

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра _____ технології цукру та підготовки води

«До захисту в ЕК»
Директор інституту
_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«___» _____ 2025 р.

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
_____ Інна КАРПОВИЧ
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«___» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності _____ 181 «Харчові технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Технології цукрів, полісахаридів і підготовки
води у промислових та крафтових виробництвах»

на тему: Удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва
кондитерських виробів на підприємстві ТМ «Sladusik» (Київська обл.)

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗЦВ-2-1М

Ходюк Єлизавета Дмитрівна _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Гусятинська Наталія Альфредівна _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Юрій РЕЗНІЧЕНКО _____
(ім'я та прізвище) (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.

Здобувач _____
(підпис)

Київ– 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології цукру і підготовки води

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Харчові технології та інженерія»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ТЦ і ПВ

Інна КАРПОВИЧ

“ 10 ” жовтня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ходюк Єлизавети Дмитрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів на підприємстві ТМ «Sladusik» (Київська обл.)

керівник роботи Гусятинська Наталія Альфредівна, професор,
доктор технічних наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 10.10.2025 року № 833-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 18 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи технологія підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів. Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратного оформлення. Апаратно-технологічна схема станції водопідготовки для крафтового кондитерського виробництва. Експериментальні дослідження процесу очищення води з використанням комплексного сорбенту Еcomix А. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки. Загальна характеристика підприємства та опис технологічної схеми виробництва. Вхідний контроль води, Розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності технологічних процесів у відділенні водопідготовки. Технологічні розрахунки. Менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою НАССР. Екологічні,

економічні та соціальні аспекти дослідження в контексті забезпечення сталого розвитку України. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу апаратурно-технологічна схема, план і розріз

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10 жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з літературою, огляд літературних джерел.	30.10.25	
2	Формування розділу проєктно-технічне обґрунтування та розрахунки	06.11.25	
3	Розробка і креслення апаратурно-технологічної схеми, плану та розрізу	16.11.25	
4	Оформлення розділу менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою НАССР	26.11.25	
5	Оформлення розділу екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження в контексті забезпечення сталого розвитку України	06.12.25	
6	Затвердження розділів роботи	10.12.25	
7	Затвердження дипломної роботи	18.12.25	

Здобувач

_____ (підпис)

Єлизавета ХОДЮК

_____ (ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Наталія ГУСЯТИНСЬКА

_____ (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Розрахунково-пояснювальна записка до дипломної роботи містить 74 сторінок, 5 рисунків, 22 таблиць, 78 літературних джерел посилань.

Об'єктом розроблення є система водопідготовки кондитерського підприємства.

Метою дипломного проекту є удосконалення технології підготовки питної води для кондитерського виробництва з метою забезпечення стабільної якості води, її мікробіологічної безпечності та підвищення якості готової продукції.

Дипломною роботою передбачається:

- впровадження іонізатора електрохімічної активації води (ЕХАВ) для безреагентного знезараження та регулювання окисно-відновного потенціалу води;
- застосування установки зворотного осмосу з метою зниження мінералізації та видалення розчинених домішок;
- використання ультрафіолетового опромінення для додаткового знезараження води та запобігання вторинному мікробному забрудненню;
- збереження нормативного мінерального складу води та стабілізація її фізико-хімічних показників;
- вибір і розрахунок основного технологічного обладнання системи водопідготовки.

Запропоновані технічні рішення відповідають сучасним вимогам харчової безпеки, енерго- та ресурсозбереження.

Ключові слова: водопідготовка, кондитерське виробництво, електрохімічна активація води, зворотний осмос, ультрафіолетове знезараження, якість води.

					Анотація	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

The calculation and explanatory note to the diploma project contains 74 pages, 5 figures, 22 tables, and 78 literature references. The object of development is the water treatment system of a confectionery enterprise.

The purpose of the diploma project is to improve the technology of drinking water treatment for confectionery production in order to ensure stable water quality, its microbiological safety, and to enhance the quality of finished products.

The diploma project provides for:

- implementation of an electrochemical water activation (EWA) ionizer for reagent-free disinfection and regulation of the oxidation–reduction potential of water;
- application of a reverse osmosis unit to reduce mineralization and remove dissolved impurities;
- use of ultraviolet irradiation for additional water disinfection and prevention of secondary microbiological contamination;
- preservation of the нормативний mineral composition of water and stabilization of its physicochemical parameters;
- selection and calculation of the main technological equipment of the water treatment system.

The proposed technical solutions comply with modern requirements for food safety, energy efficiency, and resource conservation.

Keywords: water treatment, confectionery production, electrochemical water activation, reverse osmosis, ultraviolet disinfection, water quality.

					Abstract	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Вступ.....	7
Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів.....	10
1.1. Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратурного оформлення. Апаратурно-технологічна схема станції водопідготовки для крафтового кондитерського виробництва.....	10
1.2. Експериментальні дослідження процесу очищення води з використанням комплексного сорбенту Есотіх А.....	27
1.2.1. Об'єкти і методи досліджень.....	27
1.2.2. Результати експериментальних досліджень та їх обговорення.....	31
1.2.3. Встановлення оптимальних умов за тривалістю контакту води з комплексним сорбентом Есотіх А.....	36
Висновки за розділом.....	38
Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки.....	39
2.1. Загальна характеристика підприємства та опис технологічної схеми виробництва.....	39
2.2. Вхідний контроль води.....	41
2.3. Розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності технологічних процесів у відділенні водопідготовки.....	43
2.3.1. Вибір і обґрунтування заходів з удосконалення технології водопідготовки з обґрунтуванням підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції.....	43
2.3.2. Опис удосконаленої технологічної схеми.....	44
2.3.3. Рекомендації щодо технологічного режиму виробництва та контролю якості підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів.....	45
2.4. Технологічні розрахунки.....	47
2.4.1. Розрахунок продуктів для запроєктованого відділення.....	47
2.4.2. Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання.....	49
2.5. Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання.....	52
Розділ 3. Менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою НАССР.....	54
3.1. Загальні підходи до системи управління безпечністю харчової продукції на основі принципів НАССР.....	54
3.2. Аналіз небезпечних факторів та запобіжні заходи щодо їх появи у відділенні водопідготовки.....	55

					Удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів на підприємстві ТМ «Sladusik» (Київська обл.)							
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Розроб.</i>		Ходюк Є.Д.			Зміст							
<i>Перевір.</i>		Гусятинська Н.А.								5	74	
<i>Керів.</i>								НУХТ ННІХТ ЗЦВ-2-1М				
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Затверд.</i>		Карпович І.В.										

Розділ 4. Екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження в контексті забезпечення сталого розвитку України.....	64
4.1. Економічна ефективність розробки та її соціальне значення.....	64
4.2. Екологічні проблеми у виробництві та шляхи їх вирішення.....	65
Загальні висновки та рекомендації	68
Список використаної літератури	70
Додатки.....	75

					Зміст	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Вода — основа життя на нашій планеті. Понад 20% її зосереджено під землею і лише 1% циркулює в ріках, озерах, болотах та атмосфері. У ґрунті частка води становить не менше 20%, у рослинах та організмах тварин — до 50%. Людина на 70% складається з води: 99% її у склоподібному тілі ока, 83 — у крові, 75 — у мозку та м'язах, 22 — у скелеті, 0,2% — в зубній емалі.

Загальна кількість води на Землі становить близько 1400 млн км³. Із цієї кількості 97,5% припадає на солону воду Світового океану. Придатною для використання людиною є дещо більше як 2% всієї води, або близько 39500 км³. Із зазначеного об'єму води 69% припадає на воду у вигляді снігу і льоду Антарктики й Гренландії, близько 30 % — на підземні води і лише 0,12% — на поверхневі води річок і озер. Придатною для безпосереднього використання є 9000 км³, споживається 4000 км³. Якщо розглянути потреби води за частинами світу, то найбільшу кількість її споживають в Азії — 55% всієї води, в Північній Америці — 19, Європі — 9,2, Африці — 4,7, Південній Америці — 3,3, решта території — 8,8%. За секторами економіки сільське господарство використовує 70% води, промисловість — 22, на домашнє господарство припадає 8%. Середньосвітовий річний забір води з річок і підземних джерел становить 600 м³ на людину, з яких 50 м³ — питна вода, тобто 137 л на одну людину в день. У Північній Америці та Японії споживання води в день становить 600 л, Європі — 250—350, у країнах поблизу Сахари — 10—20 літрів [1].

Проблема забезпечення належної якості питної води безпосередньо пов'язана як із станом сфери водопідготовки, так і з якістю води у джерелах водопостачання. Гострота проблеми пов'язана з тим, що забруднення підземних вод, річок, озер негативно впливає на рівень забезпечення потреб у воді економіки, населення, армії. У розрахунку на одного жителя показник водозабезпеченості в Україні менший порівняно з іншими країнами. Крім того, для неї характерний нерівномірний територіальний розподіл водних ресурсів, обмеженість водних ресурсів власного формування (50 млрд м³ /рік), в тому числі 21 млрд м³ /рік підземних вод питної якості є захищеними від прямого техногенного забруднення (крім ґрунтових вод).

Національні цільові показники забезпечення безпечності та якості питної води за мікробіологічними показниками та хімічним складом у 2015–2025 роках відповідно до Протоколу про воду та здоров'я в Україні планується суттєво раціоналізувати, забезпечивши таким чином споживання населенням більш якісної питної води. На період 2015–2025 років передбачається проведення комплексу заходів, що сприятимуть поступовому покращенню якісних характеристик питної води за мікробіологічними показниками для міських водопроводів на 1,1%, сільських – 4,6%, нецентралізованого водопостачання – на 2% [2].

					Вступ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічний стан водогінних мереж сьогодні такий, що навіть маючи питні воду на станціях очистки, неможливо гарантувати її якість у споживача. Тому для виробництва високоякісної харчової продукції все частіше використовуються води підземних джерел, які гарантовано не забруднені антропогенними домішками.

Артезіанська вода – це підземна вода, що залягає у глибоких горизонтах між водотривкими породами та перебуває під природним тиском. Її вихід на поверхню часто можливий без додаткового насосного обладнання. Такі води формуються у межах западин, прогинів та інших великих геологічних структур, утворюючи артезіанські басейни [3]. Глибина залягання зазвичай становить близько 100-300 метрів, що забезпечує їх захищеність від поверхневого забруднення.

На відміну від ґрунтових вод, які залягають на глибині 5-50 метрів, характеризуються нестабільною якістю та можуть бути мінералізованими або забрудненими, артезіанська вода є значно чистішою та частіше прісно [4]. Завдяки природній фільтрації та ізоляції від антропогенного впливу, аони вважається безпечнішою і кориснішою для виживання, зокрема у харчовій промисловості, де якість води є критично важливим фактором.

Для виробництва кондитерських виробів вода повинна відповідати суворим органолептичним, санітарно-хімічним та мікробіологічним нормам. Найважливішими характеристиками є відсутність стороннього запаху, присмаку та кольору [5].

Основні нормативні показники:

- Мінералізація (сухий залишок) повинна становити не більше 1 г/дм³. Допускається до 1,5 г/дм³ за погодженням з головним санітарним лікарем. У технологічних процесах кондитерського виробництва оптимальною вважається мінералізація 0,2–0,5 г/дм³, оскільки надлишок солей може впливати на структуру сиропів, желе, кремів та емульсій.

- Твердість води, що визначається концентрацією іонів кальцію та магнію, не має перевищувати 7 ммоль/дм³. У кондитерській промисловості надмірно жорстка вода ускладнює приготування інверсних сиропів, знижує розчинність цукру та може впливати на якість глазурей і карамелі [6].

- рН води повинен бути у межах 6,5–8,5. Відхилення від цих значень може впливати на перебіг технологічних процесів, наприклад, на стабільність гідролізу цукрози або желювання пектину.

Підземні артезіанські води мають переваги перед поверхневими джерелами, оскільки характеризуються стабільною хімічною структурою, низькою мікробною забрудненістю та мінімальною кількістю органічних домішок [5], що є важливою умовою для кондитерських підприємств. Наприклад, у місті Києві частка артезіанської води у загальному водопостачанні становить понад 15 % [7].

					Вступ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У виробництві продуктів харчування, зокрема кондитерських виробів, до води висуваються підвищені вимоги, тому водопідготовка є обов'язковим технологічним етапом. Для забезпечення необхідної якості широко застосовують адсорбційні методи очищення. Адсорбція використовується для видалення органічних домішок, продуктів нафтопереробки, ароматичних речовин та мікробрудників [8].

- У харчовій промисловості найпоширенішим адсорбентом є активоване вугілля, яке забезпечує глибоку очистку та покращує органолептичні властивості води. Також застосовують синтетичні сорбенти або вторинні мінеральні адсорбенти промислового походження.

З огляду на зростаюче антропогенне навантаження природні запаси якісних підземних вод потребують постійного моніторингу та охорони. Основні заходи щодо збереження якості підземних джерел передбачають:

- нормування показників якості відповідно до потреб різних галузей, включаючи харчову промисловість;
- удосконалення систем очищення та зменшення скидів стічних вод;
- розробку та впровадження інноваційних систем замкненого водокористування;
- модернізацію технологій водоочищення з використанням високоефективних адсорбентів і мембранних технологій [9].

- Для кондитерських підприємств ці заходи є необхідними, адже вода використовується у приготуванні сиропів, начинок, кремів, у роботі парогенераторів, обладнання та для санітарно-гігієнічних потреб.

					Вступ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ КРАФТОВОГО ВИРОБНИЦТВА КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

1.1. Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратурного оформлення. Апаратурно-технологічна схема станції водопідготовки для крафтового кондитерського виробництва

Вода, що не відповідає нормативам якості, повинна пройти відповідну обробку, яка включає такі прийоми, як очищення, знезараження і кондиціонування.

При очищенні ставиться завдання – звільнити воду від патогенних мікробів, зважених часток; речовин, що додають воді колірність, а також від надлишку солей кальцію, магнію, заліза і інших, від газів і токсичних речовин. Очищення води проводиться такими способами, як відстоювання, коагуляція і фільтрація [10].

Основними видами покращення якості питної води є:

- очистка
- знезараження
- дезактивація
- знешкодження

Очистка - це комплекс технічних засобів, що спрямовані на покращення органолептичних, фізикохімічних властивостей води, а також її підігрів або охолодження.

Методи:

- освітлення (відстоювання, коагуляція, фільтрація, флокуляція)
- знебарвлення (відстоювання та фільтрація)
- дезодорація (фільтрація через активований вугіль, аерування, обробка окислювачами)
- пом'якшення (фізичний, хімічний та іоннообмінний способи)
- опріснення (дистиляція, іоннообмінний спосіб, електроліз, гіперфільтрація, випаровування під вакуумом, діаліз, екстракція, виморожування)
- спеціальні методи очистки (знезалізнування, фторування, дефторування)

Знезараження - це комплекс технічних заходів, що спрямовані на покращення мікробного складу води та знищення патогенних мікробів [11].

Способи знезараження води можна поділити на реагентні (хімічні), безреагентні (фізичні) та комбіновані. Класифікацію способів знезараження питної води наведено на рис. 1.1.

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



Рис. 1.1. Способи знезараження питної води

Реагентні (хімічні) методи знезараження питної води

У процесі обробки газоподібним (зрідженим) хлором, іншими хлорактивними сполуками відбувається утворення побічних токсичних продуктів хлорування – летких галогенорганічних сполук (ЛГС), чотирьоххлористого вуглецю й ін., серед яких найбільшої уваги заслуговує хлороформ, що перевищує концентрацію інших токсикантів, як правило, на 1-3 порядки. Загальна кількість ЛГС, що нараховуються в воді після хлорування, близько 24 речовин.

Присутність у питній воді хлорорганічних сполук представляють певну небезпеку, оскільки більшість з них мають гепатотоксичну дію, можуть викликати ураження нирок, центральної нервової та ендокринної систем, органів зору, здійснюють ембріотоксичний, мутагенний та канцерогенний ефекти [12].

В багатьох країнах наявність вмісту галогенмістких речовин у питній воді регламентується. Так, в США вміст тригалогенметанів (як сукупність концентрацій хлороформу, бромдихлорметану, дихлорбромметан, бромоформа) регламентується на рівні 100, в Германії – 50 і Швеції – 25 мкг/дм³. В 2 країнах СНД встановлені орієнтовні допустимі рівні в воді, (мкг/дм³): хлороформу – 60, 1,2-дихлоретану – 20, чотири хлористого вуглецю – 6 та 1,2-дихлоретилену – 0,3. На якість і склад галогенмістких вуглеводнів, що утворюються при хлоруванні впливають як концентрація і природа органічних сполук, що присутні у вихідній воді, так і умови водопідготовки: доза активного хлору, тривалість його контакту з водою, рН, присутність аміаку і ін.

В використанні газоподібного хлору небезпечним є його транспортування і зберігання через виникнення небезпечних аварійних ситуацій. Діоксид хлору в порівнянні з іншими хлорактивними сполуками має значно вищий бактерицидний і вірулентний ефект. Але його застосування є економічно не вигідним через складну технологію отримання. Способи отримання діоксиду хлору є достатньо складними, вимагають спеціального обладнання і наявності висококваліфікованого персоналу. Вибухонебезпечність та токсичність його побічних продуктів обмежує використання останнього для знезаражування. Всі ці недоліки хлорування спонукають шукати інші способи вирішення цієї проблеми [13].

Ще однією хлорвміщуючою речовиною є хлорамін. Незважаючи на його переваги, а саме, мають тривалий бактерицидний ефект і попереджають вторинний ріст мікроорганізмів, знижає ймовірність утворення токсичних хлорпохідних речовин в воді та деякі інші, вони мають невисоку бактерицидну дію. Крім того деякі мікобактерії, простіші і віруси мають до нього стійкість, тому потребують застосування додаткових методів обробки води. Використання традиційних хлорвміщуючих сполук таких, як хлорне вапно, гіпохлорит кальцію і інших, вимагає досить громіздкого обладнання. До того ж, крім вище перерахованих недоліків, ці сполуки є досить коштовні і дефіцитні [12].

Озонування

Озонування води - один із ефективних методів знезараження води киснем, він не тільки надає бактерицидну дію на патогенну мікрофлору, але і здатний руйнувати багато присутніх у воді хімічних речовин: відбувається деструкція високомолекулярних органічних з'єднань, усунення присмаку і запахів.

Метод озонування може застосовуватися як на всіх, так і на окремих етапах попередньої, проміжної і фінішної обробки води, але тільки в тому випадку, коли інші, більш прості і дешеві технології не можуть вирішити поставленого завдання. Це досить дорога і складна технологія. Особливо затратною є стаття електроенергії.

Особливістю озону є легкість його розпаду з утворенням атомарного кисню – одного з найбільш сильних окислювачів. Атомарний кисень знищує бактерії, спори, віруси, руйнує розчинені у воді органічні речовини. Це дозволяє використовувати озон не тільки для знезараження, але і для видалення токсичних органічних речовин, тобто для дезодорації води. При озонуванні мінеральний склад, рН і лужність води залишаються без змін [14].

Знезаражуюча дія озону в 15-20 разів ефективніша за дію хлору, а на спорові форми бактерій приблизно в 300-600 разів.

Переваги озону перед хлором при знезараженні води полягають у тому, що озон покращує органолептичні властивості води і забезпечує бактерицидний

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

ефект при меншому часі контактування, проте, на відміну від хлору він має не тривалу післядію.

Озонування поширене в багатьох індустріально розвинених країнах США, Франція, Японія, Фінляндія, Німеччина. Найчастіше застосовується первинне озонування в невеликих дозах (1,5-2,0 мг/л), що дозволяє для досягнення високих результатів з водопідготовки комбінувати з іншими технологіями, в тому числі з УФ-зnezараженням [15,16].

