

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

Директорка інституту

_____ О.В. Кочубей-Литвиненко

« » лютого 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ А.М. Куц

« » лютого 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
із спеціальності 181 «Харчові технології»

на тему: «**Удосконалення очищення сортівок агломерованим активним вугіллям**»

Виконав: здобувач 2 курсу,
групи групи ТБ-2-7М

Тимченко Роман Геннадійович

Керівник

_____ Олійник Світлана Іванівна _____

Рецензент

_____ Міщенко Олексій Семенович _____

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

_____ Роман ТИМЧЕНКО

Київ - 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

Освітній ступінь – магістр

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Технології продуктів бродіння і виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння і виноробства

_____Анатолій КУЦ

« 31 » серпня 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Тимченку Роману Геннадійовичу

1. Тема роботи: **«Удосконалення очищення сортівок агломерованим активним вугіллям»**

Керівник роботи: Олійник Світлана Іванівна д.т.н., доцент

затверджені наказом вищого навчального закладу від 31 жовтня 2022 р. №772-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01 лютого 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Матеріали, зібрані під час преддипломної практики

2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт

3. Проаналізувати сучасні матеріали та схеми очищення сортівок активним вугіллям

4. Дослідити агломероване активне вугілля для очищення водно-спиртових сумішей.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ 1. Сучасний стан технології очищення сортівок (аналітичний огляд). 2. Матеріали, методи та методика досліджень. 3. Наукове обґрунтування удосконалення технології очищення сортівок із використанням агломерованого активного вугілля (експериментальна частина). 4. Оптимізація технологічного процесу. 5. Розрахунок соціально-економічної ефективності. 6. Охорона праці. 7. Цивільний захист. Загальні висновки. Список використаної літератури. Додатки

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

Таблиці з результатами досліджень – 14

Графіки з результатами досліджень – 8

6. Консультанти з розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	

Дата видачі завдання 26 жовтня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	13.10.22-29.10.22	виконано
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	30.10.22-4.11.22	виконано
	1-а атестація	5.11.2022	виконано
3.	Експериментальні дослідження фізико-хімічних та сорбційних характеристик агломерованого активного вугілля	05.11.22-17.12.22	виконано
4.	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	18.12.22-22.12.22	виконано
	2-а атестація	23.12.22	виконано
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	23.12.22-30.12.22	виконано
6.	Дослідження ефективності очищення водно-спиртової суміші англомерованим активним вугіллям	31.12.22-06.01.23	виконано
7.	Оптимізація технологічного процесу	07.01.23-13.01.23	виконано
8.	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	14.01.21-24.01.21	виконано
9.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи	25.01.23-31.01.23	виконано
10.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	30.01.23-03.02.23	виконано
11.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	01.02.23-07.02.23	виконано
12.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	08.02.23-10.02.23	виконано
	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Роман ТИМЧЕНКО

Керівник роботи, професор

Світлана ОЛІЙНИК

АНОТАЦІЯ

Тимченко Роман Геннадійович «Удосконалення очищення сортівок агломерованим активним вугіллям».

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Технології продуктів бродіння і виноробства». Національний університет харчових технологій, Київ, 2022.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз сучасних матеріалів, технологій та можливостей удосконалення очищення сортівок із застосуванням різних видів активного вугілля.

Метою роботи є удосконалення технології очищення сортівок із застосуванням агломерованого активного вугілля.

Визначено фізико-хімічні та сорбційні властивості агломерованого активного вугілля. Визначено органолептичні і фізико-хімічні показники очищеної агломерованим активним вугіллям водно-спиртової суміші.

Досліджено ефект очистки сортівки агломерованим активним вугіллям. Отримана горілка відповідає вимогам ДСТУ 4256:2021, має високу дегустаційну оцінку.

Соціально-економічна ефективність пов'язана зі збільшенням прогнозованої стійкості очищеної агломерованим активним вугіллям сортівки, її вищих органолептичних показників та зменшенню собівартості продукції.

Роботу викладено на 85 сторінках друкованого тексту, містить 14 таблиць і 8 рисунків, 2 Додатки.

Ключові слова: водно-спиртова суміш, сортівка, активне вугілля, фізико-хімічні показники, ефект очищення, горілка.

ANNOTATION

Tymchenko Roman Hennadiyovych "Improvement of cleaning of sorters with agglomerated activated carbon".

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 181 "Food technologies" of the educational program "Technologies of fermentation products and winemaking". National University of Food Technologies, Kyiv, 2022.

In the qualification work, an analysis of modern materials, technologies and possibilities of improving the cleaning of sorting machines with the use of various types of activated carbon was carried out.

The aim of the work is to improve the technology of cleaning sorting machines using agglomerated activated carbon.

Physico-chemical and sorption properties of agglomerated activated carbon were determined. The organoleptic and physicochemical parameters of the water-alcohol mixture purified by agglomerated activated carbon were determined.

The effect of cleaning the sorting machine with agglomerated activated carbon was studied. The obtained vodka meets the requirements of DSTU 4256:2021, has a high tasting rating.

Socio-economic efficiency is associated with an increase in the predicted stability of the agglomerated activated carbon-treated sorter and its higher organoleptic indicators.

The work is presented on 85 pages of printed text, contains 14 tables and 8 figures, 2 Appendices.

Key words: water-alcohol mixture, sorting, activated carbon, physical and chemical parameters, cleaning effect, vodka.

ANOTACIÓN

Timchenko Roman Gennadiyovych "Mejora de la limpieza de clasificadores con carbón activado aglomerado".

Trabajo de habilitación para la obtención del título de maestría en la especialidad 181 "Tecnologías de los alimentos" del programa educativo "Tecnologías de los productos de fermentación y enología". Universidad Nacional de Tecnologías Alimentarias, Kyiv, 2022.

En el trabajo de calificación se realizó un análisis de materiales modernos, tecnologías y posibilidades de mejorar la limpieza de las clasificadoras con el uso de varios tipos de carbón activado.

El objetivo del trabajo es mejorar la tecnología de limpieza de máquinas clasificadoras mediante carbón activo aglomerado.

Se determinaron las propiedades fisicoquímicas y de sorción del carbón activado aglomerado. Se determinaron los parámetros organolépticos y fisicoquímicos de la mezcla agua-alcohol purificada por carbón activado aglomerado.

Se estudió el efecto de la limpieza de la clasificadora con carbón activado aglomerado. El vodka obtenido cumple con los requisitos de DSTU 4256:2021, tiene una alta calificación de cata.

La eficiencia socioeconómica está asociada con un aumento en la estabilidad prevista del clasificador tratado con carbón activado aglomerado y sus indicadores organolépticos más altos.

El trabajo se presenta en 85 páginas de texto impreso, contiene 14 tablas y 8 figuras, 2 Apéndices.

Palabras clave: mezcla agua-alcohol, selección, carbón activado, parámetros físicos y químicos, efecto limpiador, vodka.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СОРТІВОК (аналітичний огляд).....	9
1.1 Сучасні способи та установки очищення сортівок.....	9
1.2 Аналіз використання матеріалів різних типів для очищення сортівок.....	13
1.3 Аналіз використання активного вугілля у технології очищення водно-спиртових сумішей.....	24
1.4 Висновки.....	30
2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
2.1 Об'єкти досліджень.....	32
2.2 Методи досліджень.....	33
2.3 Методика проведення досліджень.....	38
2.4 Обробка результатів досліджень.....	39
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОЧИЩЕННЯ СОРТІВОК АГЛОМЕРОВАНИМ АКТИВНИМ ВУГІЛЛЯМ (експериментальна частина)	40
3.1 Дослідження якості підготовленої води, спирту етилового ректифікованого та сортівки для застосування у технології горілок...40	40
3.2 Дослідження основних показників сорбційної та каталітичної активності агломерованого активного вугілля.....	42
3.3 Дослідження впливу агломерованого активного вугілля на ефективність очищення сортівки.....	45
3.4 Висновки по розділу.....	53
4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	54
5. РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	65
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	67
7. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	73
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	76
ДОДАТКИ.....	82

					Удосконалення очищення сортівок агломерованим активним вугіллям		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Виконав		Тимченко Р.Г.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Олійник С.І.				7	85
Н. контр.					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА		
Зав. каф.		Куц А.М.			НУХТ, ННІХТ, ТБ-2-7М, 2023		

ВСТУП

У лікєро-горілчаному виробництві для отримання високоякісних горілок застосовують адсорбційні методи очищення водно-спиртових розчинів. Для цього використовують адсорбційні матеріали з розвиненою поверхнею, в основному подрібнене або порошкоподібне активне вугілля (АВ) різних марок. Асортимент АВ надзвичайно широкий, тому актуальним і важливим є правильний вибір матеріалів, які ефективні для підготовки сортівок (ВСС, водно-спиртових сумішей), у тому числі сорбентів спрямованої дії.

Характерного смаку і аромату ВСС набуває після оброблення її спеціальним сорбентом - активним вугіллям (АВ)..

На лікєро-горілчаних підприємствах відповідно до вимог технологічного регламенту застосовують динамічний спосіб оброблення сортівок шляхом фільтрування через нерухомий шар подрібненого АВ в одній або декількох послідовно поєднаних колонках. Однак при цьому не завжди забезпечується необхідна якість підготовленої ВСС, тому що при контактуванні водно-спиртової суміші з АВ на його поверхні одночасно відбуваються процеси вибіркової адсорбції і каталітичного окислення. Останній процес може давати як позитивні, і негативні результати.

Сумарний ефект цих процесів залежить від властивостей АВ, якісного та кількісного складу мікродомішок водно-спиртової суміші що встановлюється експериментально.

Метою роботи є дослідження агломерованого активного вугілля для удосконалення технології очищення сортівки.

Об'єкт дослідження — технологія очищення сортівки у лікєро-горілчаному виробництві.

Предмет дослідження — комплексне вивчення ефективності використання агломерованого активного вугілля у технології очищення ВСС.

Для того щою досягнути визначену мету необхідно було:

- проаналізувати сучасні матеріали та технології обробки сортівок,
- встановити фізико-хімічні та сорбційні показники агломерованого активного вугілля,
- визначити ефективність очистки досліджуваним агломерованим активним вугіллям сортівки,
- перевірити адекватність математичної моделі очищення сортівки агломерованим активним вугіллям,
- визначити соціально-економічну ефективність використання агломерованого активного вугілля у технології горілок,
- обґрунтувати заходи з охорони праці і цивільного захисту.

Наукова новизна визначена у кваліфікаційній роботі, у якій вперше:

1. визначено фізико-хімічні та сорбційні показники агломерованого активного вугілля;
2. застосоване для очищення водно-спиртової суміші агломероване активне вугілля та доказано ефективність його придатності у технології горілок.

Загальні висновки, які наведено у кваліфікаційній роботі будуть використані у навчальному процесі та наступних досліджень удосконалення очищення сортівок.

Практичне значення удосконалення технології горілок має велике значення для покращання якості готової продукції, збільшення її строку придатності та розширення асортименту.

За темою кваліфікаційної виконано тези доповідей на 86 Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів, р. "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті" (2020 р.) і Міжнародній науково-практичній конференції “Здорове харчування від дитинства до довголіття: стан та перспективи” (2022) (Додаток Б)

Кваліфікаційна робота викладена на 86 сторінках друкованого тексту, містить 14 таблиць і 8 рисунків, 2 Додатки.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СОРТІВОК

1.1 Сучасні способи та установки очищення сортівок

Під час виробництва горілок і горілок особливих на лікєро-горілочаних заводах України використовують динамічний спосіб оброблення сортівок, який полягає у фільтрації ВСС через нерухомий шар активного вугілля у вугільній колоні. Технологія з динамічним способом обробки водно-спиртових сумішей активним вугіллям у виробництві горілок склалася багато десятиліть назад. Вона, як і раніше, забезпечує високу якість продукції. Рівень механізації, автоматизації й енергетичного забезпечення визначили розміщення технологічного процесу по вертикалі, що максимально забезпечує принцип самопливу.

За цим способом під час обробки сортівки відбуваються сорбційні та окисно-відновні процеси, внаслідок яких зменшується вміст небажаних мікродомішок, утворюються нові сполуки, які впливають на органолептичні властивості горілочаної продукції. Глибина перебігу цих процесів залежить від сорбційних і каталітичних властивостей сорбентів, а тому для отримання високого ефекту в покращенні органолептичних характеристик горілок велике значення має проведення процесу в оптимальних умовах.

Застосований на лікєро-горілочаних заводах динамічний спосіб виробництва горілок, за наявності багатьох позитивних чинників, має ряд недоліків, які негативно позначаються на якості продукції і, зокрема, на стабільності фізико-хімічних та органолептичних показників, що особливо проявляється під час неритмічності виробництва. Під час зупинок вугільної колони або регенерації (пропарювання) активного вугілля виникають значні об'єми невиправного браку, зниження механічної міцності й тривалості використання вугілля

Недоліками традиційної схеми очищення є: низька продуктивність; нестабільна якість фільтрату, великі габаритні розміри вугільно-очисної батареї, регенерація та підготовка до виробництва фільтрувальних та адсорбційних матеріалів, пов'язана з простоями виробництва і використанням малопродуктивної ручної праці.

Досягається вища ефективність існуючих технологій обробки сортівок лише за умови проведення додаткового адсорбційного очищення з використанням імпрегнованого активного вугілля або інших різних видів сорбційних матеріалів: порошко- та пилоподібних, зернистих, пористих, на тканинній, картонній основі тощо.

Основою вдосконаленої технології використання імпрегнованого фільтрувального матеріалу є модифікування кокосового активного вугілля сріблом, золотом або платиною.

Якість горілчаної продукції безпосередньо залежить не тільки від якості вихідної сировини (води підготовленої та спирту етилового ректифікованого), але й від ступеня очищення ВСС. Ця стадія є найважливішою під час виробництва, а процес її модифікації пов'язаний з вдосконаленням апаратурного оформлення існуючої технології.

За недоліками існуючих технологій очищення ВСС можна визначити декілька напрямів подальшого вдосконалення техніки й технології приготування горілок, в тому числі пошук нових видів і форм сорбційних матеріалів для використання в існуючих апаратурних формах для інтенсифікації адсорбційних процесів, що відбуваються під час очищення сортівок.

З початку ХХІ століття простежуються нові тенденції у виробництві горілок. Перехід до ринкових умов виробництва та збуту готової продукції призвів до порушення ритмічності роботи лікєро-горілчанних підприємств і, як наслідок, до нестабільності технологічного режиму виробництва. Нові умови слугують приводом для розробки нових технологій і нового апаратурного оформлення, що забезпечили б необхідну мобільність і ефективність виробництва при високій якості продукції.

При приготуванні сортівки періодичним способом в апарат приготування сортівки з мірника вносять розраховані кількості спирту етилового ректифікованого і води підготовленої. При змішуванні спирту з водою виділяється тепло і зменшується об'єм суміші внаслідок контракції. Тому об'єми спирту і води розраховують з використанням спеціальних таблиць, за якими знаходять кількість води підготовленої, яку треба додати до 100 об'ємів спирту відповідної міцності для отримання сортівки потрібної міцності. Отриману суміш ретельно перемішують пропелерною мішалкою, шляхом продування повітря, гідродинамічним способом з використанням відцентрового насоса чи суміщенням способів. При відхиленні міцності від заданої сортівку коректують. У разі необхідності для приготування сортівки використовують виправний брак, що утворився на інших технологічних операціях.

В основу роботи установки по безперервному приготуванню сортівки за схемою Полтавського лікєро-горілчаного заводу закладений принцип інжекції. Для інтенсифікації процесу приготування сортівок і підвищення надійності роботи установки змішувач являє собою інжектор, доповнений турбулізатором, всередині якого концентрично вмонтована перфорована труба. Один кінець труби має конічну заглушку-розсікач, а другий з'єднаний з трубопроводом, що

відводить сортівку у напірну ємність. Довжина перфорованої труби дорівнює 6...8 діаметрам відповідного трубопроводу. Перфорація труби утворена діаметрально протилежними отворами. За рахунок перфорованої поверхні турбулізатора відбувається розосередження потоку водно-спиртової суміші на струмені, які сприяють гідродинамічному перемішуванню і завершенню процесу розчинення спирту у воді.

Щоб одержати сортівку заданої міцності, встановлюють необхідний рівень витрати спирту відповідним положенням регулюючого вентиля для подачі спирту. Відкривають кран на комунікацію від витратної ємності спирту до ємності постійного рівня. Потім включають відцентровий насос, який подає воду на інжектор і відкривають кран.

Готову сортівку перекачують в напірний збірник, звідки вона поступає на вугільно-очисну батарею.

Обробку сортівки здійснюють в динамічних умовах у вугільно-очисній батареї, яка складається з пісочних фільтрів попередньої фільтрації, вугільних (однієї або двох) колон, з'єднаних послідовно або паралельно, фільтрів остаточної фільтрації.

На пісочних фільтрах відокремлюються механічні домішки сортівки. Після вугільних колонок пісочні фільтри утримують із горілки дрібнодисперсні частинки вугілля і обумовлюють прозорість горілки.

На деяких заводах для фільтрування горілки використовують керамічні фільтри.

Сортівка, отримана змішуванням спирту етилового ректифікованого і води підготовленої, є напівпродуктом виробництва. І тільки після обробки дозволеними до використання адсорбентами вона набуває смак і аромат, характерний для горілки і перетворюється після задавання відповідно до рецептури інгредієнтів у товарний продукт.

Адсорбенти, що використовуються при виробництві харчових продуктів, повинні відповідати санітарно-технічним вимогам, передбаченим НТД та інструкціями органів санітарного нагляду.

Адсорбенти не повинні утримувати в своєму складі сполук арсену і фтору влюбій формі. Недопустимий вміст в природних сорбентах сполук ртуті, свинцю і радіоактивних речовин. Вони не повинні служити джерелом патогенних бактерій і вірусів, токсинів, що можуть привести до захворювання людей або зниження харчової цінності сировини, а також не забруднювати продукти важкими металами та радіонуклідами і не вносити сторонні запахи та смаки, які знижували б органолептичні показники товарної продукції, що виробляється з етилового спирту.

В горілчаному виробництві тривалий час застосовується активне вугілля, отримане із різних порід деревини. Але останнім часом для виробництва особливих горілок використовують такі природні адсорбенти, як різні види молока, яечний жовток, крохмаль та ін.

В останні роки з'явилися повідомлення щодо успішного очищення водно-спиртових розчинів від домішок спирту глинистими матеріалів, серед яких найбільш ефективним виявився палигорськіт.

Швидкість проходження сортівки через колонку з активним вугіллям регулюється клапанами на пісочному фільтрі і ротаметрі, який встановлений після другої вугільної колонки. Під час контакту сортівки з активним вугіллям спостерігається фізична і хімічна адсорбція альдегідів, вищих спиртів і естерів, новоутворення, окисно-відновні процеси, що сприяє утворенню характерних для горілки смаку і аромату.

Швидкість подачі сортівки на одну вугільну колонку не повинна перевищувати при роботі на свіжому вугіллі для горілки 60 дал/год, для горілки типу горілки особливої 30 дал/год. Активність вугілля в процесі фільтрації зменшується, тому потрібно знижувати швидкість подачі сортівки, регулюючи її таким чином, щоб якість горілки була найкращою. Мінімальною швидкістю подачі сортівки для горілок є 10 дал/год, для горілок особливої - 5 дал/год.

Тривалість роботи вугільної колонки без регенерації вугілля залежить від активності вугілля, величини його зерен, висоти шару, вмісту домішок в ректифікованому етиловому спирті і воді підготовленій, швидкості подачі сортівки та інших умов і може коливатися в широких межах, відповідних кількості обробленої вугіллям сортівки (від 15 тис до 100 тис).

Швидкість обробки сортівки активним вугіллям встановлюють з врахуванням обов'язкового позитивного ефекту від обробки (підвищення дегустаційної оцінки не менше 0,3 бала для горілок високої якості і 0,2 бала для горілок ординарних). Допоміжними показниками ефективності очищення сортівки є різниця в окислювальності до і після вугільної колонки та активність вугілля по адсорбції розчином оцтової кислоти. Різниця в окислювальності між горілкою та сортівкою при температурі 20 °С повинна бути не менше 2,5 хвилин для горілок високої якості і 2 хвилин для ординарних горілок. Якщо ці умови не досягаються, вугілля регенерують або замінюють новим.

Регенерують відпрацьоване активоване вугілля насиченою водяною парою, при цьому відганяють спирт і адсорбовані вугіллям домішки сортівки. Температура сухої пари при тиску 0,07 МПа дорівнює 114,6 °С. Існують також інші способи регенерації - продування повітря, обробка перманганатом калію або перегрітою парою.

Залежно від найменування горілки для надання відповідного аромату до неї у довідному збірнику вносять відповідно до рецептури задану кількість інгредієнтів - цукру, меду, аскорбінової кислоти та ін. Інгредієнти попередньо розчиняють у водно-спиртовому розчині відповідної міцності, фільтрують і вигляді прозорого розчину задають в горілку.

В довідному збірнику обов'язково контролюють міцність горілки і разі потреби додають розрахункову кількість ректифікованого етилового спирту або підготовленої води.

1.2 Вплив сучасної технології на показники якості горілок

Виробництво горілок в Україні має багатовікову історію. Вимоги до якісних показників та умов проведення технологічного процесу її виробництва є регламентованими вимогами чинного законодавства, національного стандарту ДСТУ 4256 [23] та Виробничим технологічним регламентом ТРУ18.5084 [39].

Відповідно до ДСТУ 3297:95 [41], горілка - алкогольний напій міцністю від 37,5 до 56%, отриманий при змішуванні спирту етилового ректифікованого із водою підготовленою відповідно до СОУ-15.237:2005 [2] та оброблена спеціальним адсорбентом, із внесенням нелетких інгредієнтів або без них.

Сучасна технологія виробництва горілки передбачає такі етапи: приймання спирту етилового ректифікованого, підготовка води, приготування сортівки, фільтрування сортівки на пісочному фільтрі попередньої фільтрації, обробка сортівки активним вугіллям у вугільній колоні вугільно-очисної батареї, остаточне фільтрування, а також використання способів додаткового оброблення із застосуванням картриджної фільтрації з імпрегнованим активним вугіллям або інших способів і матеріалів, які покращують органолептичну оцінку готової продукції.

Властивості основних складових горілки – технологічної підготовленої води, спирту етилового ректифікованого, водно-спиртової суміші характеризують якість кінцевого продукту. У вітчизняній та зарубіжній літературі більшість публікацій присвячена якісним характеристикам питної та підготовленої води, а також процесам обробки водно-спиртової суміші активним вугіллям.

Питна вода, як основа технологічної підготовленої води повинна відповідати гігієнічним, мікробіологічним, токсикологічним, органолептичним, фізико-хімічним вимогам відповідно до ДСанПін 2.2.4-171-10 [40]. По ряду властивостей вона виявляє незвичайні відхилення, пов'язані з асоціацією молекул води. Наявність у воді катіонів Ca^{2+} та Mg^{2+} , а також барію та стронцію зумовлюють її жорсткість. Загальна жорсткість є сумою молярних концентрацій еквівалентів іонів кальцію ($1/2 \text{Ca}^{2+}$) і магнію ($1/2 \text{Mg}^{2+}$). Вона

складається з карбонатної та некарбонатної жорсткості. Карбонатна (тимчасова) жорсткість викликана присутністю гідрокарбонатних солей - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ та $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, яка при нагріванні знижується за рахунок кристалізації та осадження карбонатів, а при охолодженні - збільшується за рахунок підвищення розчинності карбонатів. Некарбонатна викликана наявністю сульфатів, хлоридів, силікатів, нітратів та фосфатів цих металів, не залежить від температури.

