 більш глибоко зброджують цукри живильного середовища в порівнянні з дріжджами раси В. При використанні обох штамів дріжджів різке підвищення концентрації незброджуваного цукру в зрілій бражці спостерігається при концентрації мелясного сусла для раси В – вище 26%, а для раси М-10 – вище 28%.

Із даних таблиці 3.1 видно, що при зброджуванні концентрованого мелясного сусла пригнічується синтез дріжджових клітин, це визнано підвищенням сухих речовин мелясного сусла, дією інгібіторів, що входять до складу меляси та накопиченням метаболітів дріжджових клітин.

Концентрація СР, %	Вміст дріжджових клітин, млн/мл	Незброджені цукти, г/100см ³ бражки	Спирт, % об.	Вищи спирти	Кислоти		Альдегіди	Гліцерин, г/100 см ³
					мг/дм ³			
Раса М-10								
24	141	0,231	9,94	3560	452,2	95,1	0,58	
26	138	0,242	10,38	3780	468,3	86,5	0,64	
28	130	0,31	11,9	3901	469,5	115,4	0,675	
29	118	0,39	12,8	3912	621,3	233,2	0,74	
30	93	0,50	12,3	3680	724,5	320,6	0,98	
Раса В								
24	128	0,262	9,81	3801	354,0	66,0	0,55	
26	118	0,45	10,35	3812	368,3	81,4	0,66	
28	110	0,70	10,21	4400	412,4	111,3	0,74	

29	85	1,05	9,91	3895	513,2	239,2	0,83
30	73	1,165	9,1	3891	568,0	242,4	1,0

Таблиця 3.1 - Хіміко-технологічні показники бражки

Вміст вищих спиртів в зрілій бражці максимальне при концентрації сусла 26,0 та 29,0% СР для раси М-10, для В – 26,0 та 28,0% СР. Кількість органічних кислот, альдегідів, гліцерину при зброджуванні концентрованого сусла, значно зростає в бражках отриманих із 28-30% СР мелясного сусла. В накопиченні спиртів ніякої закономірності виявлено не було.

При концентрації сусла 26-30% значно зростають втрати із незброджуваним цукром. Дріжджі раси М-10 більш повно зброджують цукри в порівнянні з дріжджами раси В.

Отже, зниження концентрації спирту в бражках при зброджуванні мелясного сусла, викликано зниженням ступеню зброджування цукрози. Таким чином, оптимальна концентрація сухих речовин при зброджуванні мелясного сусла для раси М-10 складає – 29% СР, для раси В – 26% СР.

На основі проведених попередніх досліджень визначено, що селекціонована раса здатна зброджувати сусло при підвищених температурах. Тому в роботі були проведені дослідження по визначенню оптимальної температури зброджування та концентрації засівних дріжджів.

3.3 Дослідження впливу температури концентрації засівних дріжджів на зброджування сусла

Нагрів, як фізичний фактор безпосередньо впливає на зростання швидкості різних реакцій. Однак, потенціальна можливість потрібного прискорення біохімічних реакцій, в особливості спиртового бродіння, органічна із-за присутності в них ферментних систем живих мікроорганізмів, тобто білків, синтез і функціонування, яких порушується при підвищенні температури. Підвищення температури спиртового виробництва вище оптимального, можна розглядати, як фактор інтенсифікації процесу, який має практичний і науковий інтерес [64,71,75].

По даному питанню, існують різні думки. Відмічають, наприклад, що при зростанні температури зброджування мелясного сусла від 30 до 35°C, скорочується час зброджування сусла, а вихід спирту не змінюється.

Деякі вчені прийшли до висновку, що підвищення температури бродіння вище оптимальної на ряді з прискоренням процесу, сприяє зниженню виходу спирту, синтезу біомаси дріжджів, підвищенню накопичення ряду вторинних продуктів [72, 76, 77, 80, 82].

Нами вивчено вплив температур 30; 33; 35; 38°C на результати зброджування мелясного сусла концентрацією 22; 26, 28% СР. Для зброджування використовували дріжджі раси М-10.

Досліди проводили методом «бродильної проби» в об'ємі 200мл, рН сусла складало 5,0-5,1. Дріжджі засівали із розрахунку 30млн/мл. Контролем було зброджування сусла при концентрації 30°C. Залежність деяких показників бродіння від температури, представлена в таблиці 3.2.

Показник кислотності зрілої бражки при всіх варіантах досліду, був практично однаковим – 0,68-0,72 град., що характеризує про відсутність інфікування бражки. При підвищенні температури зброджування до 35°C при всіх концентраціях сусла, спостерігалася лише тенденція на зниження незброджених цукрів в зрілих бражках, і вони були не вище регламентованих. А при температурі 38°C, із підвищенням концентрації сусла спостерігалася значне підвищення вмісту незброджених цукрів і зниження міцності бражки. При концентрації сусла 29% СР, вміст незброджуваних вуглеводів складав 0,73г/100см³ бражки, а концентрація спирту знижувалася в порівнянні з контролем (12,83-11,3), а з температурами 33°C та 35°C на 6,0-8%.

Як видно із таблиці 3.2 оптимальна температура для зброджування мелясного сусла складала 33-35°C. найвища концентрація спирту в бражці була при температурі 33-35°C і складала 12,80-12,78% об. При зброджуванні сусла за схемою головне бродіння – 35, а доброджування – 32-33°C, то при цьому час терміну зброджування скорочується на 5-8 годин, а вміст спирту в бражці зростає на 0,4% в порівнянні з температурою 35°C.

Із збільшенням температури бродіння в досліджуваному діапазоні, вміст дріжджових клітин в бражці поступово знижується. Якщо при температурі 30°C їх вміст дозрілій бражці складав 156млн/мл, то при температурах 33; 35 та 38°C їх концентрація знижувалася в середньому на 40-50%.

Доказом інгібуючого впливу високих температур на функціональну дію дріжджів є зростання вмісту гліцерину в дозрілих бражках, цей показник, як видно із таблиці 3.2. залежить як від температури зброджування бражки, так і її концентрації: від 0,72г/100мл бражки при 30°C і до 0,78г/100мл бражки при концентрації суслу 22% СР, а при концентрації суслу 29% СР до 0,75 – 1,0 відповідно температури.

Таблиця 3.2 -Хіміко-технологічні показники зрілої бражки при зброджуванні різних концентрацій залежно від температури

№ п/п	Умови дослідю	Температура зброджування, °С				
		30, контроль	33	35	38	35/33
Концентрація суслу 22% СР						
1	Кислотність зрілої бражки, град	0,68	0,70	0,74	0,71	-
2	Вміст незброджених вуглеводів, г/100см ³ бражки	0,25	0,230	0,22	0,32	-
3	Спирту, % об.	9,17	9,195	9,20	9,15	-
4	Дріжджових клітин, млн./мл	149	130	120	78	-
5	Гліцерин, г/100см ³	0,72	0,74	0,75	0,80	-
Концентрація суслу 26% СР						
1	Кислотність зрілої бражки, град	0,70	0,68	0,72	0,70	-
2	Вміст незброджених вуглеводів, г/100см ³ бражки	0,25	0,26	0,24	0,42	-
3	Спирту, % об.	10,3	10,38	10,39	9,83	-
4	Дріжджових клітин, млн./мл	148	129	119	69	-

5	Гліцерин, г/100см ³	0,75	0,75	0,78	0,89	-
Концентрація сусла 29% СР						
1	Кислотність зрілої бражки, град	0,70	0,71	0,69	0,70	0,69
2	Вміст незброджених вуглеводів, г/100см ³ бражки	0,36	0,34	0,35	0,73	0,32
3	Спирту, % об.	12,72	12,80	12,78	11,3	12,85
4	Дріжджових клітин, млн./мл	150	129	121	91	121
5	Гліцерин, г/100см ³	0,75	0,76	0,78	1,0	0,76

Відомо, що швидкість збродження сусла в певній мірі пропорційна кількості засівних дріжджів [77, 84]. Тому збільшення їх концентрації є єдиним із шляхів скорочення терміну збродження сусла. В дослідях зброджували сусло із меляси концентрацією сухих речовин 24; 28 та 30% СР, дріжджі задавали із розрахунку 30; 50 та 60млн/мл, зброджували сусло при температурі 35/33°C. Показники дозрілої бражки представлені в таблиці 3.3.

Із даних таблиці видно, що кількість синтезованого спирту із підвищенням концентрації засівних дріжджів зростало, незалежно від концентрації сусла. Так, якщо при температурі 30°C і концентрації сусла 24% СР, концентрація спирту в бражці складала – 9,85, то при концентрації 50млн/мл його вміст в дозрілих бражках зростав на 1,15%. Із підвищенням концентрації дріжджів до 60млн/мл спостерігалася тенденція на погіршення показників зрілих бражок. Також тенденція спостерігалася і при концентрації сусла 29% СР.

Отже, для збродження сусла підвищених концентрацій оптимальна концентрація засівних дріжджів складала – 40-50млн/мл.

Таблиця 3.3 - Хіміко-технологічні показники дозрілої бражки залежно від концентрації засівних дріжджів

СР, %	Кількість засівних дріжджів, млн./мл	Σ CO ₂ , години на 200мл бражки	pH	Незброджені цукри, г/100мл бражки	Спирт, % об.	Дріжджі, млн./мл
24	30	13,77	0,71	0,265	9,90	130
24	50	14,0	0,70	0,231	9,98	101
24	60	14,2	0,70	0,245	9,96	120
29	30	15,91	0,72	0,77	12,2	118
29	50	16,21	0,73	0,70	12,33	86
29	60	16,15	0,74	0,78	12,32	90

3.4 Дослідження підвищення ступенню використання цукру меляси при спиртовому бродінні шляхом використання ферментних препаратів

Раси дріжджів, що на даний час використовуються у виробництві спирту із меляси, не забезпечують повні зброджування цукрів, які знаходяться в суслі. При нормальному процесі зброджування із незброджуваними цурками зрілої бражки втрачається до 2,5% цукрози по відношенню до введеного [73]. Як відомо із робіт [20,71,73] до 60 % від загальної кількості незброджених цукрів зрілої бражки, складають цукроза, мелібіозу, кестоза, рафіноза, які є потенціальним резервом підвищення виходу спирту при умові їх гідролізу до зароджуваних моноцукрів.