Інші реагентні способи зnezараження води

До реагентних методів зnezараження води належить використання хімічних речовин, здатних пригнічувати або повністю знищувати патогенну мікрофлору. Бактерицидна дія деяких металів — зокрема міді, срібла, йоду та бромю — зумовлена їхніми олігодинамічними властивостями, тобто здатністю в надзвичайно малих концентраціях інгібувати життєдіяльність мікроорганізмів [17,19,20]. Такі метали можуть надходити у воду у вигляді розчинів солей або внаслідок електрохімічного розчинення електродів [20].

Водночас слід враховувати, що гранично допустима концентрація (ГДК) срібла у питній воді становить 0,025 мг/дм³ [17,18].

До хімічних методів також належать застосовувані на початку ХХ століття сполуки йоду й бромю, які мають вираженішу бактерицидну активність порівняно з хлором, але потребують складніших технологічних умов використання [22].

У сучасній практиці для зnezараження води йодом пропонують застосовувати спеціальні йодонасичені іоніти. Під час фільтрування води через такий матеріал відбувається поступове вимивання йоду, що забезпечує необхідну його концентрацію. Такі системи доцільні для малих індивідуальних установок, зокрема для приватних домоволодінь [22,23].

Водночас метод має суттєві недоліки: концентрація йоду з часом змінюється, що ускладнює стабільне дозування, а також потребує постійного контролю вмісту йоду у фільтрованій воді [17,18, 24,25].

Фізичні методи зnezараження питної води

Кип'ятіння

Може застосовуватись на підприємствах малої потужності і як правило обумовлене необхідністю зниження тимчасової жорсткості води. Спосіб забезпечує знищення вегетативних форм мікроорганізмів, однак не знищує спори та віруси. Його застосовують переважно у підготовці води для приготування напоїв переважно на побутовому рівні [26,27]

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання УФ-випромінювання для знезараження питної води

Дезінфекція води відіграє ключову роль у зниженні захворюваності на інфекційні хвороби, що передаються через воду. Найпоширеніші хімічні дезінфікуючі засоби (наприклад, хлор, діоксид хлору, солі гіпохлориту) мають переваги у вигляді низької вартості та простоти використання, високої ефективності щодо різних патогенів, поліпшення смаку та стійкості у разі зберігання води [28]. Але через ряд недоліків хімічних методів знезараження, зокрема, негативний вплив на здоров'я людини передозування або недостатнього дозування хімічного препарату, на сьогодні разом з іншими фізичними методами поширюється метод обробки питної води УФ-випромінюванням.

За даними американських дослідників для знезараження води можна використовувати УФ дезінфекцію навіть прямим сонячним світлом (метод SODIS) протягом не менше 6 годин або 2 днів пахмурної погоди. При цьому кількість води не повинна перевищувати 2 л, воду слід зберігати в прозорій пластиковій пляшці з-під питної води. В експериментах було показано, що SODIS зменшує кількість патогенів на 100% при правильному використанні. Недорогі хімічні препарати здатні прискорити процес у похмуру та сонячну погоду, однак цей метод не надійний та потребує багато пластикових пляшок та часу, особливо для каламутної води [29].

Переваги дезінфекції УФ спеціальними лампами включають відсутність залишкових хімічних речовин, які необхідно видалити після дезінфекції, високу швидкість реакції (близько секунд), відсутність утворення шкідливих побічних продуктів дезінфекції тощо. За даними наукової літератури [30], лише під дією УФ-випромінювання ртутних ламп високого тиску хімічний склад води може змінюватися за рахунок фотохімічних перетворень розчинених у воді речовин, що відповідають бактерицидному ефекту. Загалом УФ-випромінювання використовують в якості самостійного або додаткового методу знезараження освітленої питної води і на сьогодні є актуальним проаналізувати особливості та сучасні принципи застосування цього методу в польових умовах.

За даними ВООЗ УФ поділяється на три окремі діапазони: UVA (довжина хвилі – 315-400 нм), UVB (довжина хвилі – 280-315 нм), UVC (довжина хвилі – 100-280 нм). Було визначено, що бактерицидну дію мають ділянку УФ-частини оптичного спектру в діапазоні хвиль від 200 до 295 нм. Максимум бактерицидної дії припадає на 260 нм. Такі промені проникають через 25-сантиметровий шар прозорої та безбарвної води. Після 1-2 хвилини опромінення гинуть вегетативні форми патогенних мікроорганізмів. Практичне застосування УФ-дезінфекції засноване на бактерицидній здатності УФ- випромінювання ($\lambda = 200\text{--}260$ нм), що ушкоджує нуклеїнові кислоти мікроорганізмів шляхом поглинання нуклеотидів, будівельних блоків РНК та ДНК. Хоча віруси не мають механізмів відновлення, здатних повернути назад пошкодження, спричинені

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

УФ- опроміненням, але можуть використовувати ферменти відновлення клітин- господарів [31].

Німецькі науковці стверджують, що УФ- світлодіоди на основі GaN з довжиною хвилі 269 нм досягли вищого рівня інактивації, ніж світлодіоди з довжиною хвилі 282 нм за тієї ж прикладеної щільності енергії. Найменша інактивація, досягнута світлодіодами з довжиною хвилі 282 нм, компенсувалася їх вищим потоком фотонів. Завдяки покращеній світловіддачі та зниженню витрат УФ- світлодіоди на основі GaN можуть стати багатообіцяючою альтернативою децентралізованим та мобільним системам дезінфекції води. УФ-світлодіоди дають можливість використовувати оптимальну довжину хвилі для дезінфекції замість довжини хвилі 254 нм, що випромінюється ртутними лампами низького тиску. Вони пропонують значні переваги в порівнянні зі звичайними ртутними лампами завдяки компактному форм-фактору, низькому енергоспоживанню, високої ефективності, нетоксичності та загальної надійності. Додаткові переваги УФ світлодіодів при очищенні води, особливо в системах з переривчастим режимом роботи, включають:

- немає проблем з утилізацією (світлодіоди не містять ртуті);
- компактна та міцна конструкція: міцніша при транспортуванні та обігу (без скла та ниток);
- більш швидкий час запуску (немає часу на прогрівання);
- можливість включення та вимкнення з високою частотою (для додатків «точно в строк»);
- нижчі напруги, низькі вимоги до потужності;
- потенціал для більш високої енергоефективності;
- потенціал для збільшення терміну служби та зниження частоти зміни.

Ультрафіолетове (УФ) знезараження забезпечує ефективне знищення мікроорганізмів у воді [32], проте після обробки у ній залишаються фрагменти клітинних стінок бактерій, грибів та вірусні білки. Тому при використанні такої води як питної доцільно додатково застосовувати тонке механічне фільтрування, яке вилучає ці залишки.

Типова УФ-установка (рис. 1.2) складається з камери знезараження та блоку керування [33]. Камера являє собою сталевий або пластиковий корпус із патрубками для входу та виходу води, пробовідбірниками і датчиком інтенсивності УФ-випромінювання [34]. У середині корпусу розміщено кварцові трубки, у яких встановлюються ртутні або ксенонові лампи, що ізольовані від контакту з водою. Конструкція нагадує кожухотрубний теплообмінник і здатна витримувати робочий тиск водопровідних систем [35].

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

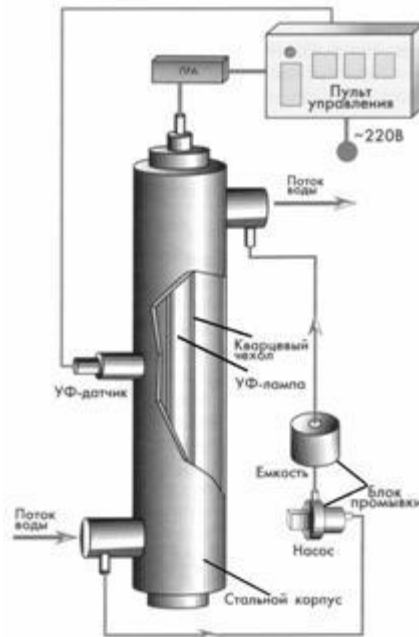


Рис. 1.2 Установка УФ - знезараження води

Сучасні УФ-установки можуть містити:

- датчики інтенсивності опромінення;
- автоматику контролю мінімально необхідної дози;
- лічильники напрацювання ламп;
- індикатори несправностей;
- системи очищення кварцових чохлаів [33].

У промислових та муніципальних водоочисних спорудах повна комплектація є обов'язковою, тоді як побутові моделі здебільшого потребують лише своєчасної заміни ламп після вичерпання їх ресурсу (6000–10000 год) [34].

Кількість ламп та довжина корпусу визначаються продуктивністю установки та якістю вихідної води. Очищення кварцових чохлаів може проводитися механічно або хімічним промиванням [35].

УФ-установки випускаються багатьма виробниками, з продуктивністю від кількох літрів на годину для побутових систем до тисяч м³/год для міських станцій водопідготовки [33].

У більшості технологічних схем УФ-обробку доцільно проводити на заключному етапі, перед подачею води споживачеві [32].

Ефективність УФ-знезараження може зростати при поєднанні з іншими процесами:

- ультразвуком чи кавітацією;
- малими дозами озону;
- низькими концентраціями хлору;
- введенням іонів срібла, міді чи йоду [36].

Жорстке УФ-випромінювання (100–200 нм) може спричиняти утворення озону та фотохімічні реакції з руйнування органічних забруднювачів, особливо при застосуванні ксенонових імпульсних ламп [37].

Основним недоліком УФ-знезараження є відсутність пролонгованої дії, тому метод не забезпечує захист води від повторного мікробного забруднення під час тривалого зберігання, що є суттєвим для негазованої фасованої питної води [38,39].

Електроімпульсний спосіб

Досить новим способом знезараження води є електроімпульсний спосіб – використання імпульсивних електричних розрядів (ІЕР).

Суть методу полягає у виникненні електрогідралічного удару, так званого ефекту Л. А. Юткіна.

Технологічний процес складається з шести ступенів:

- подача рідини в робочий об'єм при рівномірному профілі розподілу швидкості (причому робочий об'єм заповнюють з повітряним проміжком, а рівномірний профіль розподілу рідини допомагає зменшити енергоємність процесу),

- зарядку накопичувача електроенергії в режимі постійної потужності,

- ініціювання одного або серії електричних розрядів у рідині при швидкості наростання переднього фронту напруги не менше 1010 В/с (енергію дозують шляхом відліку зарядів),

- посилення ефекту руйнування мікроорганізмів за рахунок формування хвиль розтягування при відображенні хвиль стиснення, утворених електричним розрядом від вільної поверхні рідини,

- придушення або гасіння ударних хвиль у магістралях, що підводять і відводять рідину, для виключення їх руйнування,

- відведення знезараженої рідини з робочого об'єму.

Крім того, в окремому випадку можливо ініціювання електричних розрядів в обсязі, відокремленому від робочого об'єму середовищем, що зберігає або збільшує амплітуду хвиль стиснення. Прикладом матеріалу, що є середовищем, що зберігає амплітуду хвилі на кордоні з водою, може бути пінополістирол.

Основною перевагою електроімпульсного способу знезараження питної води є екологічна чистота, а так само можливість використання у великих обсягах рідини.

Однак цей спосіб має ряд недоліків, зокрема відносно високу енергоємність (0,2-1 кВтг/м³) і, як наслідок – дорожнечу.

Електрохімічний метод

Серійно виробляються установки «Ізумруд», «Сапфір», «Аквамін» і т.п. Їх робота заснована на пропусканні води через електрохімічний діафрагмовий реактор, розділений ультрафільтраційною металлокерамічною мембраною на

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

катодну і анодну область. При подачі постійного струму в катодній і анодній камерах відбувається утворення лужного і кислого розчинів, електролітичне утворення активного хлору. У цих середовищах гинуть практично всі мікроорганізми і відбувається часткове руйнування органічних забруднень. Конструкція проточного електрохімічного елемента добре відпрацьована, і набором з різного числа таких елементів отримують установки заданої продуктивності[40].

Знезараження ультразвуком

Знезараження води ультразвуком застосовується порівняно рідко, хоча принцип дії цього методу був запропонований ще у 1928 році [41]. Механізм впливу ультразвуку на мікроорганізми повністю не з'ясований, однак існує кілька науково обґрунтованих гіпотез:

- ультразвук спричиняє утворення мікропорожнин у рідині, що створює значні зсувні напруження та може призводити до руйнування клітинних оболонок бактерій (кавітаційний ефект) [42];
- під дією ультразвуку з рідини інтенсивно виділяються розчинені гази, і газові бульбашки, що утворюються всередині клітини, можуть провокувати її руйнування [43].

Однією з основних переваг ультразвукового знезараження є незалежність ефективності від мутності, кольоровості, складу розчинених речовин і типу мікроорганізмів, що вигідно відрізняє цей метод від більшості традиційних способів знезараження води [44].

Головним параметром, що визначає результативність дії ультразвуку, є інтенсивність коливань, тоді як температура, мутність та склад води чинять мінімальний вплив [41]. Ультразвук являє собою механічні коливання з частотою понад 20 кГц. Діапазон ефективного знезараження зазвичай становить 20 000–1 000 000 Гц, що зумовлено здатністю таких хвиль руйнувати клітинні структури та впливати на фізіологічні процеси мікроорганізмів [45]. Бактерицидний ефект зростає зі збільшенням частоти та інтенсивності хвильового впливу.

Ультразвукове знезараження води вважається перспективною та інноваційною технологією, здатною забезпечити глибоку дезінфекцію без застосування хімічних реагентів. Однак через відносно високу вартість обладнання та енергоємність процес поки що рідко використовується у побутових чи промислових системах очищення води. Попри це, висока ефективність дії ультразвуку на патогенні мікроорганізми свідчить про перспективність його застосування у сучасних системах водопідготовки [46].

Мембранні технології

Використовують для повного або часткового видалення іонів солей із води та розчинних органічних сполук. Їх використання супроводжується знеплідненням, оскільки розмір іонів солей та більшості розчинних органічних сполук значно менші за розміри клітин мікроорганізмів.

Мембранні способи в останні десятиліття досить широко використовуються у промислових масштабах в США, Японії, Франції та країнах Сходу (Саудівська Аравія, Кувейт та ін.).

Суть мембранних способів полягає у фільтруванні оброблюваної води під визначеним тиском на фільтрувальних елементах, які мають різний ступінь затримання забруднень.

Мембранні технології передбачають мікро-, ультра- та нанофільтрування. У поєднанні із мембранним фільтруванням використовують також електродіаліз, мембранну дистиляцію та інші способи.

Мікрофільтрування застосовують для відокремлення від води завислих та колоїдних часточок розміром 0,1...10 мкм. Нано- фільтраційні елементи мають пори від 10 до 50 нм, їх використовують для пом'якшення води з підвищеною жорсткістю та для видалення іонів важких металів.

При мікрофільтрації відбувається достатньо ефективно очищення води від мікроорганізмів, її мінеральний склад не змінюється не суттєво.

Ультрафільтрацію застосовують для доочищення питної води від колоїдних і високомолекулярних забруднень. Ультрафільтраційні мембрани мають пори розміром від 1 до 0,05 мкм. Їх використання малопоширене, оскільки не забезпечується видалення солей жорсткості, важких металів, нітратів. До переваг ультрафільтрації можна віднести високу ефективність знебарвлення, стерилізацію, низький робочий тиск, тривалий термін використання мембран, можливість повної автоматизації. Недоліками є неефективність знепліднення та неефективність до видалення солей жорсткості та важких металів, висока вартість обладнання.

Нанофільтрація має переваги тим, що нанофільтруючі мембрани видаляють з води практично усі колоїди, бактерії і віруси, катіони важких металів. Крім того відбувається ефективно зниження жорсткості, лужності і загального солевмісту води.

Зворотний осмос є ефективним способом очищення води практично від усіх домішок. Зворотньоосмотичні мембрани мають пори розміром менше 10 нм і забезпечують видалення крім мікроорганізмів також органічні сполуки та більшість аніонів та катіонів солей. Пориста структура мембран значно щільніша від мембран для ультрафільтрації. Спосіб передбачає не тільки ефективно видалення різних видів забруднень, у т. ч. мікроорганізмів, колоїдів й розчинених органічних сполук, а також уникнення фазових перетворень. Недоліками способу є значні витрати води та втрати корисних для людини іонів (кальцій, магній та ін.). Крім цього, експлуатація установок зворотного осмосу передбачає скидання

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

в дренаж до 75 % води, тобто «на виході» отримується не більше 25...30 % готового продукту [60].

Таким чином, використання мембранних технологій є перспективним способом водопідготовки у виробництві БПВ як з точки зору знепіднення води, так і для забезпечення необхідного мінерального складу готової продукції, однак можуть застосовуватись у технологічних схемах виробництва питної води визначеного мінерального складу.

Мембрани виготовляють з полімерних матеріалів, пористого скла, графіту, металевої фольги.

За виглядом мембранних елементів зворотньоосмотичні апарати діляться на плоскокамерні, рулонні, трубчасті і з порожнистими волокнами.

Перспективним є використання зворотньоосмотичних апаратів з мембранами із порожнистих волокон, що є полімерними трубками діаметром 50-200 мкм (відношення діаметру до товщини рівне 4-5); вони здатні витримувати великий тиск. Такі волокна намотуються шарами навколо центральної пористої труби діаметром 120-220 мм і поміщаються в напірний циліндровий контейнер. Кінці волокон закріплюються у пробці з епоксидної смоли, утворюючи в торці камеру фільтрату, а концентрат солей відводиться з корпусу контейнера.

Робочий тиск у зворотно осмотичному процесі значно перевищує осмотичний, оскільки потужність процесу визначається різницею тисків. Так, для опріснення солоної води при вмісті солей 3,5% робочий тиск у зворотно осмотичному апараті становить 7-8 МПа, тоді як осмотичний тиск цієї води досягає 2,45 МПа. Потреба застосування високих робочих тисків, які можуть досягати 10-25 МПа для очищення та опріснення концентрованих розчинів, є значним обмеженням використання зворотного осмосу, незважаючи на низькі питомі витрати енергії (у 8-10 разів менші порівняно з дистиляцією) [47].

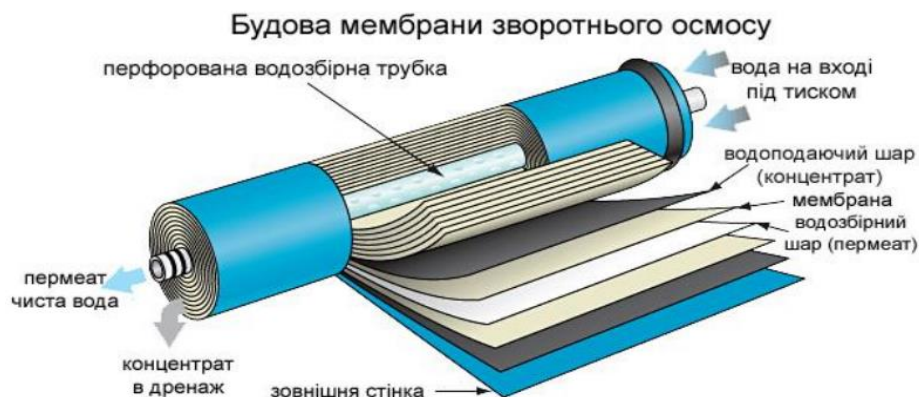


Рисунок 1.3 – Рулонний елемент

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Комплексне знезараження

Комплексне знезараження води є одним із найбільш ефективних рішень для кондитерської промисловості, де якість технологічної води безпосередньо впливає на стійкість сиропів, желейних мас, кремів, глазурей та інших напівфабрикатів. Поєднання реагентних і безреагентних методів забезпечує високу мікробіологічну чистоту та стабільність властивостей води [48].

Одним із найрезультативніших підходів є застосування ультрафіолетового опромінення з подальшим введенням мінімальних доз хлору, що гарантує глибоке знезараження та запобігає повторному мікробному обсіменінню технологічних ліній [49]. Це особливо важливо у виробництві цукрових сиропів і кремкових систем, чутливих до мікробіологічних змін.