Показник жорсткості води є основним параметром, що визначає стабільність горілок під час зберігання. Для виробництва горілки використовують підготовлену воду з жорсткістю менше ніж $0,1 \text{ ммоль/дм}^3$. При змішуванні води підготовленої зі спиртом етилового ректифікованого відбувається явище контракції та зменшення розчинності кальцієвих та магнієвих солей з випаданням їх в осад.

Лужність - показник, що характеризує здатність води зберігати постійним рівень рН при додаванні кислоти. Загальна лужність визначається сумарною концентрацією розчинених у воді вуглекислоти, бікарбонатів, карбонатів та гідратів.

Ковальчук В.П., Олійник С.І. та ін. [74] вважають, що при зберіганні горілок, приготовленої на воді з лужністю понад 4 ммоль/дм^3 , спостерігається вилужування силікатів зі скла пляшки, що призводить до утворення осаду на її внутрішній поверхні. Це підтверджується дослідженнями І.І. Бурачевського та В.І. Федоренко [74]. Зі зростанням лужності води смакові якості горілок на спирті етиловому ректифікованому сорту «Пшенична сльоза», «Екстра», «Люкс» погіршуються, а на спирті етиловому ректифікованому сорту «Вищої очистки» та високоякісному спирті з меляси покращуються.

Питома електропровідність є загальним показником чистоти води, що характеризує її рівень мінералізації.

Окислюваність перманганатна води визначається кількістю кисню, витраченим на окислення домішок, що містяться в ній. За цим показником характеризують забрудненість води органічними домішками, які знижують ефект очищення сортівки на вугільних колонках, а також погіршують як смакові якості горілок, так і їх стійкість.

Рівень рН - величина, що характеризує кількісне співвідношення у воді іонів H^+ та OH^- . Підготовлена вода, очищена за допомогою мембранної технології, має нижчі значення рівня рН порівняно з водою, обробленою за допомогою Na -катіонного обміну. Відповідно сортівка, отримана на основі демінералізованої води, має нижче значення рН приготувана на основі пом'якшеної води, а при змішуванні води зі спиртом відбувається додаткове збільшення рівня рН на 1-1,5 одиниць.

Вода завжди містить домішки, які надають їй присмак і запахи, іноді забарвлення, деякі з них мають токсичність.

Серед хімічних домішок розрізняють: головні іони (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , сульфати SO_4^{2-} , карбонати CO_3^{2-} , хлориди Cl^- , гідрокарбонати HCO_3^-); розчинені гази (N_2 , O_2 , CO_2 , H_2S та ін.); біогенні елементи (сполуки фосфору, азоту, кремнію); мікроелементи - сполуки всіх інших хімічних елементів та органічні речовини.

Натрій (Na^+) у хлоридній формі – надає горілкам кисло-солоний присмак, а в гідрокарбонатній – пом'якшує смак горілки та зменшує пекучість. Високий вміст іонів натрію у горілках сприяє вилуговування внутрішньої поверхні скляних пляшок.

Калій (K^+) – при концентрації понад 10 мг/дм^3 посилює кисло-солоний присмак хлоридів натрію.

Кальцій (Ca^{2+}) – визначає повноту смаку, гідрокарбонат кальцію пом'якшує смак горілки та зменшує її пекучість, карбонат кальцію є основною причиною осадоутворення у горілках. З підвищенням температури розчинність солей кальцію зменшується.

Магній (Mg^{2+}) - у малих кількостях підкреслює повноту смаку, проте надлишок надає горілкам гіркувато-в'язучого присмаку, в водно-спиртовій суміші випадає в осад і утворює каламуть, потім осад на пляшці. Солі магнію мають негативну розчинність.

Марганець (Mn^{2+}) - негативно впливає смакові якості горілок вже за концентрації $0,02 \text{ мг/дм}^3$, як і залізо.

Мідь (Cu^{2+}) і всі її сполуки - надають горілкам грубого металевого присмаку вже при концентрації $0,02 \text{ мг/дм}^3$.

Залізо (Fe^{3+}) - негативно впливає якість горілок вже за концентрації $0,02 \text{ мг/дм}^3$, надаючи неприємного «чорнильного» присмаку і утворюючи видимі оком помутніння. Утворення осадів цих металів можливе через 3-6 місяців після розливу горілки, залежно від умов зберігання.

Алюміній (Al^{3+}) - у воді знаходиться у вигляді сульфату $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ та гідратованих алюмосилікатів. Сприяє утворенню кремнієвмісних опадів. Його вміст не повинен перевищувати $0,1 \text{ мг/дм}^3$.

Бікарбонати (HCO_3^-) - мають високу буферність, здатні нейтралізувати кислотні інгредієнти рецептури, при концентраціях вище регламентних привносять грубі, гіркі відтінки, які легко заглушають решту тонів. На думку Ковальчука В.П., Олійник С.І. та інш. [74] гідрокарбонати натрію та калію маскують пекучість та пом'якшують смак горілки, затіняють аромат домішок сивушної олії та альдегідів, тому повне звільнення від них недоцільне.

Карбонати (CO_3^{2-}) мають сильнолужну природу, у водному середовищі в інтервалі рН 6-9 знаходяться переважно у вигляді бікарбонатів. Карбонат кальцію погано розчинний як у воді, так і водно-спиртової суміші, при цьому його розчинність знижується зі зростанням температури.

Кисень (O_2), вуглекислий газ (CO_2) позитивно впливають на смак води, аміак та сірководень (H_2S) – негативно.

Кремній - у воді зазвичай знаходиться у вигляді полікремнієвої кислоти, кремнієвої кислоти та її солей. Позитивно впливає на смакові показники горілок, проте при концентрації вище за регламентну і рН більше 7 утворює опади силікатів, які в готовому продукті викликають опалесценцію. Силікати та фосфати при взаємодії із солями жорсткості можуть стати причиною появи опадів у алкогольних напоях.

Нітрати (NO_3^-) – при концентрації вище 5 мг/дм³ вказує на надто високе біологічне чи хімічне забруднення води. Надають горілкам неприємний гіркувато-терпкий присмак.

Нітрити (NO_2^-) – є продуктом біорозпаду та індикатором зараження води коліформними бактеріями. Нітрити – сильні токсини.

Сульфати (SO_4^{2-}) – обмежено розчинні у воді. Беруть участь у формуванні осадів гіпсу у вигляді сульфатів кальцію та магнію. У малих кількостях надають горілці гармонійний присмак, при концентрації понад 35-40 мг/дм³ створюють стійку гіркоту смаку, НД цей показник води обмежується 50-80 мг/дм³.

Фосфати – при рН менше 6,7 надають горілкам кислий присмак, а при рН понад 7,3 – неприємний мильний присмак.

Хлориди (Cl^-) - надають воді повноти смаку, а у горілках пом'якшують смакові відчуття, створюючи м'які тони «післясмаку», у підвищених кількостях повідомляють воді та приготуваній на ній горілці гіркий присмак. НД цей показник повинен мати значення менше 60-80 мг/дм³.

На підставі багаторічних досліджень, спрямованих на вивчення взаємозв'язку фізико-хімічних властивостей та мікроелементного складу технологічної води та якості горілки (Ковальчук В.П., Олійник С.І. та ін. 2003, Бурачевський І.І., Федоренко В.І., 2003, 2006, Поляков В.А. та ін., 2006, Фараджева Е.Д., і Караберов С.Ф., 2006), були зроблені висновки, що дослідження щодо впливу на якість горілки окремих розчинених компонентів можна проводити тільки у поєднанні з іншими мікроелементами та параметрами технологічної води; вплив розчинених речовин та мікроелементів на органолептику води не можна переносити на горілки, приготувані на цій воді; стійкість горілок визначається складом технологічної води та хімічною стійкістю склопосуду і практично не залежить від сорту спирту, що

використовується; регламентована величина жорсткості, у поєднанні з відповідними їй значеннями лужності, рН, окислюваності, сухого залишку, вмістом розчинених речовин та мікроелементів гарантує відсутність осаду у горілках, при відповідній хімічній стійкості склопосуду.

Етиловий спирт є безбарвною прозорою рідиною з характерними смаком і запахом, змішується з водою в будь-яких співвідношеннях, в результаті чого утворюється азеотропна суміш. До теперішнього часу немає повних і достовірних даних щодо складу домішок спирту етилового ректифікованого, за одними джерелами перебуває понад 170 мікродомішок, за іншими - понад 200 і навіть понад 240 сполук. Дослідження показують, що видалення одного з них може значно погіршити органолептичні показники якості горілки.

Якісний та кількісний склад мікродомішок, що містяться у горілках, залежать від якості сировини, з якої отримано спирт, а також від технологічних режимів у виробництві спирту та горілок. Тому простіше та дешевше домагатися необхідного смаку на ранніх стадіях виробництва горілки або залишати деякі домішки у спирті, щоб завуалювати небажаний смак.

Сполуки у горілці можна класифікувати за типом продукту, за хімічним складом, за впливом на органолептичні властивості.

Альдегіди. Залежно кількості атомів вуглецю мають різний запах: від 1 до 6 - неприємний, і з більшим, ніж 6, - приємний квітковий запах.

Акролеїн C_3H_4O – безбарвна рідина з дуже неприємним задушливим запахом. Присутність його в спирті в кількості 0,0005% робить його нестандартним по пробі із сірчаною кислотою.

Фурфурол $C_5H_4O_2$ - рідина, що швидко темніє на повітрі, із запахом житнього хліба, відноситься до отрут - токсичніша за етанол більш ніж у 80 разів.

Енантовий альдегід – сприяє появі приємного аромату.

Діацетил $CH_3COCOSCH_3$ - жовто-зелена рідина із запахом паливної олії, що негативно впливає на органолептичні властивості. У кількості 6 мг/дм³ надає пекучий смак та запах.

Кротоновий альдегід C_4H_6O має пекучий смак і різкий запах. Присутність у кількості 0,0005% робить його нестандартним по пробі із сірчаною кислотою.

Пропіоновий C_3H_6O , масляний C_4H_8O , мурашиний, валеріановий альдегіди надають спирту різкого присмаку і гіркоти.

Оцтовий альдегід C_2H_4O - безбарвна рідина з задушливим запахом, надає спирту різкого присмаку та гіркоти, при розведенні водою набуває приємного фруктового запаху.

Естери - характеризуються тонким фруктовим ароматом, позитивно впливають на дегустаційну оцінку, «маскуючи» негативний вплив альдегідів та вищих спиртів. За впливом на органолептичну оцінку сортівки естери ділять на три групи: покращують запах і смак, що впливають на органолептичні показники нейтрально (при цьому пом'якшується різкість аромату як самого етилового спирту, так і інших домішок) та органолептичні показники, що погіршують.

Метилацетат, метилпропіонат та етилацетат надають спирту солодкуватість, а його аромату - фруктові відтінки, при цьому запах спирту покращується при концентрації естерів до 10 мг/дм³.

Пропілізобутират та ізобутилбутират при концентраціях до 5 мг/дм³ надають спирту своєрідні відтінки: перший – вишнево-винний, а другий – молочно-кислий.

Етилізобутират – при концентрації 30-90 мг/дм³ має запах прогорклого масла, при 15 мг/дм³ – в ароматі «чутний» відтінок квашених яблук, при 5 мг/дм³ – приємний винний запах.

Етиллактат - покращує смак спирту і в концентраціях до 2 мг/дм³ надає спирту слабого фруктового відтінку.

Пропілпропіонат - при концентрації до 2,5 мг/дм³ надає спирту фруктового аромату, у великих концентраціях - різкий запах фруктової есенції, потім прогорклого масла, а при вмісті 30 мг/дм³ і більше - гнильний запах. Пропілацетат та етилпропіонат у малих концентраціях надають відтінок прогоркості та затхлості.

Ізобутилацетат і етилбутират виявляються у горілках при концентрації безводного спирту 0,3 мг/дм³ і вище і надають гіркоту смаку і фруктовий тон в ароматі. Ізобутилацетат має різкий бергамотний, а етилбутират – ананасний аромат.

Ізобутилпропіонат та бутилпропіонат - мають запахи лежалої зелені, прілого зерна. Ізобутирати ізобутилового та ізоамілового спирту відчуються у спирті квітковими відтінками. Етилізовалеріат надає характерних відтінків валеріани - приємних, але не властивих спирту.

Діетиловий ефір відчувається навіть у малих кількостях, має гнильний запах, надає спирту гіркоти.

До сивушного масла відносять леткі органічні речовини, які мають маслянисту консистенцію, обмежено розчиняються у воді, надають водно-спиртовим сумішам каламутного (сивого) відтінку, негативно впливають на органолептичні властивості.

Пропіловий спирт C_3H_7OH по запаху нагадує сірчаний ефір. При вмісті 4 мг/дм^3 негативно впливає на органолептичні властивості, токсичніші за етанол в 4 рази, смертельна доза для людини - $100 - 350 \text{ см}^3$.

Ізопропіловий спирт $CH_3CH(OH)CH_3$ одна з найбільш складних домішок, по запаху - слабкий, але не «алкогольний», смертельна доза для людини $250 - 400 \text{ см}^3$.

Бутиловий спирт $CH_3(CH_2)_2CH_2OH$, має гострий сивушний запах. У великій кількості отруйний, смертельна доза для людини – $200 - 250 \text{ см}^3$.

Ізобутиловий спирт $(CH_3)_2CHCH_2OH$, має гострий запах, що нагадує запах сірчаного ефіру. У великій кількості отруйний, у 8 разів токсичніший за етанол.

Аміловий спирт $C_5H_{11}OH$ погано розчинний у воді. Токсичніше етанолу в 19 разів, смертельна доза для людини – $30 - 50 \text{ см}^3$.

Ізоаміловий спирт $(CH_3)_2CHCH_2CH_2OH$ - рідина, з гострим неприємним сивушним запахом. При вмісті 4 мг/дм^3 позитивно позначається на органолептичних показниках горілки. У великій кількості отруйний, смертельна доза для людини – $100 - 300 \text{ см}^3$.

Гексиловий, гептиловий, октиловий, ноніловий спирти мають запах і присмак прогорклого масла, надають спирту пекучість і гіркоту смаку.

Метиловий спирт CH_3OH по запаху та смаку нагадує етиловий спирт. Токсичніше етанолу в 80 разів, викликає важке отруєння, що супроводжується втратою зору, можливий і смерть. Мінімальна токсична доза $7-8 \text{ см}^3$, мінімальна смертельна $30-100 \text{ см}^3$. Утворення метилового спирту відбувається при ферментації, а також за наявності пектину в сировині (яблук, слив, груш тощо), яку можна знизити за допомогою сучасних процесів ректифікації.

Органічні кислоти мають сильний та різкий запах. Оцтова кислота надає спирту неприємного запаху прогорклого масла; вугільна – пом'якшує смак; мурашина - надає різкого присмаку; пропіонова - гіркота; масляна, ізомасляна, валеріанова - неприємний запах поту та гіркота.

Для високої дегустаційної оцінки вміст амінокислот має бути мінімальним - не більше $1-10 \text{ мкг/дм}^3$.

До факторів, що впливають на органолептичні показники спирту на стадії виробництва, відносять: якість сировини, спосіб обробки, технологічна схема підготовки зерна до оцукрювання, введення раси дріжджів, процес зброджування, допоміжні матеріали, санітарний стан обладнання, нетипові домішки.

Відмінності в сировині та ступені очищення спирту (ректифікації) зумовлюють формування його певних органолептичних та фізико-хімічних показників. Будова водно-спиртової суміші в даний час залишається ще

недостатньо вивченою, тому що являють собою змішані асоціати. Вода має тетраедричну структуру, яка більшою мірою зберігається при з'єднанні зі спиртом. Молекули спирту, мають більший розмір, при вбудовуванні в структуру води порушують її, тоді як вбудовування молекул води в структуру спирту не супроводжується її істотною зміною. При розчиненні невеликих кількостей спирту структура води зберігається, зазнаючи лише незначної деформації. На відміну від води, етиловий спирт утворює асоціати у вигляді ланцюгів.

При змішуванні води підготовленої та спирту етилового ректифікованого відбувається адіабатичне стиснення (контракція), величина якого залежить від концентрації спирту в розчині. Для використовуваних концентрацій розчинів у горілчаному виробництві, у міру підвищення концентрації спирту стиснення суміші збільшується, досягає максимальної величини при 24,4 - 26,0% мол. (53 - 56% об., 45,3 - 48,2% мас.), а потім зменшується. Відносна густина водно-спиртової суміші знижується з підвищенням концентрації спирту та температури, а щільність насичених водно-спиртових парів - підвищується.

При обробці водно-спиртової суміші активним вугілям відбувається окиснення та адсорбція таких домішок як альдегіди, сивушне масло, ненасичені сполуки, що впливають на дегустаційну оцінку горілок. При збільшенні вмісту альдегідів горілки набувають пекучості та різкого запаху, при цьому органолептична оцінка горілок знижується. Органолептична оцінка має максимальне значення при мінімальних концентраціях альдегідів та вмісті естерів у кількості 10...12,5 мг/дм³. При дегустації горілок з вмістом 2-пропанолу більше 2,3-2,5 мг/дм³ відзначається неприємний сивушний тон та низькі дегустаційні оцінки, але зразки з найбільшим вмістом естерів при однаковій концентрації 2-пропанолу отримали оцінки на 0,05-0,1 бала вище. О.Д. Фараджева та С.Ф. Караберов роблять висновок, що естери згладжують негативний вплив сивушного масла на органолептичні показники горілок.

Вміст мікроелементів у спирті незначно і практично не впливає на мікроелементний склад горілок, а залежить від складу води та технологічних умов. Серед останніх необхідно в першу чергу вказати характеристики адсорбенту, за допомогою якого відбувається очищення сортівки - переведення його в новий якісний стан - стан горілки, зі своїми характерними (специфічними) властивостями. Величина адсорбції речовин на поверхні адсорбенту тим вища, чим більша питома поверхня адсорбенту.

У горілчаному виробництві переважно застосовуються пористі адсорбенти на основі вуглецевих матеріалів, які мають внутрішню поверхню

пір, на кілька порядків більше, ніж зовнішня поверхня адсорбенту. Як ці матеріали широко застосовують активне вугілля.

Природне вугілля є природними полімерами, склад та структура яких змінюється залежно від віку вугілля. Органічна речовина вугілля складається в основному з вуглецю (до 96%) та невеликих кількостей водню (1–2,5%), азоту (0,3–1,5%) та сірки (0–1%). До складу мінеральних речовин входять: залізо, алюміній, магній, калій, кальцій та кремній, які відіграють роль каталізаторів.

Каркас пористого вуглецевого матеріалу є конструкцією, подібною до структури графіту – складається з дуже дрібних кристалітів з графітовими ґратами, складеними в тонкі плівки. Хоча графітові кристаліти являють собою площини довжиною 2–3 нм, утворені шестичленими кільцями, типова для графіту орієнтація окремих площин решітки щодо один одного в активного вугілля порушена – шари безладно зрушені відносно один одного і не збігаються в напрямку, перпендикулярному площині шарів. Відстань між шарами в АУ більша, ніж у графіту (0,3354 нм) і становить від 0,344 до 0,365 нм. Діаметр ув'язненого в одній площині будівельного елемента становить 2,0–2,5 нм, а іноді й більше. Висота пачки шарів дорівнює 1,0–1,3 нм. Таким чином, графітові кристаліти в активному вугіллі містять 3-4 паралельні вуглецеві шари.

У більшості активного вугілля поряд з порами неправильної форми переважають V-подібні, пляшкоподібні пори з вузькими входами, найчастіше зустрічаються пори у вигляді агрегатів сферичних частинок та щілинні пори. В активному вугіллі розрізняють три різновиди пор - макропори, мезопори (перехідні пори) та мікропори, які відрізняються механізмом сорбції парів та газів.

Макропори мають дуже велику верхню межу радіуса кривизни (близько 2000 нм), нижню межу - близько 100 нм, питомий обсяг знаходиться в інтервалі 0,2 - 0,8 см³/г, питома поверхня 0,5 - 2 м²/г. На поверхні макропор неможлива капілярна конденсація парів, а самі пори є лише каналами для проникнення речовин у глиб сорбенту.

Мезопори - значно менше макропор, радіус їх кривизни від 1,5 до 100 нм, питомий обсяг знаходиться в інтервалі 0,02 - 0,10 см³/г, питома поверхня 20 - 70 м²/г. Заповнення обсягу цих пор вже можливе капілярної конденсації парів. На поверхні може відбуватися адсорбція парів при тисках нижче відповідних капілярної конденсації.

Мікропори – найдрібніші пори АВ, що мають радіус менше 1,5 нм. Питомий обсяг знаходиться в інтервалі 0,20 - 0,60 см³/г. У мікропорах весь об'єм пор представляє простір, в якому проявляється адсорбційне поле. Мікропори заповнюються адсорбатом при низьких парціальних тисках, ще до

капілярної конденсації. Тому мікропорам належить визначальна роль в процесах адсорбції.

Розрізняють також супер-, ультра- та субмікропори.

Розподіл пір по радіусах в активного вугілля буває дуже різним. Відповідно до цього розрізняють крупнопористі активні вугілля, які, однак, завжди містять тонкі пори, і тонкопористі активні вугілля, які крім мікропор можуть включати і великі пори.

Для різних сфер застосування потрібні вуглецеві сорбенти зі специфічним комплексом властивостей: певною пористою структурою, специфічним складом поверхневих функціональних груп необхідної форми, міцністю, ступенем чистоти.

Активне вугілля характеризуються великою площею внутрішньої поверхні (що досягає 500 - 1000 м²/г), завдяки чому вони можуть вилучати з ВСР і утримувати в обсязі сорбуючих пор ті органічні домішки, які погіршують дегустаційні властивості горілок.

Основними сорбційними характеристиками вугілля є:

- ✧ адсорбційна активність за йодом, що визначає сорбційну здатність активного вугілля щодо домішок органічних речовин, присутніх у сортівці;
- ✧ адсорбційна активність за оцтовою кислотою характеризує каталітичні характеристики вугілля. Якщо активність вугілля нижче 15 одиниць, тоді АУ регенерують чи замінюють на новий. Високий показник призводить до підвищення альдегідів у сортівці;
- ✧ міцність вуглецевого сорбенту дає можливість витримувати тиск рідини і не подрібнюватися при терті частинок один про одного;
- ✧ фракційний склад: високий вміст дрібних частинок (пилу) активного вугілля призводить до підвищеного винесення його під час роботи колон, а також до «розпушування» шару вугілля в колоні через нерівномірне проходження сортування, що призводить до додаткового стирання вугілля та знижує ефективність очищення. Одна з причин підвищеного вмісту у вугіллі частинок дрібної фракції - недостатньо ефективно проведений розсівання;
- ✧ масова частка золи регламентує кількість мінеральних домішок у сорбенті. Низька зольність і особливо малий вміст водорозчинної золи активного вугілля знижують його здатність до альдегідоутворення;
- ✧ окислюваність сортівки до і після вугільної колонки, що визначається методом Ланга, є додатковим показником ефективності дії активного вугілля. Різниця в окислюваності між горілкою і сортівкою за температури 20°C повинна бути не менше 2,5 хв для високосортних горілок і 2 хв для горілок, приготованих на спирті «Вищої очистки». Якщо різниця в

показниках не відповідає цим величинам, активне вугілля регенерують або замінюють на новий.

Вартість активного вугілля є важливим техніко-економічним фактором.

Для обробки сортівки, поряд із традиційним вугіллям на основі березової деревної сировини все більш розширеним напрямом є використання нових марок активного вугілля подрібненого чи агломерованого із фруктових кісточок, шкаралупи кокосових та волоських горіхів.