При вивченні впливу ферментних препаратів на зброджування м'ясного суслу, використовували ФП Сан-супер 360L, який задавали із розрахунку 5-10од.ГлС/г цукру. М'ясне сусло концентрацією 24 та 29% СР зброджували дріжджами раси М-10, без перемішування субстрату.

Сусло готували по методиці прийнятій в спиртовій галузі, при виробництві спирту із м'яси. Дріжджі задавали із розрахунку 50млн/мл, зброджували при температурі 35/33°C.

В таблиці 3.4 наведені дані по впливу ферментного препарату і його кількість на зброджування м'ясного сусла.

Встановлено, що з підвищенням витрат ФП, цукри м'яси зброджувалися більш повніше, що підтверджується зниженням їх вмісту в дозрілих бражках. При додаванні ФП із розрахунку 5од.ГлС/г цукру, в порівнянні із контролем вміст спирту в бражці зростає на 1,3-1,8%, залежно від концентрації сусла. Також, необхідно відмітити, що із підвищенням концентрації ФП, вміст гліцеринів в бражках знижувався – 6,0-11,0%, відносно витрат ферменту та концентрації сусла. Накопичення дріжджових клітин знижувався, незалежно від концентрації сусла.

Підвищення концентрації ферменту Глюкоамілази до 10одГлС/г цукру, як видно із таблиці 3.4 – не доцільно.

Отже, на основі отриманих даних, розхід ФП має складати 5од.ГлС/г цукру[38].

Умови досліджу	СР, %	Виділення CO ₂ , за годину на 200мл бражки						Дріжджі, млн./мл	Спирт, об.%	Незброджені цукри, г/100см ³ бражки	Гліцерин, г/100см ³
		12	24	36	42	60	72				
Контроль	24	7,26	9,49	11,97	12,93	13,10	13,77	140	9,85	0,265	0,78

ФП 5од.ГлС/г	24	8	10,0	12,5	13,4	13,5	13,72	130	9,98	0,171	0,7
ФП 10одГлС/г	24	8,5	10,12	12,54	13,6	13,7	13,85	135	9,97	0,172	0,69
Контроль	29	7,26	9,91	12,02	14,1	15,2	15,72	131	12,2	0,72	0,85
ФП 5од.ГлС/г	29	9,18	11,3	11,87	15,41	15,9	16,06	115	12,42	0,62	0,815
ФП 10одГлС/г	29	9,28	11,6	11,96	15,61	16,0	16,2	107	12,5	0,67	0,80

Таблиця 3.4 - Хіміко-технологічні показники бражки

Аналогічні дослідження були проведені при використанні протеолітичного ферментного препарату.

Відомо [76, 78], що м'яса з низьким вмістом загального азоту, відносяться до важкозброджуванім і не дають нормативного виходу спирту.

Раєвим З. А. і його співробітниками встановлено, що додавання сечовини в кількості 0,1-0,4% до маси м'яса, сприяло підвищенню виходу спирту на 0,3-0,9% по відношенню до контролю [63].

Отже, підвищення кількості амінокислот отриманих в процесі гідролізу білків в м'ясному суслі сприятиме інтенсифікації процесу зброджування сусла та зниженню витрат цукрів на синтез дріжджів

Тому в роботі були проведені дослідження по використанню протеолітичного ФП Нейтрази в кількості – 0,035 Пс/Г сировини та Сан-Супер 360L – 5одГлС/г цукру.

В таблиці 3.5 наведені результати по зброджуванню м'ясного сусла з використанням протеолітичного ФП Нейтраза. Встановлено, що при використанні Нейтрази, сприяло інтенсифікації процесу зброджування сусла, що характеризувалося підвищеною бродильною активністю дріжджів і зростанням концентрації спирту в бражках на 0,9-1,0% в порівнянні з контрольними зразками незалежно від концентрації сусла.

Таблиця 3.5 - Хіміко-технологічні показники бражки при використанні протеолітичного ферментного препарату

Умови досліду	СР, %	Σ CO ₂ , г на 200мл бражки	pH	Дріжджі, млн/мл на 200мл бражки	Спирти, % об.	Незброджені цукри, г/100см ³ бражки
Контроль	24	13,7	0,71	140	9,81	0,21
ФП Нейтрази, П/Сг сировини	24	13,85	0,70	151	9,9	0,185
Контроль	29	15,9	0,72	138	12,80	0,74
ФП Нейтрази, П/Сг сировини	29	16,2	0,70	143	12,92	0,70

Також необхідно відмітити, що додавання протеолітичного ФП, сприяло підвищенню накопичення дріжджових в бражках, але при цьому концентрація спирту в бражках була вищою за контрольні зразки. Це може бути комплексне підвищення вмісту амінного азоту в суслі за рахунок гідролізу ферменту білкових речовин, який був використаний дріжджами на синтез біомаси замість цукрів.

Таким чином використання ФП Нейтрази сприяло не тільки підвищенню бродильної активності дріжджів, але і концентрації спирту в бражках.

3.5 Оптимізація живильного середовища в процесі дріжджегенерації та вплив його на продуктивність популяції

В роботі були проведені дослідження по оптимізації живильного середовища (мелясного сусла) на показники зброджування [9, 53, 62]. Встановлено підвищення температури зброджування до 33-35°C та додавання ФП, сприяло інтенсифікувати цей процес та отримати покращенні показники зрілих бражок.

Відомо, що високі концентрації сусла потребують підвищення кількості засівних дріжджів. Тому в роботі були проведені дослідження по

культивуванню дріжджів рас М-10 та В, з використанням вище названих пропозицій по активуванню дріжджів. Перші дослідження нами були проведенні по визначенню продуктивності селекціонованої раси М-10 в порівнянні з расою В залежно від концентрації (таблиця 3.6). Встановлено, що раса М-10 була більш продуктивною в накопиченні дріжджових клітин, незалежно від концентрації сусла.

Як видно і таблиці 3.6, з підвищенням концентрації сусла, накопичення дріжджових клітин в раси М-10 зростало при всіх досліджуваних концентраціях. В раси В, це зростання спостерігалось лише до концентрації сусла 26% СР. З підвищенням концентрації сусла до 29% СР, вміст клітин знижувався майже на 6,0% в порівнянні з концентрацією 26% СР.

Також необхідно відмітити, що з підвищенням концентрації сусла розмноження дріжджових клітин, особливо в перші 12 годин, сповільнюється незалежно від раси дріжджів. Так, як при концентрації сусла 9,2% СР в перші 3 години, кількість дріжджових клітин складала – 52млн/мл, при 29% вона знижувалася в 1,3 рази. А загалом, селекціонована раса, накопичувала значно більше дріжджових клітин ніж раса В і їх кількість залежала від концентрації сусла.

Отже, раса М-10 є більш продуктивною по синтезу дріжджових клітин в порівнянні з расою В.

№ п/п	СР, %	Час, години			
		3	6	9	24
Раса М-10					
1	9,2	52	64	120	220
2	12	45	58	127	223

3	26	41	54	180	240
4	29	39	42	137	298
Раса В					
5	9,2	52	56	139	239
6	12	43	61	110	142
7	26	38	67	226	285
8	29	23	25	180	185

Таблиця 3.6 - Накопичення дріжджових клітин залежно від концентрації сусла та раси дріжджів

В роботі, як ми вже відмічали, були проведенні дослідження по культивуванню дріжджів в субстраті з додатковим використанням ферментного препарату Нейтрази в кількості 0,035Пс/г сировини та карбаміду в кількості 0,9% до об'єму сусла.

На основі експериментальних досліджень встановлено, що використання ФП (глюкоамілаза та протеази) сприяло підвищенню в накопиченні дріжджових клітин. Також тенденція спостерігалася і при додаванні в сусло карбаміду. За цих умов відзначалося і зміни в морфології дріжджових клітин. Вони були повними, та більші за розмірами на 1,0-1,2 мікрони.

В кількісному відношенні їх вміст зростав 8-16% Залежно від концентрації сусла (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7-Накопичення дріжджових клітин при використанні ФП та додаткового живлення

№ п/п	СР, %	Час, години				
		3	6	9	16	24
ФП Нейтраза						
1	9,2	58	73	190	200	230
2	12	52	71	180	190	240
3	22	49	68	195	215	261
4	29	42	64	211	251	320

				12	24	36	42	60	72			
1	24	60	0,70	7,62	9,81	12,35	13,11	13,6	13,77	91	9,98	0,231
2	26	60	0,72	7,0	9,1	12,4	13,6	13,78	14,97	90	11,90	0,29
3	30	50	0,72	9,19	11,3	13,87	15,85	16,3	16,5	104	12,93	0,67

Таблиця 3.8-Хіміко-технологічні показники бражок при збродженні мелясного сула

3.7 Накопичення летких домішок в бражних дистилятах залежно від умов збродження

Зріла мелясна бражка, яка поступає на перегонку, представляє собою складну багатокомпонентну систему, яка містить зважуванні нерозчинені частинки – дріжджові клітини, екстрактивні речовини, спирт, воду і леткі домішки. Вона часто буває перенасичена вуглекислим газом і сильно пініться, в особливості, якщо процес спиртового бродіння не закінчений [45, 67].

Зріла бражка характеризується наступними технологічними показниками: концентрація видимих сухих речовин 5 мас.%, активна кислотність – рН 4,9...5,2, вміст спирту 9,94-12,95об. %. Крім того, якщо зрілу бражку не сепарували, в ній містяться відпрацьовані дріжджі спиртового бродіння.

В мелясній бражці на відмінно від зернової відсутня шкарлупа і підвищений вміст незброджуваних сухих речовин.

В процесі спиртового бродіння на ряду із етиловим спиртом [69], синтезуються граничні одноатомні спирти: н-пропиловий С₃, ізопропіловий С₃, ізобутиловий С₄, ізоаміловий С₅, оптично активний аліловий спирт С₅. Ці вищі спирти виводять із ректифікованої колони у вигляді спирто- водно- сивушних сумішей. Стандартне сивушне масло виділяють із такої суміші водною екстракцією. Вихід сивушного масла і його якість в значній мірі

залежить від кількості окремих вищих спиртів, які утворилися в процесі бродіння [83].

З літературних даних відомо, що накопичення летких домішок в зрілій бражці, залежить від концентрації сусла, живильних речовин та умов зброджування.

Відомо, домішки в спирті розділяють на чотири основні групи: вищі спирти, альдегіди, складні естери, кислоти [45]. Крім, того виділяють групу азотистих речовин (аміни, амінокислоти), сірковмісні речовини та інші.