Аналогічну ефективність продемонстрували схеми, що включають озонування з подальшим легким хлоруванням. Озон руйнує більшість мікроорганізмів і частину органічних домішок, тоді як мінімальні дозування хлору забезпечують пролонговану дію без інтенсивного утворення хлорорганічних побічних продуктів [50].

На основі практики підприємств кондитерської галузі та сучасних наукових даних особливо перспективним є комплекс, що поєднує УФ-опромінення та мембранну фільтрацію — зворотний осмос. Мембрани дозволяють видаляти до 99 % розчинених солей, бактерій, вірусів, органічних речовин та продуктів їхнього розкладу [51].

Для кондитерських виробництв така вода забезпечує:

- стабільні властивості цукрових сиропів і желейних мас;
- відсутність сторонніх присмаків у шоколадних та карамельних масах;
- підвищену термостійкість кремів і начинок;
- менший ризик мікробного псування продукції під час зберігання;
- покращення органолептичних і фізико-хімічних характеристик

напівфабрикатів;

можливість зменшення доз консервантів через низьке мікробне число [52].

Таким чином, комплексне застосування УФ-опромінення і зворотного осмосу є оптимальною технологією підготовки води для кондитерської промисловості, оскільки дозволяє досягти високого рівня мікробіологічної безпеки, стабільності технологічних процесів та якості готової продукції [53].

Основні поняття про окисно-відновний потенціал (ОВП)

Окисно-відновний потенціал (ОВП) є одним із параметрів, що характеризує здатність речовини до окислення або відновлення. У харчовій промисловості, зокрема у виробництві кондитерських виробів, ОВП відіграє роль у забезпеченні стабільності продуктів, запобіганні їх псуванню та збереженні смакових властивостей. Контроль ОВП дозволяє регулювати процеси окислення жирів, зміну кольору, збереження текстури та органолептичних характеристик продукції.

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окисно-відновний потенціал є параметром, що визначає стабільність кондитерських виробів. Контроль ОВП дозволяє регулювати якість продукції, запобігати небажаним хімічним реакціям та збільшувати термін зберігання. Вплив різних факторів на ОВП відкриває можливості для оптимізації технологічних процесів та покращення характеристик готової продукції.

ОВП відіграє головну роль у контролі мікроорганізмів у харчових продуктах. При низькому ОВП у межах $-500 \dots 0$ мВ створюються сприятливі умови для розвитку анаеробних мікроорганізмів, які можуть викликати псування продуктів або навіть харчові отруєння. Водночас високий ОВП у діапазоні $+200 \dots +500$ мВ сприяє активному росту аеробних бактерій і грибків, що також може негативно впливати на якість продукції, спричиняючи її псування та скорочення терміну зберігання. Жири та олії є одними з основних компонентів кондитерських виробів, які чутливі до окислення. В умовах низького ОВП процеси окислення жирів сповільнюються, що зменшує ризик прогіркання. Високий ОВП сприяє окисленню ненасичених жирних кислот, що призводить до появи неприємного запаху і смаку.

Вимоги до якості та способи підготовки води для виробництва хлібобулочних та кондитерських виробів

Вода є одним із інгредієнтів у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів. Вона не тільки забезпечує необхідну консистенцію тіста, але й бере участь у хімічних та біохімічних процесах, що впливають на текстуру, смак, аромат і якість кінцевого продукту. Головними показниками води є її хімічний склад, окисно-відновний потенціал (ОВП), жорсткість, рівень рН і наявність домішок. Належна підготовка води дозволяє оптимізувати виробничі процеси, запобігти негативному впливу на дріжджові та ферментативні реакції, а також продовжити термін зберігання продукції.

Таблиця 1.1

Основні вимоги до якості води для хлібобулочних і кондитерських виробів

Показник	Рекомендоване значення	Вплив на виробництво
Жорсткість (ммоль/л)	1,5–3,0	Впливає на ферментативну активність, якість тіста та клейковини
рН	6,0–8,0	Оптимізує ферментацію дріжджів та якість тіста
ОВП (мВ)	$-100 \dots +200$	Впливає на окислювальні процеси в продуктах

Продовження табл.1.1.

Загальна мінералізація (мг/л)	≤ 1000	Надлишок солей погіршує структуру тіста
Вміст заліза (мг/л)	$\leq 0,3$	Уникає зміни кольору та небажаного присмаку
Вміст хлору (мг/л)	$\leq 0,5$	Зменшує ризик погіршення дріжджової ферментації
Органічні домішки	Відсутні	Запобігає утворенню сторонніх запахів і смаків
Мікробіологічні показники	Відповідність санітарним нормам	Виключає розвиток небезпечної мікрофлори

Жорсткість води є одним із найважливіших показників, що впливає на якість тіста. Надмірно жорстка вода (більше 3,0 ммоль/л) може викликати надмірне зміцнення клейковини, що робить тісто тугим і менш еластичним. Занадто м'яка вода (менше 1,5 ммоль/л) навпаки, не забезпечує достатньої структурної міцності тіста. Оптимальна жорсткість води сприяє правильному розвитку дріжджів та ферментів, що впливає на якість хлібобулочних і кондитерських виробів. Рівень рН води впливає на активність дріжджів і ферментативні процеси. Оптимальним є значення рН у межах 6,0–8,0. Якщо вода має надто кисле середовище ($\text{pH} < 6,0$), це може сповільнити ферментацію дріжджів і призвести до щільної структури хліба або недостатньої пористості випічки. Лужна вода ($\text{pH} > 8,0$) може негативно вплинути на смак і колір кінцевої продукції.

Окисно-відновний потенціал (ОВП) є показником, що впливає на якість тіста і кондитерських виробів. Вода з низьким ОВП (близько -100 мВ) має антиоксидантні властивості та сприяє тривалому збереженню свіжості продуктів. Високий ОВП (+200 мВ і більше) може прискорювати окислювальні процеси, що впливають на колір, смак і текстуру виробів. Мінеральний склад води також має велике значення. Загальна мінералізація не повинна перевищувати 1000 мг/л, оскільки надлишок розчинених солей може змінити структуру тіста, зробити його надто твердим або крихким. Залізо і хлор у воді можуть негативно впливати на органолептичні властивості виробів. Високий вміст заліза ($> 0,3$ мг/л) може спричинити зміну кольору тіста та появу металевого присмаку. Хлор у високих концентраціях ($> 0,5$ мг/л) може пригнічувати діяльність дріжджів і негативно впливати на ферментацію. Органічні домішки та мікробіологічні показники води мають відповідати санітарним нормам, оскільки будь-які забруднення можуть спричинити сторонні запахи, зміну кольору або навіть зниження терміну зберігання продукції.

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Для забезпечення відповідності води встановленим нормам використовуються різні методи її підготовки. Фільтрація є одним із основних етапів очищення, що забезпечує механічне видалення домішок, осаду та великих частинок, покращуючи прозорість води. Цей процес запобігає засміченню обладнання та негативному впливу на якість тіста.

Пом'якшення води спрямоване на зменшення її жорсткості шляхом видалення солей кальцію та магнію. Використання іонообмінних смол або мембранних технологій (зворотний осмос) дозволяє отримати воду з оптимальними властивостями, що позитивно впливає на клейковину та текстуру тіста. Дехлорування застосовується для усунення надлишку хлору, який може пригнічувати ферментативні процеси та впливати на дріжджове бродіння. Для цього використовують активоване вугілля або спеціальні хімічні реагенти, що ефективно нейтралізують залишковий хлор.

Аерація сприяє насиченню води киснем, що сприяє видаленню розчиненого заліза та інших небажаних газів. Це потрібно для збереження натурального кольору та аромату кондитерських виробів, оскільки присутність заліза може викликати потемніння тіста та небажані смакові відтінки. Коригування окисно-відновного потенціалу (ОВП) дозволяє підтримувати оптимальний рівень, що впливає на окислювальні процеси у воді. Використання антиоксидантів або методів фізико-хімічного впливу, таких як електроліз або каталітичне відновлення, сприяє зниженню ОВП, що є головним для запобігання передчасному окисленню компонентів тіста та збереження свіжості готових виробів.

Знезараження води здійснюється за допомогою УФ-опромінення або озонування, що ефективно знищує мікроорганізми, які можуть спричинити псування продукції. Ультрафіолетове випромінювання руйнує ДНК бактерій та вірусів, а озон, як сильний окисник, забезпечує додаткове очищення від органічних домішок, покращуючи мікробіологічну стабільність води. Комбінація цих методів дозволяє отримати воду, яка відповідає всім технологічним та санітарним вимогам, що необхідно для стабільної якості хлібобулочних та кондитерських виробів.

Якість води є критичним фактором у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, оскільки вона впливає на консистенцію тіста, активність дріжджів, процеси ферментації та органолептичні характеристики продукції. Оптимальні показники жорсткості, рН, мінералізації та ОВП забезпечують стабільність виробничих процесів і покращують якість кінцевого продукту. Використання сучасних методів водопідготовки, таких як фільтрація, пом'якшення, аерація та коригування ОВП, дозволяє отримати воду, яка відповідає технологічним вимогам і сприяє виготовленню високоякісної продукції[54,55].

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічна схема підготовки води для хлібобулочних та кондитерських виробів

Якість води, що використовується у виробництві хлібобулочних та кондитерських виробів, значною мірою впливає на властивості тіста, процеси бродіння, якість готової продукції та її термін зберігання. Вода повинна відповідати санітарним нормам, мати оптимальні фізико-хімічні показники та стабільний окисно-відновний потенціал (ОВП). Для цього використовують спеціальні технологічні процеси очищення та підготовки, що включають механічне фільтрування, пом'якшення, коригування ОВП, знезараження та контроль якості.

Таблиця 1.2

Основні етапи підготовки води

Етап	Призначення	Методи реалізації
Фільтрація	Видалення механічних домішок і суспензій	Піщані, вугільні та поліпропіленові фільтри
Пом'якшення	Зменшення жорсткості води	Іонообмінні смоли, мембранні технології
Коригування ОВП	Зміна окисно-відновного потенціалу води	Електроліз, газове насичення, антиоксиданти
Знезараження	Усунення мікроорганізмів	Озонування, УФ-опромінення, хлорування
Контроль якості	Перевірка відповідності нормам	Лабораторний аналіз, автоматичні датчики

Підготовка води для хлібобулочних та кондитерських виробів відбувається у кілька послідовних етапів, що забезпечують її відповідність необхідним параметрам. Спочатку здійснюється фільтрація, яка передбачає механічне очищення води від великих домішок, піску, іржі та органічних залишків. Для цього використовують поліпропіленові або вугільні фільтри, що ефективно затримують забруднення та покращують прозорість води.

Наступним етапом є пом'якшення води, яке необхідне для видалення солей кальцію та магнію, що можуть впливати на якість тіста. Жорстка вода може сповільнювати бродіння та змінювати структуру клейковини. Для пом'якшення використовують іонообмінні смоли або мембранні установки (зворотний осмос), які дозволяють отримати воду з оптимальними характеристиками.

Коригування ОВП є головним процесом, оскільки рівень окисно-відновного потенціалу води впливає на якість готової продукції. Для зниження ОВП застосовують антиоксиданти (аскорбінова кислота, поліфеноли) або електрохімічну активацію, що змінює баланс окислювально-відновних реакцій у воді. Підвищення ОВП може бути корисним для знезараження води та проводиться шляхом аерації або озонування. Знезараження є обов'язковим

етапом, що гарантує безпеку води, запобігаючи потраплянню шкідливих мікроорганізмів у харчові продукти. Найпоширеніші методи – це озонування, ультрафіолетове опромінення та хлорування. Озонування дозволяє ефективно усувати бактерії без залишкових домішок, тоді як УФ-опромінення є екологічно чистим способом знезараження. Завершальним етапом є контроль якості води. Перед використанням у виробничому процесі вода проходить лабораторний аналіз на рівень жорсткості, ОВП, наявність домішок і мікроорганізмів. Для автоматичного контролю застосовуються електронні датчики та тестові системи, що дозволяють оперативно відстежувати параметри води в реальному часі.

Вода є одним із компонентів у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, оскільки вона бере участь у формуванні структури тіста, впливає на активність дріжджів, розчинність інгредієнтів і перебіг хімічних реакцій. Її фізико-хімічні властивості, такі як жорсткість, кислотність, вміст розчинених солей та окисно-відновний потенціал (ОВП), можуть суттєво впливати на якість кінцевої продукції.

Застосування комплексної системи підготовки води дозволяє усунути механічні, хімічні та мікробіологічні забруднення, що можуть негативно позначатися на виробничому процесі. На початковому етапі здійснюється фільтрація, яка забезпечує очищення води від твердих частинок, іржі, органічних домішок та інших небажаних забруднень. Наступний етап – пом'якшення води, що передбачає зниження її жорсткості шляхом видалення надлишку кальцію та магнію. Це потрібно для процесів ферментації, оскільки надмірна жорсткість може уповільнювати активність дріжджів і негативно впливати на формування клейковинного каркасу тіста.

Коригування окисно-відновного потенціалу відіграє роль у забезпеченні стабільності хімічних процесів та мікробіологічної безпеки. Для цього застосовують методи електрохімічної активації, насичення води киснем або озоном, а також використання антиоксидантів, які запобігають небажаному окисленню інгредієнтів. Знезараження води проводиться за допомогою ультрафіолетового випромінювання, озонування або хімічних реагентів, що дозволяє усунути патогенні мікроорганізми та забезпечити мікробіологічну безпеку готової продукції.

Завершальним етапом є контроль якості води, який включає перевірку її фізико-хімічних та мікробіологічних параметрів. Впровадження сучасних автоматизованих систем моніторингу дозволяє підтримувати стабільний рівень показників води, що сприяє оптимальному перебігу технологічних процесів.

Таким чином, ретельна підготовка води є необхідною умовою для отримання хлібобулочних і кондитерських виробів високої якості. Використання ефективних методів очищення, коригування ОВП та знезараження дозволяє покращити органолептичні характеристики продукції, забезпечити її стабільність і продовжити термін зберігання.

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

1.2. Експериментальні дослідження процесу очищення води з використанням комплексного сорбенту Есоміх А

1.2.1. Об'єкти і методи досліджень

Об'єкт дослідження технологія очищення питної води.

Предмет дослідження - якість води для виробництва кондитерських виробів, ефективність застосування комплексного сорбенту «Есоміх А».

Методи дослідження – фізико-хімічні методи аналізу показників якості очищеної природної води .

Експериментальна частина виконувалась у науково-дослідній лабораторії кафедри технології цукру і підготовки води.

Характеристики завантажень, які використовувались для покращення якості води

Установки очищення води серії «Filter1c Есоміх А»призначені для комплексної підготовки води, що включає видалення солей твердості, органічних забруднень, а також сполук заліза та марганцю.

Конструктивно система являє собою фільтр із корозійностійкого, високоміцного композитного матеріалу, оснащений керуючим клапаном. До складу постачання також входить сольовий бак.

Керуючий клапан обладнаний лічильником, який забезпечує автоматичне проведення регенерації відповідно до заданої циклограми. Частота регенерацій залежить від фільтроциклу – об'єму очищеної води, що визначається програмою контролера під час налаштування обладнання.

У таблиці 1.3. подано склад комплекту постачання фільтрувальної установки.

Таблиця 1.3

Комплект постачання фільтрувальної установки

Назва деталі	Кількість
Корпус фільтра	1 шт.
Автоматичний керуючий клапан	1 шт.
Верхній і нижній дренажно-розподільний пристрої	1 комплект
Центральна труба	1 шт.
Універсальний сорбент Есоміх А	37 л
Бак-солерозчинник	1 комплект

Як фільтрувальний матеріал застосовується спеціально розроблений НВО «Екософт» сорбент Есоміх А, який відзначається високою універсальністю та надійністю у процесі експлуатації. Під час накопичення у шарі сорбенту солей жорсткості, а також сполук заліза та марганцю, проводиться його регенерація. Відновлення властивостей фільтрувального матеріалу Есоміх А здійснюється із застосуванням таблетованої солі.

У таблиці 1.4. представлені робочі характеристики фільтрувального матеріалу Еsomix А

Таблиця 1.4

Робочі характеристики фільтрувального матеріалу

Назва характеристики	Од.вимір.	Значення
Продуктивність робоча, макс.	м ³ /год	1,25/1,5
Робочий тиск	атм	2-6
Температура води	° С	+4-+30
Електроживлення		220 В, 50 Гц
Діаметр підключення трубопроводів	різьба	1” NPT
Необхідний рівень очищення від механічних домішок	мкм	100
Габаритні розміри (ширина x глибина x висота)	см	73*45*160
Висота підключень	м	1,39
Витрачання солі на регенерацію	кг	3,7-6,0
Об’єм стоків, що утворюються при регенерації фільтра	м ³	0,37
Тривалість регенерації	хв	80-110
Об’єм очищеної води між регенерацією	м ³	4,33

Для забезпечення ефективної роботи сорбенту Еsomix А необхідно дотримуватися наступних умов експлуатації:

- максимальна жорсткість оброблюваної води не повинна перевищувати 15 мг-екв/л;

- максимальний вміст заліза у воді – не більше 2 мг/л;

- максимальний вміст марганцю у воді – не більше 2 мг/л;

- максимальна окисність води – 10 мгО₂/л.

За дотримання зазначених параметрів термін служби фільтрувального матеріалу до необхідності його заміни становить у середньому 5-7 років.

Обслуговування установки включає періодичне поповнення таблетованої солі у баку сольового розчинника, а також перевірку та корекцію налаштувань контролера у випадку тривалих перебоїв електроживлення.

Комплексний сорбент Еsomix А складається з наступних компонентів:

1. Інертний матеріал, який забезпечує рівномірне зворотне промивання та підтримує гідравлічну стабільність шару фільтрувального завантаження.

2. Сорбент FerroSorb, призначений для зниження вмісту заліза та марганцю у воді. Механізм видалення заліза включає адсорбцію на поверхні матеріалу, окислення, формування активного шару та автокаталітичне окислення. Внаслідок цього зменшується концентрація всіх основних форм заліза: розчиненого, окисленого, органічного та колоїдного. Найвища

ефективність видалення заліза і марганцю досягається при подачі води безпосередньо зі свердловини на матеріал Еsomix А.

3. Сорбент HumiSorb, який забезпечує зниження перманганатної окиснюваності та кольоровості води. Видалення органічних сполук відбувається за механізмом електростатичної гідрофобної взаємодії.

4. Іонообмінна смола (катіоніт), що забезпечує пом'якшення води. У процесі фільтрування іони жорсткості Ca^{2+} та Mg^{2+} заміщуються на іони натрію (Na^+). Під час регенерації іони кальцію та магнію видаляються у дренаж, а катіоніт відновлюється іонами натрію з сольового розчину.

5. Кварцовий пісок, який використовується для рівномірного розподілу потоку води через шар фільтрувального матеріалу під час зворотного промивання.

Методики досліджень

Визначення рН води. Вимірювання рН води слід проводити невідкладно після відбору проби, оскільки цей показник швидко змінюється через протікання різноманітних хімічних, фізичних та біохімічних процесів у пробі.

Для визначення рН використовується рН-метр. Перед початком вимірювання електроди приладу ретельно промивають дистильованою водою та обсушують за допомогою паперового фільтру.

Температуру розчину визначають за показниками термометру рН-метра та встановлюють її значення за допомогою ручки «Температура розчину». Потім електроди занурюють у склянку з досліджуваною водою, натискають кнопку вибору діапазону вимірювання 1-14 та за нижньою шкалою приладу отримують попереднє (грубе) значення рН. Після цього за допомогою кнопки відповідного діапазону рН визначають точне значення показника за верхньою шкалою приладу з точністю до 0,05

Після завершення вимірювань електроди занурюють у склянку з дистильованою водою для промивання та збереження працездатності [52].