Традиційно використовуваний подрібнене березове активне вугілля марки БАУ має найменшу масу 200 г/дм^3 , обсяг пор ($\text{см}^3/\text{г}$): сумарний – 1,50; макропор – 1,19; перехідних пір (мезопор) – 0,08; мікропор – 0,23, питома поверхня перехідних пір – $57 \text{ м}^2/\text{г}$. Активне вугілля виготовляється з деревного вугілля марки А, обробкою його водяною парою при температурі вище 800°C і попереднього або подальшого дроблення. Поряд з цим існують інші способи піролізу та активації активного вугілля з твердої органічної сировини.

Портновим С.В., Петровим О.М. та ін. проведено порівняльний аналіз активного вугілля та відзначено такі основні переваги вугілля БАУ-А:

- обробка сортівки активним вугіллям супроводжується перебігом окисно-відновних реакцій та багатокомпонентного процесу адсорбції мікродомішок спирту етилового ректифікованого;

- висока питома поверхня ($500 - 800 \text{ м}^2/\text{г}$) при належній адсорбції органічних домішок і каталітичних процесів утворення нових речовин.

При цьому вугілля марки БАУ-А має такі недоліки:

- висока лужність поверхні активного вугілля (рівень рН активного вугілля – від 9 до 11);

- низька механічна міцність – 42% або близько 25 кг/см^2 призводить до значних втрат вугілля в процесі експлуатації;

- вміст водорозчинної золи в діапазоні 0,5...0,7% за масою;

- самосортування вугілля (зерна великих розмірів розташовуються в середині колонки, а менших – біля периферії), внаслідок чого швидкість руху сортування по поперечному перерізу колонки неоднакова.

З аналізу зроблено висновки, що активне вугілля марки БАУ-А не відповідають повною мірою вимогам лікєро-горілочного виробництва. Тому проводять додатковий аналіз активного вугілля за показниками: міцність на стирання; адсорбційна активність за лужністю водного настою та адсорбційна активність за оцтовою кислотою для визначення каталітичних властивостей.

Застосування нових марок активного вугілля, одержуваних із фруктових кісточок, шкаралупи кокосу, волоських горіхів, вимагає проведення робіт із визначення технологічних режимів обробки сортівки.

Активне вугілля кісточкове подрібнене у порівнянні з вугіллям на основі березової сировини подрібнене має у 2 рази більш високу вихідну активність по адсорбції оцтової кислоти, велику різницю в окисленості між горілкою та сортуванням - на 50%, більший міжрегенераційний період і міцність (понад 70%). Також проводять додатковий аналіз активного вугілля за показниками: міцність на стирання; адсорбційна активність за лужністю водного настою та адсорбційна активність за оцтовою кислотою для визначення каталітичних властивостей.

1.3 Аналіз використання матеріалів різних типів для очищення сортівок

Застосування сорбційних матеріалів

На цей час є актуальним питання очищення сортівок для знижування токсичної дії мікродомішок етилового спирту на організм людини. Якість алкогольної продукції визначає її конкурентоспроможність на споживчому ринку.

Органолептичні та фізико-хімічні показники горілок залежать від якості спирту етилового ректифікованого і води підготовленої [2,26,28,30,36]. Спирт етиловий може бути виготовлений на спиртовому заводі із сировини низької якості і це буде впливати на якісно-кількісний склад летких мікродомішок, які залишаються в спирті після ректифікації. Вони складають групу ароматичних компонентів, які формують запах і смак, тому їх вміст в спирті та горілках регламентується [5, 26, 28, 30, 58].

В умовах виробництва горілок і горілок особливих спирт етиловий ректифікований розбавляють підготовленою водою до міцності за рецептурою, обробляють активним вугіллям, яке сорбує мікродомішки спирту з покращанням дегустаційних властивостей [5, 36, 39, 58].

Активне вугілля - промисловий сорбент, який складається, в основному, з вуглецю і має ряд особливостей, які визначаються пористою в поверхневою структурою [1].

Застосовують такі види активного вугілля для очищення сортівок лікеро-горілчаного виробництва [3, 5, 6, 8, 13, 14, 33, 37, 38, 39, 41, 42, 48, 58]:

- ✧ порошкоподібне АВ – розміри часток менше 0,07-0,12 мм;
- ✧ подрібнене березове БАУ: марок БАУ-А, БАУ-А ЛВЗ, БАУ-ЛВ; кісточкове подрібнене або гранульоване: КАУ-В, МеКС і АКУ-ЛВП; шкаралупи кокосових горіхів подрібнене або гранульоване: 607 С Sutcliffe Carbon, К 48;
- ✧ імпрегноване активне вугілля сріблом, платиною, золотом: АГС 0,4, АГ С 607.

При обробці водно-спиртової суміші активним вугіллям відбувається адсорбція і окислення мікродомішок, які мають різний вплив на дегустаційну оцінку готової продукції: альдегіди, естери, сивушне масло, азото- і сірковмісні

та ненасичені сполуки. Негативний вплив мають альдегіди, які надають горілкам надлишкову пекучість і різкий аромат; сивушні масла неприємний сивушний запах [3, 5, 6, 8, 13, 14, 33, 37, 38, 39, 41, 42, 48, 58].

Каталітична активність - здатність вугілля здійснювати каталітичні перетворення: окиснювання сполук спиртів, альдегідів, етерифікації кислот та омилення етерів. Підвищений вміст золи сприяє додатковому каталітичному перетворенню спирту в альдегіди [3, 4, 13, 14, 17, 33, 37, 48].

При використанні деревного активного вугілля основним питанням є якість вугілля, яке залежить від якості сировини вихідної деревини берези, її карбонізата (деревного вугілля) під час виробництва активного вугілля, також і самої технології активації, параметрів, закладених в нормативній документації [3, 4, 13, 14, 17, 33, 37, 48].

При застосуванні активного вугілля, які одержують з фруктових кісточок, шкаралупи кокосового і волоського горіхів, технологічні режими очищення значно відрізняються від режимів використання деревного активного вугілля БАУ [3, 4, 13, 14, 17, 33, 37, 48].

Для підсилення каталітичної складової процесу обробки сортівки на активне вугілля наносять додаткові речовини, які прискорюють хімічні реакції і є каталізаторами цього процесу. До таких можна віднести активне вугілля імпрегноване сріблом, їх застосування почалося з 2001 року

У лікєро-горілчаній галузі застосовувані активні вугілля мають високу питому поверхню, за рахунок чого і відбуваються адсорбція органічних мікродомішок з розчину і каталітичні процеси утворення нових речовин. Питома поверхня може досягати для березового активного вугілля 500-800 м²/г

Деревне активне вугілля отримують шляхом карбонізації вихідної деревини берези з подальшою активацією водяною парою за температур понад 800 °С. Активне вугілля має деякі властивості, які призводять до того, що при запуску колони з активним вугіллям існує період виведення колони на режим в основному пов'язаний з підвищенням альдегідоутворенням. Такими властивостями є [3, 4, 13, 14, 17, 33, 37, 48]:

- ✧ висока лужність поверхні активного вугілля (зазвичай рН активного вугілля після парогазової активації становить 8-11 одиниць);
- ✧ наявність мінеральних домішок в структурі активного вугілля (вміст зольних елементів) і особливо вміст водорозчинної золи, яке у деревного активного вугілля коливається в діапазоні 0,5-0,7 % масових;
- ✧ присутність пилоподібних частинок активного вугілля, що утворюються при подрібненні і розсіві готового активного вугілля (часток розміром менше 1,0 мм).

Процес обробки сортівки активним вугіллям складний, так як одночасно в сорбції та каталітичному процесі беруть участь до 100 різних речовин, що містяться в сортівці, навіть в дуже невеликих концентраціях. Підвищення вмісту альдегідів в сортівці відбувається вже при змішуванні спирту етилового з водою. Концентрація альдегідів і ресурс роботи активного вугілля в основному залежать від двох реакцій, які відбуваються на його поверхні і

пов'язані з присутністю кисню в сортивці і на поверхні активного вугілля [3, 4, 13, 14, 17, 33, 37, 48, 58].

При очищенні сортівки через шар активного вугілля найперша реакція, яка відбувається - це окислення молекули етилового спирту в альдегід. На процес підвищеного альдегідоутворення може впливати вміст кисню в сортивці. Тому необхідно виключити процеси, пов'язані з насиченням води киснем повітря на стадії водопідготовки. При змішуванні спирту етилового з водою підготовленою також виключати перемішування з використанням повітря, так як молекула альдегіду має полярні властивості, то вона практично не сорбується мікропорами активного вугілля. Отже, зі збільшенням тривалості контакту сортівки з активним вугіллям концентрація альдегідів буде наростати. Якщо розглядати активне вугілля, як каталізатор альдегідів, то тут можна виділити кілька факторів, що сприяють підвищенню альдегідів. Це підвищений пилоутворення, тобто низька міцність на стирання, високий вміст загальної і водорозчинної золи, підвищений вміст груп основного характеру (високий показник активності за адсорбцією оцтової кислоти) [3, 4, 5, 13, 14, 17, 26, 28, 33, 37, 48, 58].

Надалі утворювані молекули альдегідів окиснюються активним вугіллям до оцтової кислоти. Швидкість цієї реакції нижче, ніж попередньої, тому залишається надлишок альдегідів, концентрація яких і регулюється швидкістю проходження сортівки. На поверхні активного вугілля є групи основного характеру. Утворювана оцтова кислота взаємодіє з групами основного характеру. Частина молекул оцтової кислоти взаємодіє з молекулами спирту і утворюються естери. Надлишок оцтової кислоти нейтралізується поверхнею активного вугілля. Ресурс роботи активного вугілля визначається здатністю груп основного характеру хемосорбувати оцтову кислоту. При повному їх насиченні відбувається проскок оцтової кислоти через шар активного вугілля і наростання її концентрації на виході колони. У цьому випадку активне вугілля необхідно піддавати регенерації парою або замінювати [5, 26, 28, 30, 58]

Молекули альдегідів мають полярні властивості, вони слабо сорбуються активним вугіллям, а концентрація альдегідів залежить від вмісту кисню в сортивці, на поверхні активного вугілля, від якості самого активного вугілля і швидкості пропускання сортівки через шар активного вугілля.

Надлишок утворюваної оцтової кислоти на поверхні активного вугілля нейтралізується групами основного характеру, тобто групи основного характеру хемосорбують оцтову кислоту і утримують її. Вугілля працює до тих пір, поки групи повністю не нейтралізуються надлишковою оцтовою кислотою. Чим більше груп основного характеру, тим більше ресурс роботи вугілля, однак підвищений вміст груп основного характеру призводить до додаткового альдегідоутворення, яке можна усунути тільки підвищенням швидкості фільтрації [5, 26, 28, 30, 58].

Виробники для лікєро-горілочних підприємств повинні вказувати технічні, сорбційні і каталітичні властивості деревного активного вугілля.

У лікєро-горілочній галузі поряд з деревним активним вугіллям знаходять застосування для обробки сортівок кісточкові активні вугілля. Ці активні

вугілля мають значно більшу питому поверхню (в 1,5-2 рази) у порівнянні з деревним активним вугіллям, за рахунок чого ефективніше відбувається адсорбція органічних мікродомішок з розчину і каталітичні процеси утворення нових речовин. Питома поверхня може досягати для кісточкового активного вугілля 1000-1500 м²/г в залежності від призначення (питома поверхня деревного активного вугілля - 500-700 м²/г. Кісточкове активне вугілля (КАУ) отримують шляхом карбонізації вихідної шкаралупи кокоса або фруктових кісточок і подальшої активації водяною парою за температури понад 800 °С. Кісточкове активне вугілля має аналогічні властивості, як і деревне активне вугілля, що призводить до необхідного початкового періоду виведення колони на режим, що пов'язано з підвищеним альдегідоутворенням [3,4,5,13,14, 17, 26,28 33, 37, 48,58].

На підприємствах лікєро-горілочаної галузі використовують активне вугілля деревне, виготовлене в Китаї, Таїланді, США, Німеччині. Його висока вартість і відсутність налагодженого виробництва в Україні спонукало до пошуків дешевих та ефективних, екологічно безпечних сорбційних матеріалів, якими є: глинисті мінерали (палигорськіт), цеоліти (клинотилоліт), шунгіт тощо [5, 36, 43].

Клинотилоліт – найбільш розповсюджений цеоліт, один з високозаряджених мінералів, має високу іонообмінну здатність [4, 5, 36, 43].

Шунгіт - природний матеріал фулерен - розміром від 10 до 30 нм. (Карелія, Російська Федерація і Казахстан). Структура мінералу має властивості, які обумовлюють придатність до адсорбції домішок етанолу.

Кожний виробник намагається використовувати максимально ефективні методи очищення сортівки від мікродомішок, в тому числі сивушного масла. Багато з виробників дорогих сортів горілок повторюють очищення багаторазово, з комбінуванням різних варіантів.

У роботах Запороцької І.В. і Запороцької Н.П. представлено результати теоретичних розрахунків адсорбційної взаємодії вуглецевих нанотрубок з молекулами важких органічних спиртів, що входять до складу спиртовмісних рідин у вигляді небажаних домішок, і доведена можливість їх сорбції на поверхні нанотруб [16].

Одним із способів очистки водно-спиртової суміші є фільтрація сортівки через сорбент - фільтрувальний адсорбційний матеріал з активним вугіллям товщиною 2,5-7 мм за швидкості від 5 до 60 дал на годину на 1 м² Дисперсність частинок активного вугілля 0,01-0,2 мм складає 30-60% мас., решта - волокниста целюлоза. У матеріалі частинки сорбенту зафіксовані у целюлозній основі, тому значно збільшується активна поверхня взаємодії, забезпечується повніший контакт водно-спиртової суміші з частинками сорбенту [4, 5, 33, 43].

Для удосконалення технології виробництва горілок з використанням природних адсорбентів було проведено підбір найбільш ефективних в адсорбційному очищенні природних дисперсних мінералів серед низки доступних та дешевих адсорбентів, що розробляються в Україні. Промислові зразки сортівки з різним початковим вмістом домішок пропускали через

колонку з адсорбентом, заповнену послідовно: сапонітом, глауконітом, монтморилонітом [4, 5, 33, 43].

Для вибору ефективних сорбентів В.В. Манк, Л.М. Мельник вивчили кілька доступних природних дисперсних мінералів: морденіт, кліноптилоліт, монтморилоніт, сапоніт, глауконіт, гідрослюда, палигорскіт. Результати хроматографічних досліджень змісту основних мікродомішок етилового спирту в сортівках (альдегідів, естерів, вищих спиртів) дозволили зробити висновки, що це вивчені мінерали активно адсорбують вищі спирти. Палигорскіт, гідрослюди не змінюють у сортівці вміст альдегідів та естерів, а також ефективно сорбують вищі спирти, зменшуючи початковий вміст до 3 разів. Недоліками використання цих матеріалів є те що до їх складу можуть входити небезпечні для живих організмів сполуки алюмінію та свинцю.

Аналіз використання модифікованих та імпрегнованих матеріалів

При активації деревного вугілля, отриманого з м'якої рихлої деревини, утворюється «баластна пористість» - велика кількість макропор вугілля, які є «транспортними артеріями», але не беруть участі в процесах адсорбції, тоді як відомо, що визначальна роль при очищенні водно-спиртових розчинів належить мікропорам активного вугілля. У зв'язку з цим саме на часі пошук нових сучасних адсорбентів з метою інтенсифікації технології виробництва горілок і підвищення якості готової продукції. У багатьох країнах для виробництва активного вугілля застосовують кісточки плодів фруктів і шкаралупу кокосових горіхів. На цей час на заводах галузі очищення сортівок проводять із використанням установок з патронними сорбційними елементами, які завантажено гранульованим знезоленим активним вугіллям з шкаралупи кокосового горіха, імпрегнованого сріблом або платиною.

Виявлено, що срібло, золото і платина повільно виводяться із організму людини, тому найбільш безпечно наносити їх на носій (матеріал) [4, 5, 51, 52, 53, 59].

Впроваджено у горілчаному виробництві картриджні системи з патронними елементами, заповненими кокосовим активним вугіллям імпрегнованим сріблом або платиною. Срібло є активним каталізатором, що каталізує не тільки реакцію окиснення спирту в альдегід, але і наступну реакцію окиснення в оцтову кислоту, реакцію утворення естерів, за рахунок виникнення електрохімічної різниці потенціалів між вугіллям і сріблом.

Також використовують патронні елементи картриджного типу марки ЕПСФ.У_{аg}, який являє собою картридж висотою 250 мм (внутрішній діаметр 26 мм), з активним вугіллям вагою 300 г із шкаралупи кокосового горіха, імпрегнованого сріблом.

Перевагами застосування способу «Срібної фільтрації», на думку авторів Тарасова А.В., Зав'ялова Ю.Ф., Месі Р.Г. є: компактність установки; висока ефективність обробки водно-спиртових сумішей; високий ресурс роботи до 5000 дал на один елемент; швидкість і легкість заміни картриджів.

Сучасним способом обробки сортівки є модифіковані фільтруючі матеріали з наночастинками срібла.

Класифікують два види нанорозмірних частинок:

- ✧ кластери - частинки, які включають не велике число атомів металів (38 – 40), їх розмір складає 1–10 нм;
- ✧ більш великі агрегати атомів - наночастинки з розмірами до 50 нм, які включають 10^5 – 10^6 атомів металу.

Запропоновані способи очистки сортівки забезпечують одночасну сорбцію шкідливих мікродомішок (сивушного масла, альдегідів, естерів, метанолу, органічних сполук тощо).

Безруковим Н. Е., Буховець Є. Г., Казначеевим А. В. та ін. розроблено установку для вибіркового поглинання альдегідів з водно-спиртових сумішей сорбентом «Аква-Альдсорб». Матеріал являє собою полімерний матеріал, модифікований спеціально для фільтрації водно-спиртових сумішей [71].

Застосовують спосіб виробництва горілок із використанням наночастинок. Як рецептурні компоненти вводять колоїдний розчин наночастинок мікроелементів і дорогоцінних металів, що отримані ерозійновибуховим диспергуванням металевих гранул у воді. Мікроелементи і дорогоцінні метали складаються зі срібла, золота, платини, магнію, заліза, марганцю, цинку, молібдену, хрому, кобальту, вісмуту, міді, селену. Вміст наночастинок мікроелементів і дорогоцінних металів в горілці складає 0,000001-0,01 % мас.

Для одержання горілки вводять колоїдний розчин наночастинок мікроелементів і дорогоцінних металів та одержують напій з біологічно активними властивостями і низькою токсичністю. Сучасні наукові дослідження показали, що наночастинки металів набагато менш токсичні, ніж іони металів.

Фільтраційна установка типу УСФ (установка "Срібної Фільтрації") призначена для обробки водно-спиртових сумішей продуктивністю до 500 дал/год по сортівці й до 1000 дал/год по горілці. Основне призначення установки – покращення смакових якостей горілки.

При окисненні спирту розкислюються кротоновий альдегід та акролеїн, які не лише токсичні, але й спричиняють різку пекучість у горілках, знебарвлюють кольорові напої. Розкиснені форми сорбуються мікропорами, таким чином покращується органолептична оцінка напою. Більшість реакцій каталізується окислами металів (заліза, срібла, платини тощо), котрі містяться в активному вугіллі як зольна домішка (залізо) або спеціально наноситься на зерна вугілля й утримуються вугіллям (імпрегноване сріблом чи платиною вугілля). Під дією каталізаторів відбувається етерифікація спиртів [4, 5, 41].

За наявності як каталізатора іонів заліза окислювальні процеси протікають спонтанно, некеровано. Швидкість реакції окислення на першій стадії (етанолу до ацетальдегіду) протікає зі значно більшою швидкістю, ніж окислення ацетальдегіду до кислот з одночасною сорбцією проміжних продуктів реакції. У результаті цього утворюється надлишок ацетальдегіду, що й спостерігається при обробці водно-спиртових сумішей активним вугіллям деревним БАУ-А. Дещо інші процеси спостерігаються при обробці водноспиртової суміші активним вугіллям, імпрегнованим сріблом чи платиною. У результаті електрохімічної різниці потенціалів, що виникає між сріблом чи платиною й вугіллям, у водно-спиртовому розчині протікають

окисновідновні реакції та реакції етерифікації більш інтенсивно з однаковою швидкістю при кожному новоутворенні сполук, таким чином не спостерігається накопичення якогось проміжного продукту реакції (наприклад, ацетальдегіду). У результаті цього швидше настає хімічна рівновага хімічних сполук в обробленій вугіллям водно-спиртовій суміші. Тривалість контакту імпрегнованого вугілля з водно-спиртовою сумішшю скорочується у 2-2,5 рази, тобто швидкість фільтрації зростає [4, 5, 35, 41].

В останні роки вивчено і рекомендовано до застосування нові марки активного вугілля марок БАУ-ЛВ, КАУ-А, ТСК. Добре зарекомендували себе вугілля зі шкаралупи кокосового горіха, наприклад, вугілля Norit GCN 830 PLUS і Norit PK 1-3 фірми «Norit Activated Carbon» (Нідерланди) [4-6, 18, 36, 38, 42, 47].

Створення матеріалів нового покоління засновано на модифікуванні наночастинками різних матриць. Такі об'єкти, як вуглецеві нанотрубки (нановолокна), створюють перспективні передумови для створення різних композиційних матеріалів з унікальними властивостями [16, 35, 37].

Вуглецеві нанотрубки - орієнтовані масиви з ниткоподібних утворень переважно циліндричної форми з внутрішнім каналом і мають специфічні фізичні і хімічні властивостями, в тому числі проявляють підвищені адсорбційні властивості. Для посилення необхідних властивостей вуглецеві нанотрубки модифікуються різними способами: відпал на повітрі для розтину кінців трубок, окиснювальні щеплення полярних груп на поверхні [9-12]. При обробці хімічними реагентами модифікації піддається як зовнішня поверхня вуглецевої нанотрубки, так і простір між графеновими шарами. При адсорбційному модифікуванні сорбент зв'язується з поверхнею нанотрубок за рахунок слабких взаємодій і водневих зв'язків [16, 35, 37].

Певну зацікавленість мають інші фільтруючі матеріали для очищення водно-спиртової суміші, зокрема фільтруючі матеріали «Зетакарбон» «ZetaCarbon», в яких частинки активного вугілля утримуються волокнами целюлози, спеціально введеної до складу матеріалу, а також імпрегнованою позитивно зарядженою смолою. При виготовленні фільтруючих матеріалів використовується целюлоза з певною довжиною волокна, активне вугілля і катіонітова смола, яка змішуються з знесоленою водою. Отримана суміш (пульпа) віджимається на вакуумному столі і отриманий вологий лист спрямовується в піч, де за температури 900 °С проходить висушування і полімеризація [4, 5].

З отриманого матеріалу виготовляють диски і осередки різного діаметру (8, 12 і 16 мм). Осередки збираються в патрони під дією певного тиску і утримуються в конструкції патрона поліпропіленовими кільцями ущільнювачів з трьома стяжками з нержавіючої сталі.

Глибинні матеріали на основі целюлози, сполучні смолою і порошкоподібним активним вугіллям виготовляються у вигляді: патронів з лінзоподібними осередками, дисків і пластин будь-яких форм і розмірів для застосування в такому обладнанні як фільтр-прес, фільтр Сальникова, тримачі для дисків діаметром 300 мм, 293 мм, 142 мм, 90 мм, 47 мм і ін.

Вугленаповнений глибинний матеріал виготовляється за трьома різними густинами для можливості фільтрації рідин з різною в'язкістю [4, 5, 41].