В результаті життєдіяльності дріжджів та інших мікроорганізмів утворюється ацетальдегід, етиловий спирт, вищі спирти, естери та кислоти.

В результаті взаємодії спиртів із кислотами та альдегідами утворюються естери, при окисленню спирту – альдегіди, кислоти.

Біосинтез побічних продуктів пов'язаний із регуляторними функціями дріжджових клітин.

Тому наші дослідження були спрямовані на визначення летких домішок в бражних дистилятах залежно від концентрації мелясного сусла.

На основі експериментальних досліджень встановлено, що накопичення альдегіду з підвищенням концентрації сусла зростає. Якщо при концентрації сусла 24% СР вміст ацетальдегіду складає 86мг/дм³, то при концентрації 28 і 30% СР його кількість зростає майже в 2 рази. Та ж тенденція спостерігалася і в синтезі етилацетату (естери) та вищих спиртів.

При зброджуванні мелясного сусла з додаванням ФП (глюкоамілаза та протеази) кількість летких домішок знижувалася. З даних таблиці 3.9 видно, що при додаванні в мелясне сусло ФП, сприяло зниженню ацетальдегіду при концентрації сусла 24% СР в 1,8-2,0 разів в порівнянні з контролем, в накопиченні естерів та сивушних спиртів, зросталося лише незначне збільшення в накопиченні цих компонентів.

Таким чином, збільшення концентрації сусла сприяло зростанню синтезу летких домішок в бражних дистилятах.

*Таблиця 4.6-Накопичення летких домішок в бражних дистилятах
залежно від концентрації сусла*

Умови досліджу	СР, %	Назва речовини, мг/л					
		ацетальдегід	етилацетат	н-пропанол	ізобутанол	2-метил-1-бутанол	3-метил-1-бутанол
Контроль	24	86	175	359	271	136	351
Дослід	24	46	114	359	252	114	312
Контроль	28	169	211	408	299	152	427
Дослід	28	89	150	361	240	102	325
Контроль	30	178	160	258	209	81	288
Дослід	30	87	135	258	188	99	288

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Для встановлення оптимальних параметрів процесу спиртового бродіння необхідно розробити математичну модель процесу, за допомогою повного факторного експерименту.

Детермінована залежність нам невідома, оскільки невідомі зв'язки між вхідними і вихідними параметрами, тобто ми маємо модель у вигляді «чорного ящика».

Вхідними параметрами, які найбільше впливають на процес бродіння:

$C_{\text{сус}}$ – концентрація сусла, %

$C_{\text{др}}$ – концентрація дріжджів, млн/мл

T – температура зброджування, °С

Вихідна функція:

$C_{\text{сп}}$ – концентрація спирту в бражці.

У загальному вигляді функцію можна представити так:

$$C_{\text{сп}} = f(C_{\text{сус}}, C_{\text{др}}, T) \quad (4.1)$$

Побудуємо загальну схему математичної моделі.

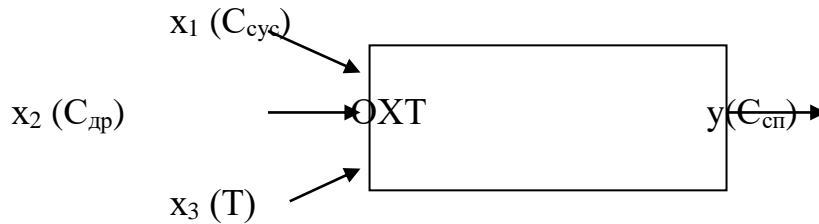


Рис.4.1 – Загальна схема математико-статистичної моделі

Залежність вхідних параметрів від вихідної функції є лінійною, виходячи з цього, складаємо рівняння регресії:

$$y_1 = B_0 + B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 + B_3 \cdot x_3 + B_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + B_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + B_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + B_{123} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (4.2)$$

де b_0, b_1, b_2, b_{12} —коефіцієнти регресії.

Для проведення дослідів складений план з відповідними матрицями планування експерименту та вказанням кількості дослідів та межі зміни факторів.

Матриця являє собою перелік варіантів, які взяті в даній серії дослідів. Відомо те, що найбільш простими матрицями є матриці повного факторного експерименту (ПФЕ), в яких досліджувані фактори змінюються лише на двох рівнях: верхньому і нижньому [3].

Визначена кількість дослідів повного факторного експерименту:

$$N = 2^n = 2^3 = 8,$$

де $n = 3$ – кількість вхідних факторів.

Спланована кількість дублюючих дослідів $m = 3$.

Вихідне рівняння регресії необхідно нормалізувати, тобто перетворити змінні x_i в безрозмірні нормалізовані z_i :

$$z_i = \frac{x_i - x_0}{\Delta x_i} \quad (4.3)$$

де x_i – значення фактора на «+» – рівні;

x_0 – значення фактора на 0-рівні;

Δx_i – крок варіювання.

Визначивши, які фактори впливають на вихід спирту, визначаємо їх рівні варіювання та крок варіювання. Вони наведені у табл.4.7

Вибираємо значення вхідних факторів на верхньому і нижньому рівнях:

Таблиця 4.1 – Рівні варіювання та кроки варіювання факторів

Найменування рівнів варіювання	Позначення	$C_{\text{сус}}, \%$ (x_1)	$T, ^\circ\text{C}$ (x_3)	$C_{\text{др}},$ МЛН/МЛ (x_2)
Верхній рівень	+	30	38	50
Нуль-рівень	0	27	34	45
Нижній рівень	-	24	30	40
Інтервал	Δ	3	4	5

Нормалізуємо (кодуємо) вхідні параметри:

$$z_1 = \frac{30-27}{3} = 1 \quad z_2 = \frac{38-34}{4} = 1 \quad (4.4)$$

$$z_3 = \frac{50-45}{5} = 1$$

Записуємо рівняння регресії в закодованому вигляді:

$$y_1 = b_0 + b_1 \cdot z_1 + b_2 \cdot z_2 + b_3 \cdot z_3 + b_{12} \cdot z_1 \cdot z_2 + b_{13} \cdot z_1 \cdot z_3 + b_{23} \cdot z_2 \cdot z_3 + b_{123} \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \quad (4.5)$$

Побудова матриці планування та власне проведення самих експериментів:

	z0	z1	z2	z3	z12	z23	z13	z123	y ₁	y ₂	y ₃	Y _c	S ² _{одн}
1	+	-	-	-	+	+	+	-	9,9	10	9,8	9,90	0,0100
2	+	+	-	-	-	+	-	+	9,98	9,95	9,96	9,96	0,0002
3	+	-	+	-	-	-	+	+	9,72	9,75	9,7	9,72	0,0006
4	+	+	+	-	+	-	-	-	10,39	10,41	10,35	10,38	0,0009
5	+	-	-	+	+	-	-	+	10,38	10,36	10,3	10,35	0,0017
6	+	+	-	+	-	-	+	-	11,85	11,89	11,91	11,88	0,0009
7	+	-	+	+	-	+	-	-	11,9	11,89	11,86	11,88	0,0004
8	+	+	+	+	+	+	+	+	11	11,2	11,1	11,10	0,0100

$$Y = \frac{\sum_{j=1}^m y_j}{m};$$

$$\sum z_i = 0; \quad \sum z_i^2 = N; \quad \sum z_i \cdot z_j = 0 \quad (4.6)$$

1. Перевірка на однорідність дисперсій вихідної величини:

$$S_{\text{одн}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m-1} \quad (4.7)$$

$$1. S_{\text{одн}}^2 = \frac{(9,9-9,9)^2 + (10,0-9,9)^2 + (9,8-9,9)^2}{3-1} = 0,01$$

$$2. S_{\text{одн}}^2 = \frac{(9,8-9,96)^2 + (9,95-9,96)^2 + (9,96-9,96)^2}{3-1} = 0,0002$$

$$3. S_{\text{одн}}^2 = \frac{(9,72-9,72)^2 + (9,75-9,72)^2 + (9,7-9,72)^2}{3-1} = 0,0006$$

$$4. S_{\text{одн}}^2 = \frac{(10,39-10,38)^2 + (10,41-10,38)^2 + (10,35-10,38)^2}{3-1} = 0,0009$$

$$5. S_{\text{одн}}^2 = \frac{(10,38-10,35)^2 + (10,36-10,35)^2 + (10,35-10,35)^2}{3-1} = 0,0017$$

$$6. S_{\text{одн}}^2 = \frac{(11,85-11,88)^2 + (11,89-11,88)^2 + (11,91-11,88)^2}{3-1} = 0,0009$$

$$7. S_{\text{одн}}^2 = \frac{(11,9-11,88)^2+(11,89-11,88)^2+(11,86-11,88)^2}{3-1} = 0,0004$$

$$8. S_{\text{одн}}^2 = \frac{(11-11,10)^2+(11,2-11,1)^2+(11,1-11,1)^2}{3-1} = 0,01$$

Критерій Кохрена:

$$G_p = \frac{S_{\text{однmax}}^2}{\sum_{i=1}^N S_{\text{однi}}^2}$$

$$(4.8)$$

$$G_p=0,01/ 0,0249=0,4016$$

$G_T = 0,5157$ ($\alpha = 0,05$; $f_1 = N = 4$; $f_2 = m-1 = 2$).