Визначення загальної жорсткості води

Для визначення загальної жорсткості води у конічну колбу об'ємом 250 см^3 наливають 50 см^3 досліджуваної води, додають 4 см^3 аміачного буферного розчину та декілька кристаликів сухої суміші індикатора еріохром-чорного з хлоридом натрію. Утворений розчин набуває винно-червоного забарвлення. Пробу титрують стандартним розчином трилону Б (10 ммоль/дм^2) при енергійному перемішуванні до моменту зміни кольору на синій.

Загальну жорсткість розраховують за формулою:

$$Ж_3 = \frac{v_1 \times C_1}{v_0}, \text{ ммоль/дм}^3$$

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

де v_1 — об'єм розчину трилону Б, витраченого на титрування, см^3 ; C_1 — концентрація розчину трилону Б, ммоль/дм^3 ($C_1 = 10 \text{ ммоль/дм}^3$); v_0 — об'єм проби води, взятої на аналіз, см^3 (як правило, $v_0 = 50 \text{ см}^3$) [53].

Визначення загального заліза методом роданіду калію

Побудова градууювального графіка

Із стандартного розчину заліза (III), що містить 0,1 мг Fe^{3+} в 1 мл, готують робочий розчин з концентрацією 0,005 мг Fe^{3+} /мл. У 7 мірних колбах об'ємом 50 мл послідовно додають по 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20 мл робочого розчину. До кожної колби додають 2 мл хлоридної кислоти (1:1) та 50%-ний розчин роданіду амонію (калію), після чого колби доводять до мітки дистильованою водою. Отримані розчини мають концентрацію заліза (III) відповідно 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2 мг/л. Розчини забарвлюються у червоний колір, інтенсивність якого пропорційна концентрації Fe^{3+} .

Через 5 хвилин проводять фотометричне визначення заліза, використовуючи зелений світлофільтр ($\lambda = 490\text{--}530 \text{ нм}$) та кювету товщиною 2 см. Розчином порівняння служить дистильована вода. Для побудови градууювального графіка на осі ординат відкладають значення оптичної густини розчинів, на осі абсцис — відповідні концентрації Fe^{3+} .

Визначення загального вмісту заліза у воді

При загальному вмісті заліза до 3 мг/л аналіз проводять без розведення проби. У мірну колбу 50 мл наливають приблизно 20–30 мл досліджуваної води, додають 2 мл розчину хлоридної кислоти (1:1) та декілька кристалів персульфату амонію для окислення Fe^{2+} у Fe^{3+} , після чого інтенсивно перемішують протягом 3 хв. Потім додають 2 мл розчину роданіду амонію (калію), знову перемішують і через 3 хвилини проводять фотометричне вимірювання. Загальний вміст заліза визначають за градууювальним графіком [56]

Визначення сухого залишку

Рівень мінералізації води визначають за допомогою TDS-метру (солеміру). Принцип дії цих приладів ґрунтується на прямій залежності електропровідності води від її мінералізації. TDS-метри є портативними, доступними за вартістю та простими у використанні, що дозволяє застосовувати їх у різних сферах контролю якості води.

Для проведення вимірювань прилад занурюють у досліджувану воду та активують кнопку «Пуск». Результати вимірювання відображаються на екрані приладу. Перед і після використання прилад обов'язково промивають дистильованою водою для забезпечення точності та тривалого терміну служби.

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Опис дослідної установки. Дослідження ефективності очищення природних вод із застосуванням комплексного сорбенту Ecomix A проводили на лабораторній установці медійної фільтрації, схема якої наведена на рис. 1.4.

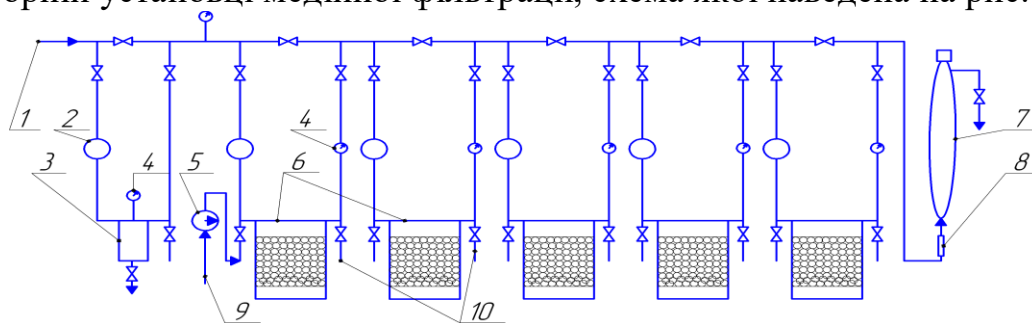


Рис. 1.4. Лабораторна установка медійної фільтрації

1 – подача води з резервуара; 2 – лічильники; 3 – попередній фільтр; 4 – манометр; 5 – насос-дозатор; 6 – основні фільтри; 7 – ультрафіолетова лампа; 8 – поплавковий рівнемір; 9 – подача води з крана; 10 – відбір води після фільтру.

Фільтрація здійснюється наступним чином: вода під тиском надходить по трубопроводу до кожного фільтра. Регулюючі крани дозволяють спрямовувати потік води на один фільтр або на декілька одночасно. У середині фільтра вода проходить через шар сорбенту знизу вгору, де відбувається сорбція забруднюючих речовин гранулами сорбенту. Після цього профільтрована вода відбирається для подальшого аналізу [57].

1.2.2. Результати експериментальних досліджень та їх обговорення

Дослідження ефективності видалення заліза комплексним сорбентом EcomixA

Для досліджень обрано воду з артезіанської свердловини, яка знаходиться за смт. Гостомель, вул. Дніпровська 12 В.

В таблиці 1.2 представлені дані дослідження якості води з артезіанської свердловини, відібраної для аналізу. Нормативне значення відповідних показників наведено за ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Таблиця 1.5

Показники якості артезіанської

Найменування показника	Значення показника	
	фактичне	за ДСанПіН 2.2.4-171-10
Запах при 20 °С, бали	1	<2
pH	7,29	6,5-8,5
Забарвленість, град.	18,00	<20

Каламутність, нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК = 0,58 мг/дм ³)	15,00	<1
Жорсткість загальна, ммоль/дм ³	6,720	<7
Кальцій, мг/дм ³	106,000	не регл.
Магній, мг/дм ³	18,000	не регл.
Лужність загальна, ммоль/дм ³	6,360	не регл.
Залізо загальне, мг/дм ³	1,460	<0,2
Марганець, мг/дм ³	0,197	<0,05
Сульфати, мг/дм ³	49,00	<250
Хлориди, мг/дм ³	25,00	<250
Нітрати, мг/дм ³	4,00	<50
Гідрокарбонати, мг/дм ³	388,00	не регл.
Перманганатна окиснюваність, мг/дм ³	2,00	<5
Сухий залишок, мг/дм ³	624,00	<1000

Згідно з проведеними дослідженнями, значення рН води становить 7,29, що відповідає нормативним межах ДСанПіН 2.2.4-171-10 (6,5–8,5), тобто вода є безпечною для вживання людиною.

Загальна жорсткість води складає 6,72 ммоль/дм³, що відносить воду до категорії м'яких вод за класифікацією і відповідає вимогам нормативної документації (не більше 7 ммоль/дм³).

Вміст кальцію та магнію становить 106 мг/дм³ та 18 мг/дм³ відповідно, що не регламентується ДСанПіН, але є типовим для природних вод.

Вміст заліза та марганцю становить 1,46 мг/дм³ та 0,197 мг/дм³, що перевищує допустимі нормативні межі (<0,2 мг/дм³ для заліза та <0,05 мг/дм³ для марганцю). Це свідчить, що воду необхідно піддавати очищенню перед вживанням.

Інші показники води:

- Сульфати – 49 мг/дм³ (<250 мг/дм³);
- Хлориди – 25 мг/дм³ (<250 мг/дм³);
- Нітрати – 4 мг/дм³ (<50 мг/дм³);
- Гідрокарбонати – 388 мг/дм³;
- Перманганатна окиснюваність – 2,0 мг/дм³ (<5 мг/дм³);
- Сухий залишок – 624 мг/дм³ (<1000 мг/дм³).

Таким чином, більшість показників води відповідає встановленим нормам, за винятком підвищеного вмісту заліза та марганцю, що потребує додаткового очищення для забезпечення безпеки питної води.

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Метою проведених досліджень було встановлення ефективності використання сучасного комплексного сорбенту «Есоміх А» для очищення води. Для експерименту в якості об'єкта дослідження застосовували модельний розчин FeCl_2 з концентрацією 0,25 мг/дм³.

Тривалість контакту води із сорбентом «ЕсоміхА» варіювали в межах 10–600 с. Вміст заліза у підземній воді визначали відповідно до методики, описаної вище.

Встановлено залежність концентрації іонів заліза у воді від тривалості обробки комплексним сорбентом «Есоміх А», дані досліджень представлені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Дослідження залежності вмісту іонів заліза у воді від тривалості обробки комплексним сорбентом Есоміх А

Час контакту, с	Вміст заліза, мг/дм ²
0	1,46
10	1,17
30	1,17
60	1,04
120	1,03
300	1,01
600	0,95

За одержаними експериментальними даними розрахуємо ефективність очищення води за формулою:

$$E\phi = \frac{C_{\text{поч}} - C_{\text{кін}}}{C_{\text{поч}}} \times 100\% ,$$

де $C_{\text{поч}}$ – початкова концентрація іонів заліза у воді; $C_{\text{кін}}$ – кінцева концентрація іонів заліза у воді.

Результати дослідження ефективності видалення заліза з води комплексним сорбентом Есоміх А наведені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Ефективність видалення заліза з води комплексним сорбентом Есоміх А

Час контакту, с	Ефективність видалення іонів заліза, %
10	20
30	20
60	29
120	30
300	31
600	35

Слід зазначити, що ефективність видалення заліза з води, відібраної з артезіанської свердловини на підприємстві не відповідає вимогам до якості питної води. Тому для зниження вмісту заліза у воді до значень, які вказані в нормативній документації доцільним є попереднє застосування каталітичних засипок на основі діоксиду мангану і комплексу з гіпохлоритом або озоном для окиснення заліза.

Для цього, були проведені дослідження із застосуванням гіпохлориту натрію у кількості 0,0001 % та подальшої обробки води у каталітичному фільтрі із засипкою «BIRM»

Таблиця 1.8

Дослідження залежності вмісту іонів заліза у воді від тривалості обробки у каталітичному фільтрі із засипкою «BIRM»

Час контакту, с	Вміст заліза, мг/дм ²
0 (контроль)	1,46
20	0,37
40	0,25
60	0,23

Таким чином, враховуючи якість води з артезіанської свердловини. Зокрема наявність високо вмісту заліза та марганцю, доцільним є застосування додаткової стадії обробки води у каталітичному фільтрі із засипкою «BIRM»

Дослідження ефективності зниження твердості комплексним сорбентом Еcomix А

Метою проведених досліджень було оцінити ефективність роботи сучасної комплексної засипки Еcomix А при очищенні води. У ході експерименту як модельний об'єкт використовували розчин CaCl₂ з концентрацією 4,0 мг/дм³.

Тривалість контакту води із завантаженням Еcomix А змінювали у діапазоні 10–600 с. Визначення показника загальної твердості у підземній воді здійснювали згідно з методикою, наведено вище.

В таблиці представлено залежність зменшення твердості води від часу її обробки комплексним сорбентом Еcomix А.

Таблиця. 1.9

Дослідження зниження твердості води від тривалості

Час контакту, с	Твердість, мг/дм ³
0	6,72
10	6,05
30	5,53
60	4,8

120	4,03
300	3,69
600	2,96

Метою проведених досліджень було оцінити ефективність роботи сучасної комплексної засипки Есоміх А при очищенні води. У ході експерименту як модельний об'єкт використовували розчин CaCl_2 з концентрацією $4,0 \text{ мг/дм}^3$.

Тривалість контакту води із завантаженням Есоміх А змінювали у діапазоні 10–600 с. Визначення показника загальної твердості у підземній воді здійснювали згідно з методикою, наведеною вище.

У таблиці представлено дані щодо дослідження зменшення твердості води від часу її обробки комплексним сорбентом Есоміх А.

На основі отриманих експериментальних результатів було здійснено розрахунок ефективності пом'якшення води за допомогою формули:

$$E\phi = \frac{C_{\text{поч}} - C_{\text{кін}}}{C_{\text{поч}}} \times 100\% ,$$

де $C_{\text{поч}}$ – початкове значення показника твердості у воді; $C_{\text{кін}}$ – кінцеве значення показника твердості у воді.

Узагальнені результати оцінювання ефективності зниження твердості води під дією комплексної засипки Есоміх А подано у таблиці 1.7.

Таблиця 1.10

Ефективність зниження твердості води комплексним сорбентом Есоміх А

Тривалість контакту, с	Ефективність зниження твердості води, %
10	9,98
30	17,71
60	28,57
120	40,03
300	45,09
600	55,95

Було проаналізовано, як змінюється ступінь пом'якшення води залежно від тривалості її взаємодії із завантаженням Есоміх А. Уже після перших 10 секунд контакту з сорбентом спостерігається помітне зменшення показника твердості, що свідчить про високу реакційну здатність і швидку іонообмінудію матеріалу.

1.2.3. Встановлення оптимальних умов за тривалістю контакту води з комплексним сорбентом Есоміх А

Оптимізація передбачає надання процесам або системам найбільш вигідних характеристик чи співвідношень. Вона може охоплювати виробничі, технологічні, економічні та інші аспекти діяльності. Оптимізаційна задача вважається сформульованою тоді, коли визначено критерій оптимальності (наприклад, економічні показники, вихід продукту, рівень домішок), задано змінні параметри, що впливають на результат (температура, тиск, витрати сировини тощо), встановлено математичну модель об'єкта та накладено необхідні обмеження, пов'язані з технологічними умовами, економічними чинниками чи особливостями обладнання.

Методи оптимізації включають прямі та ітераційні підходи і застосовуються для пошуку найкращих технологічних режимів, визначення оптимальних конструкцій обладнання, вибору раціонального часу протікання процесів та інших технічних задач.

Для встановлення оптимальної тривалості контакту води з комплексним сорбентом Есоміх А було застосовано методи математичного моделювання та оптимізації технологічних процесів.

Вихідні експериментальні дані, що використовувалися для проведення оптимізаційних розрахунків, наведені в таблиці 1.11 [58,59]

Таблиця 1.11

Результати досліджень залежно від часу контакту досліджуваної води з комплексним сорбентом Есоміх А

Час контакту, с	pH	Твердість, мг/дм ³	Залізо, мг/дм ³	Солевміст, мг/дм ³
Вихідна вода	7,54	6,72	0,25	624
10	6,34	6,05	0,17	510
30	6,30	5,53	0,17	396
60	6,13	4,8	0,14	310
120	6,11	4,03	0,13	205
300	6,11	3,69	0,11	190
600	6,11	2,96	0,11	180

Цільовою функцією є узагальнений критерій оптимізації $F(X)$, який враховує максимальний ефект очищення, ефективність за різних концентрацій і затрати на очищення (час процесу).

Враховуючи, що всі фактори є однаково важливими, вагові коефіцієнти обрано так:

$$Ff_j := (ff1_j)^{0.2} \cdot (ff2_j)^{0.2} \cdot (ff3_j)^{0.2} \cdot (ff4_j)^{0.2} \cdot (ff5_j)^{0.2}$$

Знаходимо оптимальні значення часу контактування по узагальненому критерію оптимальності. Для цього задаємо діапазон зміни параметру оптимізації і кількість розрахункових точок критерію, далі формується масив значень параметрів і розраховуються за знайденими формулами натуральні значення критеріїв оптимальності. Програма переведення натуральних значень критеріїв оптимальності в безрозмірну форму виконується методом Харрінгтона. Для розрахунку при переведенні факторів в безрозмірну форму за методикою Харрінгтона вказуємо рівні значущості.

На рис. 1.5 зображена залежність узагальненого критерію оптимальності від часу контакту з комплексним реагентом Ecomix A.

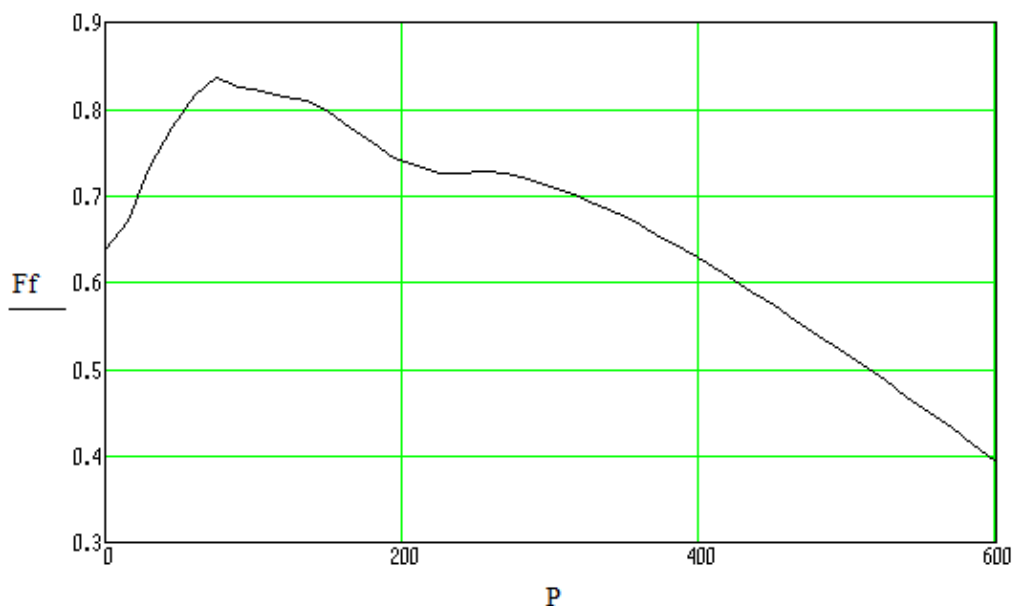


Рис.1.5. Залежність узагальненого критерію оптимальності від часу контакту з комплексним реагентом Ecomix A

Оптимальною тривалістю контакту води із сорбентом є 75 с, за якої значення показника становить 0,837, що повністю відповідає вимогам поставленої задачі з оптимізації технологічного процесу.

Висновки за розділом

Було проведено аналітичний огляд сучасних підходів до очищення природних вод та особливостей застосування комплексного сорбенту Ecomix A. Проаналізовано фізико-хімічні показники якості води, що впливають на вибір технології її підготовки, зокрема жорсткість, вміст заліза, марганцю, органічних домішок та величину рН. Встановлено, що ці показники визначають ефективність роботи фільтрувальних систем і потребують постійного контролю за допомогою лабораторних методів аналізу.

Розглянуто принцип дії та склад комплексного завантаження Ecomix A, яке поєднує п'ять функціональних компонентів: інертний матеріал, сорбенти FerroSorb і HumiSorb, катіоніт та кварцовий пісок. Доведено, що таке поєднання забезпечує одночасне видалення солей жорсткості, сполук заліза та марганцю, а також органічних речовин, що підтверджує універсальність даного сорбенту для комплексної підготовки води.

Було описано конструктивні особливості фільтрувальних установок серії Filter1С Ecomix A, їх принцип роботи та основні експлуатаційні вимоги. Показано, що коректна робота системи можлива за дотримання встановлених граничних значень вхідних показників води, а також за своєчасного проведення регенерації фільтрувального матеріалу.

Також було проаналізовано лабораторну установку медійної фільтрації, що використовується для експериментального дослідження процесів очищення води. Встановлено, що її конструкція дозволяє проводити моделювання різних режимів фільтрації та оцінювати вплив технологічних параметрів на ефективність очищення.

Таким чином, у розділі обґрунтовано доцільність застосування комплексного сорбенту Ecomix A для очищення природних вод та сформовано теоретичну основу для проведення подальших експериментальних досліджень, представлених у наступних розділах роботи.

					Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТНО-ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНКИ

2.1. Загальна характеристика підприємства та опис технологічної схеми виробництва

Підприємства крафтового сегмента харчової промисловості вирізняються особливою увагою до якості продукції, контролю технологічних параметрів та гнучкістю виробничих процесів. Саме такі принципи лежать в основі діяльності ТМ «Sladusik», яке працює у форматі сучасного крафтового кондитерського виробництва й спеціалізується на виготовленні продукції преміального рівня. Характеристика підприємства охоплює його місцезнаходження, організаційну структуру та виробничі підрозділи, що забезпечує розуміння загальної моделі функціонування та технологічних процесів.

Підприємство ТМ «Sladusik» розташоване в Київській області, смт Гостомель, що є логістично вигідною локацією завдяки близькості до столиці та розвиненій інфраструктурі. Таке розташування дає можливість оперативно постачати продукцію в межах Київського регіону, працювати з корпоративними замовниками та забезпечувати швидку доставку в сегменті b2c. Наявність власного рефрижераторного транспорту дозволяє підприємству самостійно підтримувати необхідний температурний режим під час перевезення виробів, що гарантує дотримання норм харчової безпеки та стабільність якості кондитерської продукції.

Профіль діяльності підприємства охоплює виготовлення крафтових кондитерських виробів преміального сегмента, що включають торти, десерти, мусові вироби, тістечка, кремові та желейні композиції, а також сезонні позиції та вироби на індивідуальне замовлення. Важливою особливістю виробництва є ручна робота та використання високоякісної сертифікованої сировини. Підприємство працює як у форматі b2c, пропонуючи готову продукцію кінцевим споживачам, так і у b2b сегменті, співпрацюючи з кав'ярнями, ресторанами, десертними студіями й замовниками, які потребують регулярних поставок виробів стабільної якості.

Підприємство активно підтримує стандарти безпеки та якості, підтвержені наявністю сертифікатів відповідності на основну сировину та готову продукцію. Ця політика є основою формування довіри між виробником і партнерами, а також гарантує стабільний рівень якості незалежно від обсягів виробництва. Систематичний контроль технологічних процесів, дотримання санітарно-гігієнічних норм і регулярне оновлення технологічного обладнання дозволяють підприємству займати стійку позицію на ринку крафтових кондитерських виробів.

Підприємство ТМ «Sladusik» має декілька ключових технологічних підрозділів, які забезпечують повний цикл виготовлення кондитерських виробів від приймання сировини до пакування та доставки готової продукції.

					Розділ 2. Проєктно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціонування кожного підрозділу є взаємопов'язаним, що дозволяє підтримувати стабільність технологічних процесів і досягати високої якості кінцевого продукту.

Першим технологічним підрозділом є сировинна зона, де здійснюється приймання, маркування та первинний контроль основних і допоміжних матеріалів. Тут проводиться оцінка відповідності документів, огляд упаковки, органолептична перевірка та за необхідності відбір проб. Зона обладнана стелажними системами для розміщення сировини, що дозволяє дотримуватися вимог щодо ізоляції компонентів, їх партійності та термінів придатності.

Важливою ланкою технологічного процесу також є цех водопідготовки, який забезпечує підприємство очищеною водою необхідної якості. У цьому підрозділі проводяться процеси фільтрації, пом'якшення, знезалізнення та, за потреби, доочищення (включно з ультрафільтрацією або зворотноосмотичним очищенням). Очищена вода використовується для:

- приготування сиропів, желатинових та пектинових розчинів;
- миття обладнання та інвентарю відповідно до вимог санітарних правил;
- забезпечення стабільності рецептур, де вода є інгредієнтом;
- підтримання рівня безпечності та мікробіологічної чистоти технологічного процесу.

Наявність цього підрозділу гарантує контрольовану якість води, що є критично важливим чинником у виробництві кремкових і мусових виробів.

Наступним важливим підрозділом є підготовчий цех, де проводиться переробка інгредієнтів перед передачею у виробничу зону. Тут здійснюється просіювання борошна, темперування масла, фільтрація рідких компонентів, підготовка желатинових і пектинових розчинів, визначення температури інгредієнтів та доведення їх до технологічних параметрів. Усі підготовчі операції мають величезне значення, оскільки забезпечують однорідність сировини, її відповідність рецептурі та стабільність наступних стадій виробництва.

Центральним підрозділом підприємства є виробничий цех, де безпосередньо формуються кондитерські вироби. Тут розміщене технологічне обладнання для приготування кремів, мусів, бісквітних основ, сиропів, глазурей та декоративних елементів. Виробничий процес на підприємстві має ручний характер, що дозволяє контролювати кожну операцію, коригувати параметри в реальному часі та забезпечувати унікальність виробів. Особливо важлива роль відводиться контролю температури мас, швидкості збивання, тривалості змішування та якості стабілізаторів.

Наступним технологічним підрозділом є зона охолодження та стабілізації, де готові вироби набувають потрібної структури. Мусові десерти, кремкові вироби та торти проходять стадію стабілізації при контрольованих температурах, що дозволяє сформувати гладку текстуру та забезпечити стійкість під час

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортування. Зона оснащена холодильними камерами, індикаторами температури та системою контролю вологості.

Фінальною ділянкою є фасувально-логістичний підрозділ, де вироби пакуються, маркуються та передаються для доставки клієнтам. Підприємство активно використовує власний рефрижераторний транспорт, що дозволяє зберегти якість кремових і мусових виробів під час перевезення. Саме цей підрозділ забезпечує організацію своєчасних поставок у сегменти b2b і b2c.

Нижче подано узагальнену таблицю технологічних підрозділів і їхніх функцій.

Таблиця 2.1

Основні технологічні підрозділи підприємства ТМ «Sladusik»

Підрозділ	Функції
Сировинна зона	Приймання сировини, маркування, попередній контроль
Цех водопідготовки	Очищення, фільтрація, пом'якшення та підготовка води для рецептур і санітарних потреб
Підготовчий цех	Підготовка інгредієнтів, просіювання, темперування, фільтрація
Виробничий цех	Приготування виробів, збивання, змішування, формування
Зона охолодження	Стабілізація виробів, контроль температури й вологості
Фасувально-логістичний відділ	Пакування, маркування, організація доставки у рефрижераторах

Загальна характеристика підприємства ТМ «Sladusik» демонструє, що виробництво побудоване на принципах технологічної дисципліни, чіткого розподілу функцій та строгої відповідності стандартам якості. Кожен підрозділ працює синхронно з іншими, що дозволяє підтримувати стабільний технологічний цикл і забезпечувати високу якість крафтових кондитерських виробів.

2.2. Вхідний контроль води

Вхідний контроль води зі свердловини здійснюється технологом (лаборантом) виробництва 1 раз на тиждень за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, колір, запах, смак), показниками загальної жорсткості, водневого показнику, окисно-відновного показнику (ОВП). Значення реєструються в Журналі придатності води до розливу.

Вхідний контроль основних допоміжних матеріалів проводиться відповідальною особою виробництва в кожній партії за такими якісними показниками: пакування, маркування, зовнішній вигляд, цілісність, місткість,

перевіряється наявність та правильність оформлення супровідної документації. Після перевірки на відповідність вимогам зазначеним у супровідній документації здійснюється відповідний запис у «Журнал вхідного контролю основних допоміжних матеріалів» та «Журнал контролю місткості тари, що надходить на виробництво».

Процес очищення води повністю автоматизований, контроль здійснюється висококваліфікованими фахівцями та спеціальними приладами. Знезараження води здійснюється озоном, ультрафіолетом і сріблом. В цілому, витримуються всі стандарти гігієни, існуючі для харчових підприємств.

Вода проходить наступні етапи очищення:

Перший етап: з свердловини вода надходить на попереднє озонування, де сполуки природного заліза, марганцю та сірководню окислюються і випадають в осад.

Другий етап: фільтр механо-каталітичного з використанням BIRM очищення видаляє з води залишкова кількість заліза, марганцю, сірководню, осаду, піску, інших зважених у воді речовин. Для відновлення та очищення цих фільтрів не використовуються ніякі хімічні сполуки, а тільки озонована вода.

Третій етап: іонізатор електрохімічної активації води (ЕХАВ) забезпечує електрохімічну обробку води з утворенням активних форм окисників та відновників. У процесі іонізації відбувається пригнічення та інактивація мікроорганізмів, зниження окисно-відновного потенціалу або його стабілізація до заданих значень, а також руйнування частини органічних сполук, що зумовлюють неприємний запах і присмак води.

Четвертий етап: зниження загальної жорсткості води, Для цього використовуємо мембранні технології. Далі вода проходить через ультрафіолетову установку для повного знезараження.

В результаті використання зазначеної технології водопідготовки для кондитерського виробництва ми отримуємо воду з оптимальним вмістом мінеральних речовин.

Вода рекомендована для використання безпосередньо у виробничому процесі, включаючи заміс тіста, приготування сиропів, кремів, глазури та інших напівфабрикатів. При кип'ятінні можливе утворення легкого осаду природних солей кальцію і магнію, що не впливає на якість готової продукції.

Для забезпечення безпеки та стабільної якості вода повинна мати санітарно-гігієнічні висновки МОЗ України, а персонал, задіяний у виробничому процесі, – відповідні санітарні книги та регулярні медичні огляди.

Застосування такої води у виробництві кондитерських виробів забезпечує отримання продукції високої якості, стабільного смаку та тривалого терміну зберігання, відповідає санітарно-гігієнічним вимогам і гарантує безпеку для споживача.

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

2.3. Розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності технологічних процесів у відділенні водопідготовки

2.3.1. Вибір і обґрунтування заходів з удосконалення технології водопідготовки з обґрунтуванням підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції

Якість технологічної води є одним з ключових факторів стабільності та безпечності крафтових кондитерських виробів, особливо десертів, мусів, кремів, наповнювачів та сиропів. Вода у виробництві використовується як інгредієнт та як технологічне середовище, тому її мікробіологічні, органолептичні та фізико-хімічні характеристики прямо впливають на властивості готової продукції.

Аналіз сучасних методів очищення води показав, що традиційні реагентні методи (зокрема хлорування) мають суттєві недоліки такі як утворення хлорорганічних побічних продуктів, нестабільність дозування та негативний вплив на смак і запах води [60]. Тому для кондитерського виробництва пріоритетними є безреагентні технології, зокрема мембранні та ультрафіолетові методи, які забезпечують високу якість води без внесення сторонніх речовин [61].

Наявна схема водопідготовки на підприємстві не забезпечує достатнього рівня очищення від мікроорганізмів, солей жорсткості та органічних домішок, що може спричинити такі наслідки:

- мікробне псування сиропів та кремів;
- зниження термостійкості кремів та мас;
- утворення осаду та зміни консистенції желевих розчинів;
- збільшення частоти миття та зношення обладнання через накип.

Наукові дані підтверджують що високий рівень солевмісту та мікробної контамінації води призводить до нестабільності кондитерських мас та прискорення псування з продукції [62].

Запропоновані заходи з удосконалення технології:

1. Впровадження мембранної фільтрації (зворотний осмос). Мембранні технології забезпечують глибоке очищення води від:

- солей жорсткості;
- нітратів важких металів;
- органічних речовин;
- бактерій і вірусів.

Для нашого виробництва це дозволить:

- стабілізувати структуру сиропів і желатинових розчинів;
- зменшити потребу у стабілізаторах;
- покращити смак кремів і мусів;
- мінімізувати ризик повторного мікробного обсіменіння.

УФ-опромінення діапазону 254-260 нм забезпечує швидке та повне знищення патогенних мікроорганізмів, не утворюючи шкідливих побічних продуктів [63].

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дані ВООЗ підтверджують, що УФ-знезараження є оптимальним фінальним етапом водопідготовки у харчовій промисловості та забезпечує високу мікробіологічну безпеку.

Переваги УФ-методу:

- миттєва дія;
- відсутність запаху та смаку;
- низькі експлуатаційні витрати;

Сумісність з мембранними технологіями [64].

Вуглецеве сорбційне очищення дозволить видалити:

- хлор та хлорорганічні сполуки;
- легкі органічні сполуки;
- небажані запахи й присмаки.

Впровадження цих заходів дозволить:

- Підвищити ефективність виробництва за рахунок:
 - зменшення мікробного псування напівфабрикатів на 60-80%;
 - зменшення кількості зупинок на миття обладнання;
 - продовження терміну служби теплотехнічного обладнання 20-30%;
 - стабільність консистенції сиропів, кремів і желейних мас.
- Покращення якості продукції:
 - підвищення термостійкості кремів;
 - продовження терміну зберігання готових виробів;
 - усунення сторонніх присмаків;
 - покращення аромату та структури десертів [65].

Запропонована комплексна система водопідготовки — мембранна фільтрація, сорбційне очищення та УФ-знезараження — є сучасним і науково обґрунтованим рішенням для підприємства ТМ «Sladusik». Вона забезпечує підвищення ефективності виробництва, покращення якості продукції та гарантує високий рівень мікробіологічної безпеки.

2.3.2. Опис удосконаленої технологічної схеми

Вихідна вода зі свердловини надходить у систему через відкритий кран (1) та проходить зворотний клапан (2), який запобігає зворотному руху потоку. Далі вода потрапляє до вузла контролю вхідних параметрів, де манометр (3) фіксує вхідний тиск, а пробовідбірний клапан дає змогу контролювати якість вихідної води.

Після контролю параметрів вода надходить на вузол отримання озону (4), який включає в себе озонатор (5), інжектори (11), генератори озону (12) та концентратори кисню (13). Через інжектор озон змішується з водою, запускаючи процес окислення розчинних сполук заліза та марганцю. Для стабільної роботи інжектора використовуючи циркуляційний насос (15).

Озонована вода надходить у контактну колону (6), де завершується процес окислення заліза та марганцю до їх нерозчинних форм. Непрореагований озон

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

через випускний клапан (7) подається у розподільник газ-вода (8), після чого направляється у деструктор озону (9) та викидається в атмосферу у вигляді безпечних продуктів розкладу.

Система захищена гідрозатворами (14) та додатковими зворотними клапанами, що запобігають потраплянню води у генератори озону.

Після блоку озонування вода через крани надходить на механічні фільтри (16). Вони працюють паралельно та видаляють окиснені частки заліза, марганцю та зважені домішки. Фільтри засипані завантаженням «Virm». Періодично фільтри проходять зворотну промивку.

Далі вода надходить на механіко-каталітичні фільтри (17), заповнені комплексним сорбентом Economix A. На цьому етапі відбувається:

- остаточне видалення заліза та марганцю;
- пом'якшення води;
- розклад залишкового озону.

Фільтри обладнані автоматичними клапанами керування та проходить періодичну регенерацію. Після сорбційних фільтрів вода надходить у накопичувальну ємність (19).

Частина води подається на блок глибинного очищення – мембранну систему (25). Тут вода під тиском 8-10 бар проходить через напівпроникні мембрани, які затримують до 99% розчинених солей.

Очистка мембран контролюється автоматикою, частина концентрату повертається на вхід як рециркулянт.

Отримана демінералізована вода проходить через УФ- лампу (26) та надходить у накопичувальну ємність (27).

Частина води подається в іонізатор «Ізумруд» (20) де проходить електрохімічну активацію та додаткове знезараження. Далі вода поступає в кінцеву накопичувальну ємність (21).

2.3.3. Рекомендації щодо технологічного режиму виробництва та контролю якості підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів

Удосконалення системи водопідготовки, яка включає мембранну фільтрацію, сорбційне очищення та УФ-знезараження, забезпечує підвищену якість технологічної води, що безпосередньо впливає на стабільність кондитерських мас, кремів, сиропів та желейних розчинів. Для повного використання потенціалу нової системи водопідготовки необхідно впровадити комплекс рекомендацій щодо технологічного режиму виробництва та контролю якості продукції.

Потрібно дотримуватися таких рекомендацій щодо технологічного режиму:

1. Забезпечення стабільності фізико-хімічних параметрів технологічної води:

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- електропровідність води повинна стабільно знаходитися в межах 140-147 ppm залежно від свердловини, що використовується;
- показники жорсткості та лужності контролюються перед запуском кожної партії;
- регулярний щотижневий контроль, рН, ОВП, органолептичних показників;
- стандартні межі: загальна жорсткість – 1,8-3,0 ммоль/дм³, загальний сухий залишок – 150-300 мг/дм³.

Стабілізація цих параметрів дозволить зменшити ризики утворення осаду в сиропях та забезпечити рівномірність желатинових розчинів.

2. Оптимізація процесу приготування сиропів, кремів та желейних мас:

- для приготування сиропів використовують воду після мембранної фільтрації та УФ-знезараження, що дозволяє зменшити мікробіологічне навантаження;
- воду для желатину та пектину рекомендується нагрівати лише до температур, визначених рецептурою, щоб уникнути передчасного руйнування структури гідро колоїдів;
- при збиванні кремів слід дотримуватись стабільної температури інгредієнтів (16-18 °С), оскільки жорсткість води впливає на структуру білкових та жирових систем.

3. Забезпечення стабільності технологічних процесів:

- температурний режим у зоні охолодження контролюється з точністю $\pm 1^{\circ}\text{C}$;
- для мусових та кремових виробів забезпечити час стабілізації не менше 4-6 годин;
- усі технологічні процеси пов'язані з розведенням гідро колоїдів проводити тільки з підготовленою водою з низькою мікробною контамінацією;
- купажовану воду використовувати протягом 24 годин після отримання.

Рекомендації щодо контролю якості:

- Органолептичний контроль повинен проводитися щоденно за такими показниками:
 - прозорість,
 - запах,
 - відсутність
 - осаду,
 - колір.
- Фізико-хімічний контроль за такими показниками як
 - електропровідність,
 - жорсткість,
 - рН,
 - сухий залишок.

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проводиться 2 рази на зміну при роботі заводу у виробничому режимі.

- Мікробіологічний контроль за такими показниками:

- загальне мікробне число при 22°C – не більше 100 КУО/см³;
- при 37°C – не більше 20 КУО/см³;
- повна відсутність E.coli, Enterococcus spp., Pseudomonas aeruginosa,

патогенних ентеробактерій.

- Контроль ефективності водопідготовки:

- Перевірка роботи мембран – 1 раз на квартал;
- Перевірка активності активності вугільних фільтрів – 1 раз на 2-3

місяці;

- Перевірка бактерицидних ламп – щомісяця;
- Повний лабораторний аналіз води – не рідше 1 раз на рік.

При впровадженні цих рекомендацій можна очікувати такі результати:

- зменшення мікробного псування сиропів і кремів на 50-80%
- стабілізація текстури желейних і кремових мас
- подовження терміну зберігання готових виробів
- покращення смакових властивостей виробів через відсутність небажаного присмаку та запахів.

2.4. Технологічні розрахунки

2.4.1. Розрахунок продуктів для запроєктованого відділення

Для виконання розрахунку прийняті такі показники:

Добова продуктивність підприємства: $P=50$ кг/добу

Питоме споживання технологічної технологічної води на 1 кг продукції
 $q=2,8-3,5$ л/кг, приймаємо середнє значення 3,1 л/кг.

Частка води, що проходить повний цикл водопідготовки 95-100%

Втрати у системі мембранної та сорбційної фільтрації 8-12%, у
розрахунку застосовано 10%

ККД мембранного обладнання $\eta=0,9$

Добовий об'єм технологічної води визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{доб}}=P \cdot q=50 \cdot 3,1=155 \text{ л/добу} = 0,155 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Отже, добова потреба підготовленої води для виробництва становить
155 л/добу, тобто 0,155 м³/добу.

Витрати води при промиванні мембран та механічних фільтрів становлять
близько 10%, отже:

$$Q_{\text{втрат}}=Q_{\text{доб}} \cdot 0,1=155,0 \cdot 0,1=15,5 \text{ л/добу}$$

Загальний об'єм води, який необхідно подати на систему:

$$Q_{\text{сир}}=Q_{\text{доб}}+ Q_{\text{втрат}}=155,0+15,5=170,5 \text{ л/добу}$$

Тобто потреба у сирій воді для роботи системи становить 170,5 л/добу, що
становить 0,171 м³/добу.