1.4 Висновки по розділу

З аналізу можна зробити висновки, що активне вугілля деревне подрібнене марки БАУ-А не відповідає повною мірою вимогам лікеро-горілчаного виробництва.

Застосування нових марок активного вугілля, подрібненого, агломерованого, яке одержують із деревної сировини, фруктових кісточок, шкаралупи кокосового горіха, волоських горіхів, вимагає проведення робіт із визначення технологічних режимів обробки сортівки.

На основі проаналізованих матеріалів та технології очищення сортівок, з урахуванням актуальності застосування нового виду активного вугілля, у цій кваліфікаційній роботі для дослідження обрано агломероване активне вугілля.

Для того щоби досягнути визначену мету необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз стану сучасних матеріалів та технологій обробки сортівок,
- встановити фізико-хімічні та сорбційні характеристики агломерованого активного вугілля,
- показати на скільки є ефективною очистка досліджуваним агломерованим активним вугіллям водно-спиртової суміші,
- здійснити перевірку адекватності математичної моделі очищення сортівки агломерованим активним вугіллям,
- визначити соціально-економічну ефективність під час використання агломерованого активного вугілля у технології горілок,
- обґрунтувати заходи з охорони праці і цивільного захисту.

2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти досліджень

Дослідження виконувались в науково-дослідній лабораторії кафедри технології біотехнології продуктів бродіння та виноробства Національного університету харчових технологій та виробничих лабораторіях лікеро-горілчаних заводів.

Об'єктами досліджень були:

- водно-спиртова суміш згідно з ДСТУ 4256 [23], яку було приготовлено із етилового ректифікованого спирту сорту «Люкс» згідно з ДСТУ 4221 [1] та води підготовленої згідно з СОУ 15.9-37-237 [2];
- агломероване активне вугілля AGL (виробник США), постачальник ТОВ Екофільтр-Сорбосгруп (Київ);
- активне вугілля подрібнене на основі кокосової сировини Silcarbon K48 Aktivkohle (контрольний зразок).

AGL агломероване активоване вугілля — високоякісне вугілля загального призначення. Активується водяною парою. Виробляється шляхом агломерації з дрібних частинок спеціальних сортів кокосового вугілля. Агломероване вугілля володіє великою кількістю транспортних пор, які надають вугіллю високу ємність. Володіє високою активністю. Характеризується вузьким гранулометричним розподілом, великою адсорбційною ємністю. Найчастіше застосовується в водних і безводних середовищах для освітлення і видалення органічних сполук. При очищенні води володіє відмінними дехлораційними властивостями. Кожна партія активованого вугілля тестується і приймається відділом якості відповідно до вимог міжнародної системи контролю якості ISO.



Рис. 2.1 - Агломероване активне вугілля AGL

2.2 Методи досліджень

Проводили дослідження якості етилового ректифікованого спирту, води підготовленої, приготованої сортівки та після її очистки агломерованим активним вугілля AG1 і активним вугіллям подрібненим на основі кокосової сировини Silcarbon K48 Aktivkohle (контрольний зразок) із використанням органолептичних, фізико-хімічних, газохроматографічних, спектрофотометричних методів аналізу згідно з чинними стандартами і адаптованими методиками.

Дослідження спирту етилового ректифікованого проводили відповідно до таблиць 2.1, 2.2, води підготовленої і дистильованої - відповідно до таблиць 2.3, 2.4, сортівок та горілок - відповідно до таблиць 2.5, 2.6.

Таблиця 2.1 - Органолептичні показники спирту етилового ректифікованого сорту «Люкс»

Назва показника	характеристика показника	Методика дослідження	Метод дослідження
Зовнішній вигляд	прозора рідина без сторонніх частинок	ДСТУ 4221 [1]	Органолептичний
Колір	безбарвна рідина	ДСТУ 4221 [1]	Органолептичний
Запах, смак	характерний для кожного виду етилового спирту, що вироблений з відповідної сировини, без присмаку і запаху сторонніх речовин	ДСТУ 4221 [1]	Органолептичний

Таблиця 2.2 - Фізико-хімічні показники спирту етилового ректифікованого сорту «Люкс»

Найменування показника	Норма для спирту сорту «Люкс»		
	«Люкс»	Методика дослідження	Метод дослідження
1	2	3	4
Об'ємна частка етилового спирту, за температури 20° С, %, не менше	96,3	Згідно з ДСТУ 7457 [42]	ареометричний
Проба на чистоту з сірчаною кислотою	витримує	ДСТУ 4221 [1]	візуальний
Проба на окислюваність за температури 20° С, хв., не менше	22	ДСТУ 4221 [1]	

1	2	3	4
Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий альдегід в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	2,0	ДСТУ 4181 [43] та ДСТУ 4222 [22]	фотоелектоколориметричний чи газохроматографічний
Масова концентрація сивушного масла: пропілвий, ізопропіловий, бутиловий, ізобутиловий та ізоаміловий спирти, в перерахунку на суміш пропілового, ізобутилового та ізоамілового спиртів (3:1:1) в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	4,0	ДСТУ 4222 [22]	газохроматографічний
Масова концентрація естерів, у перерахунку на оцтовоетиловий естер в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	2,0	Згідно з ДСТУ 4181 [43] та ДСТУ 4222 [22]	фотоелектоколориметричний чи газохроматографічний
Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний спирт, %, не більше	0,01	ДСТУ 4222 [22]	газохроматографічний
Масова концентрація вільних кислот (без СО ₂), в перерахунку на оцтову кислоту, мг/дм ³ , не більше	8,0	ДСТУ 4221 [1]	титрометричний
Проба на фурфурол	Витримує	ДСТУ 4221 [1]	фотометричний

Таблиця 2.3 - Органолептичні показники води підготовленої

Назва показника	Одиниця виміру	Методика дослідження	Метод дослідження
Запах, смак	бал	згідно з чинною НД	Органолептичний
Забарвленість	градуси	згідно з чинною НД	Фотоколориметричний
Мутність	мг/дм ³	згідно з чинною НД	Фотоколориметричний
Прозорість	%, од.опт. густини	ДСТУ 5071 [28]	Фотоколориметричний, спектрометричний

Таблиця 2.4 - Фізико-хімічні показники підготовленої води

Назва показника	Одиниця виміру	Методика дослідження	Метод дослідження
Загальна жорсткість	моль/м ³	ДСТУ ISO 6059 [44]	Титрометричний
Лужність загальна	моль/м ³	ДСТУ ISO 9963-1 [34]	Титрометричний
Лужність вільна	моль/м ³	ДСТУ ISO 9963-2 [34]	Титрометричний
Перманганатна окиснюваність	мг О ₂ /дм ³	ДСТУ 7131 [30]	Перманганатометричний
Сухий залишок	мг/дм ³	згідно з чинною НД	Гравіметричний
Водневий показник	од. рН	ДСТУ 4077 [14]	Потенціометричний
Масова концентрація:			
Кальцію	мг/дм ³	ДСТУ 6058 [45]	Титрометричний
Магнію	мг/дм ³	ДСТУ 6059 [44]	Титрометричний
Заліза	мг/дм ³	ДСТУ ISO 6332 [28]	Фотоколориметричний
Марганцю	мг/дм ³	ДСТУ ГОСТ 4974 [46]	Фотоколориметричний
Силікати	мг/дм ³	ДСТУ 7133 [30]	Фотоколориметричний
Фосфати	мг/дм ³	ДСТУ ISO 10304-1 [46]	Іонної хроматографії
Сульфати	мг/дм ³	ДСТУ ISO 10304-1 [46]	Іонної хроматографії
Хлориди	мг/дм ³	ДСТУ ISO 10304-1 [46]	Іонної хроматографії
Нітрати	мг/дм ³	ДСТУ ISO 10304-1 [46]	Іонної хроматографії
Нітрити	мг/дм ³	ДСТУ ISO 10304-1 [46]	Іонної хроматографії

Таблиця 2.5 – Фізико-хімічні показники та методи контролювання сортів та горілок

Назва показника	Значення показника	Метод дослідження	Методика дослідження
Прозорість, D, не більше	0,005	ДСТУ 5068	Фотоколориметричний
Міцність, % об.	37,5-56	ДСТУ 4165 [14]	Ареометричний
Лужність — об'єм соляної кислоти с(НСІ)=0,1 моль/дм ³ , витрачений на титрування 100 см ³ горілки, см ³	не більше 3,5	ДСТУ 4165 [14]	Титрометричний
Масова концентрація альдегідів в перерахунку на оцтовий альдегід в безводному спирті, мг/дм ³	не більше 4,0	ДСТУ 4165 [14]	Фотометричний,
Масова концентрація ацетальдегіду в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше ніж	не більше 4,0	ДСТУ 4222:2003 [22]	газохроматографічний
Масова концентрація сивушного масла в перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм ³	не більше 2,0	ДСТУ 4165 [14]	Фотометричний,
Масова концентрація сивушного масла (<i>n</i> -пропанолу, ізопропанолу, <i>n</i> -бутанолу, ізобутанолу, ізоамілового спирту) в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше ніж	не більше 4,0	ДСТУ 4222:2003 [22]	газохроматографічний
Масова концентрація естерів в перерахунку на оцтово-етиловий естер в безводному спирті, мг/дм ³	не більше 5,0	ДСТУ 4165 [14]	фотоелектроколориметричний,
Масова концентрація естерів (метилацетату, етилацетату, етилбутирату, ізобутил-ацетату, ізоамілацетату) в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше ніж	не більше 5,0	ДСТУ 4222:2003 [22]	газохроматографічний
Об'ємна частка метилового спирту в перерахунку на безводний спирт, %	не більше 0,01	ДСТУ 4222:2003 [22]	газохроматографічний
Різниця окиснюваності до та після очищення АВ, хв.	не менше 2,5 хв	згідно з ДСТУ 7404 [32],	візуальний

Таблиця 2.6 – Органолептичні показники горілок

Назва показника	Характеристика	Метод контролювання
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх домішок та осаду	Згідно з ДСТУ 4165 [14]
Колір	Безбарвна рідина	Згідно з ДСТУ 4165 [14]
Аромат і смак	Без стороннього аромату та присмаку. Характерні для горілок – горілчаний аромат і м'який горілчаний смак.	Згідно з ДСТУ 4165 [14]

Таблиця 2.7 - Дегустаційна оцінка сортівки та горілок

Назва показника	Органолептична характеристика	Бальна оцінка
Прозорість	Безбарвна, прозора з блиском рідина	1,9...2,0 (відмінно)
	Безбарвна, прозора, без блиску рідина	1,8...1,9 (добре)
	Безбарвна з опалом рідина	менше 1,8 (незадовільно)
Аромат	Характерний, ярко виявлений	3,8...4,0 (відмінно)
	Характерний, добре виявлений	3,6...3,8 (добре)
	Характерний для даного виду, слабовиявлений, має грубий аромат	менше 3,6 (незадовільно)
Смак	Характерний виду, чистий, м'який	3,8...4,0 (відмінно)
	Характерний виду, але дещо різкуватий	3,6...3,8 (добре)
	Не характерний для даного виду, має грубий сторонній присмак, різкий пекучий	менше 3,6 (незадовільно)

Показники якості активного вугілля (далі - АВ) визначали у відповідності з таблицею 2.8.

Таблиця 2.8 - Показники якості активного вугілля

Назва показника, одиниця виміру	Методика дослідження	Метод дослідження
Механічна міцність, %	ДСТУ 2335 [37]	стискання, гравіметричний
Гранулометричний склад, мм	ДСТУ 2335 [37]	ситовий
Насипна густина, г/дм ³	ДСТУ 2335 [37]	гравіметричний
Вміст води, %	ДСТУ ISO 5068-1 [38]	гравіметричний
Площа поверхні, м ² /г	згідно з чинною НД [33]	адсорбційний
Адсорбційна активність за йодом, %	ДСТУ 7401 [17]	Йодометричний
Йодне число, %	ДСТУ ISO 6059 [44]	Йодометричний
Лужність водного настою, см ³ 0,01 н розчину соляної кислоти, см ³	ДСТУ ISO 9963-1:2007 [34]	Титриметричний
Адсорбційна активність за оцтовою кислотою, см ³	ДСТУ 7508 [33]	Хімічний
Сумарний об'єм пор за водою, см ³ /г	згідно з чинною НД [33]	гравіметричний

Після підготування активного вугілля та етапі основного циклу ефективність очищення сортівки визначали спектрофотометричним методом за спектрами оптичного поглинання – згідно з ДСТУ 5068 [38].

Фізико-хімічні показники ВСС до та після очищення активним вугіллям визначали за допомогою газового хроматографа «Кристал-2000М», фотоелектроколориметра КФК-3, іонного хроматографа і спектрофотометра UV 1100.

2.3 Методика проведення досліджень

Готували сортівку міцністю (40±0,2)% об. змішуванням спирту етилового ректифікованого сорту "Люкс" згідно з ДСТУ 4221 [1] та води підготовленої згідно з СОУ 15.9-37-237 [2].

Активне вугілля агломероване AGL та активне вугілля подрібнене K48 (контрольний зразок) відмивали від пилу та зольних речовин здистильованою водою з контролюванням прозорості та жорсткості у промивній воді.

Очищення сортівки проводили на лабораторній установці, яка складалась з напірної ємності, колонки з відповідним активним вугіллям та приймальної ємності.

Напірну склянку місткістю 3...5 дм³ з'єднували за допомогою сифону з нижнім краном колонки, через який повільно пропускали сортівку через колонку з відповідним зразком активного вугілля. Після заповнення колонки проводять фільтрацію сортівки, відбирали фільтрат з верхньої частини в мірний циліндр. Встановлювали швидкість фільтрації у перерахунку на стандартну вугільну колонку регулюванням нижнім краном колонки. Контролювання показників сортівки до та після фільтрації відповідним зразком активного вугілля здійснювали відповідно до показників, які наведено в таблицях 2.5-2.7.

2.4 Оброблення результатів досліджень

Обробляли результати із використанням методів статистичного опрацювання, пакету програм Excel і MathCad.

Обробку результатів визначання проводили відповідно до чинних стандартів та модифікованих методик.

За кінцевий результат випробовувань беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних вимірювань, допустиме розходження співставляли зі значеннями, встановленими у відповідній методиці вимірювання.

Контролювали: збіжність та відтворюваність вимірювань відповідно до вимог стандарту.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОЧИЩЕННЯ СОРТІВОК АГЛОМЕРОВАНИМ АКТИВНИМ ВУГІЛЛЯМ (експериментальна частина)

3.1 Дослідження якості підготовленої води і спирту етилового ректифікованого для приготування сортівки

Для отримання сортівки необхідно було дослідити якість вихідної сировини: води підготовленої (табл. 3.1, 3.2) та спирту етилового ректифікованого сорту "Люкс" (табл. 3.3, 3.4).

Таблиця 3.1 – Результати органолептичних показників підготовленої води
(n=3; P≥0,95)

№ з/п	Назва показника, одиниця виміру	Нормативне значення	Значення показника	Похибка методу, %
1	2	3	4	5
1	Запах за температури 20 °С, бал	0	0	-
2	Смак та присмак, бал	0	0	-
3	Забарвленість, градус	не більше 2,0	0	$\delta = \pm 20 \%$
4	Прозорість, %	не менше 98	100	$\delta = \pm 20 \%$

Таблиця 3.2 – Результати фізико-хімічних показників підготовленої води
(n=3; P≥0,95)

№ з/п	Показник НД, одиниця виміру	Нормативне значення	Значення показника	Похибка методу, %
1	2	3	4	5
1	Жорсткість загальна, ммоль/дм ³	не більше 0,1	0,04	$\Delta = \pm 0,001$
2	Лужність загальна, ммоль/дм ³	не більше 2,0	0,8	$\Delta = \pm 0,05$
3	Лужність вільна, ммоль/дм ³	не допускається ¹⁾	менше 0,005 ¹⁾	$\Delta = \pm 0,05$
4	Перманганатна окислюваність, мг О ₂ /дм ³	не більше 2,0	0,9	$\Delta = \pm 0,2$
5	Сухий залишок, мг/дм ³	не більше 350	105,0	$\delta = \pm 10 \%$
6	Водневий показник, одиниці рН	6,0 - 8,0	6,9	$\Delta = \pm 0,2$
7.	Масова концентрація заліза, мг/дм ³	менше 0,05	менше 0,01 ¹⁾	$\delta = \pm 25 \%$

1	2	3	4	5
8	Масова концентрація марганцю, мг/дм ³	не більше 0,05	0,01	$\delta = \pm 25 \%$
9	Масова концентрація натрію+калію, мг/дм ³	не більше 150,0	28	$\delta = \pm 20 \%$
10	Масова концентрація хлоридів, мг/дм ³	не більше 60	15,0	$\delta = \pm 15 \%$
11	Масова концентрація сульфатів, мг/дм ³	не більше 50	15,0	$\delta = \pm 10 \%$
12	Масова концентрація ортофосфатів, мг/дм ³	не більше 0,05	0,05	$\delta = \pm 30 \%$
13	Масова концентрація поліфосфатів, мг/дм ³	не більше 0,05	менше 0,01 ¹⁾	$\delta = \pm 30 \%$
14	Масова концентрація силікатів, мг/дм ³	не більше 5,0	2,2	$\delta = \pm 20 \%$
15	Масова концентрація нітритів, мг/дм ³	не більше 0,1	менше 0,1 ¹⁾	$\delta = \pm 15 \%$
16	Масова концентрація нітратів, мг/дм ³	не більше 5,0	0,01	$\delta = \pm 25 \%$

Таблиця 3.3 – Результати органолептичних показників спирту етилового ректифікованого сорту "Люкс"

Назва показника	Характеристика показника	Результати показника
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх часток	Прозора рідина без сторонніх часток
Колір	Безбарвна рідина	Безбарвна рідина
Смак і аромат	Характерний для сорту етилового спирту, виробленого із відповідної сировини, без присмаку та запаху сторонніх речовин	Характерний для етилового спирту, без присмаку та запаху сторонніх речовин

Таблиця 3.4 – Результати фізико-хімічних показників спирту етилового ректифікованого сорту "Люкс"

Назва показника, одиниця виміру	Нормативне значення	Значення показника
1	2	3
Об'ємна частка етилового спирту, за температури 20 °С, %	не менше 96,3	96,55
Проба на чистоту з сірчаною кислотою	витримує	витримує
Проба на окислюваність за температури 20 °С, хвилин	не менше 22	24
Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий альдегід в безводному спирті, мг/дм ³	не більше 2,0	1,7
Масова концентрація естерів, у перерахунку на оцтовоетиловий естер в безводному спирті, мг/дм ³	не більше 2,0	1,1
Масова концентрація вільних кислот (без CO ₂), в перерахунку на оцтову кислоту, в безводному спирті, мг/дм ³	не більше 8,0	4,5
Масова концентрація сивушного масла, в перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм ³	не більше 2,0	0,6
Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний спирт, %	не більше 0,01	0,003
Проба на фурфурол	витримує	витримує

Встановлено, що застосовувані у дослідженнях вода підготовлена і спирт етиловий ректифікований відповідають вимогам чинних НД: СОУ 15.9-37-237 [2] та ДСТУ 4221 [1].

3.2 Дослідження фізико-механічних, сорбційно-каталітичних показників якості агломерованого активного вугілля

Основні характеристики досліджувальних зразків вугілля наведено в таблицях 3.5 - 3.7.

Таблиця 3.5 - Основні характеристики досліджувальних зразків вугілля

Марка	Виробник	Сировина	Метод активації	Ступінь обгару, %
К48 (контроль)	Silcarbon, Німеччина ТОВ "Силкарбон Україна" (м. Київ)	шкаралупа кокосового горіха	водяною парою	50
AGL	США, ТОВ Екофільтр-Сорбос груп (Київ)	агломерація дрібних частинок спеціальних сортів кокосового вугілля	водяною парою	50

Таблиця 3.6 – Фізико-механічні характеристики досліджуваних зразків активного вугілля

Марка вугілля	Характеристики				
	Насипна густина, г/см ³	Вологість, %	Механічна міцність, %	Зольність, %	Гранулометричний склад, мм
К48 (контроль)	0,54	4,5	92	4,2	1,4 - 4,7
AGL	0,42	3,8	95	3,8	1,2 - 1,7

Встановлено, що для вугілля AGL є на 1,28 рази менший показник насипної густини порівняно з контрольним зразком, вологість на 1,2 рази, а зольність в 1,1 рази, механічна міцність є вищою на 3%. Спеціальна технологія виготовлення агломерованого активного вугілля призводить до зменшення зольності та підвищення механічної міцності досліджуваного зразка AGL

Таблиця 3.7 – Сорбційно-каталітичні показники досліджуваних зразків активного вугілля

Назва АВ	Площа поверхні, м ² /г	Сумарний об'єм пор за водою, см ³ /г	Йодне число, мг/г	Активність за		
				йодом, %	оцтовою кислотою, см ³	лужністю водного настою, см ³ 0,01 н розчину HCl
К48 (контроль)	1100	2,5±0,5	1050±15	70±25	120±5	10±0,15
AGL	1000-1100	2,9±0,46	1200±15	80±25	100±5	8±0,15

Аналіз показав, що за даними виробників площа поверхні активного вугілля є майже однаковими як для подрібненого К48 (контрольний зразок) так і для досліджуваного зразка агломерованого вугілля AGL.

Визначено, що показники сорбційні характеристики зразка AGL переважають над контрольним зразком: йодне число - на 15%, активність за йодом - 15%. Спостерігаються менші значення для агломерованого АВ, у порівнянні з контрольним зразком, за оцтовою кислотою - на 20%, лужністю водного настою - на 25%. Оскільки вказані показники характеризують каталітичні властивості можна передбачити, що у сортівці обробленій агломерованим АВ AGL буде спостерігатися менший вміст альдегідів.

- відмивка активного вугілля підготовленою водою від пилу, зольних елементів, органічних домішок.

Для покращання органолептичних властивостей сортівку обробляють активним вугіллям. Вугілля адсорбує домішки і одночасно каталізує окислювальні процеси, які сприятливо впливають на якість горілки. Підготовку активного вугілля перед його використанням проводять за для відмивання його від зольних речовин водою підготовленою і заповнення колонки сортівкою для насичення вугілля спиртом і отримання стандартної міцності сортівки після її проходження через вугільну колонку. Зміна показників активного вугілля до та після відмивки підготовленою водою наведена в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 - Зміна показників якості активного вугілля на стадії підготовки

Найменування показника	Значення з ТР У 18.5084 [58]	Величина показника для К48 (контроль)		Величина показника для AGL	
		до відмивки	після відмивки	до відмивки	після відмивки
Зольність,%	не більше 10	4,2	0,9	3,8	0,5
Вміст пилу,%	не нормується	1,9	0	1,2	0
Активність за йодом,%	не менше 60	70	62	75	70
Адсорбційна активність за оцтовою кислотою, см ³	не менше 60	120	105	100	92
Лужність водного настою, см ³ 0,01 н розчину HCl	не менше 2	10	8,7	8	7,2

Відсутність пилу вказує на високу ступінь відмивки, як для контрольного та дослідного зразків. У порівнянні з АВ К 48 (контрольний зразок), після відмивки, АВ АGL має в 1,5 рази нижчу зольність, на 10-15% вищу активність за йодом. Після відмивки досліджувані показники відповідають вимогам чинного Виробничого регламенту. Варто зазначити, що після підготовки у зразках зменшилась активність за оцтовою кислотою та лужність водного настою для активного вугілля:

- подрібненого К 48 (контрольний зразок) на 14-15 %,
- агломерованого АGL - на 10%.