$G_T = 0,5157$

$G_p < G_T$, отже дисперсія є однорідною а значення відтворюваними [3]

2. Знаходження дисперсії відтворюваності:

$$S_{\text{відт}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_{\text{одн}}^2}{N} \quad (4.9)$$

$$S_{\text{відт}}^2=0,0651/8=0,0081$$

3. Знаходимо коефіцієнти рівняння регресії:

$$b_i = \frac{\sum_{i=1}^N z_{xi} \bar{y}_i}{N} \quad (4.10)$$

$$b_0=9,90 \cdot (+1)+9,96 \cdot (+1)+9,72 \cdot (+1)+10,38 \cdot (+1)+10,35 \cdot (+1)+11,88 \cdot (+1)+11,88 \cdot (+1)+11,10 \cdot (+1)=10,648$$

$$b_1=9,90 \cdot (-1)+9,96 \cdot (+1)+9,72 \cdot (-1)+10,38 \cdot (+1)+10,35 \cdot (-1)+11,88 \cdot (+1)+11,88 \cdot (1)+11,10 \cdot (+1)=0,185$$

$$b_2=9,90 \cdot (-1)+9,96 \cdot (-1)+9,72 \cdot (+1)+10,38 \cdot (+1)+10,35 \cdot (-1)+11,88 \cdot (1)+11,88 \cdot (+1)+11,10 \cdot (+1)=0,125$$

$$b_3=9,90 \cdot (-1)+9,96 \cdot (-1)+9,72 \cdot (-1)+10,38 \cdot (1)+10,35 \cdot (+1)+11,88 \cdot (+1)+11,88 \cdot (+1)+11,10 \cdot (+1)=0,655$$

$$b_{12}= 9,90 \cdot (+1)+9,96 \cdot (-1)+9,72 \cdot (-1)+ 10,38 \cdot (+1)+ 10,35 \cdot (+1)+ 11,88 \cdot (-1)+11,88 \cdot (-1)+ 11,10 \cdot (+1)=-0,215$$

$$b_{23}=9,90 \cdot (+1)+9,96 \cdot (+1)+9,72 \cdot (-1)+10,38 \cdot (-1)+10,35 \cdot (1)+11,88 \cdot (1)+11,88 \cdot (+1)+11,10 \cdot (+1)=0,064$$

$$b_{13}=9,90 \cdot (+1)+9,96 \cdot (-1)+9,72 \cdot (+1)+10,38 \cdot (-1)+10,35 \cdot (1)+11,88 \cdot (+1)+11,88 \cdot (1)+11,10 \cdot (+1)=0,004$$

$$b_{123}= 9,90 \cdot (-1)+9,96 \cdot (+1) +9,72 \cdot (+1)+ 10,38 \cdot (-1)+10,35 \cdot (+1)+11,88 \cdot (-1)+11,88 \cdot (-1)+ 11,10 \cdot (+1)=-0,365$$

4. Перевірка на значущість коефіцієнтів регресії.

Коефіцієнт Стьюдента:

$$t_{bk} = \frac{|b_k|}{S_k}, \quad (4.11)$$

$$S_k = \sqrt{S_k^2} \quad (4.12)$$

$$S_k^2 = \frac{S_{\text{відг}}^2}{N} \quad (4.13)$$

$$S_k = (0,0031/8)^{0,5} = 0,0197$$

$$t_{b0} = \frac{|10,648|}{0,0197} = 539,827$$

$$t_{b1} = \frac{|0,185|}{0,0197} = 9,358$$

$$t_{b2} = \frac{|0,125|}{0,0197} = 6,316$$

$$t_{b3} = \frac{|0,655|}{0,0197} = 33,228$$

$$t_{b12} = \frac{|-0,215|}{0,0197} = 10,921$$

$$t_{b23} = \frac{|0,064|}{0,0197} = 3,232$$

$$t_{b13} = \frac{|0,004|}{0,0197} = 0,190$$

$$t_{b123} = \frac{|0,365|}{0,0197} = 18,484$$

$$t_T = 2,78 \quad (\alpha = 0,05; f = N \cdot (m-1) = 4 \cdot (3-1) = 4)$$

$$t_T = 2,12$$

Якщо $t_T > t_{bk}$ коефіцієнт [3] вважається не значущим і з рівняння регресії виключається.

Якщо $t_T < t_{bk}$ коефіцієнт [3] вважається значущим і в рівнянні регресії залишається.

Записуємо в остаточному вигляді отримане рівняння регресії у формі поліному першого порядку:

$$\text{Тоді } \bar{y} = 10,648 + 0,185z_1 + 0,125z_2 + 0,655z_3 + (-0,215)z_{12} + 0,064z_{23} + (-0,365)z_{123}$$

Підставляючи значення кожного фактора в отримане рівняння регресії, отримаємо розрахункові значення функції та порівнюємо їх із дослідними значеннями:

$$\bar{y}_1 = 10,648(+1) + 0,185 \cdot (-1) + 0,125 \cdot (-1) + 0,655 \cdot (-1) + (-0,215) \cdot (+1) + 0,064(+1) + (-0,365) \cdot (1) = 9,896$$

$$\bar{y}_2 = 10,648 \cdot (+1) + 0,185 \cdot (+1) + 0,125 \cdot (-1) + 0,655 \cdot (-1) + (-0,215) \cdot (-1) + 0,064 \cdot (+1) + (-0,365) \cdot (+1) = 9,967$$

$$\bar{y}_3 = 10,648 \cdot (+1) + 0,185 \cdot (-1) + 0,125 \cdot (+1) + 0,655 \cdot (-1) + (-0,215) \cdot (-1) + 0,064 \cdot (1) + (0,365) \cdot (+1) = 9,720$$

$$\bar{y}_4 = 10,648 \cdot (+1) + 0,185 \cdot (+1) + 0,125 \cdot (+1) + 0,655 \cdot (-1) + (-0,215) \cdot (+1) + 0,064 \cdot (-1) + (-0,365) \cdot (-1) = 10,387$$

$$\bar{y}_5 = 10,648 \cdot (+1) + 0,185 \cdot (-1) + 0,125 \cdot (1) + 0,655 \cdot (+1) + (0,215) \cdot (+1) + 0,064 \cdot (1) + (0,365) \cdot (+1) = 10,350$$

$$\bar{y}_6 = 10,648 \cdot (+1) + 0,185 \cdot (+1) + 0,125 \cdot (-1) + 0,655 \cdot (+1) + (-0,215) \cdot (1) + 0,064 \cdot (1) + (0,365) \cdot (1) = 11,880$$

$$\bar{y}_7 = 10,648 \cdot (+1) + 0,185 \cdot (-1) + 0,125 \cdot (+1) + 0,655 \cdot (+1) + (0,215) \cdot (1) + 0,064 \cdot (+1) + (0,365) \cdot (1) = 11,887$$

$$\bar{y}_8 = 10,648 \cdot (+1) + 0,185 \cdot (+1) + 0,125 \cdot (+1) + 0,655 \cdot (+1) + (0,215) \cdot (+1) + 0,064 \cdot (+1) + (0,365) \cdot (+1) = 11,096$$

5. Перевірка рівняння регресії на адекватність.

Критерій Фішера:

$$S_{ад}^2 = S_{залиш}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (\bar{y}_n - \hat{y})^2 \quad (4.14)$$

$$S_{залиш}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (\bar{y}_n - \hat{y})^2 = \frac{1}{8-4} \left[(9,9 - 9,89)^2 + (9,96 - 9,967)^2 + (9,72 - 9,72)^2 + (10,38 - 10,387)^2 + (10,35 - 10,35)^2 + (11,88 - 11,88)^2 + (11,88 - 11,887)^2 + (11,1 - 11,096)^2 \right] = 0,00003$$

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{відт}^2} \quad (4.15)$$

$$F_p = \frac{0,00003}{0,0031} = 0,00904.$$

$$F_T = (\alpha = 0,05; f_1 = N - 1 = ; f_2 = N \cdot (n-1) = 4 \cdot (2-1) = 4-1 = 1)$$

$$F_T = 3,01$$

Якщо $F_p < F_T$, то рівняння регресії вважається адекватним [3].

Робимо висновок, що отримане рівняння регресії є адекватним дослідженому процесу, що також доводиться порівнянням дисперсій.

Розкодування вхідних і вихідних параметрів.

$$z_i = \frac{x_i - x_{0i}}{\Delta_i}$$

$$z_1 = \frac{C_{сус} - 27}{3}$$

$$z_2 = \frac{T - 34}{4}$$

$$z_3 = \frac{C_{др} - 45}{5}$$

$$C_{сп} = 29,91 + 0,103 * C_{сус} + 0,072 * T - 0,681 * C_{др} + 0,0322 * C_{сус} * T + 0,041 * C_{др} * T + 0,0276 * C_{сус} * C_{др} - 0,0008 * C_{сус} * C_{др} * T$$

Тепер, підставляючи в отриману математичну модель значення заданих вхідних параметрів отримуємо математичні розрахунки концентрації спирту в зрілій бражці:

$$C_{сп1} = 29,91 + 0,103 * 24 + 0,072 * 30 - 0,681 * 40 + 0,0322 * 24 * 30 + 0,041 * 40 * 30 + 0,0276 * 24 * 40 - 0,0008 * 24 * 30 * 40 = 9,876\% \text{ об.}$$

$$C_{сп2} = 29,91 + 0,103 * 30 + 0,072 * 30 - 0,681 * 40 + 0,0322 * 30 * 30 + 0,041 * 30 * 40 + 0,0276 * 30 * 40 - 0,0008 * 30 * 40 * 40 = 9,88\% \text{ об.}$$

$$C_{сп3} = 29,91 + 0,103 * 24 + 0,072 * 38 - 0,681 * 40 + 0,0322 * 24 * 38 + 0,041 * 38 * 40 + 0,0276 * 24 * 40 - 0,0008 * 24 * 38 * 40 = 9,690\% \text{ об.}$$

$$C_{сп4} = 29,91 + 0,103 * 30 + 0,072 * 38 - 0,681 * 40 + 0,0322 * 30 * 38 + 0,041 * 38 * 40 + 0,0276 * 30 * 40 - 0,0008 * 30 * 38 * 40 = 10,375\% \text{ об.}$$

$$C_{сп5} = 29,91 + 0,103 * 24 + 0,072 * 30 - 0,681 * 50 + 0,0322 * 24 * 30 + 0,041 * 30 * 50 + 0,0276 * 24 * 50 - 0,0008 * 24 * 30 * 50 = 10,267\% \text{ об.}$$

$$C_{сп6} = 29,91 + 0,103 * 30 + 0,072 * 30 - 0,681 * 50 + 0,0322 * 30 * 30 + 0,041 * 30 * 50 + 0,0276 * 30 * 50 - 0,0008 * 30 * 30 * 50 = 11,777\% \text{ об.}$$

$$C_{сп7} = 29,91 + 0,103 * 24 + 0,072 * 38 - 0,681 * 50 + 0,0322 * 24 * 38 + 0,041 * 38 * 50 + 0,0276 * 24 * 50 - 0,0008 * 24 * 38 * 50 = 11,806\% \text{ об.}$$

$$C_{сп8} = 29,91 + 0,103 * 30 + 0,072 * 38 - 0,681 * 50 + 0,0322 * 30 * 38 + 0,041 * 38 * 50 + 0,0276 * 30 * 50 - 0,0008 * 30 * 38 * 50 = 10,925\% \text{ об.}$$

Розраховуємо загальну похибку експерименту:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^N \left| \hat{M}_i - \bar{y}_i \right|}{N \bar{y}} \quad (4.16)$$

Похибка окремо взятого дослідження становить:

$$\Delta_1 = \frac{9,876 - 9,9}{9,9} = 0,00242\% ; \quad \Delta_2 = \frac{9,88 - 9,96}{9,96} = 0,008\%$$

$$\Delta_3 = \frac{9,690 - 9,72}{9,72} = 0,0031\% \quad \Delta_4 = \frac{10,375 - 10,38}{10,38} = 0,00004\%$$

$$\Delta_5 = \frac{10,267 - 10,35}{10,35} = 0,0080\% \quad \Delta_6 = \frac{11,777 - 11,85}{11,85} = 0,00621\%$$

$$\Delta_7 = \frac{11,806 - 11,9}{11,9} = 0,0079\% \quad \Delta_8 = \frac{10,925 - 11}{11} = 0,0068\%$$

Загальна похибка експерименту $\Delta = 0,0025\%$.