Ефективний об'єм очищеної води після мембранного фільтрування:

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{підг}} = Q_{\text{сир}} * \eta = 170,5 * 0,90 = 153,45 \text{ л/добу}$$

За умовою необхідності забезпечити запас води для автономної роботи виробництва 8 годин.

$$Q_{\text{8год}} = Q_{\text{доб}} / 24 * 8 = 155 / 24 * 8 = 51,7 \text{ л}$$

Рекомендований об'єм ємності з урахуванням резерву 20-30% 62-67,2 л.

Для стабільної подачі підготовленої води на технологічній ділянці потрібна продуктивність насоса:

$$Q_{\text{насоса}} = 0,04 - 0,06 \text{ м}^3/\text{год}$$

Беручи до уваги пікові навантаження та необхідний резерв, рекомендується насос продуктивністю 0,06 м³/год.

Для подачі води основним технологічним потоком до блоків ультрафільтрації та зворотного осмосу застосовуються насоси типу ЦНСк 30-240 (ЦНС 30-240). Обладнання має габаритні розміри 1680×640×720 мм, масу 270 кг, забезпечує напір 240 м та укомплектоване електродвигуном потужністю 45 кВт. Продуктивність подачі становить 3 м³/год. Товщина стінок корпусу насоса коливається в межах 4–12 мм, корпус виготовлений із нержавіючої сталі марки 12Х18Н10Т, яка проходить повну механічну обробку.

Для введення реагентів у технологічний процес використовуються мембранні дозуючі насоси серії ВТ, що оснащуються аналоговими або мікропроцесорними системами керування. Корпус насосів виготовлений з антикорозійного алюмінію, покритого двошаровою епоксидною фарбою, а панель керування додатково захищена прозорою полікарбонатною кришкою. Продуктивність лінійки насосів становить 0,5–80 м³/год, при робочому протитиску до 20 бар.

У виробництві як найбільш універсальний та надійний варіант застосовується насос ВТ-8001, який забезпечує стабільність дозування в широкому діапазоні технологічних режимів.

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

2.4.2. Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання

Зворотно-осмотична установка

Вузол зворотно-осмотичної демінералізації включає два модулі Ecosoft MO-16, об'єднані в єдину автоматизовану систему. Продуктивність установки становить 16–20 м³/год, що забезпечує стабільне отримання води з низькою мінералізацією для технологічних потреб виробництва.

До складу основного обладнання входять:

- насос високого тиску Grundfos, який забезпечує необхідний робочий тиск для процесу осмосу;
- мембранні елементи Dow Filmtec™ наднизького тиску, що вирізняються високою продуктивністю та ефективністю демінералізації;
- електромагнітні клапани Danfoss;
- регулюючі клапани Honeywell, які відповідають за керування потоками і стабілізацію тиску в системі.

Установка повністю автоматизована, оснащена блоком керування та системами захисту, що робить можливим її функціонування без постійної присутності оператора.

Таблиця 2.4

Технічні характеристики зворотно-осмотичної установки

Параметр	Характеристика
Тип установки	Промислова зворотно-осмотична система Ecosoft MO-16
Продуктивність одного модуля	16–20 м ³ /год
Загальна продуктивність вузла	32–40 м ³ /год
Тип мембран	Dow Filmtec™ (ULP – наднизького тиску)
Матеріал мембран	Поліамідні композитні елементи
Насос високого тиску	Grundfos (промислова серія)
Електромагнітні клапани	Danfoss
Регулюючі клапани	Honeywell
Робочий тиск	8–16 бар (залежно від ступеня мінералізації вихідної води)
Ступінь демінералізації	95–99 % розчинених солей
Тип керування	Повністю автоматизоване, з аварійними блокуваннями
Необхідність реагентів	Необхідність реагентів
Система очищення мембран	Хімічна промивка (CIP)
Призначення	Одержання демінералізованої води для технологічних процесів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Іонообмінні фільтри

Таблиця 2.5

Характеристика іонообмінних фільтрів

Марка фільтру	Розмір гранул іоніту, мм	Вміст		Насипна густина товарного іоніту, т/м ³	Питомий об'єм набряклого
		Робочої фракції	вологи		
КУ-2-8	0,315-1,25	93,0	40-60	0,72-0,8	2,9
АВ-17-8	0,355-1,25	92,0	40-60	0,74	2,9

Резервуари чистої води

Для забезпечення стабільної роботи виробництва та створення технологічного запасу підготовленої води використовується резервуари для чистої води. Враховуючи добову потребу підприємства ($\approx 0,155 \text{ м}^3$) та нормативний запас на 8 годин автономної роботи ($\approx 51,7 \text{ л}$), оптимальним є вибір резервуарів об'ємом:

0,06–0,07 м³ (60–70 л).

Резервуари повинні мати циліндричну форму. Орієнтовні габарити:

- Об'єм: 0,07 м³
- Висота: 0,70–0,80 м
- Діаметр: 0,35–0,40 м

Корпус резервуарів повинні бути виготовлені із харчової нержавіючої сталі або поліетилену високої щільності (HDPE), дозволеного для контакту з питною водою.

Для очищення води на виробництві (добова потреба 0,155 м³/добу) доцільно використовувати один фільтр Ecosoft FK 2162CEMIXP, продуктивністю $\approx 0,15 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Розрахунок кількості сорбенту

- Технічні характеристики фільтра:
- Об'єм фільтруючої завантаження: 16 л (Ecosoft FK 2162CEMIXP)
- Продуктивність завантаження: 0,15 м³/добу
- Кількість сорбенту для одного фільтра:

$$V_{\text{сорбент}} = 16 \cdot 0,1 = 1,6 \text{ кг/цикл регенерації}$$

Для засипного фільтра CEMIXP рекомендована доза солі при регенерації становить 1 кг солі на 10 л сорбенту.

$$M_{\text{сіль}} = 16 \cdot 0,1 = 1,6 \text{ кг/цикл регенерації}$$

Цього достатньо для відновлення сорбенту та забезпечення стабільної якості води на весь обсяг добової потреби.

Технічні параметри фільтра представлені у таблиці 2.6 [26].

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Технічні характеристики фільтра EcosoftFK 2162CEMIXP

Параметр	Значення
Продуктивність, м ³ /год	4,0...5,5
Об'єм фільтруючого матеріалу, л	150
Ресурс, м ³ (при жорсткості 5 мг-екв/л)	21
Витрата солі на регенерацію, кг	15...25
Витрата води на регенерацію (об'єм стічних вод), м ³	1,0...1,5
Тривалість регенерації, хв	80...110
Перепад тиску в робочому режимі, бар	0,5...1
Робочий тиск, бар	2...6
Електричне живлення	230 В, 50 Гц
Споживана потужність, Вт	30
Діаметр підключення трубопроводів	1
Вага нетто, кг	180
Габаритні розміри фільтра (В х Ш х Г), см	215120 x 70

Для забезпечення стабільної роботи системи водопідготовки необхідно проводити регенерацію сорбенту Ecomix A. У малому виробництві (добова витрата води $\approx 0,155$ м³/добу) застосовується один фільтр FK 2162CEMIXP із завантаженням 16 л сорбенту, що забезпечує очищення води для виробництва кондитерської продукції.

Етапи регенерації сорбенту

1. Регенерація фільтруючого матеріалу відбувається у 5 стадій:
2. Зворотне промивання водою – із сорбенту вимиваються сполуки заліза і марганцю.
3. Подача сольового розчину – розчин солі з бака проходить через Ecomix A, видаляючи солі жорсткості. Домішки разом із залишками розчину скидаються в каналізацію.
4. Коротка зворотна промивка – додатково розпушує матеріал та видаляє залишки сольового розчину.
5. Промивання прямим потоком води – укладання шарів сорбенту в оптимальному порядку.
6. Заповнення сольового бака водою – для розчинення таблетованої солі та підготовки розчину для наступної регенерації.

Після завершення цих етапів система готова до повторного використання для очищення води [26].

Розрахунок кількості сорбенту та солі

- Для обслуговування одного фільтра FK 2162CEMIXP необхідно 16 л сорбенту EcomixA.

- Для регенерації використовується таблетована сіль. Оскільки в промисловому масштабі на три фільтри витрачається 75 кг солі на регенерацію, для одного фільтра достатньо ≈ 25 кг солі на один цикл.

Це забезпечує ефективну регенерацію сорбенту та підтримку стабільної якості води для технологічного процесу.

2.5. Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання

У схемі підготовки питної води використовується одношаровий сорбційний фільтр. Завантаження – комплексний сорбент «Есоміх А».

Розрахункова площа фільтрів, m^2 :

$$F = \frac{Q}{m \times V_{p.n.} - 3.6 \times n \times W \times t_1 - n \times t_2 \times W_{p.n.}}$$

де Q – розрахункова продуктивність станції, m^3 /добу; m – тривалість роботи станції на добу, год; $V_{p.n.}$ – розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі, м/год, приймаємо 10 м/год; n – кількість промивок кожного фільтра при нормальному режимі експлуатації, приймаємо 2; W – інтенсивність промивки фільтра, л/с $\times m^2$, приймаємо 15 л/с $\times m^2$; t_1 – час промивки, приймаємо 0,1 год; t_2 – час простою у зв'язку із промивкою, приймаємо 0,33 год.

$$F = \frac{0,155 * 1000}{24 \times 10 - 3,6 \times 2 \times 0,1 - 2 \times 0,33 \times 15} = 0,71 m^2$$

Кількість фільтрів на станції:

$$N = \frac{1}{2} \sqrt{F} = \frac{1}{2} \sqrt{0,71} = 1 \text{ шт.}$$

Мінімальна кількість фільтрів на станції – 1 шт.

Висота шару води над поверхнею завантаження має бути не менше 2 м, висота шару завантаження складає 0,9 м. Тому, висота сорбційного фільтра має бути 3 м.

Приймаємо висоту фільтра 3 м, діаметр фільтра 2 м.

У схемі підготовки питної води пропонується використання іонізатора електрохімічної активації води (ЕХАВ), призначеного для забезпечення мікробіологічної безпечності та стабілізації фізико-хімічних показників води без застосування реагентів.

Розрахунок продуктивності іонізатора ЕХАВ

Розрахункова продуктивність установки визначається за формулою:

$$Q = V/m$$

де Q – розрахункова продуктивність іонізаторів, m^3 /год; V – добова потреба у воді, m^3 /добу; m – тривалість роботи установки на добу, год.

Приймаємо добову потребу у воді 3,7 m^3 /добу.

Тривалість роботи установки 24 години.

Тоді

$$Q = 3,7/24 = 0,155 m^3/\text{год}$$

					Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування та розрахунки	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Кількість іонізаторів визначаємо за формулою:

$$N=Q/Q_n$$

де N – кількість іонізаторів, шт.; Q – розрахункова продуктивність, м³/год;
Q_n – номінальна продуктивність одного іонізатора, м³/год.

Приймаємо номінальну продуктивність одного іонізатора 0,2 м³/год. Тоді

$$N=0,155/0,2=0,78= 1 \text{ шт}$$

Мінімальна кількість іонізаторів ЕХАВ, необхідних для забезпечення заданої продуктивності стадії водопідготовки, становить 1 шт.

Отже, для встановлення обираємо іонізатор з такими технологічними характеристиками, які наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Технічна характеристика іонізатора електрохімічної активації води (ЕХАВ)

Показник	Значення
Номінальна продуктивність, м ³ /год	0,2
Діапазон регулювання продуктивності, м ³ /год	0,1-0,25
Робочий тиск води, МПа	0,2-0,6
Робоча температура води, °С	5-35
Окисно-відновний потенціал (ОВП) обробленої води, мВ	-200 до +900
Напруга живлення, В	220
Частота струму, Гц	50
Габаритні розміри (ДхШхВ), мм	500х300х700
Маса, кг	30

РОЗДІЛ 3. МЕНЕДЖМЕНТ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА СИСТЕМОЮ НАССР

3.1. Загальні підходи до системи управління безпечністю харчової продукції на основі принципів НАССР

Система НАССР є єдиною системою управління безпечністю харчової продукції, яка довела свою ефективність і прийнята міжнародними організаціями. В законодавстві України прийнято вживати англomовну абрeвіатуру в назві концепції (НАССР — Hazard Analysis and Critical Control Point), однак популярності набула кирилична транслітерація ХАССП.

Система аналізу небезпек і критичних точок контролю забезпечує контроль на всіх етапах виробництва харчових продуктів, будь-якій точці процесу виробництва, зберігання та реалізації продукції, де можуть виникнути небезпечні ситуації. При цьому особлива увага направлена на критичні точки контролю, в яких всі види ризиків, пов'язані з використанням харчових продуктів можуть бути попереджені, усунені або знижені до припустимих рівней в наслідок цілеспрямованих заходів контролю.

Для запровадження системи НАССР виробники зобов'язані не лише досліджувати свій власний продукт та засоби виробництва, але й використовувати цю систему та її вимоги до постачальників сировини, допоміжним матеріалам, а також системи оптової та роздрібно́ї торгівлі. Система НАССР не є системою відсутності ризиків. Вона розрахована на зменшення ризиків, що викликані можливими проблемами з безпеки харчових продуктів.

Основними методами системи є аналіз ризиків та небезпек, визначення потенційних дефектів продукції по відношенню до виробничих факторів (критичні контрольні точки), профілактичний (превентивний), а не наступний (реагуючий) контроль, звітність та відповідальність [66].

План Концепція НАССР полягає у:

- 1) ідентифікації можливих причин небезпечності продукту;
- 2) встановленні того, де і як вони можуть бути усунуті, попереджені чи приведені до прийняттого рівня;
- 3) розробці відповідних заходів і навчання персоналу;
- 4) впровадження заходів на практиці та документування НАССР розробляють у декілька етапів, які називають 7 принципів НАССР:

- Принцип 1. Проведення аналізу небезпечних чинників
- Принцип 2. Встановлення критичних точок контролю (КТК)
- Принцип 3. Встановлення критичних меж для кожної КТК
- Принцип 4. Встановлення процедур моніторингу щодо кожної КТК
- Принцип 5. Встановлення коригувальних дій
- Принцип 6. Розроблення процедур перевірки
- Принципи 7. Розроблення процедур ведення протоколів та документації

[67].

					Розділ 3. Менеджмент якості та безпеності харчової продукції за системою НАССР	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваг від використання системи НАССР багато. Нижче перерахуємо найважливіші з них:

- НАССР є систематичним підходом до забезпечення безпеки харчових продуктів;
- акцентування уваги на забезпечення безпеки при виробництві і реалізації продукції;
- оптимізація внутрішніх ресурсів підприємства;
- покращує планування і сприяє зниженню кількості подальших перевірок;
- правильно проведений аналіз небезпечних чинників дозволяє виявити приховані небезпеки і направити відповідні ресурси в критичні точки процесу;
- підвищення довіри споживача до наданої продукції або послуги; – зменшення втрат, пов'язаних із відкликанням продукції, штрафними санкціями і судовими позовами;
- поліпшення документації;
- НАССР може інтегруватися в загальну систему менеджменту якості у відповідності зі стандартами серії ISO 9000;
- підвищення інвестиційної привабливості;
- підвищення конкурентоспроможності продукції підприємства;
- застосування НАССР є найбільш ефективним засобом попередження захворювань, що викликаються харчовими продуктами;
- використання системи НАССР дозволяє розширити коло клієнтів і ділових партнерів.

Щодо недоліків від застосування НАССР, то їх, порівнюючи з перевагами, досить небагато.

Основні недоліки НАССР:

- потребує технічних, людських та матеріальних ресурсів, які не завжди є доступними для організації;
- вимагає високих зусиль із залучення усіх елементів організації; – потребує дуже багато часу;
- залучає зміни у відношенні;
- вимагає деталізованих технічних даних та їх постійного оновлення;
- потребує сконцентрованої дії усіх учасників харчового ланцюга;
- потребує збереження інформації для простого шляху впровадження [68].

3.2. Аналіз небезпечних факторів та запобіжні заходи щодо їх появи у відділенні водопідготовки

Вода є критично важливим інгредієнтом у кондитерському виробництві, оскільки використовується у приготуванні сиропів, кремів, желейних розчинів, для миття обладнання та у санітарно-гігієнічних операціях. Якість технологічної води впливає на мікробіологічну безпеку та фізико-хімічну стабільність готових виробів. Тому аналіз небезпечних факторів у відділенні водопідготовки є обов'язковою вимогою системи НАССР та стандартів ISO 22000.

					Розділ 3. Менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою НАССР	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціональне значення води в рецептурі

Основна частина води використовується на етапі замішування тіста. Саме в цей момент вона взаємодіє з борошном і сіллю, активує ферменти, розчиняє інгредієнти, сприяє утворенню клейковинного каркасу.

Таблиця 3.1

Вплив якості води на властивості тіста

Показник	Роль води
Розчинення інгредієнтів	Забезпечує рівномірний розподіл солі, цукру, дріжджів
Гідратація білків борошна	Сприяє утворенню глютену (клейковини)
Активізація ферментів	Стимулює бродіння та дозрівання тіста
Регулювання консистенції тіста	Визначає щільність і об'ємну структуру виробу

На якість тіста впливають такі параметри води:

- Жорсткість — надмірно жорстка вода уповільнює утворення клейковини;
- Мінералізація — впливає на активність дріжджів;
- Температура води — визначає температуру тіста після замісу;
- Мікробіологічна чистота — наявність мікроорганізмів може зіпсувати тісто та спричинити зараження продукції.

Таблиця 3.2

Технологічне використання води у виробництві

Параметр води	Вплив на тісто/виріб
Жорстка вода	Може зробити тісто надто щільним
М'яка вода	Викликає надмірну липкість, порушує структуру
Високий вміст хлору	Пригнічує дію дріжджів
Висока температура	Прискорює бродіння, але знижує стабільність тіста
Забруднення мікробами	Ризик псування продукції та інфекційного зараження

Окрім рецептурного застосування, вода виконує численні допоміжні функції:

- Миття сировини (наприклад, у разі використання родзинок, маку тощо);
- Миття інвентарю, форм, обладнання — для уникнення перехресного забруднення;
- Охолодження тістових заготовок або систем виробництва;
- Формування пари в пекарських камерах — впливає на кірку та рум'яність.

Таблиця 3.3

Призначення та вимоги до води на різних етапах виробництва

Етап виробництва	Призначення води	Вимоги до води
Замішування тіста	Рецептурний компонент	Питна, безпечна, контрольована температура
Миття обладнання	Гігієна, профілактика забруднення	Бактеріологічно чиста
Генерація пари	Вплив на структуру та колір хліба	Без хімічних домішок, м'яка
Охолодження систем	Технічне забезпечення	Технічна вода, без осадів і запахів

Таким чином, вода в хлібопекарському виробництві відіграє багатофункціональну роль — як інгредієнт, як носій енергії та як інструмент гігієнічного забезпечення. Порушення її якості може призвести не лише до погіршення органолептичних властивостей продукції, а й до загрози для здоров'я споживача. Саме тому контроль параметрів води має бути інтегрований у загальну систему управління безпечністю, зокрема в систему НАССР.

Ідентифікація небезпечних чинників — це перший крок у розробці системи НАССР, що передбачає виявлення потенційних загроз, які можуть вплинути на безпечність харчової продукції. Вода як технологічна і рецептурна складова у хлібопекарському виробництві може бути джерелом різноманітних небезпек — біологічних, хімічних і фізичних.

Ідентифікація небезпечних факторів у процесах водопідготовки

До основних біологічних ризиків належать:

- бактерії (*E. coli*, *Pseudomonas spp.*, *Enterococcus*);
- віруси (ротавіруси, норовіруси);
- спори термостійких мікроорганізмів;
- біоплівки у трубопроводах та ємностях [69].

Мікробна контамінація може виникати через недостатню ефективність фільтраційних систем, відсутність фінального знезараження, нерегулярну заміну картриджів або забруднення водопровідної мережі.