3.3 Дослідження впливу агломерованого активного вугілля на ефективність очищення сортівки

Для встановлення ефективності застосування агломерованого активного вугілля у порівнянні з подрібненим активним вугіллям проаналізовано органолептичні, фізико-хімічні показники та мікрокомпонентний склад до та після очищення АВ водно-спиртової суміші (табл. 3.9, 3.10, рис 3.5, 3.6).

Таблиця 3.9 - Показники якості водно-спиртової суміші до і після обробки подрібненим і агломерованим активним вугіллям

Назва показника	Нормативне значення згідно з ДСТУ 4256	Величина показника у вихідній водно-спиртової суміші	Величина показника після обробки водно-спиртової суміші АВ	
			К48 (контроль)	AGL
1	2	3	4	5
Фізико-хімічний аналіз				
Вміст спирту етилового, % об. (міцність, %)	37,5-56,	40±0,1	40±0,1	40±0,1
Лужність - об'єм соляної кислоти с(HCl)=0,1 моль/дм ³ , витрачений на титрування 100 см ³ горілки, см ³	не більше 3,5	1,2±0,1	1,3±0,1	1,2±0,1
Масова концентрація кальцію, мг/дм ³	не більше 0,6	0,3±0,05	0,4±0,05	0,3±0,05
Масова концентрація магнію, мг/дм ³	не більше 0,6	0,2±0,05	0,4±0,05	0,2±0,05
Масова концентрація заліза, мг/дм ³	не більше 0,03	0,01±0,005	0,01±0,005	0,01±0,005
Масова концентрація сульфатів, мг/дм ³	не більше 40	15±1,5	18±1,8	15±1,5
Масова концентрація хлоридів, мг/дм ³	не більше 40	10±1	12±1,2	10±1

1	2	3	4	5
Масова концентрація силікатів, мг/дм ³	не більше 3	2±0,2	3±0,3	2±0,2
Масова концентрація альдегідів у перерахунку на оцтовий альдегід у безводному спирті, мг/дм ³ , не більше ніж	не більше 4	1,9±0,2	3,2±0,2	2,7±0,2
Масова концентрація сивушного масла у перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм ³	не більше 2	1,5±0,15	1,3±0,15	1,3±0,15
Масова концентрація естерів у перерахунку на оцтово-етилловий естер у безводному спирті, мг/дм ³	не більше 5	1,4±0,25	1,9±0,25	1,5±0,25
газохроматографічний аналіз				
Масова концентрація <i>n</i> -пропанолу в безводному спирті, мг/дм ³	-	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1
Масова концентрація ізобутанолу в безводному спирті, мг/дм ³	-	менше 0,4	менше 0,4	менше 0,4
Масова концентрація ізоамілового спирту в безводному спирті, мг/дм ³	-	0,5±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1
Масова концентрація метилацетату в безводному спирті, мг/дм ³	-	0,5±0,1	0,7±0,1	0,5±0,1
Масова концентрація етилацетату в безводному спирті, мг/дм ³	-	0,4±0,1	0,9±0,1	0,5±0,1
Масова концентрація ізобутилацетату в безводному спирті, мг/дм ³	-	менше 0,5	менше 0,5	менше 0,5
Масова концентрація етилбутирату в безводному спирті, мг/дм ³	-	менше 0,5	менше 0,5	менше 0,5
Масова концентрація ізоамілацетату в безводному спирті, мг/дм ³	-	менше 0,5	менше 0,5	менше 0,5
Об'ємна частка метилового спирту (метанолу) в перерахунку на безводний спирт, %	не більше 0,01	0,004±0,001	0,004±0,001	0,004±0,001
Органолептичний аналіз				
Загальний дегустаційний бал	не менше 9,5	9,4	9,6	9,65

Згідно фізико-хімічному аналізу показники вмісту спирту, лужності, масової концентрації кальцію, заліза та сувошого масла для AGL, порівняно зі зразками вихідної сортівки та очищеної сортівки AGL змінюються у межах похибки досліджень.

Масова концентрація:

- магнію у зразку обробленому AGL менше на 50%, ніж у обробленому K48 і однакова з вихідною сортівкою;
- сульфатів та хлоридів у зразку обробленому AGL менше на 15-17%, ніж у зразку обробленому K48 і однакова з вихідною сортівкою;
- силікатів у зразку обробленому AGL менше на 23,4%, ніж у зразку обробленому K48 і однакова як з вихідною сортівкою;
- альдегідів у перерахунку на оцтовий альдегід у безводному спирті у зразку обробленому AGL менше на 15,7%, ніж в K48. В наслідок проходження каталітичних процесів спостерігається збільшення масової концентрації альдегідів в 1,4 рази для зразку обробленому AGL, а для зразку обробленого K 48 - збільшення становить 1,7 рази;
- естерів у перерахунку на оцтово-етиловий естер у безводному спирті зразку обробленому AGL є меншою на 21,1%, ніж зразку обробленому K48. У порівнянні з вихідною сортівкою збільшення становить 7-10% для зразка обробленого AGL, а для зразку обробленого K 48 - 36%.

Спостерігається відхилення масової концентрації пропанолу, ізобутанолу, ізобутилацетату, етилбутирату, ізоамілацетату та метанолу у зразків, що були оброблені активним вугіллям та вихідною сортівкою.

Масова концентрація:

- ізоамілового спирту у оброблених зразках сортівки змінюється у межах похибки методики визначення, а у порівнянні з вихідною сортівкою зменшується - на 20%;
- метилацетату у перерахунку безводному спирті у зразку обробленому AGL менше на 18,6%, ніж у зразку обробленому K48 і змінюється у порівнянні з вихідною сортівкою у межах похибки методики визначення;
- етилацетату у перерахунку безводному спирті у зразку обробленому AGL менше на 18,6%, ніж у зразку обробленому K48 і на 20% більша ніж у вихідній суміші.

Результати органолептичного оцінювання підтверджують підвищення загальної дегустаційної оцінки для зразка очищеного AGL на 0,5 бали, у порівнянні зі зразком очищеним K48 та на 2,5 бали у порівнянні з вихідною сортівкою.

Результати залежності водневого показника, проби на окиснюваність та масової концентрації альдегідів у вихідній сортівці та очищеній АВ AGL і K48, наведено на рисунках 3.1 - 3.3.

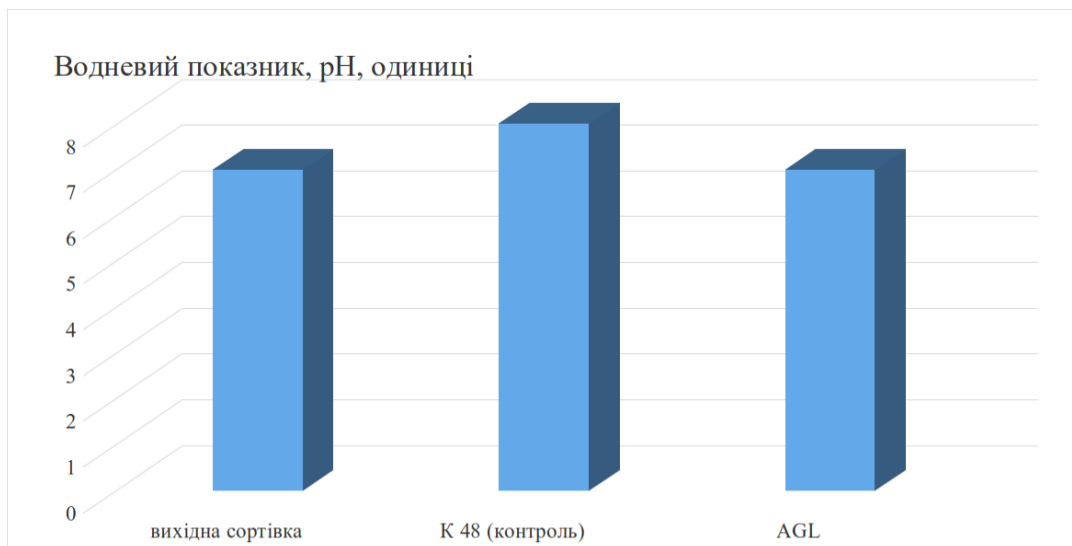


Рисунок 3.1 - Залежність водневого показника сортівки від її очищення АВ

Значення водневого показника для сортівки, очищеної досліджуваним зразком AGL на 2-3% нижче у порівнянні з вихідною сортівкою, і на 6-8% нижче, аніж у сортівки, очищеної контрольним зразком К48.



Рисунок 3.2 - Залежність окиснюваності сортівки від її очищення АВ

Значення окиснювальності сортівки до та після її очищення агломерованим активним вугіллям AGL збільшується до 2 разів. Значення окиснювальності сортівки до та після її очищення агломерованим активним вугіллям AGL на 30% вище, у порівнянні з контрольним зразком К48

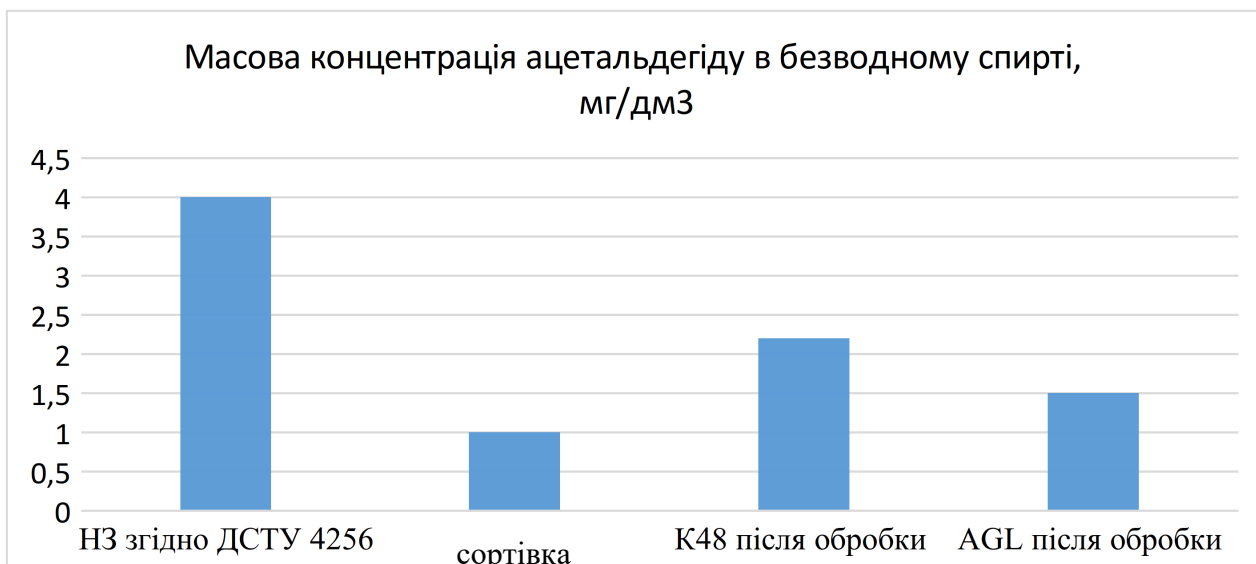


Рисунок 3.3 - Залежність масової концентрації ацетальдегідів у сортівці від її очищення АВ

Масова концентрація ацетальдегіду у безводному спирті після обробки сортівки досліджуваним AGL на 16,7% нижча, аніж при обробці контрольним зразком K48 та на 34,3% вище ніж у вихідній сортівці

Органолептична оцінка водно-спиртової суміші до та після її оброблення активним вугіллям наведена в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Характеристика аромату і смаку водно-спиртової суміші до та після її оброблення активним вугіллям

Назва	Характеристика органолептичного показника			
	аромату		смаку	
	відповідно до ДСТУ 4256	зразку	відповідно до ДСТУ 4256	зразку
Вихідна сортівка	Без стороннього аромату.	різкий спиртовий, грубий аромат	Без стороннього присмаку.	різкий смак, пекучий
Після обробки K48	Характерний горілочаний аромат	чистий, різкуватий	Характерний м'який горілочаний смак.	горілочаний, злегка пекучий та терпкуватий
Після обробки AGL		чистий, горілочаний, без сторонніх відтінків		М'який характерний смак, без різкого печіння, відсутність гіркого і солодкого присмаку

Альдегіди надають спирту етиловому та водно-спиртовим сумішам різкість у ароматі та пекучість і терпкість у смаку. У сортівці, яку було очищено AGL спостерігаються горілчаній смак і аромат, без різких та сторонніх тонів.

За рахунок меншої масової концентрації масової концентрації альдегідів, в тому числі ацетальдегіду, у очищеній агломерованим активним вугіллям AGL водно-спиртовій суміші спостерігається підвищення загальної дегустаційної оцінки на 0,5 бали (табл. 3.9) у порівнянні з сортівкою, очищеною кокосовим подрібненим активним вугіллям К 48.

Контролювання процесу очистки сортівки активним вугіллям окрім визначення окислюваності, дегустаційної оцінки, проводять за оптичною густиною в ближній ультрафіолетовій частині спектру і перерахунком на ефект очистки.

Було проаналізовано ефективність очищення сортівки досліджуваними зразками активного вугілля в залежності від швидкості оброблення (рис. 3.2).

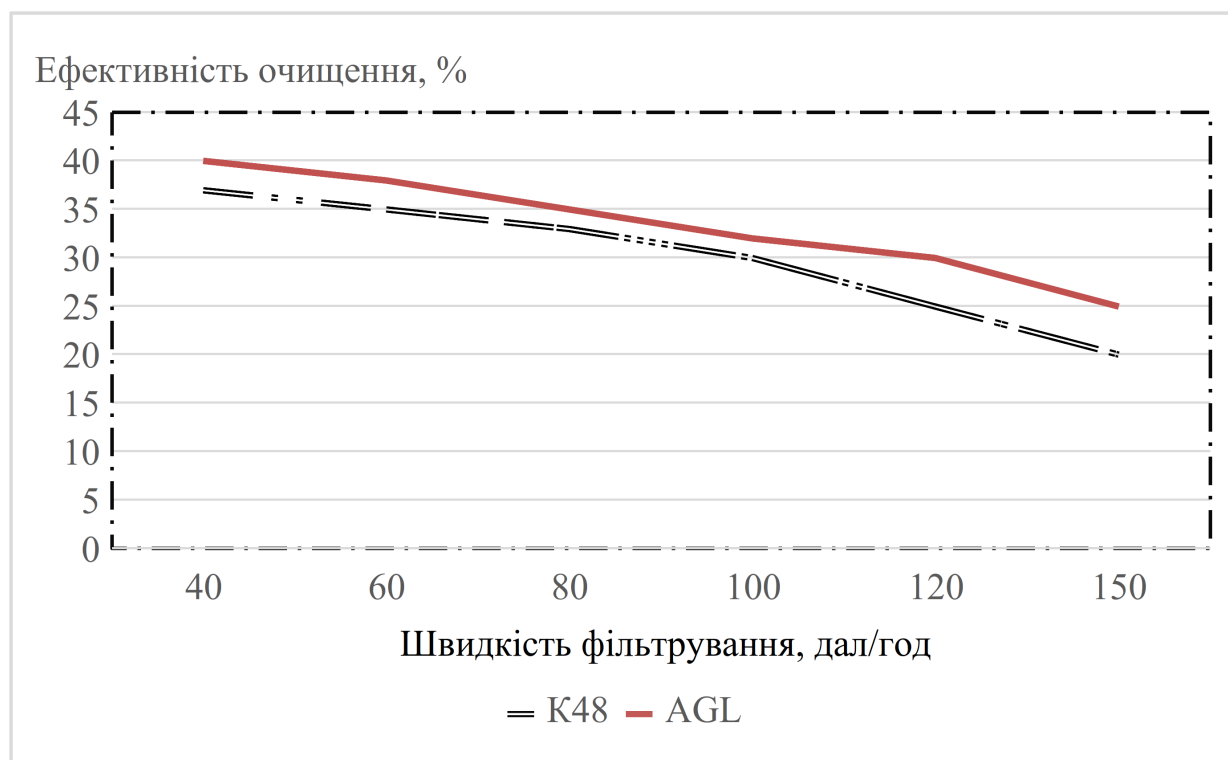


Рисунок 3.4 - Залежність ефективності очищення від швидкості фільтрування досліджуваними зразками активного вугілля

При збільшенні швидкості фільтрування ефективність очищення зменшується в обох зразках, але при цьому в зразку сортівки, очищеної активним вугіллям AGL спостерігається стабілізація й дещо вищий ефект очищення, аніж в контрольному зразку. При швидкості оброблення від 40 до 80 дал/год ефективність очищення сортівки активним вугіллям AGL на 8-10% вища ніж очищеній К 48.

При швидкості оброблення сортівки понад 100 дал/год ефективність очищення починає знижуватись більш інтенсивно. Однак ефект очищення за

швидкості від 100 до 150 дал/год досліджуваним зразком AGL є вищим на 20-25 % у порівнянні з контрольним зразком K 48.

Під час очищення сортивки проходить зміна адсорбційних властивостей активного вугілля, тому було досліджено залежність активності за оцтовою кислотою та йодом від об'єму пропущеної сортивки у перерахунку на стандартну вугільну колону висотою 4 м та діаметром 0,7 м при швидкості фільтрування 60 дал/год.

Під час пропускання сортивки через активне вугілля в обох зразках активність за йодом та оцтовою кислотою поступово знижується, але кращі результати за активністю показує вугілля AGL.

Активність за оцтовою кислотою на 5 тис. дал в обох зразках однакова.

За обсягу пропущеної сортивки 500 тис. дал активність за оцтовою кислотою у зразка AGL на 10-15% є вища ніж для контрольного зразка K48.

За обсягу пропущеної сортивки 1000-2500 тис. дал різниця за активністю за оцтовою кислотою становить 13-20%, при понад 2500 тис. дал зменшується – до 10-12%.

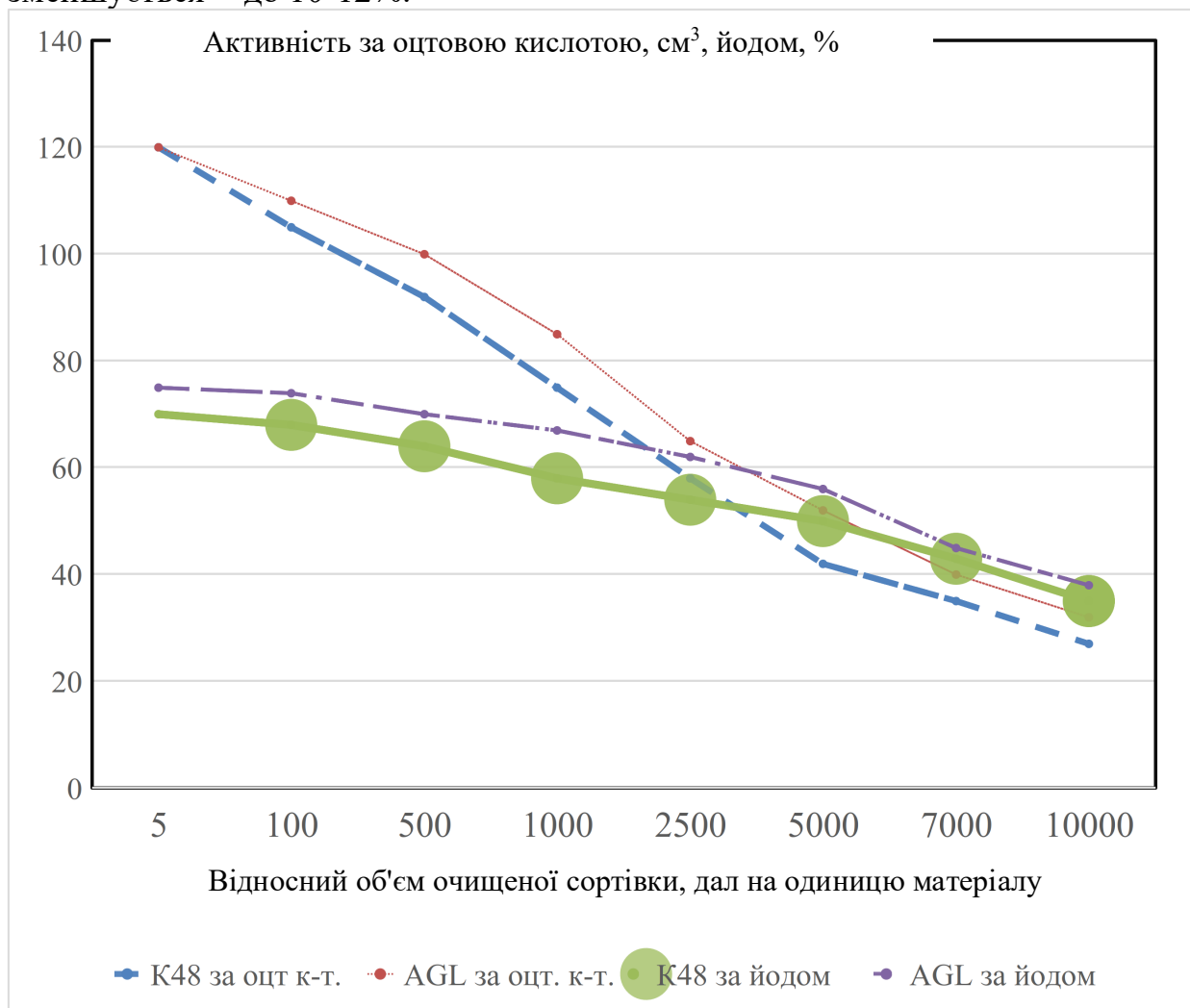


Рисунок 3.5 - Залежність активності активного вугілля за оцтовою кислотою та йодом від обсягу пропущеної сортивки активним вугіллям

За обсягу обробленої сортивки до 100 тис. дал активність за йодом для

активного вугілля AGL вища на 8-10% ніж контрольного зразку. За обсягу пропущеної сортівки від 1000 до 3000 тис дал активність за йодом для активного вугілля AGL вища на 12-20% ніж контрольного зразку, потім різниця зменшувалась (обсяг сортівки до 7000 тис. дал) зменшилась до 4-6 % і надалі без суттєвих змін.

Згідно з ДСТУ 4256 строк придатності горілок і горілок особливих встановлює виробник і він не повинен перевищувати їх прогнозовану стійкість. Тому необхідно було встановити прогнозовану стійкість зразків водно-спиртових сумішей, оброблених досліджуваними зразками активного вугілля (рис. 3.5).