Отримана математична модель дає змогу розрахувати вихід спирту з похибкою $\Delta = 0,0025\%$ в діапазоні концентрації засівних дріжджів від 40 до 50 млн/мл, температури бродіння від 30 до 38 °С, і концентрації суслу від 24 до 30% сухих речовин.

За методом повного факторного експерименту ПФЕ 2² складений план з відповідними матрицями планування експерименту і вказанням кількості дослідів та межі зміни факторів.

Завдяки статистичній обробці даних отримане рівняння регресії, що адекватне досліджуваному процесу зброджування суслу із крохмалевмісної сировини.

Нормалізація рівняння дозволила отримати математичну модель, яка дає змогу розрахувати вихід спирту з похибкою $\Delta = 0,0025\%$.

5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Вихідні дані для розрахунку:

1. Потужність виробництва – 3000 дал/добу.
2. Вихід спирту з 1т умовного крохмалю – 66,5 дал/т.
3. Кількість цукру, що переробляється за добу – 55,8 т/добу.
4. Кількість пари, яка витрачається на перегонку бражки – 22 кг.

Розрахунок спирту

Кількість спирту за добу:

$$55,8 * 66,55 = 3713,4 \text{ тис дал/добу}$$

$$86,5 * 66,55 = 5756,57 \text{ тис дал/добу}$$

Кількість спирту за рік:

$$3713,4 * 300 = 1114020 \text{ дал/рік}$$

$$5756,57 * 300 = 1726972,5 \text{ дал/рік}$$

$$1726972,5 - 1114020 = 612952,5 \text{ дал/рік}$$

Виконавши даний розрахунок, можна зробити висновок, що приконцентрації СР в суслі 30% на тому ж виробничому устаткуванні можна отримати на 612952,5 дал спирту більше, ніж при концентрації СР в суслі 17%, але при цьому слід збільшити потужність брагоректифікаційного відділення.

Витрати пари:

При міцності бражки 8,5 % на її перегонку витрачається 22 кг пари, а при міцності 13,0% об. - 12 кг.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно з Законом України «Про охорону праці» прийнятим Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року №2695-ХІІ зі змінами та доповненнями від 21 листопада 2002 року №229-ІV служба охорони праці на спиртовому заводі створена для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних та лікувально-профілактичних заходів, які спрямовані на запобігання нещасних випадків, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці, загального поліпшення умов праці. Цей закон є основною законодавчою базою охорони праці, його доповнюють нормативні акти про охорону праці – стандарти, норми, правила та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання усіма установами та працівниками України.

На підприємстві, службу охорони праці очолює інженер з охорони праці та техніки безпеки, який призначенається директором підприємства. Відповідно головному інженеру підпорядкована служба техніки безпеки.

Служба охорони праці проводять в установленому законодавством порядку навчання і перевірку знань з питань охорони праці працівника під час прийняття на роботу та періодично один раз на три роки, та керуються законодавством України, нормативно-правовими актами з охорони праці, колективним договором, Статутом підприємства і актами з охорони праці, які діють в межах підприємства.

Служба охорони праці на підприємстві, у відповідності до вимог щодо охорони праці, здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами та устаткуванням, виконанням робіт. На робочих місцях та цехах вивішені «Інструкції з техніки безпеки».

Мікроклімат

Мікроклімат на спиртовому заводі забезпечується відповідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Оптимальними мікрокліматичними умовами вважаються такі, поєднання яких при тривалій та систематичній дії на людину зберігають його тепловий стан без напруги і порушення механізмів терморегуляції, вони створюють умови для відчуття теплового комфорту, що забезпечують передумови для високого рівня працездатності.

Нормуються такі параметри мікроклімату : температура (t , °C), відносна вологість повітря (W , %), швидкість руху повітря (V , м/с), потужність теплового потоку (J , Вт/м²). Вони нормуються залежно від категорії робіт по складності і періоду року, при якому календарний рік ділиться тільки на 2 періоди: холодний та теплий. В залежності від пори року, параметри мікроклімату у відділенні бродіння сировини та дріжджебродильному відділенні дещо відрізняються.

Відповідно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони наведені в табл. 7.1.

Таблиця 6.1 - Норми мікрокліматичних параметрів повітря робочої зони

Найменування професії	Категорія роботи по важкості	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична
Варник харчової продукції	Холодний період						
	Па	19-21	18-20	40-60	75	0,2	0,3
	Теплий період						
	Па	27-29	29-31	40-60	75	0,3	0,4
Апаратник процесу бродіння	Холодний період						
	Па	19-21	18-20	40-60	75	0,2	0,3
	Теплий період						
	Па	27-29	29-31	40-60	75	0,3	0,1

Шум

Нормування шуму для промислових підприємств здійснюється згідно з ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» (за ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»).

Гранично допустимий рівень шуму (ГДР) на постійних робочих місцях та на території підприємства не повинен перевищувати 80 дБ. ГДР на робочих місцях треба знижувати у залежності від важкості та напруженості роботи. Не дозволяється перебування працюючих в зоні з рівнем звукового тиску понад 135 дБ в будь-якій октавній смузі. Шум виникає у бродильному відділеннях

внаслідок роботи насосів, мішалок і досягає рівня 75-80 дБ, яка є в межах норми.

Щоб зменшити негативний вплив шуму на організм людини застосовують як загально-технічні методи зниження шуму так і індивідуальні засоби захисту.

Щоб запобігти шуму передбачають такі заходи:

- звукоізоляція за рахунок огорожуючих конструкцій чи спеціальних пристроїв;

- повітродувні машини та вентилятори високого тиску, що встановлені у окремому звукоізольованому приміщенні;

- віброізоляція використовується для зниження вібрації за рахунок сталених пружин, прокладок з пружинних матеріалів (рези́на, войлок);

- періодичне ретельне змащування і своєчасну заміну спрацьованих деталей;

- балансування деталей, що рухаються.

Вібрація

Вібрацією називають сукупність механічних рухів пружних тіл, машин, верстатів, механізмів та пристосувань, що повторюються через певні проміжки часу які поширюються на будівельні конструкції через опори, перекриття і так далі. Вібрація визначається амплітудою швидкості та прискорення.

Нормування вібрації передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкостей в м/с., та на робочих місцях не повинна перевищувати гранично допустимі рівні, які наведено у ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» (за ГОСТ 12.1.012-2004 ССБП «Вибрационная безопасность. Общие требования»). При роботі з вібруючим устаткуванням сумарний час контакту з вібруючими поверхнями не повинен перевищувати 75% тривалості робочого дня. Роботи, які є понаднормовими, з вібруючим устаткуванням не допускаються .

У бродильному відділеннях вібрація виникає внаслідок роботи відцентрових насосів та мішалок.

Освітлення

Освітлення є ще одним із найважливіших елементів умов праці. Основна задача освітлення у виробництві це створення сприятливих умов для ведення технологічного процесу та забезпечення максимальної продуктивності праці.

Освітлення в приміщеннях потрібно задовольнити вимогам ДНБ В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

При проектуванні та для запобігання негативних фізіологічних впливів на оператора джерел природного та штучного освітлення, необхідно врахувати: розташування робочого місця раціонально, відносно вікон, проникнення крізь них природного світла та джерел штучного освітлення, рівномірний розподіл яскравості в полі зору, відсутність прямого світла та інші дискомфортні умови.

У вечірні години доби та нічні, використовується штучне загальне освітлення, місцеве та аварійне.

Аварійне освітлення виробляється від постійного джерела живлення струму.

У першій половині доби, коли ще світо у дріжджебродильному та бродильному відділенні, освітленість робочих місць здійснюється природнім світлом, а в темні години доби - штучним світлом, яке здійснюється за допомогою електричних джерел світла. Норми штучної освітленості робочих місць для даних професій наведені в галузевих нормах (табл.6.2)

Таблиця 6.2 - Норми штучного освітлення робочих місць

Найменування професії	Точність зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк (при штучному освітленні)
				Загальна: газорозрядні лампи
Апаратник процесу бродіння	Малої точності	V	-	100
Варник харчової сировини	Малої точності	V	-	100

В темну пору дня застосовуються газорозрядні лампи типу ЛД-40, що створюють світловий потік площею 1960 лм. Так, як роботи в бродильному відділеннях відносяться до V розряду малої точності, то потрібно забезпечити мінімальну освітленість в 100 лк.

Випромінювання

Тривала дія несприятливих метеорологічних умов на організм людини порушує терморегуляцію, різко погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці, призводить до захворювань. У виробничих приміщеннях передача теплоти здійснюється конвекцією та випромінюваннями.

Основні методи захисту:

- теплоізоляція;
- застосування ізоляції;
- засоби індивідуального захисту;
- екранування (від випромінювання).

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» температура поверхні обладнання не повинна перевищувати 45°C, а в приміщеннях з пожежо- і вибухонебезпечним середовищем – 35 °С.

У дріжджебродильному відділенні та бродильному відділенні присутнє теплове випромінювання, яке виникає внаслідок нагрівання поверхні обладнання і паропроводів. При нагріванні парою затору в заторному апараті, варінні суслу в апаратах термо-ферментативної обробки, в бродильних апаратах та в теплообмінниках виділяється теплота, яка може привести до опіків при доторканні до цих поверхонь. Тому потрібно бути уважним і обережним, щоб запобігти травмування.