Хімічні небезпечні чинники включають:

- надмірний вміст солей жорсткості (Ca^{2+} , Mg^{2+});
- нітрати, нітриту;
- залізо, марганець;
- залишковий хлор та хлорорганічні побічні продукти (трихлорметани);
- можливі важкі метали (*Pb*, *Cd*) у застарілих мережах [70].

Надмірна мінералізація води може викликати осад у сиропях і желатинових розчинах, а хлорорганічні сполуки — зміну смаку десертів.

Основні фізичні забруднювачі:

- механічні домішки (іржа, пісок, частинки труб);
- полімерні уламки фільтрів;
- сторонні тверді частки після ремонту мережі.

Такі включення можуть потрапити в сиропи або гелеві маси, спричиняючи фізичну небезпеку для споживача.

Основними причинами появи небезпек є:

- зношеність або забруднення мембранних картриджів;
- недостатня інтенсивність УФ-обробки;
- порушення герметичності трубопроводів;
- зворотне забруднення через некоректне зберігання очищеної води;
- відсутність верифікації роботи системи водопідготовки [71].

Особливо небезпечним є розвиток біоплівки — мікробних структур, здатних розмножуватися на стінках ємностей і труб, роблячи УФ-знезараження менш ефективним.

Запобіжні заходи для усунення та мінімізації небезпечних чинників

Для біологічних небезпек:

- застосування мембранної фільтрації (RO або NF) для видалення бактерій та вірусів;
- фінальне знезараження за допомогою УФ-ламп з довжиною хвилі 254 нм;
- використання каскаду з кількох ламп для підвищення надійності;
- регулярна дезінфекція ємностей і трубопроводів гарячою водою або парою;
- календарний план заміни картриджів і сервісного обслуговування.

Для хімічних небезпек:

- встановлення багатоступеневої системи фільтрації: механічні фільтри → активоване вугілля → мембрана;
- застосування зворотного осмосу для видалення солей жорсткості, нітратів та металів [72];
- регулярний лабораторний контроль води відповідно до ДСТУ та WHO Guidelines.

Для фізичних небезпек:

- встановлення сітчастих та картриджних фільтрів тонкого очищення (5–10 мкм);
- промивання системи після ремонтних робіт;
- герметизація ємностей і трубопроводів для запобігання потраплянню сторонніх часток.

До додаткових профілактичних заходів можна віднести:

Верифікація та моніторинг

- регулярне калібрування УФ-індикаторів;
- щомісячні мікробіологічні аналізи очищеної води;
- перевірка працездатності мембран під тиском.

					Розділ 3. Менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою HACCP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Документування та ведення записів. Відповідно до HACCP і ISO 22000, усі дані моніторингу, ремонту, заміни елементів та аварійних ситуацій повинні фіксуватися в журналах.

Також персонал має пройти навчання з:

- основ гігієни;
- роботи з мембранними системами;
- контролю УФ-установок;
- реагування на відхилення.

Аналіз показує, що у відділенні водопідготовки присутні біологічні, хімічні та фізичні небезпеки, здатні суттєво вплинути на безпечність кондитерської продукції. Запровадження багатоступеневої системи очищення, фінального УФ-знезараження, регулярної верифікації та контролю дозволяє мінімізувати ризики та забезпечити відповідність продукції вимогам HACCP, ISO 22000 та Codex Alimentarius [73].

Критерії та моніторинг

Моніторинг процесу відслідковується при перевірці внутрішніми аудиторами записів у протоколах (журналах). Результати моніторингу узагальнюються і передаються для аналізування Керівнику.

					Розділ 3. Менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою HACCP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 3.4.

План моніторингу та контролю виконання заходів

№ п/п	Захід	Періодичність	Документ, що регламентує вимоги (протокол підтвердження заходу)	Відповідальний за моніторинг
1	2	3	4	5
1.	Дотримання належного технічного та санітарного стану водопровідної мережі	Щоденно/1 раз на тиждень	Протокол щоденного та періодичного санітарного контролю ПП-01/8.2 Оперативний журнал з проведення біжучих ремонтів на Підприємстві Журнал обліку і реєстрації причин аварій на Підприємстві	Керівник - КГБХП
2.	Облік і реєстрація причин аварій і ремонтів водопроводу	При необхідності	Оперативний журнал з проведення біжучих ремонтів на Підприємстві. Журнал обліку і реєстрації причин аварій на Підприємстві	Керівник - КГБХП
3.	Проведення дезінфекції системи водопостачання та мікробіологічного контролю у випадку аварійних ситуацій	При необхідності	Журнал обліку приготування і використання мийних та дезінфекційних засобів (ПП-04/8.2)	Керівник - КГБХП

Продовження таблиці 3.4

4.	Виконання Програми лабораторно-технологічного контролю, в тому числі води (мікробіологічні, паразитологічні), санітарно-хімічні (органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні) та радіологічні показники) в акредитованій лабораторії	Згідно графіку	Експертні висновки (ПП-09/8.2)	Керівник - КГБХП
5.	Наявність гарячої та холодної води в кранах для миття рук	Щоденно	Протокол щоденного санітарного контролю, ПП-01/8.2	Керівник - КГБХП
6.	Зберігання змивних шлангів на кронштейнах та наявність наконечників на шлангах	Щоденно	Протокол щоденного санітарного контролю, ПП-01/8.2	Керівник - КГБХП

Запобіжні дії по попередженню попадання сторонніх предметів в харчову продукцію

З метою попередження попадання сторонніх предметів в харчову продукцію з питної води, на Підприємстві проводять відповідні заходи:

- забезпечення Підприємстві питною водою гарантованої якості, для чого здійснюють моніторинг згідно Програми лабораторно-технологічного контролю;
- здійснення моніторингу за технічним та санітарним станом обладнання;
- облік і реєстрація причин аварій і ремонтів водопроводу;
- проведення дезінфекції системи водопостачання та мікробіологічного контролю у випадку аварійних ситуацій;
- проведення навчання персоналу тощо.

					Розділ 3. Менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою HACCP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Коригувальні дії

У випадку аварії у водопровідній мережі виробничий процес на Підприємстві буде припинено, визначено час аварії, і всі продукти, вироблені у період аварії, будуть ізольовані та утримуватимуться до перевірки їх безпечності. Виробничий процес буде відновлено тільки тоді, коли вода відповідатиме діючим державним стандартам.

Під час аварій використовуватиметься резервний запас питної води.

У випадку проведення ремонтних робіт у водопровідній мережі на Підприємстві або проведенні у ній змін, проводиться дезінфекція системи, після чого промивається водою, відбираються зразки води та проводиться мікробіологічний аналіз. Лише після вказаних заходів та отримання від'ємного результату дослідження можна користуватися питною водою.

У випадку отримання позитивного результату по наслідках проведення мікробіологічного аналізу, санітарні заходи проводяться повторно.

У випадку отримання позитивного результату досліджень при виконанні планових досліджень згідно Програми лабораторно-технологічного контролю внутрішньої водопровідної мережі необхідно:

- на показники безпечності – провести санітарні заходи з обеззараження води та водопровідної мережі. При неможливості отримання ефективних результатів – замінити джерело водопостачання. Ізолювати продукцію та утримувати її до закінчення проведення відповідних випробувань на показники безпечності;

- на якісні показники – запровадити доочищення води.

У випадку введення в обіг води з нового джерела водопостачання, провести всі необхідні дослідження та заходи, що підтверджують та забезпечують відповідну якість питної води.

					Розділ 3. Менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою НАССР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Протоколи

№ з/п	Найменування	Код форми	Відповідальний за заповнення/розробку/ведення	Періодичність заповнення	Місце збереження заповненої форми
1	2	3	4	5	6
1.	Журнал реєстрації біжучих (аварійних) ремонтів	Ф/ПП-02/09 в ПП-02/8.2	Керівник - КГБХП	Щоденно	У Керівника
2.	Схема водопровідної мережі	Ф/ПП-01/02 В ПП-01/8.2	Керівник - КГБХП	Щорічно	У Керівника

Верифікація Програми передумови

Ціллю проведення верифікації Програми-передумови є підтвердження того, що вимоги Програми - передумови виконуються.

Методами проведення верифікації Програми-передумови є нагляд за виконанням, а також перевірка записів з виконання Програми - передумови. Верифікацію Програми-передумови здійснює ГБХП згідно «Плану верифікації». Результати верифікації реєструються Керівником у «Протоколі верифікації Програми - передумови».

РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНІ, ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

4.1. Економічна ефективність розробки та її соціальне значення

Удосконалення технологічних процесів у відділенні водопідготовки на підприємстві ТМ «Sladusik» має суттєвий економічний та соціальний ефект, оскільки якість технологічної води визначає стабільність виробництва, безпечність продукції та конкурентоспроможність підприємства. Використання сучасних технологій – мембранної фільтрації, сорбційного очищення та УФ-знезараження – відповідає світовим вимогам і системам менеджменту безпечності харчових продуктів.

Економічну ефективність розробки можна оцінити за такими параметрами:

- зниження втрат продукції. Покращення мікробіологічної якості води знижує ризик псування сиропів, кремів, мусів та напівфабрикатів у середньому 60-80%, що підтверджується даними про залежність стабільності харчових мас від рівня мікробного навантаження у воді [74]. Це зменшує кількість браку, технологічних збоїв та економічних втрат.

- скорочення витрат на миття на обслуговування обладнання. Використання мембранної фільтрації та знесолення зменшує утворення накипу й корозії, що продовжує ресурс роботи теплотехнічного обладнання на 20-30% [75]. Це напряду скорочує витрати на ремонт, сервісне обслуговування та простой виробничих ліній.

- оптимізація рецептур та економія сировини. Стабільна мінералізація та відсутність органічних і хлорорганічних домішок у воді дозволяє зменшити використання стабілізаторів, корегувальних добавок і ароматичних компонентів. Це сприяє як економії дорогих інгредієнтів, так і підвищенню натуральності продукції [76]

- підвищення енергоефективності. Чиста вода з низькою жорсткістю покращує роботу теплового обладнання, що може знизити енергоспоживання на 5-12%.

- підвищення конкурентоспроможності продукції. Якісна вода забезпечує стабільність текстури, смаку та аромату кондитерських виробів, що є критичним у цьому сегменті. Це дозволить підприємству розширити ринки збуту.

Дана розробка також має соціальне значення:

- підвищення безпечності харчових продуктів. Застосування сучасних методів водопідготовки забезпечує відповідність продукції вимогам харчової безпеки та стандартів НАССР і ISO 22000, знижуючи мікробіологічні ризики до мінімуму [77]

- зростання довіри споживачів. Стабільність якості продукції формує позитивну репутацію бренду та підвищує довіру споживачів і партнерів.

					Розділ 4. Екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження в контексті забезпечення сталого розвитку України	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- екологічна користь. Безреагентні методи очищення не створюють токсичних відходів і не забруднюють довкілля.

Впровадження удосконаленою системи водопідготовки є економічно доцільним і соціально значущим. Розробка забезпечує комплекс підвищення ефективності виробництва, покращує якість та безпечність продукції, знижує витрати та сприяє екологічності виробничих процесів. Це відповідає сучасним стандартам харчової промисловості та забезпечує стабільний розвиток підприємства.

4.2. Екологічні проблеми у виробництві та шляхи їх вирішення

Вода - джерело життя всіх організмів, початок людської цивілізації. Вода забезпечує усі сфери життя і діяльності людини. Частка прісної води планети, що придатна задовольнити людські потреби, становить всього 0,3% гідросфери. Згідно зі статистичними даними щорічно в ріки, моря й озера світу скидається до 400 млрд. кубометрів стічних вод. Тобто, 5,5 тисяч мільярдів кубометрів води на планеті знаходиться в забрудненому стані. Це більш 14% від загального обсягу водних ресурсів світу.

За даними ООН про стан водних ресурсів світу (доповідь на конференції 2018 року):

- 1,8 млрд. людей користуються незахищеними джерелами питної води, зокрема від фекального забруднення;
- понад 80 % стічних вод, що скидаються в навколишнє середовище не проходить очищення. В країнах з високим рівнем доходів ця цифра сягає 70%, у країнах з низьким рівнем доходів-лише 8%.

Джерелом забруднення води є побутові і промислові стічні води, не очищені від синтетичних, хімічних елементів і органічних речовин; кислотні дощі на основі викидів промислових підприємств, автомобільного транспорту; тверді відходи; органічні забруднення, пов'язані з діяльністю людини, розкладанням померлих тварин, рослин; аварії і катастрофи; виділення тепла при виробництві електричної енергії.

Таким чином, можна констатувати, що:

- Рівень забезпеченості людства водою для питних, побутових та промислових потреб дуже низький, і з кожним роком, у зв'язку з техногенним розвитком, зі збільшенням кількості жителів планети, погіршується.
- Стан існуючих водних ресурсів дозволяє користуватися водою тільки після належного очищення, можливо новими методами, що потребує серйозних інвестицій.
- Стічні води, що потрапляють у водні ресурси, часто без очищення, призводять до замулювання рік та інших водних поверхонь, хімічного і біологічного забруднення, порушення стійкості екосистем і всього харчового ланцюга.

- Для людини споживання неочищеної води загрожує цілою низкою захворювань, від захворювання системи травлення до захворювань, що в змозі змінити структуру ДНК; онкологічні; захворювання, що можуть провокувати уповільнення реакції мозку, руйнування нервових кліток, здатні змінювати енергетичні процеси в організмі, а також визивати репродуктивну недостатність.

Екологічна безпека при здійсненні промислового виробництва – це стан, за якого функціонування промислових підприємств прямо або опосередковано не призводить до погіршення якості навколишнього природного середовища, нанесення прямих або опосередкованих збитків населенню та/або державі, підприємницьким структурам.

Забезпечення екологічної безпеки можливе у тому разі, коли здійснюватиметься управління екологічними ризиками протягом усього технологічного циклу виробництва продукції. Проте технологічні процеси виробництва окремих харчових продуктів мають особливості при здійсненні управління екологічними ризиками.

При виробництві хлібобулочних виробів основними екологічними загрозами виступають: викиди в атмосферу летючих органічних сполук. Для хлібопекарських підприємств – це етанол, який створюється в результаті метаболізму дріжджів під час ферментації. Загрозу атмосфері складає пил, який утворюється у процесі зберігання, оброблення та сушіння зерна.

При виробництві хлібобулочних виробів також виникають тверді відходи, які не завжди підлягають утилізації. До таких відходів відносяться зіпсована сировина, відбракована продукція, тара та пакування, шлам від очищення стічних вод.

Для пакування хлібобулочних виробів використовується папір, поліетилен, пластик, картон. Крім того, для транспортування використовується багаторазова тара, яка виробляється із деревини та пластику, що при закінченні терміну експлуатації потребує утилізації.

Стічні води, які утворюються у процесі прибирання та проливів, мають у своєму складі органічні сполуки, що не дозволяє без попереднього очищення скидати їх у водойми.

Однією із проблем української харчової промисловості є недостатня кількість підприємств із комплексним підходом до переробки відходів.

Розуміння екологічних проблем, які виникають при виробництві харчових продуктів, дозволить запропонувати заходи, які необхідно вжити для зменшення тиску на навколишнє середовище, мінімізувати екологічні ризики.

Для зменшення забруднення стічних вод:

- посилити контроль за скидом стічних вод;
- встановити або модернізувати очисні споруди підприємств;
- здійснювати поділ технологічних, охолоджуючих і санітарних стоків для спрямування стічних вод на переробку;

					Розділ 4. Екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження в контексті забезпечення сталого розвитку України	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

- використовувати миючі засоби у межах встановлених норм;
- впровадження процедур, які передбачають регулярні огляди зливової каналізації та каналізаційної мережі для забруднених стоків, каналізаційних колодязів, жируловлювачів, колекторів стічних вод тощо;

Для скорочення водоспоживання необхідно здійснювати:

- очищення і повторне використання у виробництві води та оптимізувати використання води та миючих засобів;
- рециркуляцію охолоджуючої води;
- використання кранів з автоматичними запірними клапанами, а також використання шлангів високого тиску для мінімізації витрат води.

Для зменшення шкоди для навколишнього середовища від твердих відходів, які виникають в результаті виробництва та споживання харчових продуктів необхідно:

- забезпечити використання упаковки, яка підлягає поверненню (оборотної тари) або переробці;
- використовувати технології перероблення технологічних відходів для випуску продукції більш низького класу, такий як корм для тварин;
- використання безвідходних технологій та технологій, які спрямовані на збільшення виходу готової продукції з одиниці сировини;
- впровадження безпечних, гігієнічних, що не вимагають очищення і мінімізують ручну працю, систем управління відходами;
- використання відходів як сировини для підприємств, що виробляють компост;
- використання розумного пакування для харчових продуктів.

Для зменшення впливу на зовнішнє середовище шляхом зменшення викидів у атмосферу необхідно:

- впровадження надійних процедур управління відходами для дотримання санітарних норм;
- перехід на холодоагенти, які не містять хлорфторвуглеців;
- ліквідувати витоків у системі охолодження;
- здійснювати ізоляцію холодильних камер;
- встановити пилоуловлювачі циклонного типу або фільтрів із тканини.

Для зменшення витрат енергоносіїв необхідно здійснити:

- використання автоматичних доводчиків дверей та сигналізації у холодильних камерах;
- рекуперація енергії за допомогою теплообмінників для охолодження та конденсації;
- постійний відбір проб і безперервний моніторинг основних виробничих параметрів з метою виявлення і скорочення виробничих втрат, і, як наслідок, скорочення кількості відходів, енерго- і водоспоживання [78].

					Розділ 4. Екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження в контексті забезпечення сталого розвитку України	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У дипломній роботі вирішено актуальне науково-практичне завдання удосконалення технології підготовки води для крафтового виробництва кондитерських виробів з урахуванням сучасних вимог до якості, безпечності та стабільності харчової продукції. Встановлено, що вода є одним із ключових чинників, який суттєво впливає на перебіг технологічних процесів, органолептичні показники, фізико-хімічні властивості та термін зберігання готових кондитерських виробів.

У ході аналізу сучасних методів водопідготовки визначено, що традиційні схеми очищення води не завжди забезпечують стабільність її показників для потреб крафтового виробництва, яке характеризується чутливістю технологічних процесів до змін жорсткості, мінералізації, окисно-відновного потенціалу та мікробіологічних показників. Обґрунтовано доцільність застосування комплексних схем водопідготовки, що поєднують механічне очищення, сорбційні, мембранні та безреагентні методи знезараження.

За результатами експериментальних досліджень встановлено ефективність використання комплексного сорбенту Еsomix А для очищення води, що дозволяє одночасно знижувати жорсткість, вміст заліза, марганцю та інших небажаних домішок. Визначено оптимальні умови контакту води з сорбентом, за яких досягається стабільне покращення фізико-хімічних показників води, що відповідають вимогам кондитерського виробництва.

Доведено, що поєднання сорбційного очищення з мембранними технологіями та ультрафіолетовим знезараженням забезпечує високий рівень мікробіологічної безпеки води без утворення шкідливих побічних продуктів, характерних для реагентних методів дезінфекції. Запропонована схема водопідготовки дозволяє отримувати воду зі стабільними показниками жорсткості, рН, мінералізації та окисно-відновного потенціалу, що позитивно впливає на якість сиропів, кремів, начинок та інших кондитерських напівфабрикатів.

Розроблено рекомендації щодо підвищення ефективності технологічних процесів у відділенні водопідготовки, які передбачають оптимізацію режимів роботи обладнання, впровадження багатоступеневого контролю якості води та використання енергоощадних технологій. Показано, що впровадження запропонованих заходів сприяє зменшенню експлуатаційних витрат, підвищенню надійності роботи системи та покращенню стабільності виробничих процесів.

У межах проєктно-технічного обґрунтування виконано технологічні розрахунки та здійснено вибір обладнання для відділення водопідготовки, що відповідає продуктивності крафтового кондитерського підприємства.