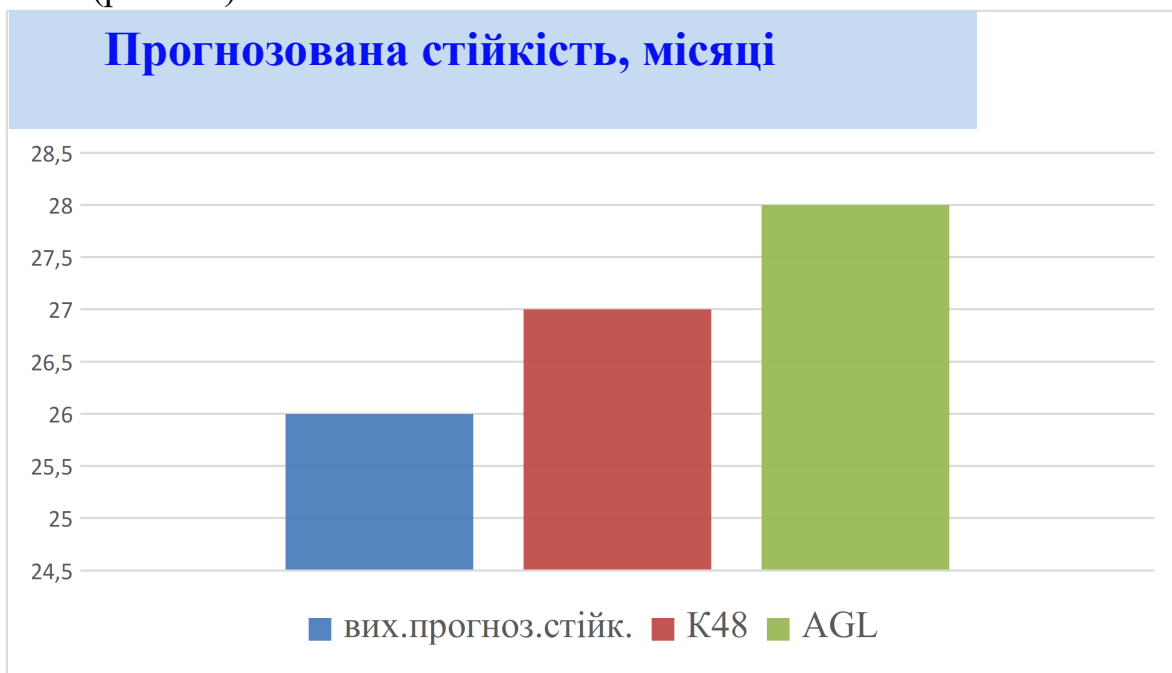


Рисунок 3.6 - Прогнозована стійкість зразків водно-спиртової суміші до та після оброблення активним вугіллям

Встановлено, що прогнозована стійкість обробленої сортівки активним вугіллям AGL вища на 1 місяць за рахунок сповільнення каталітичних процесі, у порівнянні з сортівкою, очищеною контрольним зразком К 48. Результати досліджень свідчать, що використання запропонованим агломерованим вугіллям AGL забезпечує строк придатності горілок (24 міс.) відповідно ДСТУ 4256.

1.4 Висновки по розділу

1. Визначено фізико-механічні показники і сорбційно-каталітичні характеристики досліджуваного зразка агломерованого активного вугілля AGL, які переважають властивості контрольного зразка подрібненого активного вугілля K48 за активністю за йодом і йодним числом - на 15%.
2. За рахунок спеціальної технології виготовлення і підготовки досліджуваного зразка АВ AGL, менших каталітичних властивостей спостерігається незначне

збільшення водневого показника і менший перехід зольних речовин у очищену сортівку, в наслідок чого масова концентрація альдегідів та ацетальдегіду зменшується на 50% у порівнянні з контрольним зразком.

3. Встановлено, що застосування агломерованого активного вугілля у порівнянні з контрольним зразком K48 дає змогу підвищити дегустаційну оцінку, очищеної сортівки зразком AGL на 0,5 бали, різницю в окиснюваності на 30% і прогнозованої стійкості на 1 місяць.

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Для встановлення оптимальних параметрів роботи вуглецевих матеріалів у процесі обробки сортівки необхідно розробити математичну модель процесу, за допомогою повного факторного експерименту (рис. 4.1).

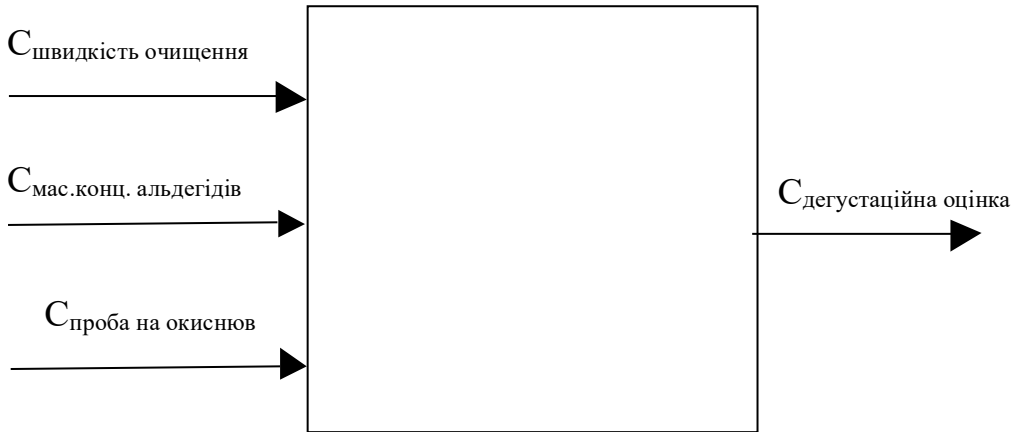


Рис. 4.1 – Загальна схема математико-статистичної моделі

Математична модель є рівняння регресії, для оцінки застосовували:

- критерій Фішера,
- критерій Кохрена,
- критерій Стьюдента.

Вибір змінної стану. Як змінну стану вибрано дегустаційну оцінку горілки.

Вибір факторів (параметрів). На дегустаційну оцінку впливають:

Вхідні:

- швидкість очищення, дал/год;
- масова концентрація ацетальдегіду в безводному спирті, мг/дм³;
- проба на окислюваність, хвилин;

Вихідні:

- дегустаційна оцінка горілки, бали.

Попередній експеримент.

Було проведено декілька дослідів двох факторного експерименту.

$$C_{\text{дегуст.оцінка}} = f(C_{\text{шв.очищен}}, C_{\text{мас.конц.ацетальд.}}, C_{\text{проба на окиснюв.}}) \quad (4.1)$$

$C_{\text{дегуст.оцінка}}$ – дегустаційна оцінка горілки, бал;

$C_{\text{шв.очищен.}}$ = швидкість очищення 40-150 дал/год;

$C_{\text{мас.конц.ацетальд.}}$ = 1,0-2,0 – масова концентрація ацетальдегіду в безводному спирті, мг/дм³

$C_{\text{проба на окиснюв.}}$ = 5-15 – проба на окислюваність, хвилин.

Складання математичної моделі

Вибираємо вид поліноміальної функції:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3), \quad (4.2)$$

де Y – дегустаційна оцінка горілки;

X_1 – швидкість очищення;

X_2 – масова концентрація ацетальдегіду в безводному спирті, мг/дм³; X_3 – проба на окислюваність.

Постановка задачі оптимізації. Визначити дегустаційну оцінку горілки. Математично це можна виразити у вигляді отримання математичної моделі:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3 + b_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + b_{13} \cdot X_1 \cdot X_3 + b_{23} \cdot X_2 \cdot X_3 + b_{123} \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (4.3)$$

де Y – дегустаційна оцінка горілки;

X_1 – швидкість очищення;

X_2 – масова концентрація ацетальдегіду в безводному спирті, мг/дм³;

X_3 – проба на окислювальність;

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$ – коефіцієнти рівняння математичної моделі.

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

$$X_1 = 95;$$

$$X_2 = 1,5;$$

$$X_3 = 10.$$

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

$$\Delta X_1 = 55;$$

$$\Delta X_2 = 0,5;$$

$$\Delta X_3 = 5.$$

Методом планування вибрано повний факторний експеримент (ПФЕ), виду $N = 2^3 = 8$.

Проводились паралельні дослідження (y_1, y_2, y_3)

Складаємо матрицю рівнів варіювання (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Матриця рівнів варіювання

Найменування рівнів варіювання	Позначення	Швидкість очищення, м ³ /год	Масова концентрація ацетальдегіду в безводному спирті, мг/дм ³	Проба на окислюваність, хв
		$C_{\text{швидк.очищ.}} (X_1)$	$C_{\text{мас.конц.ацетальд}} (X_2)$	$C_{\text{проба на окиснюв}} (X_3)$
Верхній	+	150	2	15
Середній	0	95	1,5	10
Нижній	-	40	1	5
Крок	Δ	55	0,5	5

Нормалізуємо рівняння (4.3), яке буде мати вигляд:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{123} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (4.4)$$

Складаємо матрицю плану (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Матриця планування

№ N=8	z ₀	Фактор и							Вихідна функція				Su ₂
		z ₁	z ₂	z ₃	z ₁ z ₂	z ₁ z ₃	z ₂ z ₃	z ₁ z ₂ z ₃	y _{u1}	y _{u2}	y _{u3}	y _u	
1	+	+	+	+	+	+	+	+	24,5	24,1	23,4	24	0,355
2	+	+	+	-	+	-	-	-	25,5	24,5	25	25	0,25
3	+	+	-	+	-	+	-	-	25,9	25,6	26,5	26	0,255
4	+	+	-	-	-	-	+	+	26,9	26,8	27,3	27	0,115
5	+	-	+	+	-	-	+	-	22,6	23,7	22,7	23	0,17
6	+	-	+	-	-	+	-	+	22,4	21,1	22,5	22	0,61
7	+	-	-	+	+	-	-	+	20,2	20,6	19,2	20	0,52
8	+	-	-	-	+	+	+	-	20,9	20,6	21,5	21	0,255

Здійснюємо експеримент у відповідності з матрицею плану.

Дисперсія вибіркова – дисперсія, обчислена за даними вибірки.

Перевіряємо однорідність дисперсій:

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

$$S_{однi}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{m-2} (y_{ij} - \tilde{y}_i)^2}{m-1} \quad (4.5)$$

де m – кількість паралельних дослідів, $m=3$;

i – поточний номер паралельного досліду, $i = 1 \dots m$;

y_i – експериментальні значення вихідного параметру за результатами його паралельного досліду;

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

$$S_{одн1}^2 = \frac{(24,5-24)^2 + (24,1-24)^2 + (23,4-24)^2}{3-1} = 0,355$$

$$S_{одн2}^2 = \frac{(25,5-25)^2 + (24,5-25)^2 + (25-25)^2}{3-1} = 0,25$$

$$S_{одн3}^2 = \frac{(25,9-26)^2 + (25,6-26)^2 + (26,5-26)^2}{3-1} = 0,255$$

$$S_{одн4}^2 = \frac{(26,9-27)^2 + (26,8-27)^2 + (27,3-27)^2}{3-1} = 0,115$$

$$S_{одн5}^2 = \frac{(22,6-23)^2 + (23,7-23)^2 + (22,7-23)^2}{3-1} = 0,17$$

$$S_{одн6}^2 = \frac{(22,4-22)^2 + (21,1-22)^2 + (22,5-22)^2}{3-1} = 0,61$$

$$S_{одн7}^2 = \frac{(20,2-20)^2 + (20,6-22)^2 + (19,2-20)^2}{3-1} = 0,52$$

$$S_{одн8}^2 = \frac{(20,9-21)^2 + (20,6-21)^2 + (21,5-21)^2}{3-1} = 0,255$$

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

$$S_{одн.max}^2 = S_{одн6}^2 = 0,61$$

Розраховуємо суму розрахованих дисперсій:

$$\sum_{i=1}^N S_{одн.i}^2 = 2,56$$

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

Розрахунковий критерій Кохрена дорівнює відношенню максимальної дисперсії до суми всіх дисперсій. Цей критерій базується на G-розподілі. Для розрахованих ступенів свободи та вибраного рівня значущості вибирають

табличний G_m і порівнюють з розрахунковим G_p .

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

Розраховуємо критерій Кохрена

$$G_p = \frac{S_{\text{однmax}}^2}{\sum_{i=1} S_{\text{однi}}^2} \quad (4.6)$$

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

$$G_p = \frac{0,61}{256} = 0,2382$$

д) вибираємо табличне значення критерія Кохрена G_m для значень ступенів вільності $f_1 = m - 1 = 3 - 1 = 2$ та $f_2 = N = 8$ та для рівня значущості $\alpha = 0,05$.

$$G_m = f_{1, f_2} = 0,8159;$$

е) перевіряємо виконання умови:

$$G_p < G_m, \text{ а саме: } G_p = 0,22382 < G_m = 0,8159$$

є) робимо висновок, що дисперсії вихідного параметру в паралельних дослідях є однорідними, тобто отримані експериментальні дані є відтворюваними.

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

Розраховуємо загальну похибку дослідів (всього експерименту), а саме, середнє арифметичне значення дисперсій $S_{\text{від}}^2$ в $N=8$ точках факторного простору:

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

$$S_{\text{від}}^2 = \frac{2,56}{8} = 0,32$$

Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії

$$B_i = \frac{\sum_{j=1}^N Z_{xi} \tilde{Y}_j}{N} \quad (4.8)$$

$$B_0 = \frac{24+25+26+27+23+22+20+21}{8} = 23.5$$

$$B_1 = \frac{24+25+26+27-23-22-20-21}{8} = 2$$

$$B_2 = \frac{24+25-26-27+23+22-20-21}{8} = 0$$

$$B_3 = \frac{24-25+26-27+23-22+20-21}{8} = -0,25$$

$$B_{12} = \frac{24+25-26-27-23-22+20+21}{8} = -1$$

$$B_{13} = \frac{24-25+26-27-23+22-20+21}{8} = -0,25$$

$$B_{23} = \frac{24-25-26+27+23-22-20+21}{8} = 0,25$$

$$B_{123} = \frac{24-25-26+27-23+22+20-21}{8} = -0,25$$

Перевіряємо значущість коефіцієнтів регресії, що характеризують лінійні ефекти та ефекти парної взаємодії:

а) визначимо дисперсію коефіцієнтів регресії: $S_{b,1}^2 = \frac{S_{\text{від}}^2}{N \cdot m} = \frac{0,32}{8 \cdot 3} = 0,01333$
(4.9)

де N – кількість дослідів за планом; m - кількість паралельних дослідів; i – поточний номер коефіцієнта.

б) визначимо відхилення будь-якого коефіцієнта:

$$\Delta S_{b,i} = \pm S_{b,i} \cdot t_T = t_T \cdot \sqrt{S_{b,i}^2} = \pm 2,12 \cdot \sqrt{0,0001776889} = \pm 0,08936$$

де $S_{b,i} = \sqrt{S_{b,i}^2}$, t_T – табличне значення критерія Стьюдента для ступенів свободи $f_i = N(m-1) = 8(3-1) = 16$ та рівня значущості $\alpha = 5\%$, маємо $t_T = 2,12$. в) розраховуємо значення критерія Стьюдента для коефіцієнту регресії,

$$S_k = \sqrt{S_k^2} \quad (4.10)$$

$$S_k = \sqrt{0,0001776889} = 0,01333$$

$$tb_0 = \frac{|23,5|}{0,01333} = 1762,54$$

$$tb_1 = \frac{|2|}{0,01333} = 150$$

$$tb_2 = \frac{|0|}{0,01333} = 0$$

$$tb_3 = \frac{|-0,25|}{0,01333} = 18,75$$

$$tb_{12} = \frac{|-1|}{0,01333} = 75$$

$$tb_{23} = \frac{|0,25|}{0,01333} = 18,75$$

$$tb_{123} = \frac{|-0,25|}{0,01333} = 18,75$$

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

В нашому випадку значущими можна вважати коефіцієнти регресії $b_0, b_1, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$, тобто коефіцієнти при x_1, x_2, x_3, x_{12} .

Запишемо в остаточному вигляді отримане рівняння регресії:

$$\hat{Y} = 23,5 + 2 * X_1 + (-0,25) * X_3 + (-1) * X_1 * X_2 + (-0,25) * X_1 * X_3 + 0,25 * X_2$$

$$* X_3 + (-0,25) * X_1 * X_2 * X_3$$

Перевірка рівняння регресії на адекватність

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

Перевіряємо адекватність отриманого рівняння регресії на адекватність дійсному процесу:

а) розраховуємо залишкову дисперсію:

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

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

$$\hat{Y}_1 = 23,5 + 2 + (-0,25) + (-1) + (-0,25) + 0,25 + (-0,25) = 24;$$

$$\hat{Y}_2 = 23,5 + 2 - (-0,25) + (-1) - (-0,25) - 0,25 - (-0,25) = 25;$$

$$\hat{Y}_3 = 23,5 + 2 + (-0,25) - (-1) + (-0,25) - 0,25 - (-0,25) = 26;$$

$$\hat{Y}_4 = 23,5 + 2 - (-0,25) - (-1) - (-0,25) + 0,25 + (-0,25) = 27;$$

$$\hat{Y}_5 = 23,5 - 2 + (-0,25) - (-1) - (-0,25) + 0,25 - (-0,25) = 23;$$

$$\hat{Y}_6 = 23,5 - 2 - (-0,25) - (-1) + (-0,25) - 0,25 + (-0,25) = 22;$$

$$\hat{Y}_7 = 23,5 - 2 + (-0,25) + (-1) - (-0,25) + 0,25 + (-0,25) = 20;$$

$$\hat{Y}_8 = 23,5 - 2 - (-0,25) + (-1) + (-0,25) - 0,25 - (-0,25) = 21.$$

$$S_{ад}^2 = \frac{3}{17} \cdot \left[\begin{array}{l} (24-24)^2 + (25-25)^2 + \\ + (26-26)^2 + (27-27)^2 \\ + (23-23)^2 + (22-22)^2 \\ + (20-20)^2 + (21-21)^2 \end{array} \right] = 0,1764$$

Розрахунковий критерій Фішера:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{від}^2} = \frac{0,1764}{0,32} = 0,5512$$

За таблицями, для степенів свободи $f_1 = N \cdot m - l = (8 \cdot 3 - (6 + 1)) = 17$ для чисельника та $f_2 = N \cdot (m - l) = 8 \cdot (3 - 1) = 17$ для знаменника, та для рівня значущості $\alpha = 0,05$, вибираємо значення критерія Фішера.

Якщо $F_p < F_T$ то рівняння адекватне.

Табличне значення критерію Фішера $F_T = 2,3$.

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

$$X_1 = \frac{C_{шв. очищен.} - 95}{55}$$

$$X_2 = \frac{C_{мас. конц. ацетальдег.} - 1,5}{0,5}$$

Тепер, підставляємо в отриману математичну модель значення заданих вхідних параметрів та отримуємо математичні розрахунки стійкості горілки, міс:

$$\begin{aligned} \text{Сдегуст.оцінка} = & 23,5 + 2 \cdot \left(\frac{150-95}{55}\right) + (-0,25) \cdot \left(\frac{15-10}{5}\right) + (-1) \cdot \left(\frac{150-95}{55}\right) \cdot \left(\frac{2-1,5}{0,5}\right) \\ & + (-0,25) \cdot \left(\frac{150-95}{55}\right) \cdot \left(\frac{15-10}{5}\right) + 0,25 \cdot \left(\frac{2-1,5}{0,5}\right) \cdot \left(\frac{15-10}{5}\right) + (-0,25) \\ & \cdot \left(\frac{150-95}{55}\right) \cdot \left(\frac{2-1,5}{0,5}\right) \cdot \left(\frac{15-10}{5}\right) = 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Сдегуст.оцінка} = & 23,5 + 2 \cdot \left(\frac{95-95}{55}\right) + (-0,25) \cdot \left(\frac{10-10}{5}\right) + (-1) \cdot \left(\frac{95-95}{55}\right) \cdot \left(\frac{1,5-1,5}{0,5}\right) \\ & + (-0,25) \cdot \left(\frac{95-95}{55}\right) \cdot \left(\frac{10-10}{5}\right) + 0,25 \cdot \left(\frac{1,5-1,5}{0,5}\right) \cdot \left(\frac{10-10}{5}\right) + (-0,25) \\ & \cdot \left(\frac{95-95}{55}\right) \cdot \left(\frac{1,5-1,5}{0,5}\right) \cdot \left(\frac{10-10}{5}\right) = 23,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Сдегуст.оцінка} = & 23,5 + 2 \cdot \left(\frac{40-95}{55}\right) + (-0,25) \cdot \left(\frac{5-10}{5}\right) + (-1) \cdot \left(\frac{40-95}{55}\right) \cdot \left(\frac{1-1,5}{0,5}\right) \\ & + (-0,25) \cdot \left(\frac{40-95}{55}\right) \cdot \left(\frac{5-10}{5}\right) + 0,25 \cdot \left(\frac{1-1,5}{0,5}\right) \cdot \left(\frac{5-10}{5}\right) + (-0,25) \cdot \left(\frac{40-95}{55}\right) \cdot \left(\frac{1-1,5}{0,5}\right) \\ & \cdot \left(\frac{5-10}{5}\right) = 23 \end{aligned}$$

Розраховуємо загальну похибку експерименту:

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

Похибка окремо взятого дослідження становить:

$$\Delta_1 = \left(\frac{|24-24|}{24} \right) = 0 \%;$$

$$\Delta_2 = \left(\frac{|23,5-24|}{24} \right) = 0,02 \%;$$

$$\Delta z = \left(\frac{|23-24|}{24} \right) = 0,041 \%$$

Висновок: оптимальними параметрами для процесу фільтрування є де похибка досліду є найменшою. Оптимальне значення зберігання горілки особливої становить 24 міс .

Також отримали рівняння регресії:

$$\text{Сдегуст.оцінка} = 23,5 + 2 \cdot \left(\frac{C_{\text{шв.очищен.}-95}}{55} \right) + (-0,25) \cdot \left(\frac{C_{\text{проба на окиснюв.}-10}}{5} \right) + (-1) \cdot$$

$$\left(\frac{C_{\text{шв.очищен.}-95}}{55} \right) \cdot \left(\frac{C_{\text{мас.конц.ацетальдег.}-1,5}}{3,52} \right) + (-0,25) \cdot \left(\frac{C_{\text{шв.очищен.}-95}}{55} \right) \cdot$$

$$\left(\frac{C_{\text{проба на окиснюв.}-10}}{5} \right) + 0,25 \cdot \left(\frac{C_{\text{мас.конц.ацетальдег.}-1,5}}{3,52} \right) \cdot \left(\frac{C_{\text{проба на окиснюв.}-10}}{5} \right) + (-0,25) \cdot \left(\frac{C_{\text{шв.очищен.}-95}}{55} \right) \cdot$$

$$\left(\frac{C_{\text{мас.конц.ацетальдег.}-1,5}}{3,52} \right) \cdot \left(\frac{C_{\text{проба на окиснюв.}-10}}{5} \right).$$

Дана математична модель процесу додаткової обробки горілки, сортівки має похибку $\varepsilon = 0,04 \%$ при тому, що максимальна межа похибки для математичних моделей, що описують процеси в галузі харчової промисловості не має перевищувати 5% . Тому дана математична модель може бути застосована.

5 РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Нині для оптимізації технологічного процесу та впровадження технологій виробництва харчових продуктів виконують головну роль критерії, які надають змогу визначити та оцінити безпечність та якість даної продукції. Відповідно до Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» підприємства заповнюють про якість та безпечність харчовим продуктам та тим самим знижують рівень небезпеки здоров'ю споживачів та забезпечують інтереси споживачів.

Враховуючи інтенсивний розвиток в сфері технічного оснащення, виникненням великої кількості методів та способів виробництва підприємства, щоб придержуватись даного закону, концентрують свою увагу на пошуках комбінованих варіантів виробництва, які б поєднували альтернативні новітні технології та раціональні умови використання інгредієнтів, сировини, способів, напівфабрикатів тощо.

Для задоволення всіма необхідними складовими, втілення ідей, пропозицій, використання усіх технологічних процесів і способів підприємству необхідно мати певний бюджет. Не дивлячись на додаткові витрати на утримання обладнання та на відповідні матеріали збільшити прибутковість підприємства можна за допомогою розробці ефективно-діючої маркетингової системи, яка буде посилювати попит на продукцію та робити конкурентоспроможність підприємства.

Використовування нетрадиційних матеріалів та способів виробництва, підвищення технології фільтрування у лікєро-горілочній галузі необхідно на етапі очищення сортівки. Для отримання горілок та горілок підвищеної якості було впроваджено схему обробки з використанням агломерованого вугілля.

Витрати допоміжних матеріалів на приготування 1000 дал напою згідно з нормами ТР У.18.5084 [50] (табл. 5.1).