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями

У відповідності до діючих будівельних норм та правил на підприємствах існують загальні побутові приміщення та обладнання:

– роздягальня – площа не менше 3,0 м², для зберігання домашнього чи робочого одягу, повинні бути обладнані лавками шириною 0,3м;

– душові потрібно розміщувати в приміщеннях суміжних з роздягальнями. Розміри відкритих душових кабін 0,9×0,9 м, а в закритих 1,8×0,9 м. Ширина проходу між рядом душових кабін в плані приймають не менше 2,0 м;

– приміщення з умивальниками (умивальні) – розміщують в окремих приміщеннях суміжних з роздягальнями або в приміщеннях роздягалень; частину умивальників (до 20% розрахункової кількості) розміщують на ділянках біля робочих місць. Відстань між кранами умивальників не менше – 0,6 м. Кількість кранів в умивальниках береться у розрахунковій кількості людей на один кран, що працюють в зміні, залежно від групи виробничих процесів;

– приміщення суспільного харчування – площа для харчування визначається з розрахунку 1,0 м² на одного відвідувача, але не менше 12 м²;

– медичні пункти повинні розміщуватися на першому поверсі. Відстань від робочих місць до пункту не далі 1000 м.

Керівник підприємства організовує спостереження і несе відповідальність за експлуатацію вказаних об'єктів.

Пожежна безпека

Пожежо- та вибухобезпека на підприємстві регламентується ГОСТ 12.1.004-85 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования» та ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Пожежна небезпека на підприємствах залежить від того, які горючі речовини і матеріали переробляються на різних стадіях технологічного процесу, або зберігаються в будівлях та спорудах. Таким чином, важливого значення для розробки і здійснення заходів захисту від пожежі та забезпечення безпеки робітників набуває встановлення категорії приміщень за вибухо- та пожежонебезпекою.

Згідно з нормами технологічного проектування ОНТП 24-86 всі приміщення за вибуховою, вибухопожежною та пожежною небезпекою розподіляють на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д; з них А, Б – вибухопожежонебезпечні; В, Г, Д – пожежонебезпечні.

Пожежа та вибух може бути при утворенні іскри механічного походження, теплового проявлення електричного струму, розрядів статичного електроструму.

Щоб запобігти виникнення небезпеки необхідно провести інструктаж працюючих, та виконувати пожежний нагляд.

Всі виробничі, складські та підсобні приміщення, зовнішні установки та будівлі забезпечені первинними засобами пожежогасіння і пожежним інвентарем, які повинні бути завжди в робочому стані та знаходитися на видному місці з безперешкодним доступом. Бродильне відділення спиртового заводу належить за вибухопожежо-небезпекою до категорії А – вибухопожежонебезпечні.

Електробезпека

Електробезпека відбувається при дотриманні основних нормативних документів: Категорія приміщень згідно ПУЄ, способи та заходи з електробезпеки електрообладнання і персоналу. Статична електрика. Аналіз фактичного стану електробезпеки і пропозиції щодо його поліпшення. ДБН В.2.5.27-2006 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд», норми зазначені в ДБН, ПУЄ, ПТБ, ПТЕ. Регламентується ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом та від стану виробничого середовища за “Правилами улаштування електроустановок” (ПУЄ) поділяється на:

- приміщення з підвищеною небезпекою;
- особливо небезпечні приміщення;

- приміщення без підвищеної небезпеки.

Приміщення де існує небезпека ураження електричним струмом повсюди, де використовуються електроустановки не можна назвати безпечними. Особливо небезпечною територією, вважається та де розміщені зовнішні електроустановки. Електричне обладнання все заземляється, для того, щоб уникнути травматизму та ураження електричним струмом при його експлуатації. Для цього в усіх приміщеннях прокладають заземлення, до якого приєднують корпус електричного обладнання розподіляючих пристроїв, пускову аварійну апаратуру на яких встановлено обладнання.

Робочий персонал, який обслуговує дане обладнання забезпечує інструкціями безпеки. Для заземлення використовують різні заземлювачі: металічні стержні та кутову сталь.

Згідно з призначенням будівель та споруд, необхідно виконати захист від блискавки та вторинних її проявів, а при використанні стержневих та тросових блискавковідводів – тип зони захисту повинні визначатись у відповідності з вимогами РД 34.21.122-87. Як захисту від блискавки всі рекомендовані ПУЄ заземлювачі електроустановок, за винятком нульових проводів повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ.

Пропозиції по покращенню умов праці

Для людей, які працюють у проєктованих відділеннях, повинні бути створені умови виробничого середовища, що не завдають шкоди їхньому здоров'ю. Для цього має бути передбачено:

- на робочих зонах повинен бути нормальний мікроклімат підприємства за рахунок встановлення нових фільтрувально-вентиляційних установок;
- мають бути обладнані спеціальні заходи для зменшення шуму та вібрації (звукоізоляції, віброізолюючі прокладки тощо), це обладнання повинно встановлюватись на попередньо підготовлену бетонну поверхню;
- встановлення сучасних видів вогнегасників типу ВП-4(3) закачний;

- працівникам має безкоштовно видаватись спеціальний одяг і взуття, а також засоби індивідуального захисту, миючих і знешкоджувальних засобів згідно встановлених норм;
- має контролюватись постійний контроль за дотриманням електробезпеки у відділеннях, а також слідкувати за станом вологості у виробничих приміщеннях.

7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Метою цивільного захисту підприємств є забезпечення захисту виробничого персоналу в надзвичайних ситуаціях, створення умов для своєчасних та якісних рятувальних та інших аварійних робіт на відповідних об'єктах з метою усунення наслідків надзвичайних ситуацій.

Керівник підприємства керує цивільним захистом. Він відповідає за захист персоналу, постійну готовність керівних органів, а також відповідні сили та обладнання для порятунку та інших невідкладних робіт. Начальник цивільного захисту призначає заступників з питань евакуації, техніки та матеріально-технічного забезпечення.

На підприємстві створені відповідні служби для ефективного виконання завдань цивільного захисту на високому рівні:

- служба оповіщення і зв'язку – створюється на базі вузла зв'язку підприємства, яка має своєчасно сповістити виробничий персонал підприємства про загрозу або факт виникнення надзвичайної ситуації;
- служба охорони громадянського порядку – створюється на базі підрозділів відомчої охорони та повинна забезпечувати охорону об'єкта, підтримувати громадянський порядок під час надзвичайної ситуації;
- служба сховищ та укриттів створюється на базі відділів капітального будівництва, яка повинна забезпечувати готовність захисних споруд, контролювати експлуатацію сховищ, укриттів, брати участь у розробці планів розміщення виробничого персоналу в захисних спорудах;
- служба радіаційного і хімічного захисту - розробляє та здійснює заходи для підвищення стійкості об'єкта при його функціонуванні в умовах надзвичайної ситуації, ліквідує наслідки аварії;
- медична служба створюється на базі медичних пунктів і виконує заходи медичного захисту на підприємстві, а саме : здійснює санітарно – гігієнічні і профілактичні заходи, надає медичну допомогу потерпілим;
- протипожежна служба створюється на базі підрозділу пожежної охорони, яка розробляє протипожежні заходи та веде контроль за їх виконанням;
- служба енергопостачання – розробляє заходи спрямовані на безперервне постачання підприємства паливом, електроенергією, веде невідкладні роботи на енергетичних мережах;
- служба матеріально-технічного забезпечення – створюється на базі відділу матеріально-технічного забезпечення, яка розробляє плани

матеріально-технічного забезпечення в умовах надзвичайних ситуацій, забезпечує своєчасне постачання необхідного майна, засобів захисту, організовує та здійснює своєчасний ремонт пошкодженого обладнання.

Потенційні вибухи та пожежі спричиняють надзвичайні ситуації (аварії) на харчових підприємствах. Їх наслідками є руйнування та пошкодження будівель та споруд, машин та обладнання, вихід з ладу ліній зв'язку, електромереж та засобів зв'язку, аварії та загибель серед обслуговуючого персоналу та широкої громадськості.

Перед аварійними небезпечними ситуаціями (запах газу або диму, найменші пожежні сигнали, шум, спричинений теплом деталей машини, шум, засмічений виробом, підвищена вібрація обладнання, поломка дисків, шестерні та інші шестерні у фіксаторі зупинки предметів тощо) обладнання слід негайно зупинити. Його можна буде запустити лише після виявлення та вирішення проблем неполадок.

У разі виникнення відчуття запаху диму або займання речовини все транспортне, технологічне та аспіраційне обладнання в цехах повинно бути зупинене та ретельно перевірене. Зупиняти загорання слід лише за участю пожежників. Запуск устаткування після ліквідації загорання слід проводити після оформлення письмового дозволу керівника підприємства.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На кафедрі біотехнології продуктів бродіння екстрактів і напоїв був селекціонований та досліджений нами новий штам осмофільних дріжджів М-10. Перспективний для зброджування висококонцентрованого сусла (26-29% СР) і здатний накопичувати в зрілих бражках 10-13% об. спирту.

2. З метою забезпечення високого ступеню зброджування сусла підвищених концентрацій необхідно проводити при двох температурних режимах: перший – при температурі 35°C, а другий – 32-33°C, що дозволить скоротити термін зброджування сусла та підвищити концентрацію спирту в бражці.

3. На основі експериментальних даних, для зброджування сусла підвищених концентрацій, оптимальна концентрація засівних дріжджів складала – 40-50млн/мл.

4. Для інтенсифікації зброджування сусла високої концентрації додавання ферментів глюкоамілаза і протеази в кількості 5одГл3/г та 0,035Пр3/г сировини дозволить підвищити концентрацію спирту в бражках на 1,3-1,8%, залежно від концентрації сусла.

5. При зброджуванні сусла високої концентрації осмофільним штамом дріжджів зменшується накопичення летких домішок в бражних дистилятах залежно від його концентрації та способу приготування сусла.

6. Зброджування сусла високої концентрації селекціонованим штамом дріжджів за удосконаленою технологією, дозволить підвищити накопичення спирту в бражках на 1,0-1,8%, скоротити вихід барди 15-20% та на 20-25% витрату теплової енергії на брагоперегонку, тобто підвищити виробництво та удосконалити енергозберігаючу технологію харчового спирту та біоетанолу. Розхід пари на перегонку бражки знижується із 22-24кг/дал до 19-21кг/дал спирту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алиева-Витукевич Э. Р. Применение сульфанола в качестве антисептика при производстве спирта из мелассы/ Э. Р. Алиева-Витукевич.- «Ферментная и спиртовая промышленность», 1971, №1.