					Загальні висновки та рекомендації	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підтверджено, що запропоновані технічні рішення є економічно доцільними та технологічно ефективними для умов малого і середнього виробництва.

Розглянуто питання управління безпечністю води в системі НАССР та визначено основні потенційні небезпечні фактори у відділенні водопідготовки. Запропоновані профілактичні заходи та контрольні точки дозволяють мінімізувати ризики мікробіологічного та хімічного забруднення води, що є важливим для забезпечення безпечності кондитерської продукції.

Оцінка екологічних, економічних та соціальних аспектів показала, що впровадження удосконаленої технології водопідготовки сприяє раціональному використанню водних ресурсів, зниженню негативного впливу на довкілля та підвищенню конкурентоспроможності крафтового виробництва. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження запропонованих технічних і технологічних рішень у практику роботи кондитерських підприємств.

Таким чином, поставлені у дипломній роботі мета і завдання виконані в повному обсязі, а результати досліджень мають практичну цінність та можуть бути використані при проектуванні, модернізації та експлуатації систем водопідготовки для крафтового виробництва кондитерських виробів.

					Загальні висновки та рекомендації	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хвесик М. А., Мандзик В. М. Водні ресурси — інвестиція сьогодення і перспектива майбутнього / М. А. Хвесик, В. М. Мандзик. — Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України; Теорія інвестицій. — 2009. — Режим доступу: http://www.investplan.com.ua/pdf/1_2009/3.pdf.
2. Кичко І. І., Холодницька А. В. Сучасні підходи до водокористування з дотриманням принципів водної безпеки в Україні / І. І. Кичко, А. В. Холодницька. — Економіка та суспільство. Вип. 38, 2022. — Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-26>.
3. Горелов М. І. Гідрогеологія : підручник / М. І. Горелов. — Київ : Ліра-К, 2018. — 472 с.
4. Демченко В. В., Колотило Д. М. Підземні води України: властивості, використання та охорона / В. В. Демченко, Д. М. Колотило. — Київ : Наукова думка, 2016. — 312 с.
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. — Київ, 2010.
6. Глебов В. Г. Водопідготовка в харчовій промисловості / В. Г. Глебов. — Харків : ХНАМГ, 2017. — 214 с.
7. Київводоканал. Річний звіт про якість води. — Київ, 2024.
8. Клименко М. О., Шмандій В. М. Технології очищення води : навч. посіб. / М. О. Клименко, В. М. Шмандій. — Київ : Кондор, 2020. — 356 с.
9. Плахотнік О. В. Сучасні методи охорони водних ресурсів / О. В. Плахотнік. — Львів : Сполом, 2021. — 280 с.
10. Чорна Т.М., Гусятинська Н.А. Екологічні та економічні аспекти питного водопостачання в Україні. ЕТЕВК-2019 міжнародний конгрес та технічна виставка : зб. допов., 10-14 червня 2019 р., м. Чорноморськ Україна. — Чорноморськ, 2019. С. 78–90.
11. Стрижак Д.В., Гусятинська Н.А. Розроблення модульної установки для очищення підземних вод з високою мінералізацією. Харчова промисловість. 2024. 36. С. 92-102. DOI: <https://nuft.edu.ua/doi/doc/fi/2024/36/11.pdf>
12. Хижняк О. О. Проблема знезаражування природної води [Електронний ресурс] / О. О. Хижняк. — Київ, 2019. — Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/3dd5a678-6516-46b1-9388-2e1bc492a8bd/content>.
13. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник / А. К. Запольський. — Київ : Вища школа, 2005. — 671 с.
14. Rice R. G. Handbook of ozone technology and application. Vol. 2. Ozone for drinking treatment / Ed. R. G. Rice. — Boston; Ann Arbor : Science Publ., 1984. — 378 p.

					Список використаної літератури	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Semenov A. A., Kozhushko G. M., Sakhno T. V. Device for germicidal disinfection of drinking water by using ultraviolet radiation // Herald of Karagand. University. Series "Physics", 2016, № 1(81). — P. 77–80.

16. Семенов А. О., Кожушко Г. М., Сахно Т. В. Бактерицидне знезараження води в басейнах комплексною дією озону та УФ-опроміненням [Електронний ресурс] / А. О. Семенов, Г. М. Кожушко, Т. В. Сахно. — Полтава : Полтавський університет економіки і торгівлі, 2018. — Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/52403/1/5334-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8-10711-1-10-20181221.pdf>.

17. World Health Organization (WHO). Silver in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. — Geneva : WHO Press, 2017.

18. World Health Organization (WHO). Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed. — Geneva : WHO Press, 2017.

19. Barber L. B., Schroeder M. P., Taylor H. E. Antimicrobial properties of silver in water disinfection // Water Research, 2016.

20. LeChevallier M. W. Using disinfectants to control microbial growth // Journal American Water Works Association, 2016.

21. Zhang Y., Chen Y. Antibacterial mechanisms of silver ions and silver nanoparticles in water environments // Environmental Science: Water Research & Technology, 2017.

22. Serrano R., et al. Disinfection of drinking water using halogens: bromine and iodine effectiveness and limitations // Water Quality Research Journal, 2018.

23. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual. — Updated edition, 2019.

24. Потапчук І. М., Гусятинська Н. А. Використання коагулянтів та завантаження АФМ для попереднього очищення води з поверхневих джерел для потреб теплосилових установок харчових підприємств // Наукові праці НУХТ, 2025, Т. 31, № 1. — С. 185–196. — DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-1-16.

25. Гусятинська Н. А., Деменюк О. М., Шульга С. А. Ефективність застосування поліоксихлориду алюмінію для очищення питної води // Наукові праці НУХТ, 2022, Т. 28, № 6. — С. 125–136.

26. Кульський Л. А. Водопідготовка: технології та реагенти / Л. А. Кульський. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.

27. Прибильський В. Л., Дулька О. С., Федосов О. Л. Перспективи знезараження води в технологіях бутильованих питних вод [Електронний ресурс] / В. Л. Прибильський, О. С. Дулька, О. Л. Федосов. — Режим доступу: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-9>.

28. Орлов В. О., Орлова А. М., Зошук В. О. Технологія підготовки питної води : навч. посібник / В. О. Орлов, А. М. Орлова, В. О. Зошук. — Рівне : НУВГП, 2010. — 176 с.

					Список використаної літератури	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29. Gilca A. F., Teodosiu C., Fiore S., Musteret C. P. Emerging disinfection byproducts: A review on their occurrence and control in drinking water treatment processes // *Chemosphere*, 2020, 259, 127476. — Режимдоступу: <https://www.sciencedirect.com>.
30. How are water treatment technologies used in developing countries and which are the most effective? An implication to improve global health // *JPHE*, 2018, № 2. — DOI: 10.21037/jphe.2018.06.02.
31. Rauch K. D., MacIsaac S. A., Stoddart A. K., Gagnon G. A. UV disinfection audit of water resource recovery facilities identifies system and matrix limitations // *Journal of Water Process Engineering*, 2022, 50, 103167.
32. Верголяс М. Р., Іванько О. М., Маврикін Є. О. Аналіз використання УФ-випромінювання для знезараження питної води при надзвичайних ситуаціях // *Український журнал військової медицини*, 2023, 4(4). — С. 26. — DOI:10.46847/ujmm.2023.4(4)-026.
33. WHO. Ultraviolet Radiation in Drinking-water Treatment. Guidelines for Drinking-water Quality. — Geneva : WHO, 2017.
34. EPA. Ultraviolet Disinfection Guidance Manual. — U.S. Environmental Protection Agency, Updated Edition, 2019.
35. Bolton J. R., Cotton C. A. The Ultraviolet Disinfection Handbook. — AWWA, 2016.
36. Linden K. G., et al. Ultraviolet disinfection of water: Emerging considerations // *Environmental Science & Technology*, 2017.
37. Wysokowski A., et al. UV-based advanced oxidation processes for water purification // *Water Research*, 2018.
38. Hijnen W. A., Beerendonk E. F., Medema G. J. Inactivation of viruses by UV: a review // *Water Research*, 2019.
39. Kalisvaart B. F. Comparison of UV and combined methods for water disinfection // *Journal of Water and Health*, 2020.
40. Мурашко О. О. Технології водопідготовки та знезараження / О. О. Мурашко. — Київ : НУХТ, 2018.
41. Благодарна Г. І., Ковальова О. О. Конспект лекцій з дисципліни «Санітарно-гігієнічні основи спеціальності» / Г. І. Благодарна, О. О. Ковальова. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. — 119 с.
42. Mason T. J., Lorimer J. P. Applied Sonochemistry: The Uses of Power Ultrasound in Chemistry and Processing. Updated Edition. — Wiley-VCH, 2016.
43. Liu Y., et al. Cavitation effects and microbial inactivation by ultrasound in water treatment // *Ultrasonics Sonochemistry*, 2017.
44. Gogate P. R., Pandit A. B. Ultrasound enhanced disinfection: mechanisms and applications // *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2018.
45. Joyce E. M., Phull S. S., Lorimer J. P. The effect of ultrasonic frequency and power on microbial inactivation // *Journal of Water Treatment Advances*, 2019.

					Список використаної літератури	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

46. Zhang S., Wang X. Ultrasonic disinfection of drinking water: A review of mechanisms and performance // *Water Research*, 2020.
47. Feng Y., et al. Sonochemical technologies for water and wastewater disinfection // *Chemical Engineering Journal*, 2021.
48. Мурашко О. О. Технології водопідготовки та знезараження / О. О. Мурашко. — Київ : НУХТ, 2018. (повтор)
49. Чорна Т., Гусятинська Н., Dziubińska A. Питне водопостачання в Україні: сучасні виклики на шляху досягнення цілей сталого розвитку. Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 14 – 15 листопада 2024 р. — К.: НУХТ, 2024: С. С. 156-158.
50. Linden K. G., et al. Ultraviolet disinfection of water: principles and applications // *Environmental Science & Technology*, 2017.
51. EPA. Ultraviolet Disinfection Guidance Manual. — U.S. Environmental Protection Agency, 2019.
52. von Gunten U. Ozonation of drinking water: mechanisms and efficiency // *Water Research*, 2016.
53. Al-Ahmad M., et al. Reverse osmosis in the food and beverage industry // *Journal of Membrane Science*, 2018.
54. Дорохович А. М., Пасічник Н. М. Водопідготовка на харчових підприємствах / А. М. Дорохович, Н. М. Пасічник. — Київ : Кондор, 2019. — 256 с.
55. Назаренко В. П., Мельник Л. М. Технологія кондитерського виробництва / В. П. Назаренко, Л. М. Мельник. — Київ : НУХТ, 2017. — 412 с.
56. Хімічний аналіз та оцінка якості природних вод : підручник / [колектив авторів]. — Київ : [Видавництво], 2021. — 320 с.
57. Новітні технології водопідготовки. Лабораторний практикум / [колектив авторів]. — Київ : МОН України, 2023. — 156 с.
58. Писаренко Г. С., Яковлев А. П., Матвеев В. В. Математичні методи в інженерній практиці : навч. посібник / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. — Київ : Вища школа, 2014. — 327 с.
59. Дудник О. М., Коваленко С. О. Оптимізація технологічних процесів: теорія і практика : монографія / О. М. Дудник, С. О. Коваленко. — Харків : ХНУБА, 2018. — 214 с.
60. Ghosh A. Water quality requirements in confectionery production // *Food Processing and Preservation Journal*, 2020.
61. Al-Ahmad M., Aleem F. Reverse osmosis in the food and beverage industry: performance and application // *Journal of Membrane Science*, 2018.
62. Linden K. G., Hijnen W., Medema G. Ultraviolet disinfection of water: emerging considerations for food industry // *Environmental Science & Technology*, 2017.

					Список використаної літератури	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

63. Gilca A. F., Teodosiu C. Emerging disinfection by-products in drinking water treatment: control and monitoring // *Chemosphere*, 2020.
64. Rice R. G. *Ozone Technology and Application in Food Processing* / R. G. Rice. — Science Publishers, 2019.
65. Mason T. J., Lorimer J. P. *Applied Sonochemistry in Water Treatment* / T. J. Mason, J. P. Lorimer. — Wiley-VCH, 2016.
66. Tapparo A., Rossi C. Impact of mineral composition of process water on stability of confectionery emulsions // *Food Chemistry*, 2021.
67. Шенаур О. В. Основи безпеки харчових продуктів та система HACCP в закладах ресторанного господарства : навч. посібник / О. В. Шенаур. — Рівне : ДНЗ «Рівненське вище професійне училище ресторанного сервісу і торгівлі», 2023. — 94 с.
68. Олексієнко Н. В., Балдинюк О. В., Оболкіна В. І., Дудко С. Д. Формування безпечності продукції кондитерської галузі : навч. посібник / Н. В. Олексієнко та ін. — Київ : Видавець Позднішев, 2015. — 64 с.
69. Sperber W. H. Microbial hazards in water used for food production // *Food Control*, 2018.
70. Gilca A. F., Teodosiu C. Biofilm formation in water systems // *Chemosphere*, 2020.
71. Bolton J., Cotton C. *Ultraviolet Disinfection Handbook* / J. Bolton, C. Cotton. — AWWA, 2016.
72. Gagnon G. A., MacIsaac S. Chemical contaminants in industrial water // *Journal of Water Process Engineering*, 2021.
73. Ghosh A. Water requirements and economic impact of water quality on confectionery production // *Food Processing and Preservation Journal*, 2020.
74. Chen Y., Zhang S. Membrane filtration efficiency and operational economy in food-grade water production // *Food Engineering Reviews*, 2021.
75. Руденко М. В. Економікатаорганізація харчових виробництв / М. В. Руденко. — Київ : НУХТ, 2017.
76. Mortimore S., Wallace C. *HACCP: A Practical Approach* / S. Mortimore, C. Wallace. — Springer, 2016.
77. Захарова С. О., Архіпова К. К. Проблеми забруднення водних ресурсів. Екологічний аспект // *World Science*, 2018, Vol. 2, № 8(36). — DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30082018/6068.
78. Мостенська Т. Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів / Т. Г. Мостенська. — *Інтелект XXI*, 2015, № 3. — С. 93.

					Список використаної літератури	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

91-а
Міжнародна наукова
конференція молодих учених,
аспірантів і студентів

"Наукові здобутки молоді –
вирішенню проблем
харчування людства у ХХІ
столітті"

7–11 квітня 2025 р.

Частина 1

Київ НУХТ 2025

91st International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievement to the 21st century nutrition problem solution", April, 7–11, 2025. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv.

The publication contains materials of 91th International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century Nutrition problem solution".

It was considered the problems of improving existing and creating new energy and resource saving technologies for food production based on modern physical and chemical methods, the use of unconventional raw materials, modern technological and energy saving equipment, improve of efficiency of the enterprises, and also the students research work results for improve quality training of future professionals of the food industry.

The publication is intended for young scientists and researchers who are engaged in definite problems in the food science and industry.

ISBN 978-966-612-358-2

© NUFT, 2025

Матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 7–11 квітня 2025 р. – Київ: НУХТ, 2025. – Ч.1. – 347 с.

Видання містить матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті".

Розглянуто проблеми удосконалення існуючих та створення нових енерго- та ресурсощадних технологій для виробництва харчових продуктів на основі сучасних фізико-хімічних методів, використання нетрадиційної сировини, новітнього технологічного та енергозберігаючого обладнання, підвищення ефективності діяльності підприємств, а також результати науково-дослідних робіт студентів з метою підвищення якості підготовки майбутніх фахівців харчової промисловості.

Розраховано на молодих науковців і дослідників, які займаються означеними проблемами у харчовій науці та промисловості.

ISBN 978-966-612-358-2

© НУХТ, 2025

Зміст

1. Technology of functional ingredients and new food.....	7
2. Foodstuff expertise	36
3. Technology of bread, pastry, pasta and food concentrates	82
4. Grain processing technology	112
5. Technology of sugars, polysaccharides and water treatment.....	130
6. Technology of fermentation and wine.....	149
7. Technology of preservation	179
8. Technology of meat and meat products.....	198
9. Technology of milk and dairy products.....	248
10. Technology of fats and perfumery-cosmetic products	267
11. Ecology and sustainable development	280
12. Biotechnologies and bioengineering.....	303

Content

1. Технологія функціональних інгредієнтів та нових харчових продуктів.....	7
2. Експертизи харчових продуктів.....	36
3. Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів.....	82
4. Технологія переробки зерна.....	112
5. Технології цукру, полісахаридів і підготовки води.....	130
6. Технологія продуктів бродіння і виноробства.....	149
7. Технологія консервування.....	179
8. Технологія м'яса і м'ясних продуктів.....	198
9. Технологія молока і молочних продуктів	248
10. Технологія жирів та парфумерно-косметичних виробів.....	267
11. Екологія і сталий розвиток	280
12. Біотехнології та біоінженерія.....	303

15. Вплив технологічних показників води на якість хлібобулочних виробів

Єлизавета Ходюк, Наталія Гусятинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасним напрямком підготовки води у хлібобулочному виробництві є застосування методів мембранного фільтрування у поєднанні зі штучною мінералізацією.

Матеріали та методи. Використовували загальнонаукові й спеціальні методи фізико-хімічних досліджень. Шляхом теоретичного узагальнення проведено аналіз вимог до якості води у виробництві хлібобулочних виробів.

Результати та обговорення. Вода входить в склад сировини, напівфабрикатів і готових виробів, використовується як харчовий інгредієнт, відіграє значну роль в технологічному перетворенні речовин. Вода є ключовим компонентом приготування тіста, впливаючи на гідратацію борошна, клейковину та утворення клейкої маси. Застосування жорсткої води з вмістом іонів кальцію та магнію більше $3,0 \text{ ммоль/дм}^3$ робить тісто менш еластичним, а вироби більш щільними. Надто м'яка вода (жорсткість менше $1,5 \text{ ммоль/дм}^3$) може призводити до надмірної липкості тіста, що ускладнює його обробку. Негативний вплив на якість виробів, зокрема смак та аромат, спричиняють іони заліза, хлору, сульфати. Крім того, наявність хлору у воді знижує активність дріжджів, погіршуючи підйом тіста.

Представляє науково-практичний інтерес вивчення впливу окисно-відновного потенціалу води на якість хлібулочних виробів. Авторами [1] зазначається, що фізична активація води та регулювання ОВП дозволяє підвищити її якість для подальшого використання у виробництві харчових продуктів. Зниження ОВП може покращувати якість тіста, сприяти збереженню свіжості виробів і запобігати небажаним окислювальним процесам. Високий ОВП, навпаки, може бути корисним для знезараження води та підвищення її мікробіологічної стабільності. Для досягнення необхідного рівня ОВП застосовують різні фізико-хімічні методи коригування, кожен з яких має свої переваги та обмеження. Одним із найефективніших методів регулювання ОВП є електроліз, який дозволяє створити воду з різними рівнями ОВП для технологічних потреб. Катодна вода має знижений ОВП і проявляє антиоксидантні властивості, що корисно для стабілізації продуктів, тоді як анодна вода є сильним окисником, що сприяє знищенню мікроорганізмів. Простим і доступним методом зниження ОВП є застосування антиоксидантів, таких як аскорбінова кислота. Вибір методу залежить від технологічних потреб виробництва, економічної доцільності та необхідного рівня редокс-потенціалу для досягнення оптимальної якості кінцевої продукції.

Висновок. Технологічні властивості води мають велике значення для отримання якісного хліба, впливаючи на текстуру, смак і зовнішній вигляд продукції. Впровадження методів мембранного фільтрування, зокрема зворотного осмосу є простим та надійним способом підготовки води для промислових та крафтових виробництв.

Література

1. Шевченко О., Маринін А., Шпак В., Святненко Р. Електроактивована вода та її релаксаційні характеристики. *Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водо підготовки*. Матеріали IV міжн. наук.-практ. конф., 25-26 жовтня 2022р., м. Київ. К.: НУХТ, 2022. С. 20-22.