Дані розрахунки проведені з урахуванням виходу продукції. На кожному підприємстві встановлені свої критерії, як вартість палива, електроенергії, заробітна плата, оренда приміщень, витрата і експлуатація основних засобів, загальновиробничі витрати, тому проводимо розрахунки за збільшеними показниками. Розрахунки проведені з урахуванням собівартості продукції виробництва продуктів аналогів із урахуванням змін у технологічному процесі.

Використовуючи даний матеріал буде зменшувати вартість готової продукції на 20 % за чого можна розраховувати на вигоду.

Таблиця 5.1 – Витрати допоміжних матеріалів на приготування 1000 дал горілки

Назва витратного матеріалу	За традиційною технологією на 1000 дал готової продукції			За удосконаленою технологією на 1000 дал готової продукції		
	вартість матеріалу	витрата	Загальна вартість, грн	Вартість матеріалу	вирата	Загальна вартість, грн
Silcarbon K48 Aktivkohle	8950 грн за мішок	0,0011	15,3 євро (596,7 грн) за кг.	-	-	-
Агломероване активне вугілля AGL	-	-	-	1180 грн за мішок	0,33	5 євро (195 грн.) за кг.
Вода підготовлена для промивки	26,0 грн/м ³	0,3	7,8	26,0 грн/м ³	0,2	5,2
Всього			604.5			200.2

Тобто при використанні удосконаленої технології заощаджується 26,8 грн на 1000 дал напою порівняно з традиційною, або для заводу продуктивністю 1 млн. дал у рік - 26,8 тис. грн.

Тому виходячи із даних, собівартість горілчаних напоїв зменшується. На базі даних досліджень можливо визначити правильну кількість матеріалу, швидкість фільтрування. Завдяки цьому показники якості продукту будуть на відмінному рівні, обрані концентрації, режими приготування роблять процес виробництва менше енергозатратним та оптимальним.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Основну законодавчу базу України у сфері охорони праці прийнято Верховною Радою 21 листопада 2002 року «Про охорону праці» зі змінами та доповненнями № 229-ХІ. Цей закон та «КзпПр України» є основною нормативно-правовою базою охорони праці. Вони доповнюються державними міжгалузевими та галузевими нормативними актами з охорони праці. Це стандарти, правила, норми, положення, положення, інструкції та інші документи, що вводять у дію правові норми, які є обов'язковими для виконання всіма установами та працівниками України. Законодавство визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян та охорони їх життя та здоров'я в процесі праці, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи, організації або уповноважений орган. [50,51]

Санітарні умови у лабораторії

Рівні концентрації шкідливих виробничих факторів мають відповідати чинним санітарним нормам. Проекти будівництва та реконструкції лабораторії мають бути узгоджені із створюваною санітарно-епідеміологічною інспекцією. Лабораторія повинна бути забезпечена водопостачанням, каналізацією, електропостачанням, комунікаціями, вентиляцією, опаленням, газифікацією.

Вимоги безпеки при роботі в лабораторії

Кожен лаборант повинен мати робоче завдання та місце. Перед початком роботи одягають спецодяг, який зберігають в окремих шафах, окремо від верхнього одягу. Вид захисного костюма і періодичність його зміни визначають залежно від характеру роботи.

Забороняється перебувати за межами приміщень лабораторії (адміністративних, побутових приміщень тощо) у спецодязі.

При роботі зі скляним хімічним посудом і склотарою необхідно дотримуватись правил техніки безпеки. Поводитися зі скляним посудом і посудом слід обережно, не стискаючи їх щільно пальцями. Щоб запобігти травматичним ушкодженням при поводженні зі скляним посудом, необхідно дотримуватися таких заходів безпеки: оплата кінців скляних трубок; негайно прибрати зі столу склобій і відходи термічної обробки скла; при складанні скляних частин приладів суворо дотримуватись чинних правил, наведених у відповідних інструкціях.

При митті посуду йоржами або скляною паличкою потрібно бути обережним, можна легко розбити дно або стінки. Для попереднього попередження про це до оголеного дротяного кінця йоржа або кінця скляної палички слід прикласти шматок гумової трубки.

Не можна нагрівати посудину, закриваючи підключену пробку, залишаючи її не охолодженою.

Під час нагрівання рідини в пробірці або іншій посудині вони підтримуються спеціальними тримачами так, щоб отвір був з'єднаний із собою та робочими повідомленнями.

При перекладанні посуду з гарячої рідини використовуйте рушник, посуд підтримується двома руками в одній області, а також іншою за шию.

Великі хімічні склянки з рідиною піднімають двома руками так, щоб зігнути бік скла, що лежить на вказівних пальцях.

При закупорюванні посуду реактивами з урахуванням їх властивостей. Гумові пробки сильно набрякають під дією інших реагентів (спирту, бензолу, ацетону, ефіру), а під дією галогенів (бromу, йоду) втрачають еластичність. Такі реагенти найкраще герметизувати шліфованими скляними пробками. Неможливо придбати приєднану пробку, оскільки карбонат, що утворюється між пробками та горлом, щільно герметизує пробку.

При змішуванні (розведенні) речовин, що забезпечують теплоту, використовують термостійкий хімічний посуд.

Нагрівання сильнодіючих отруйних речовин провокує тільки в круглій дошці, а не на відкритому вогні.

При роботі з кислотами і лугами дотримуйтеся наступних застережень:

всі роботи з концентрованими кислотами і лугами проводити у витяжній шафі, приналежності до цього видовища, гумових рукавичках і фартуху;

концентрована кислота видаляється з посуду тільки спеціальною піпеткою з грушею або сифоном.

При приготуванні розчинів кислот у посудину спочатку наливають необхідну кількість води, а потім додають кислоту.

При приготуванні розчинів лугів наважку лугу пропускають у велику широку посудину, заливають необхідною кількістю води і обережно переміщують. Шматочки лугу потрібно брати тільки щипцями.

Запобігати нагріванню, при приготуванні розчинів лугів посуд попередньо ставлять на водяну баню;

розбиваючи великі їдкі луги на дрібні, роблять члени захисним фартухом та рукавичками у спеціально відведеному місці, одночасно розробляючи шматки, покриті поясом або іншим вмістом;

концентровані кислоти та луги заливаються в раковину після їх попередньої нейтралізації;

пляшки з кислотами, лугами та іншими їдкими речовинами переносяться удвох у спеціальні коробки або перекладаються на спеціальному візку, попередньо перевіривши цілісність контейнера;

при кип'ятінні кислих та лужних розчинів не закривайте посуд (пробірки та колби) щільно пробкою, поки вони повністю не охолонуть.

Категорично забороняється зберігати зламані ртутні прилади у лабораторіях. Металева ртуть є основною отрутою в лабораторії. Тому з такими приладами, як термометри, манометри, електроди та інші потрібна особлива обережність. У всіх випадках випадково пролиті краплі ртуті необхідно видалити, якщо це означає, що вона випаровується та її пари високотоксичні. Краплі ртуті можна зібрати за допомогою пастки з гумовою грушею. Дрібнодисперсні частинки ртуті можна виділити за допомогою палички майже середнього розміру, білої смужки олова, листів фольги або паперу, які можна було б виділити 0,1% розчином калію перманганату з додаванням 5 см³

концентрованої соляної кислоти на 1 дм³.

Після видалення ртуті забруднену поверхню обробляють 5%-ним розчином хлорного вапна Ca(ClO₂), CaCl₂, Ca(OH)₂, а потім 5%-ним розчином сірчистого натрію, в якому можуть бути використані наступні речовини: Na₂S₂O₃, Na₂S₂, Na₂S₃, Na₂S₄, Na₂S₅. Через 8-10 годин поверхню промивають водою. Розчин хлорного заліза FeCl₃ також є добрим хімічним демеркуризатором. На забруднену поверхню розчин наносять хлорного заліза і пензлем змішують з краплями ртуті. При цьому фізична сила деформується і втрачається, перетворюючись на порошок сірки. На 25 м² потрібно 25 мл розчину демеркуризації.

Після демеркуризації приміщення слід провітрити, а потім провести якісний аналіз співвідношення ртуті у повітрі. Для цього використовують фільтрувальний папір, покритий тонким шаром йодиду міді Cu₂J₂. Папір знайшли поряд із місцем, де перевіряли 4 роки. Якщо папір не утворюється, концентрація парів ртуті повітря не перевищує допустимих норм - 0,01 мг/м³.

При роботі з легкозаймистими речовинами (ефір, бензин, бензол, ацетон, спирт та ін.) підтримуються такі вимоги: Будь-яка робота провокується в витяжній шафі, коли ввімкнена вентиляція, вимкнені газові пальники та відкриті електронагрівальні прилади;

Нагрівання легкозаймистих речовин проводиться в витяжній шафі на піщаній або водяній бані із закритим електричним опалення

Категорично забороняється:

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

Зберігання легкозаймистих рідин в загальній робочій кімнаті не допускається. Для їх зберігання повинні бути виділені спеціальні приміщення, які знаходяться поза лабораторією і обладнані витяжками. Легкозаймісті горючі рідини (спирт, ефір, бензол, газ, піридинові основи та інші) зберігають в лабораторному приміщенні тільки в об'ємі, який не перевищує добовий запас, в товстостінних склянках (з товщиною стінок не менше 2 мм) з притертими пробками, які розміщують в спеціальних металевих шафах, дно і стінки яких вимощені спецматеріалом. Всі роботи з легкозаймистими речовинами або горючими рідинами треба проводити у витяжній шафі при працюючій вентиляції.

Перегонку і нагрівання низько киплячих вогнебезпечних речовин необхідно проводити в круглдонних колбах з тугоплавкого скла і на водяних або олійних банях. Посуд, в якому зберігались або проводились роботи з горючими рідинами, має бути одразу ж промитим. Переливати кислоти та луги з великих бутилів у мілку тару дозволяється тільки за допомогою сифону або ручного насоса. Відкривання бочок з кристалічним гідроксидом натрію повинно проводитись за допомогою спеціальних різаків. [11,16]

Після закінчення роботи із шкідливими речовинами необхідно: привести в порядок робоче місце; залишки шкідливих речовин здати на зберігання;

старанно вимити руки з милом, рот прополоскати водою.

Вимоги до апаратури, меблів та обладнання

Лабораторія повинна бути забезпечена обладнанням та засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), що необхідні для проведення дослідження. На кожну одиницю обладнання, що використовується, має бути паспорт підприємства виробника: розроблена, затверджена керівником установи та вивішена на робочому місці інструкція з експлуатації, з урахуванням вимог біологічної безпеки.

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

На обладнання, що потребує періодичного обслуговування, повинні бути затвердженні графіки технічного обслуговування, а для ЗВТ- графіки перевірки.

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

Стили, на яких проводять мікроскопічні дослідження при денному освітленні, повинні розміщуватися біля вікон.

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

Робочі поверхні повинні бути виготовлені з водонепроникного, кислотнolужного, негорючого матеріалу, який не псується від обробки вогнем та дезінфікуючими розчинами. Стандартна ширина робочої поверхні - 76 см.

Асоціація лабораторій повинна бути такою, щоб запобігати (обмежувати) контакт робочих та інфекційних агентів, виготовлених з матеріалів, непрозорих для корозійно-стійких рідин, не мати гострих країв, шорсткостей, не закріплених деталей.

Дефектне обладнання, меблі, інвентар підлягають терміновому ремонту або заміні. Забороняється використання несправного або несправного обладнання, бібліотеки та інвентарю. Профсоюзи, меблі, невикористане обладнання повинні зберігатися на складах.

Газові пальники повинні утримуватися в чистоті та порядку, для чого вони періодично розбираються та чистяться; мають справні крани та м'які з'єднувальні шланги, що перешкоджають потраплянню газу в приміщення.

Термостати та термостатичні кімнати дезінфікують не рідше одного разу на місяць. Вони обробляються лише при відключенні через мережі. При експлуатації термостата персоналу лабораторії забороняється:

- ставити в термостат легкозаймисті речовини;
- самостійно знімати запобіжні ковпаки з регулюючого обладнання.

При зберіганні в холодильниках заразного матеріалу необхідно вживати заходи для попередження його забруднення. Розморожування

рефрижератора, що передбачене правилами експлуатації, об'єднують з його дезінфекцією.

Контроль температурного режиму в термостатах і холодильниках проводиться щоденно з відміткою у відповідних формах.

Електробезпека [50,51]

Усі електроприлади повинні перебувати під постійним наглядом електричного персоналу.

Електричне обладнання та прилади з напругою більше 42 В, а також те, що видно під напругою, можуть бути надійно заземлені і повинні бути у вільному доступі.

На підлозі перед кожним приладом повинен бути гумовий килимок.

Електричні плити та інші обігрівачі застосовуються на підкладках з ізоляційного матеріалу.

Біля кожного приладу складіть інструкцію з коротким описом приладу.

Перш ніж використовувати електроприлади, перевірте їх актуальність. Про всі виявлені дефекти ізоляції електроприладів, несправності приладів, вилок, розеток, заземлення, захисних засобів, також негативно повідомляється адміністрація.

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

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

Заходи з попередженням виникнення зарядів статистичної електрики здійснюються відповідно з правилами захисту від статистичної електрики.

Персонал повинен бути попереджений про небезпеку наступних явищ:

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

З метою попередження електротравм забороняється:

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

Пожежна безпека

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

Приміщення лабораторії повинні бути забезпечені автоматичною пожежною сигналізацією, вогнегасниками, які розташовують в добре доступних місцях. Бокс забезпечують вогнегасником та вовняною ковдрою.

Підходи до засобів пожежогасіння повинні бути вільними.

При вводі газової мережі до лабораторії встановлюють загальний аварійний газовий кран, який закривають наприкінці дня.

Для попередження виникнення пожежі забороняється:

- палити у виробничих приміщеннях;
- залишати та зберігати папір, вату, марлю, спирт та інші легкозаймісті речовини та матеріали на шафах та поза ними, на радіаторах центрального опалення, поблизу палаючих пальників, електричних проводів і приладів;
- зберігати легкозаймісті, вибухові та вогнебезпечні речовини (бензин, скипидар, ефір, фото- і кіноплівку, тощо) без дотримання правил безпеки;
- нагрівати легкозаймісті речовини на відкритому вогні, електроплитах, тощо;
- залишати без нагляду включені електроприлади, алектричне освітлення, запалені газові пальники;
- прибирати випадково пролиті легкозаймісті речовини при запалених пальниках і включених електроприладах;
- запалювати вогонь, включати електроприлади, якщо в приміщенні відчувається запах газу;
- порушувати електропроводку, заставляти шафами, завішувати плакатами, картинами, газетами тощо електропроводи, електровимикачі, розетки;
- захаращувати коридори, переходи, виходи і доступи до протипожежних засобів шафами, столами та іншими предметами.

Перша допомога при опіках та порізах. [11,16]

При опіках водяною парою, гарячими предметами або відкритим вогнем уражену ділянку змащують етиловим спиртом або 3-10% розчином перманганату калію і накладають стерильну пов'язку. Якщо гаряче масло потрапляє на шкіру, обпечене місце обробляють бензином, потім змащують опіковою маззю.

Якщо хімічні речовини потрапляють в очі, їх промивають водою та 3% розчином бікарбонату натрію (у разі контакту кислоти) або насиченим розчином борної кислоти (у разі контакту лугу). При опіках порожнини рота кислотою промити 5% розчином бікарбонату натрію, при опіках лугами - 2% розчином соляної кислоти або 3-6% розчином оцтової кислоти. При порізах склом потрібно переконатися у відсутності залишків скла в рані, а надалі змащувати його йодом. Можна промити рану водою, скропити стрептоцидом і бинтом. У разі сильної кровотечі рану обробляють 3% розчином перекису водню і забинтовують.

7. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

У відповідності з основними правилами роботи з радіоактивними речовинами та іншими іонізуючими випромінюваннями усі роботи з радіоактивними речовинами поділяються на три класи залежно від груп радіо токсичності радіоактивних речовин та їх активності на робочому місці. За класом робіт визначають вимоги до обладнання приміщень в яких проводять роботи з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді. [48,52]

Залежно від характеру роботи, потужності і типу підприємства, передбачається три категорії об'єктових лабораторій. Лабораторії організовуються на базі існуючих виробничих лабораторій підприємства. На них покладаються завдання проведення лабораторного контролю за зараженням харчових продуктів радіоактивними, отруйними речовинами та бактеріологічними засобами. Лабораторії підпорядковуються начальникам цивільної оборони об'єктів.

Об'єктова лабораторія першої категорії (головна) має в своєму складі три відділення: радіологічне, хімічне та бактеріологічне.

Друга категорія має два відділення: радіологічне і хімічне.

Третя категорія - одне радіологічне відділення.

Завдання радіометричної лабораторії полягає в визначенні ступеня радіоактивного забруднення продуктів харчування, сировини, води, готової продукції та контроль і реєстрація опромінення працівників лабораторії.

Приміщення лабораторії призначене для проведення робіт з радіоактивними речовинами, до початку експлуатації якої, приймає комісія у складі представника підприємства, технічної інспекції, профспілки, органів внутрішніх справ. На основі акта місцеві органи СЕС видають санітарний паспорт, що дає лабораторії право на одержання, зберігання і використання радіоізотопів.

Радіометричні лабораторії обладнують, як лабораторії третього класу, і до їх розміщення особливих вимог не ставлять.

Приміщення радіометричної лабораторії повинні міститись неподалік від обслуговуючих об'єктів, бажано на першому поверсі окремо, та на віддаленні від житлових будинків. На вході в приміщення має бути знак радіаційної безпеки і напис "Обережно - радіоактивність".

Для виключення можливості поширення радіоактивних забруднень необхідно відокремити зону де ведеться робота з найбільш активними матеріалами, від зони, де розташована кімната для вимірювань. Крім цього, у лабораторії передбачається приміщення для миття посуду, душова кімната, місце для зберігання спецодягу і гардероб.

Підлога, поверхні робочих столів і витяжних кафів мають бути покриті гладким щільним матеріалом, що легко дезактивується.

Стіни, стелі та двері також мають бути гладкими, пофарбовані кисло стійкою олійною фарбою.

Всі кути приміщень заокруглюються, в приміщеннях не повинно бути виступів на стінах, карнизів, інших прикрас.

Комунально-енергетичні мережі виконуються вмонтованими, каналізація повинна мати відстійники.

Система загальної припливно-витяжної вентиляції повинна забезпечувати не менше п'ятикратного обліку повітря за годину. Вентиляцію слід вмикати до входу в лабораторію, а повітря перед викидом в атмосферу має проходити через спеціальні фільтри.

Певні освітлення мають бути більшими за мінімальні, установлений для лабораторій. Мають бути присутні пристрої аварійного освітлення.

Зайве обладнання, інвентар не повинні бути в лабораторії навіть тимчасово. Повинна бути гаряча та холодна вода. Водопровідні крани повинні бути з ліктьовим чи педальним керуванням, а конструкція раковин такою, щоб не розбризкувалась вода.

Відбір проб [57,61]

Для радіометричних дослідів відбирають проби забруднених об'єктів (пшениця, кукурудза, вода) в місцях найбільшого забруднення, які виявляють за допомогою рентгенометрів.

Пробу потрібно пронумерувати, вказати вид, місце відбору, дату та час забруднення та відбору проби, прізвище того хто взяв пробу, тобто заповнити таку форму:

З метою одержання даних для оцінки працездатності персоналу, визначення обсягу медичної допомоги і санітарної обробки техніки та обладнання, знезараження продуктів харчування, води і об'єкта в цілому на підприємствах організують і проводять дозиметричний, хімічний і бактеріологічний контроль.

Лабораторний контроль зараженості бактеріологічними засобами сировини і харчових продуктів здійснюють об'єктові лабораторії під керівництвом санітарних епідеміологічних станцій.

Дозиметричний контроль включає контроль опромінення та радіоактивного зараження. Вимірювання дози опромінення проводять за допомогою дозиметрів із розрахунку один - два дозиметри на 20 чоловік. Індивідуальний контроль проводять з метою одержання даних про дози опромінення кожної людини, що здійснюється за допомогою індивідуальних вимірників дози типу ІД-1, ІД-11.

Сцинтиляційний геологорозвідувальний прилад СРП-68-01 використовується для пошуку джерел іонізуючих гамма-випромінювань, вимірюванню потужності дози, та також для радіометричних дослідів продуктів харчування за гамма-випромінюванням.

Постійно проводять контроль сировини, котра приходить на виробництво (по партіях) та готової продукції, котра відпускається покупцю (по партіях).

Для лабораторних дослідів проби відбирають за вимогами державних стандартів на відповідні продукти та регламентованою масою зразка.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У кваліфікаційній роботі проаналізовано сучасні технології горілок, різні види сорбційних матеріалів, їх застосуванню для обробки сортівок. Проведено аналіз стану сучасних матеріалів та технологій обробки сортівок,

2. Встановлено фізико-механічні та сорбційно-каталітичні характеристики нового та підготовленого агломерованого активного вугілля, визначено що адсорбційна активність під час підготовки і очищення зменшується на 10-25%.

3. Визначено, що ефективність очищення водно-спиртової суміші досліджуваним агломерованим активним вугіллям збільшується на 10-20%, дегустаційна оцінка - на 0,5 бали, прогнозована стійкість - на 1 місяць.

4. Соціальна ефективність обумовлена зменшенням вартості допоміжного матеріалу - активного агломерованого вугілля, покращенням якості та подовженням строку придатності готової продукції.

5. Впровадження агломерованого активного вугілля заощаджує 26,8 грн. на 1000 дал напою порівняно з традиційною технологією, або для заводу продуктивністю 1 млн. дал у рік - 26,8 тис. грн.

6. Розраховано математичну модель процесу очищення сортівки агломерованим активним вугіллям та встановлено її адекватність.

Запровадження запропонованого матеріалу дасть змогу зменшити вартість готової продукції, покращити якість і підвищити строк придатності готової продукції за рахунок чого можна зробити висновок що агломероване активне вугілля доцільно використовувати у технології горілок.

Рекомендовано провести дослідно-промислові випробування застосування агломерованого активного вугілля під час очищення сортівок на підприємствах лікєро-горілкової галузі.

Список використаної літератури

1. Адсорбційні властивості шунгіту в процесі очищення водно-спиртових розчинів. Л.М. Мельник, Н.А. Ткачук, О.В. Турчун, В.Е. Діюк. *Сверхтвердые материалы*, 2017, № 6 С. 59-66
2. Активне вугілля. Киридон А.М. та ін. *Велика українська енциклопедія*. 2016. Т.1. 592 с.
3. Бордун І.М., Садова М.М., Борисюк А.К., Кулик Ю.О. Дослідження структури активованого вугілля з рослинної сировини методами рентгенівської дифрактометрії та малокутового розсіяння. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології*. 2017. Т.15. №3. С. 517–533.
4. Водка: технологія, якість, інновації. Кузьмин О.В. и др.: [монографія]. Донецьк: ДонНУЕТ. 2011. 307 с.
5. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. Київ: Каравелла, 2008. 384 с.
6. Жидецький В.Ц, Джигирей В.С, Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2000. 350 с.
7. ДНАОП 1.8.10–1.11. Правила безпеки для спиртового та лікерогорілочного виробництва. Чинний 1997–04–22. Київ.: УкрНДІхарчпром, ТОВ «НТЦхарчпром». 1997. 362 с.
8. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Дата початку дії, 01.04.2022
9. ДСТУ 3297-95 Виробництво лікеро-горілочних напоїв. Терміни та визначення. Зі зміною № 1:2003.
10. ДСТУ 2335:2003 Вугілля активне КАУ і КАУ-М. Технічні умови [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 14 с. (Національний стандарт України).
11. ДСТУ 4077-2001. Якість води. Визначення рН. (ISO 10523:1994, MOD). [Чинний від 01-07-2003]. К.: Київ, Держспоживстандарт, 2003. 11 с. (Національний стандарт України).
12. ДСТУ 4165:2003. Горілки і горілки особливі. Правила приймання і методи випробовування. [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Державний стандарт України. 2003. 11 с.
13. ДСТУ 4181:2003 Спирт етиловий ректифікований і спирт етиловий-сирець. 14.10.2003 Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 17 с.
14. ДСТУ 4221:2003 Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. Введ. 14.10.2003 Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
15. ДСТУ 4222:2003. Горілки, спирт етиловий та водно-спиртові розчини. Газохроматографічний метод визначання вмісту мікро компонентів. [Чинний від 2004-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 12 с.
16. ДСТУ 4256:2003. Горілки і горілки особові. Технічні умови. [Чинний від 2004-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 10 с. (Національний стандарт України).