2. Андеркофлер Л. А. Бродильные производства/ Л. А. Андеркофлер, Дж. Хиккей.- М., Пищепромиздат, 1959.
3. Безубов А. Д. Ультразвук и его применение в пищевой промышленности/ А. Д. Безубов, Е. И. Гарлинская, В. И. Фридлан.: М., «Пищевая промышленность».
4. Бочарова Н. М. Бактеріальна мікрофлора меляс/ Н. М. Бочарова. Навч. СРСР, Харчова технологія, 1960, №6, с. 24...29.
5. Бугаєнко І. Ф. Дослідження фарбуючі речовин меляс різноманітних виробництв/ І. Ф. Бугаєнко, М. А. Мухамлєєд, А. І. Лапкін. Цукрова промисловість, 1971, №1, с. 11...14.
6. Бекер М. Е. Введение в биотехнологию/ М. Е. Бекер. М: Пищевая промышленность, 1978-231с.
7. Бочарова Н. Н. Микрофлора дрожжевого производства/ Н. Н. Бочарова, Ю. П. Корбина, Н. В. Фозманова. М: Пищевая промышленность, 1972-150с.
8. Бочарова Н. Н. Особенности действия денитрифицирующих бактерий на хлебопекарные дрожжи/ Н. Н. Бочарова, В. Г. Черныш, Н. И. Сизова. Хлебопек. и конд. промышленность, 1986, №9, с. 32...35.
9. Вдосконалення двопотокової схеми зброджування меляси на спирт/ М. Н. Беспалий, А. Д. Коваленко, Т. М. Дращнер, Л. Ш. Левіна. «Ферментна і спиртова промисловість», 1973, №2.
10. Вревскій М. С. праці по теорії розчинів/ М. С. Вревскій. М., видав-во АН СРСР, 1957.
11. Волков Ю. П. Состав азотосодержащих веществ некоторых меласс/ Ю. П. Волков, Л. О. Раминя. Хлебопек. и конд. промышленность, 1973, №10, с.22...24.
12. Вербина Н. М. Антибактериальная активность некоторых четвертичных аммониевых соединений/ Н. М. Вербина, Л. С. Смирнова, Р. Н. Данильченко. Прикладна біохімія і мікробіологія, Т. ІХ, 1973, вып. 4, с. 575...578.
13. Выглазова Е. Г. Стерилизация мелассовых питательных растворов/ Е. Г. Выглазова. Хлебопек. и конд. промышленность, 1974, №4, с. 43...45.

14. Ведерникова Е. И. Качество остаточных спиртовых дрожжей применяемых в хлебопекарном производстве/ Е. И Ведерникова, Б. А. Княжанская, Р. Ю Павлюк. Хлебопек. и конд. промышленность, 1974, №7, с. 26...29.
15. Гладилин Н. И. Руководство по ректификации спирта/ Н. И. Гладилин. М., Пищепромиздат, 1952.
16. Грязнов В. П. практическое руководство по ректификации спирта/ В. П. Грязнов. М., «Пищевая промышленность», 1968.
17. Грязнов В. П. двухпоточный брагоректификационный аппарат/ В. П. Грязнов, Ю. П. Богданов, Г. В. Ржечицкая. «Ферментная и спиртовая промышленность», 1972, №2.
18. Грачева И. М. технология микробных белковых препаратов, аминокислот и жиров/ И. М Грачева, Н. Н. Гаврилова, Л. А. Иванова. М: Пищевая промышленность, 1980-448с.
19. Генин М. С. Антагонистический характер влияния ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} на активность гексокиназы/ М. С. Генин, Ю. Ф. Романов, В. С. Андреев. Биохимия, Т.37, 1972, вып. 4, с. 732...735.
20. Гольдфарб Р. И. К утончению методик определения сбраживания сахаров кормовой патоке/ Р. И. Гольдфарб, П. Л. Даниленко, В. Г. Коваль. Тр. УкрНИИ спиртовой и ликеро-водочной пром-сти, 1960, вып. 6, с. 32...39.
21. Грязнов В. П. Газохроматографические методы анализа, и состав примесей в пищевом этиловом спирте/ В. П. Грязнов, Н. Г. Полотенцева, Я. И. Ящин. М.:ЦИНТИ пищепром, 1968-36с.
22. Гончарова Л. А. Влияние дрожжеподобных грибов на выход и качество пекарских дрожжей/ Л. А. Гончарова, Н. Н. Бочарова, Ю. П. Корбина. Микробиология Т. XXXIY, 1965, вып. 1, с. 154...161.
23. Демчук Г. С. Упарювання мелясної барди/ Г. С. Демчук, С. М. Константинов. К., «Техніка», 1966.

24. Добрынская Г. М. Биосинтез β -фруктофураназы гибридами из рода *Aspergillus*/ Г. М. добрынская, Ю. З. Серова. Прикладна биохимия и микробиология, 1974, Т.10, вып. 5, с. 717...720.
25. Жаков Ф. Биохимические и генетические механизмы регуляции в бактериальной клетке/ Ф. Жаков, Ж. Моно. В кн.: «Молекулярная биология. Проблемы и перспективы». М., «Наука», 1964.
26. Забродский А. Г. Производство кормовых дрожжей на меласно-спиртовых заводах/ А. Г. Забродский. М., «Пищевая промышленность», 1972.
27. Забродский А. Г. Борьба с потерями от инфекции в спиртовом производстве/ А. Г. Забродский. Киев-Львов: Гостехиздат Украины, 1950-230с.
28. Иваненко Е. Ф. Биохимия витаминов/ Е. Ф. Иваненко. К., «Вища школо», 1970.
29. Ильина Л. Д. Содержание нитратов и нитритов в меласной послеспиртовой барде/ Л. Д. Ильина, Н. Г. Ситник. Ферментная и спиртовая промышленность, 1981, №1, с. 8...10.
30. Кравец Я. О. Адсорбционная очистка продуктов свеклосахарного производства активным гранулированным углем в непрерывном потоке/ Я. О. Кравец, А. К. Картошов, Ю. Д. Головняк. Сахарная пром-сть, 1971, №1, с. 6...11.
31. Коваленко А. Д. А.с. 267560 /СССР/. Способ непрерывного сбраживания мелассы при производстве спирта/ А. Д. коваленко, З. А. Раев, В. А. Маринченко. – Заявл. 04.11.68, №128687/28-13. Оpubл. 02.04.70. в ОИПТ 1970, №В, с. 59. МКИ с12с 11/08 УДК 663.541.22/088.8/.
32. Коваль В. Г. Изменение состава азотистых веществ в мелассах в зависимости от длительности сахарного производства (сообщение 1)/ В. Г. Коваль, А. И Скрытмонский, С. К. Борисова. Тр. Украин. НИИ спиртовой пром-сти, М. Пищевая промышленность, 1964, вып. IX с. 14...20.
33. Коваль В. Г. Исследование аминокислотного состава меласс/ В. Г. Коваль, С. К. Борисова, А. И. Скрытмонский/ Тр. Украин. НИИ спиртовой пром-сти, М., Пищевая промышленность, 1965, вып X, с. 94...104.

34. Квасников Е. И. Молочнокислые бактерии на свекле, в полу продуктах и мела ссе сахарного производства/ Е. И. Квасников, Т. П. Слюсаренко. Сообщение 1. Изв. Вузов СССР, Пшечвая технология, 1964, №1, с. 43...46.
35. Корбина Ю. П. Подавление бактерий в дрожжевом производстве/ Ю. П. Корбина, Н.Н. Дочарова, М. А. Козлова. Хлебопек. и конд. промышленность.
36. Коновалов С. А. Биохимия дрожжей/ С. А. Коновалов. М.: Пищепромиздат, 1962,-269с.
37. Коваленко А. Д. Исследование и совершенствование процесса непрерывного сбраживания меласс на спирт/ А. Д. Коваленко. Киев, КТИПП, 1971.-37с.
38. Коваль В. Г. Дистилляционно – колориметрический метод определения глицерина в биологических средах/ В. Г. Коваль, Л. М. Бойко, Е. П. Ковальчук. Спиртовая и ликеро-водочная пром-сть, 1978, №4, с. 12...16.
39. Климовский Д. Н. Технология спирта/Д. Н. Климовский, В. А. Смирнов, В. Н. Стабников. М., «Пищевая промышленность», 1967.
40. Коваленко А. Д. Повышение выхода хлебопекарных дрожжей, выделяемых из мяясно-спиртовой бражки/ А. Д. Коваленко, З. К. Амкинузи, Я. К. Орловский. «Ферментная и спиртовая промышленность», 1970, №7.
41. Коваленко А. Д. Улучшение качества хлебопекарных дрожжей вырабатываемых на спиртовых заводах/ А. Д. Коваленко, З. А. Раев, С. Т. Олийничук. « Ферментная и спиртовая промышленность», 1972, №2.
42. Коновалов С. А. Биосинтез ферментов микроорганизмами/ С. А. Коновалов. М., «Пищевая промышленность», 1972.
43. Коновалов С. А. Биохимия дрожжей/ С. А. Коновалов. М., Пищепромиздат, 1962.
44. Костецкая Т. М. Влияние восстановленного глутатиона на спиртовые брожения гибридов дрожжей Г-113, Г-105, Г-13, и расы В/ Т. Н. Костецкая, К. П. Петров. В сб.: «Реферативная информация о законченных научно – исследовательских работах в вузах УССР. Пищевая промышленность», вып. 5, 1971.