17. ДСТУ 4646:2006. Спирт етиловий, горілки, напої лікєро-горілчані. Газохроматографічний метод визначання справжності. [Чинний від 01-072007]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
18. ДСТУ 4979:2008. Горілки, горілки особливі, напої лікєро-горілчані. Аналіз органолептичний. Метод визначання інтенсивності смаку. [Чинний від 01-07-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 15 с. (Національний стандарт України).
19. ДСТУ 5068:2008. Горілки, горілки особливі, напої лікєро-горілчані. Визначання прозорості спектрофотометричним методом. [Чинний від 200901-07]. Київ: Державний стандарт України. 2008. 7 с.
20. ДСТУ 5071:2008. Вода підготовлена для лікєро-горілчаного виробництва. Фотометричний метод визначання прозорості. [Чинний від 0107-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 13 с. (Національний стандарт України).
21. ДСТУ ISO 6059:2003 Якість води. Визначання сумарного вмісту кальцію та магнію. [Чинний від 0107-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2003. 10 с. (Національний стандарт України).
22. ДСТУ ISO 6058-2003 Якість води. Визначання кальцію. Титрометричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти [Чинний від 01-07-2004]. Київ: Держспоживстандарт. 2003. 12 с. (Національний стандарт України).
23. ДСТУ ISO 6332:2003 (ISO 6332:1988, IDT). Якість води. Визначення заліза. Спектрометричний метод із використанням 1,10-фенантроліну. [Чинний від 01-07-2004]. Київ: Держспоживстандарт. 2003. 13 с. (Національний стандарт України).
24. ДСТУ 7131:2009. Вода підготовлена для лікєро-горілчаного виробництва. Перманганатно-метричний метод визначання окислюваності. [Чинний від 01-07-2010]. Київ: Держспоживстандарт. 2010. 11 с. (Національний стандарт України).
25. ДСТУ 7397:2013. Горілки і горілки особливі, напої лікєро-горілчані. Метод визначання прогнозованої стійкості під час зберігання. [Чинний від 01-07-2014]. Київ: Держспоживстандарт. 2014. 10 с. (Національний стандарт України).
26. ДСТУ 7404:2013. Горілки, горілки особливі. Метод визначання окислюваності. [Чинний від 2014-01-07]. Київ: Держспоживстандарт України. 2013. 10 с.
27. ДСТУ 7457:2013 Розчини водно-спиртові. Методи визначання вмісту етилового спирту. Київ. Мінекономрозвитку України 2015. [Чинний від 2015-01-07]. Київ: Держспоживстандарт України. 2015. 14 с.
28. ДСТУ 7508:2014. Вугілля активне для лікєро-горілчаного виробництва. Метод визначання активності за адсорбцією оцтової кислоти. [Чинний від 2014-01-07]. Київ: Держспоживстандарт України. 2014. 10 с.
29. ДСТУ ISO 5068 Вугілля буре та лігніт. Визначення вологи. Частина 1. Непрямий гравіметричний метод визначення загальної вологи (ISO 5068-1:2007, IDT).
30. ДСТУ ISO 9963-1:2007 (ISO 9963-1:1994, IDT). Якість води. Визначення лужності. Частина 1. Визначення загальної та часткової лужності. [Чинний від

- 01-01-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. (Національний стандарт України).
31. ДСТУ ISO 10304-1:2003 Якість води. Визначання розчинених фторид-, хлорид-, нітрит-, ортофосфат-, бромід-, нітрат- і сульфат-іонів методом рідкої хроматографії. Частина 1. Метод для слабкозабруднених вод (ISO 10304-1:1992, IDT)
32. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С. В. Іванов, В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський та ін. // За заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С. В. Іванова. Київ: НУХТ. 2012. 487 с.
33. Кодекс цивільного захисту України. Введ. 2013–07–01 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
34. Кузьмін, О. В. Розробка нового покоління лікєро-горілчанних виробів. Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса: ОНАХТ, 2009. С. 353–354.
35. Кузьмін О.В. Розроблення ефективних технологій алкогольних напоїв стабільної якості. Дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. 2021.
36. Мельник Л.М., Манк В.В., Марцін І.І. Ефективність дії природних дисперсних мінералів в очищенні водно-спиртових розчинів. Наук. праці НУХТ. 2004. № 15. С. 23– 25.
37. Мельник Л. М., Громовий Т. Ю. Дослідження шунгіту методом десорбційної масспектрометрії. Фізика і хімія твердого тіла. 2015. 16, № 2. С. 383–387.
38. Методичні рекомендації до виконання магістерської роботи для студентів спец. 8.05170106 «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, А.Є. Мелетьєв. Київ: НУХТ. 2022. 39 с.
39. Охорона праці у галузі/ Балтук В.А. та ін. // під ред. Балтук В.А. Київ: Знання, 2006. 551 с.
40. Основи охорони праці: конспект лекцій для студентів напряму 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. Н. В. Володченкова, О. В. Євтушенко. Київ: НУХТ, 2013. 78 с.
41. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту: Постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 р. № 11 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/112014-п>
42. Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини. Закон України № 771/97—ВР від 23 грудня 1997 р. *Відомості Верховної Ради*. 1998. № 19. с. 98.
43. Порядок класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями: Постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 р. № 368.

44. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України від 18.01.2001 р № 2245-III [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=2245-14>
45. Рудинець М. В. Цивільний захист: електронний навчальний посібник / М. В. Рудинець. Луцьк: ЛНТУ. 2012 [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://lib.lntu.info/books/fepes/op_ta_bgd/2012
46. СОУ 15.9-37-237:2005. Вода підготовлена для лікєро-горілочного виробництва. Технічні умови. [Чинний від 10-01-2006]. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 15 с. (Стандарт організації України).
47. СОУ 15.9-37-238:2005. Вода підготовлена для лікєро-горілочного виробництва. Визначення катіонів та аніонів. [Чинний від 10-01-2006]. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 25 с. (Стандарт організації України).
48. Спосіб виробництва горілки. О.В.Кузьмін, В.Г. Мирончук, В.Г. Топольник, Т.Г.Шендрік. Заявл. 103989 від 18.06.2015. Опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.
49. ТІ У 18.4466-94. Технологічна інструкція по лікєро-горілочному виробництву. Київ: УкрНДІспиртбіопрод. 1994. 318 с. (Нормативний документ Мінагрополітики України)
50. ТР У 18.5084-96. Технологічний регламент на виробництво горілок і лікєро-горілочаних напоїв. Затверджений Заступником голови Держхарчпрому України Л.І. Зінченко 19.12.1996. Київ: УкрНДІспиртбіопрод. 1996. 330 с. (Нормативний документ Мінагрополітики України).
51. Турчун О. В., Мельник Л. М., Ткачук Н. А., Мельник З. П. Адсорбція альдегідів із водноспиртових розчинів шунгітом // Наук. праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2014. – 3, вип. 45. – С. 30–34.
52. Цивільний захист на підприємствах харчової промисловості. / Харулов Б.Д. та інш. // за заг. ред. Б.Д. Харулова. Київ: Центр учбової літератури. 2015. 192 с
53. Якість і безпечність алкогольних напоїв та рекомендації щодо їх визначення. О.П. Осипенко, В.І. Баранов, О.В. Ковальов, В.О. Осипенко. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2016. С. 351-364
54. Adsorption capacity study of ethanol-water mixture for zeolite, activated carbon, and polyvinyl alcohol J A Laksmono^{1,2}, U A Pangesti¹, M Sudibandriyo¹, A Haryono² and A H Saputra¹ 2nd international Tropical Renewable Energy Conference (i-TREC) 2017. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 105 (2018) 012025 doi :10.1088/1755-1315/105/1/012025
55. Art Maski s.r.o.: Dějiny ruské vodky. Available at Режим доступу:// www.extravodka.cz
56. Bansal R.C., Goyal M. (2005), Activated carbon adsorption, Boca Raton: Taylor&Francis Group
57. Diyuk V. E., Zaderko A. N., Grishchenko L. M et al. Efficient carbon-based acid catalysts for the propan-2-ol dehydration. Catal. Commun. 2012. 27. P. 33–37.
58. Blecha V. (2008): Technologie výroby vódek. (Internal material of Fruko-Schulz, Ltd., Jindřichův Hradec)

59. Kudryashov S. Yu., Kopytin K. A., Pavlov M. Yu. et al. Adsorption of organic vapors on the carbopack y carbon adsorbent modified with heptakis-(2,3,6-tri-O-methyl)- β -cyclodextrin. *J. Phys. Chem.* 2010. 84, № 3. P. 495–502.
60. Kuzmin O., Zubkova V., Shendrik T., Korenets Y., Kuzmin A., Bilenkyi P. (2018), Internal mechanisms for establishment of the equilibrium state of water-alcohol mixtures in vodka technology, *Ukrainian Food Journal*, 7(4), pp. 655–670.
61. Melnik L., Tkachuk N., Turchun O. et al. Water-alcohol absorbing cleaning out higher alcohols by shungite // *Ukrainian J. Food Sci.* – 2014. – 2, N 2. – P. 312–317.
62. Oliinyk S., Prybyl'skyi V., Chuprina N., Dovgun I. (2014), Technological advancement of sorption water purification for alcoholic beverage industry, *Ukrainian Food Journal*, 3(4), 559–565.
63. Rivera-Utrilla J., Sánchez-Polo M., Gómez-Serrano V., Álvarez P.M., Alvim-Ferraz M.C.M., Dias J.M. (2011), Activated carbon modifications to enhance its water treatment applications. An overview, *J. Hazardous Materials*, 187(1–3), pp. 1–23.
64. Širíšťová L., Přinosilová Š., Riddellová K., Hajšlová J., Melzoch K. (2012): Changes in quality parameters of vodka filtered through activated charcoal. *Czech J. Food Sci.*, 30: 474–482.
65. Shaobin Yang, Haoquan Hu, Guohua Chen Preparation of carbon adsorbents with high surface area and a model for calculating surface area. *Carbon*. 2002. Vol. 40. P. 277–284
66. Shendrik T. Correlation between the quality indicators of activated coal in vodka technology / T. Shendrik, L. Levandovskyi, A. Kuts, V. Prybyl'skyi, M. Karputina // *Ukrainian journal of food science*. 2019. Vol. 7, Iss. 1. С. 33-48. - Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ujfs_2019_7_1_6
67. The establishment of metrological characteristics of the method “Ethanol as Internal Standard” for the direct determination of volatile compounds in alcoholic products Siarhei Charapitsa, Svetlana Sytova, Anton Korban, Nicolai Boyarin, Inna Shestakovich and Radomír Čabala. *J. Chem. Metrol.* 12:1 (2018) 59-69
68. Why filtration mattera when distilling vodka. [Electronic resource]// By Cindy Augustine. 2016. Available at: <https://www.liquor.com/articles/vodkafiltration/#gs.aJOPNbgh>

Додаток А
Робоча програма

Затверджено на засіданні кафедри
біотехнології продуктів бродіння
і виноробства НУХТ,
протокол № 1 від «31» серпня 2022 р.
Зав. кафедри _____ Анатолій КУЦ

Робоча програма
кваліфікаційної роботи на тему:

«Удосконалення очищення сортівок агломерованим активним вугіллям»

ВСТУП

1. СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СОРТІВОК (аналітичний огляд)

- 1.1 Сучасні способи та установки очищення сортівок
- 1.2 Аналіз використання матеріалів різних типів для очищення сортівок
- 1.3 Аналіз використання активного вугілля у технології очищення водно-спиртових сумішей
- 1.4 Висновки

2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

- 2.1 Об'єкти досліджень
- 2.2 Методи досліджень.
- 2.3 Методика проведення досліджень
- 2.4 Методика розрахунку вимірювань

3 Дослідження очищення сортівок агломерованим активним вугіллям (експериментальна частина)

- 3.1 Дослідження якості підготовленої води, спирту етилового ректифікованого та сортівки для застосування у технології горілок
- 3.2 Дослідження основних показників сорбційної та каталітичної активності агломерованого активного вугілля
- 3.3 Дослідження впливу агломерованого активного вугілля на ефективність очищення сортівки
- 3.4 Висновки

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

5 РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТОК А Робоча програма кваліфікаційної роботи

ДОДАТОК Б Тези доповідей

Здобувач

Роман ТИМЧЕНКО

Керівник, доцент, к.т.н.

Світлана ОЛІЙНИК

Додаток Б Тези доповідей

УДК 663.5, 663.81

ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНІ НАПОЇ НА ОСНОВІ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

О.М. Острик, Р.Г. Тимченко, С.І. Олійник

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Останнім часом у виробництві алкогольної продукції є тенденція удосконалення технології з розробленням функціональних лікєро-горілчаних напоїв на основі рослинної і плодово-ягідної сировини із забезпеченням високого вмісту біологічно-активних компонентів [1-3].

Особливу зацікавленість має використання місцевої сировини рослинного та плодово-ягідного походження, що володіє найбільш засвоюваними нутрієнтами і забезпечує антиоксидантний захист організму людини. Це пов'язано з перекисним окисненням ліпідів, що беруть участь в утворенні клітинних мембран із захисними функціями організму [1-3].

Відомо, що під час виробництва високоякісних лікєро-горілчаних напоїв велике значення має збереження нативних компонентів натуральної сировини. Однак під час зберігання напівфабрикатів і напоїв протікають фізико-хімічні, хімічні та біохімічні процеси наводять до зміни складу продукту. Напівфабрикати і напої втрачають товарний вигляд через появу в них бурого відтінку, опалесценції, а в подальшому - осаду. З літературних джерел відомо [1-3], що найвищу антиокислювальну активність мають такі вітаміни, як А, Е, К і С, крім того, високий інгібуючий ефект виявляють біофлавоноїди.

Лікєро-горілчані напої, приготовані на основі рослинної та плодово-ягідної сировини, які мають антиоксидантні властивості є недостатньо вивченими. У зв'язку з цим необхідно вивчити антиокислювальну активність рослинної та плодово-ягідної сировини, напівфабрикатів, готової продукції на їх основі.

Морс спиртовий - напівфабрикат лікєро-горілчаного виробництва, отриманий шляхом I та II зливу водно-спиртової суміші після екстрагування плодів та ягід сушених чи свіжих.

Настій спиртовий - напівфабрикат лікєро-горілчаного виробництва, отриманий шляхом I та II зливу водно-спиртової суміші після екстрагування рослинної сировини сушеної чи свіжої.

Властивості отриманих спиртових настоїв, морсів та напою визначали методом потенціометрії, який дає змогу оцінити загальну антиокислювальну активність за показниками окисно-відновного потенціалу ОВП та антиокислювального потенціалу АОП. У рослинній сировині визначали вміст екстрактивних речовин, фенольних речовин та катехинів, масову концентрацію вітамінів тощо стандартизованими методами.

Для приготування лікєро-горілчаного напою з антиоксидантними властивостями на основі місцевої рослинної сировини було підібрано зразки ефіроолійних та ароматичних рослин, що забезпечують високий вміст біологічно-активних компонентів.

Під час досліджень використовували спирт етиловий ректифікований сорту Люкс згідно з ДСТУ 4221, воду підготовлену згідно з СОУ 15.9-37-237:2005, плодово-ягідну і рослинну сировину згідно з чинними стандартами та НД. Попередня підготовка плодово-ягідної та рослинної сировини, а також отримання настоїв та морсів спиртових проводились згідно з Технологічним регламентом на виробництво горілок та лікєро-горілчаних напоїв ТР У 18.5084 та Технологічною інструкцією з лікєро-горілчаного виробництва ТІ У 18.4466. Рослинну сировину подрібнювали на траворізці до розміру частинок 10...25 мм. Як екстрагент використовували водно-спиртову суміш різної міцності, яку готували змішуванням спирту етилового ректифікованого та підготовленої води

Визначено у підбраній рослинній сировині вміст фенольних речовин (3...180 мг/дм³), катехинів (13...480 мг/г), антоціанів (5...2400 мг/дм³), флавоноїдів (1...35 мг/дм³), органічних кислот (1,6...15,5 мг/дм³), дубильних речовин (1,2...7,0 мг/дм³), пектинових речовин (0,2...25 мг/дм³), вітаміну С (10...290 мг/дм³), вітаміну Р (0,2 ...27 мг/дм³).

Технологічні показники приготування морсів спиртових плодово-ягідної сировини I та II зливу в залежності від міцності екстрагенту та гідромодуля, їх впливу на ефективність екстрагування наведено в табл. 1.

Назва сировини	Таблиця - Технічні вказники приготування морсів зливу					
	гідромодуль	міцність, %	тривалість екстрагування, діб	гідромодуль	міцність, %	тривалість екстрагування, діб
Горобина червона та чорноплідна	1:3, 1:5, 1:10	45, 50, 55	7, 10, 14	1:2, 1:3, 1:5	45, 50, 55	7, 10, 14
Глід						
Шипшина						
Чорна смородина						
Журавлина						

Максимальний вміст екстрактивних речовин в залежності від тривалості екстрагування під час отримання морсу I та II зливу становить для: горобини червоної та чорноплідної 12,5...18,5 г/100 см³, глоду — 7,8...13,5 г/100 см³, шипшини — 8,2...13,4 г/100 см³, чорної смородини — 11,8...15,5 г/100 см³, журавлини — 7,8...13,5 г/100 см³.

У отриманих морсах спиртових визначено вміст фенольних речовин (25...290 мг/дм³), антоціанів (45...4500 мг/дм³), флавоноїдів (15...1800 мг/дм³), органічних кислот (1,5...25 мг/дм³), дубильних речовин (0,5...10,0 мг/дм³), пектинових речовин (0,2...15 мг/дм³), вітаміну С (10...360 мг/дм³), вітаміну Р (0,5 ...32 мг/дм³).

У настоях і морсах спиртових та готовому напої встановлено ОВП та АОП (табл. 2).

Таблиця 2 - Окисно-відновний та антиокислювальний потенціали настою, морсів і напою

Назва продукту	ОВП, мВ	АОП, мВ
Настій спиртовий рослинної сировини	340 ... 390	250 ... 270
Морс I та II зливу:		
- горобини червоної	220 ... 310	175 ... 205
- горобини чорноплідної	240 ... 350	185 ... 212
- глоду	190 ... 270	125 ... 140
- чорної смородини	230 ... 325	165 ... 190
- журавлини	225 ... 315	145 ... 165
Готовий лікєро-горілчаний напій	250 ... 290	190 ... 240

Отримані дані показують, що настій спиртовий та морси спиртові мають достатньо високі значення антиокислювального потенціалу і можуть бути використані під час розроблення лікєро-горілчаних напоїв.

Виробництво лікєро-горілчаного напою передбачає приготування настоїв та морсів спиртових із місцевої рослинної сировини з внесенням соків спиртованих. Встановлено, що готовий напій має високий вміст біологічно-активних речовин та володіє антиоксидантними властивостями.

Література

1. Purkiewicz A., Pietrzak-Fiećko R. Antioxidant properties of fruit and vegetable whey beverages and fruit and vegetable mousses. *Molecules* 2021, 26, 3126. <https://doi.org/10.3390/molecules26113126>
2. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrne DH . Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J. Food Comp. and Anal.* 2006. 19:669-675
3. Ahmadi F., Kadivar M., Shahedi M. Antioxidant activity of *Kelussia odoratissima* Mozaff. in model and food systems. *Food Chem.* 2007. 105, 57-64.

24. Удосконалення технології бражки із зерна злакових різного складу з використанням кислотостійких ферментних препаратів

Роман Тимченко, Віктор Маринченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. За останній час мікробіологічна промисловість почала виробництво кислотостійких ФП здатних гідролізувати біополімери крохмалевмісної сировини при низьких значення рН - 3,4...4,5. У зв'язку з цим з'явилась можливість використання кислотного антисептування на стадії водно-теплової та ТФО крохмалевмісної сировини.

Матеріали і методи. ФП Amylex 4Т (а-амілаза) в кількості 0,075, 0,2 і 0,4 од. АЗ/г крохмалю; Diazyme SG (глюкоамілаза) в кількості 3,5, 5,0 та 9,0 од. ГлЗ/г крохмалю., Заміс із кукурудзи крохмалистістю 63,8 % , Розріджування замісу проводили при температурі 63°C та 68 °С; тривалість розріджування - 90 та 180 хвилин, оцукрювання - 30 хвилин; рН замісу - 3,8.

Результати. Встановлено, що при зброджуванні сусла із підвищенням концентрації Amylex 4Т в замісі, незалежно від температури розріджування, швидкість зброджування сусла зростала. При аналізі показників зрілої бражки, отриманої при температурі розріджування 63 °С встановлено, що із підвищенням концентрації ФП вміст розчинених вуглеводів в зразках при 90 хвилинах розріджування був практично однаковий і складав 0,075 - 0,08 г/100 см³ бражки. Показники по нерозчиненому крохмалю були високими і з підвищенням концентрації ФП суттєво не змінювались. З підвищенням тривалості розріджування до 180 хвилин при цій же температурі показники по розчинених вуглеводах зростали на 11,2 - 11,3 %, а по нерозчиненому крохмалю залишались практично незмінними. Підвищення температури розріджування до 68 °С дозволяє досягнути необхідного ступеня розріджування крохмалю сировини і отримати дозрілі бражки з нормативними хіміко-технологічними показниками. З підвищенням терміну розріджування до 180 хвилин в дозрілих бражках зростає вміст нерозчиненого крохмалю. Це, очевидно, пов'язано із частковою інактивацією кислотостійкої а-амілази. Концентрація спирту у бражках привикористанні кислотостійкої а-амілази при тривалості ТФО протягом 90 хвилин та 68 °С була на 0,2...1,2 % більша, ніж при 180 хвилинах. Таким чином, на основі проведених досліджень при ТФО замісів із пшениці та кукурудзи кислотостійкою а-амілазою встановлено, що оптимальні показники бражок, які відповідали нормативним, були отримані при концентрації Amylex 4Т 0,2 од. АЗ/г крохмалю, температурі розріджування 60 °С для пшениці та 68 °С -для кукурудзи, тривалості розріджування - 90 хвилин.

Висновки. Результати досліджень по зброджуванню сусла, отриманого із використанням кислотостійких ФП підтверджують доцільність їх використання. При ТФО замісів із пшениці та кукурудзи раціонально використовувати ФП кислотостійкої аамілази - Amylex 4Т із розрахунку 0,2 од.АЗ/г крохмалю та кислотостійку глюкоамілазу - 5,0 од. ГлЗ/г крохмалю. При цьому температура розріджування пшениці 60 °С, для кукурудзи 68 °С, тривалість розріджування - 90 хв., оцукрювання - 30 хв.

Література

1. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: Монографія. - К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. - 424 с.