45. Коваленко А. Д образование вторичных продуктов при различных методах сбраживания мелассы/ А. Д. Коваленко, Е. В. Хоменко, Х. С. Ярмоленко. Тр. УкрНИИ спиртовая и ликеро-водочная пром-сти, 1972, вып. 4, с. 26...36.
46. Лирова С. А. Влияние экстремальных значений рН среды на физиологические свойства дрожжей *Candida utilis*/ С. А. Лирова, Е. А. Андреева. Микробиология, Т. XL, 1971, вып. 4, с. 659...665.
47. Малков А. М. Технология хлебопекарных и кормовых дрожжей/ А. М. Малков. М., Пищепромиздат, 1962.
48. Малченко А. Л. Химико – технический и микробиологический контроль бродильных производств/ А. Л. Малченко, Л. В. Ясинский, Г. И. Гольдфарб. М.-Л., Пищепромиздат. 1937.
49. Малченко А. Л. Применение антисептиков при переработке патоки на спирт/ А. Л. Малченко, Ф. Б. Криштул, А. И. Скиртымонский. «Спиртовая промышленность», 1953, №2.
50. Мальцев П. М. Технология солода и пива/ П. М. Мальцев. «Пищевая промышленность», 1964.
51. Мальцев П. М. Технология бродильных производств/ П. М. Мальцев. М., Пищепромиздат, 1960
52. Майсель М. Н. функциональная морфология дрожжевых организмов/ М. Н. Майсель. М., Изд-во АН СССР, 1950.
53. Маринченко В. А. Сбраживание мелассы по одно-и двупоточной технологическим схемам/ В. А. Маринченко, А. Д. Коваленко, Г. Н. Хиль. Тр. УкрНИИ спиртовая и ликеро-водочная пром-сти, 1973, вып. 15, с. 9...21.
54. Плевако Е. А. Технология дрожжей/ Е. А. Плевако. М., «Пищевая промышленность», 1970.
55. Исследование гибридов дрожжей, обладающих активной мальтозой в производстве спирта из мелассы/ М. Т. Полуянова, Э. П. Москвичева, С. Н. Бочаров, К. В. Косиков. «Труды ВНИИПрБ», вып. XIX. М., «Пищевая промышленность», 1970.

56. Палашна Н. К. Физико – химические и механические потери мелассы и дрожжей/ Н. К. Палашна, Т. В. Меледина, В. П. Озерова. Хлебопек. и конд. пром-сть, 1986, №2, с. 43...44.
57. Работнова И. Л. Роль физико-химических условий (рН, и rH₂) в жизнедеятельности микроорганизмов/ И. Л. Работнова. М., Изд-во АН СССР, 1961.
58. Раев З. А. Кларификация патоки при получении хлебопекарных дрожжей/ З. А. Раев, Н. С. Кордюкова. «Спиртовая промышленность», 1962, №7.
59. Родопуло А. К. Биохимия виноделия/А. К. Родопуло. М., «Пищевая промышленность», 1971.
60. Рыбачук В. Н. Комплексное использования сырья в спиртовой промышленности ГДР/ В. Н. Рыбачук. «Спиртовая промышленность», 1962, №6.
61. Раев З. А. Потери сахара на жизнедеятельность дрожжей при збраживании различной по качеству патоки на спирт/ З. А. Раев, К. К. Базилевич, Н. С. Кордюкова. Тр. УкрНИИ спиртовая и ликеро-водочная пром-сти, 1960, вып. 6, с. 83...91.
62. Рухлядева А. П. Технологический контроль спиртового производства/ А. П. Рухлядева. М.: Пищевая промышленность, 1974.-356с.
63. Раев З. А. Состав и технологические свойства свеклосахарной мелассы, поступающей для переработки на спиртовые заводы УССР/ З. А. Раев, К. К. Базилевич, Н. С. Кордюкова. Тр. Украин.НИИ спиртовой промышленности, М., Пищевая пром-сть, 1967, вып. XI, ст. 23...36.
64. Раев З. А. Применение гибридных дрожжей для сбраживания меляссы на спирт получением хлебопекарных дрожжей/ З. А. Раев, А. Д. Коваленко, Л. А. Коробкова. Тр. Украин. НИИ спиртовой пром-сти, 1973, вып. X4, с. 39...46.
65. Родиснова Г. С. Адаптация дрожжей к фурфуролу/ Г. С. Родиснова, Г. И. Воробьева, А. П. Крючкова. Гидролиз и лесохимическая пром-сть, 1965. №2, с. 3...5.

66. Сернистые соединения в продуктах ректификации спирта, выработанного из мелассы/ А. С. Егоров, Г. Л. Висневская, Е. В. Сокольская, Н. И Хиль. «Ферментная и спиртовая промышленность», 1972, №5.
67. Савчук М. Л. Влияние кислотности и рН на образование побочных продуктов при сбраживании мелассы/ М. Л. Савчук, П. С. Цыганков. Тр. Украин.НИИ спиртовой пром-сти, М., Пищевая промышленность 1973, вып. ХУ, с. 62...67.
68. Смирнов В. А. Размножение моносахаридов в кислой среде и образование красящих веществ/ В. А. Смирнов. Пищевая промышленность, 14, 1958, с. 176..185.
69. СССР министерство пищевой промышленности. Главспирт. Регламент производства этилового спирта из сахаросодержащего сырья. Часть 1. Брожение.- Киев: УкрНИИ спиртовой и ликеро-водочной промышленности, 1975.-293с.
70. Справочник работника спиртовой промышленности. Под общей ред. П. В. Рудницкого.- Киев: Техніка, 1972.-384с.
71. СЭВ. Постоянная комиссия СЭВ по пищевой промышленности. Отчет о научно- исследовательских работах, выполненными странами СЭВ. 1968...1970 г.г. (часть 1, подтемы Г и П). – Киев: УкрНИИ спиртовой и ликеро-водочной промышленности, 1971, с. 5...77.
72. Стабников В. Н. Перегонка и ректификация этилового спирта/ В. Н. Стабников. М., «Пищевая промышленность», 1969.
73. Силин П. М. Технология свеклосахарного производства/ П. М. Силин. М., Пищепромиздат, 1958.
74. Силин П. М. Технология свеклосахарного и рафинадного производства/ П. М. Силин. М., Пищепромиздат, 1958.
75. Слюсаренко Т. П. Изменение технико-химических и микробиологических показателей мелассных рассиропок при стерилизации/ Т. П. Слюсаренко, В. Н. Швец, Е. И. Кноготкова. «Известия вузов СССР. Пищевая технология», 1972, №6.

76. Технологія спирту підручник для студентів вищих навчальних закладів/ В. О. Маринченко, В. А. Домарецький, П. Л. Шиян// Під ред. В. О. Маринченка. – Київ, НУХТ, 2003.-495 с.
77. Уайт Д. Технология дрожжей/ Д. Уайт. М., Пищепромиздат, 1957.
78. Устинников Б. А. Переработка свеклосахарной мелассы и крахмалистого сырья на спиртовых заводах ГДР/ Б. А. Устинников, Ю. М. Кравец, А. М. Кравец. М., ЦИНТИПищепром, 1965.
79. Фробишер М. Основы микробиологии/ М. Фробишер. М., «Мир», 1965.
80. Фмикова Э. С. Влияние посторонней микрофлоры на биосинтез лимонной кислоты/ Э. С. Фмикова, Н. Я. Новотельнова, Л. Г. Кубарская. Хлебопек. и конд. промышленность, 1981, №5, с. 41...43.
81. Ферман Г. И. Химико-технологический контроль спиртового и ликероводочного производства/ Г. И. Ферман, М. И. Шойхер. М.: Пищевая промышленность, 1974.-356с.
82. Шевченко А. М. Дистанционный автоматический контроль процесса спиртового брожения/ А. М. Шевченко, И. П. Глыбин, Н. П. Байков. «Ферментная и спиртовая промышленность», 1971, №7.
83. Швець В. Н. Оптимальні умови видалення летких органічних кислот в м'ясі при термообробці/ В. Н. Швець, Т. П. Слюсаренко, А. Н. Мельник. Харчова пром.-сть, Київ, Техніка, 1973, №6, с. 41...43.
84. Шевченко А. М. Исследование и отбор дрожжевых гибридов для производства хлебопекарных дрожжей. Канд. дис.- Киев, КТИПП, 1973.-189с.
85. Яровенко В. Л. Применение антибиотика, выделенного из штамма актиномицета 135/1 для борьбы с инфекцией в спиртовом производстве/ В. Л. Яровенко, Б. А. Устинников, Р. С. Маслечкина. «Ферментная и спиртовая промышленность», 1968, №4.
86. Яровенко В. Л. Основанные закономерности непрерывного спиртового и ацетоно- бутилового брожения/ В. Л. Яровенко. М.: Пищевая промышленность, 1975.-102с.

Додаток А. Робоча програма кваліфікаційної роботи

Затверджено на засіданні
Кафедри біотехнології продуктів
90

Бродіння та виноробства НУХТ,
Протокол № _____
Від «__» _____ 2021р.
Зав. Кафедри _____ А.М.Куц

РОБОЧА ПРОГРАМА

Кваліфікаційної роботи на тему:

«ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБРОДЖУВАННЯ СУСЛА ІЗ МЕЛЯСИ З ВИКОРИСТАННЯМ ОСМОФІЛЬНИХ ТЕРМОТОЛЕРАНТНИХ ДРІЖДЖІВ»

ВСТУП

1 Аналітичний огляд

- 1.1 Меляса – сировина біотехнологічних виробництв
- 1.2 Біотехнологічна, мікробіологічна і технологічна характеристика меляси
 - 1.2.1 Цукри, нецукри та мікрофлора меляси
- 1.3 Спиртове зброджування мелясного сусла
- 1.4 Вплив фізико-хімічних і біологічних факторів на життєдіяльність дріжджових організмів
 - 1.4.1 Расові особливості спиртових дріжджів
 - 1.4.2 Джерела додаткового живлення дріжджів
- 1.5 Деякі шляхи інтенсифікації виробництв спирту із меляси
- 1.6 Висновки
- 1.7 Задачі досліджень

2 Матеріали, методи та методика дослідження

- 2.1 Матеріали досліджень
- 2.2 Методи дослідження
- 2.3 Методика дослідження

3 Експериментальна частина

- 3.1 Дослідження процесу біоконверсії сусла підвищеної концентрації із використанням осмофільного термотолерантного штаму М-10
- 3.2 Зброджування м'ясного сусла з підвищеною концентрацією сухих речовин
- 3.3 Дослідження впливу температури концентрації засівних дріжджів та на зброджування сусла
- 3.4 Дослідження підвищення ступеню використання цукру м'яси при спиртовому бродінні шляхом використання ферментних препаратів
- 3.5 Оптимізація складу живильного середовища в процесі дріжджегенерації та його вплив на продуктивність популяції
- 3.6 Зброджування м'ясного сусла селекціонованим штамом дріжджів М-10
- 3.7 Накопичення летких домішок в бражних дистилатах залежно від умов зброджування

4 Оптимізація технологічного процесу

5 Соціально-економічна ефективність роботи

6 Охорона праці

7 Цивільний захист

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

Магістрант _____ А.С.Титарчук
Керівник, доцент _____ Р.Г. Кириленко