

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

**Інженерії машин, споруд і технологій**  
(назва факультету)

**Харчової біотехнології і хімії**  
(повна назва кафедри)

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА** на здобуття освітнього ступеня

**Магістр**

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Дослідження залежностей між мінералізацією, рН та редокс-потенціалом у питних водах для хлібопекарського виробництва**

Виконав: студент 6 курсу, групи МХм 61  
спеціальності (напряму підготовки) \_\_\_\_\_

**181 “Харчові технології”**

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

**Шкоропад Н.Ю.**

(підпис)

(прізвище та ініціали)

**Керівник**

(підпис)

**Покотило О.С.**

(прізвище та ініціали)

**Нормоконтроль**

(підпис)

**Покотило О.С.**

(прізвище та ініціали)

**Рецензент**

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій

Кафедра Харчової біотехнології і хімії

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки Харчові технології

(шифр і назва)

Спеціальність 181 "Харчові технології"

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

**проф. Покотило О.С**

«\_\_\_\_\_»

\_\_\_\_\_ 2022\_р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

**Шкоропад Назар Юрійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Дослідження залежностей між мінералізацією, рН та**

**редокс-потенціалом у питних водах для хлібопекарського виробництва**

Керівник проекту (роботи) **Покотило Олег Степанович, д.біол.н., проф.**

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

Затверджені наказом по університету від 14.10.22 № 4/7-818

2. Термін подання студентом проекту (роботи) грудень 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Спеціальна, періодична література та нормативна документація з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані

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

Провести літературний та патентний пошук щодо значення рН, мінералізації та окисно-відновного потенціалу води в харчовій промисловості,.

Проаналізувати літературні дані про особливості впливу окисно-відновного потенціалу, рН та мінералізації води у хлібопекарському виробництві.

Провести аналітичне дослідження щодо кореляції між окисно-відновним потенціалом, рН та мінералізацією вод і вплив цих параметрів на окремі показники тіста і хліба.

таблиці, графіки, схеми, діаграми

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	14.05.22 р. – 29.05.22 р.	
2.	Складання схеми досліджень	01.06.22 р. – 10.06.22 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	11.06.22 р. – 26.06.22 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	01.07.22 р. – 10.08.22 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.22 р. – 15.10.22 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	16.10.22 р. – 04.11.22 р.	
7.	Закінчення написання розділів	05.11.22 р – 30.11.22 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	07.12.22 р	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Шкоропад Н.Ю.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Покотило О.С.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1.1	РОЗДІЛ 1. Огляд літератури. 1. Значення води у хлібопекарському виробництві	12
1.2	Попередня обробка води у виробництві хлібобулочних виробів	13
1.3	Використання води в технології хлібобулочних виробів	16
1.4	Значення води в технології приготування хлібобулочних виробів із заморожених напівфабрикатів	22
1.5	Значення мінерального складу води у хлібопекарському виробництві	30
1.6	Значення рН води у хлібопекарському виробництві	32
2	Розділ 2. Матеріал і методи дослідження	37
2.1	Дизайн дослідження	38
2.2	Схема виробництва хліба «Козацький»	42
2.3	Дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників тіста і хліба	42
2.3.1	Визначення кислотності досліджуваних зразків хліба	44
2.3.2	Визначення пористості досліджуваного хліба	45
3	РОЗДІЛ 3. Результати дослідження та їх обговорення	47
3.1	Дослідження окремих фізико-хімічних параметрів питних вод, які використовуються для виготовлення хліба «Козацького»	47
3.1.1	Окисно-відновний потенціал досліджуваних вод	47

3.1.2.	Водневий показник досліджуваних вод	49
3.1.3.	Загальна мінералізація досліджуваних вод	51
3.2.	Дослідження фізико-хімічних параметрів тіста для хліба «Козацький», приготовленого з різними типами вод	53
3.2.1	Дослідження кислотності експериментальних зразків тіста для хліба «Козацький», приготовленого з різними типами вод	53
3.2.2	Окремі органолептичні показники хліба «Козацького», приготовленого з використанням різних типів вод	55
3.2.3	Дослідження вологості м'якуша зразків хліба «Козацького», приготовленого з використанням різних типів вод	57
3.2.4	Кислотність м'якуша експериментальних зразків хліба «Козацького», приготовленого з використанням різних типів вод	59
	Висновки і пропозиції виробництву	62
4	РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	63
4.1	Організація служби охорони праці на підприємстві	63
4.2.	Санітарні умови праці на виробництві	63
4.3	Техніка безпеки	67
4.4	<b>Заходи з промислової екології</b>	68
	Бібліографія	72
	Додатки	80

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 84с., 7 рис., 2 табл., 83 джерел.

Вода, окисно-відновний потенціал, водневий показник, загальна мінералізація води

Об'єкт дослідження: вода., тісто, хліб

Метою роботи було встановити кореляційні зв'язки між окисно-відновним потенціалом, рН та загальною мінералізацією вод і їх значення у технологічному процесі хлібопекарського виробництва та визначити вплив цих параметрів для отримання оптимально якісного кінцевого продукту

Методи дослідження: біохімічні, статистичні.

Досліджено вказані у меті параметри і встановлено, що процес бродіння тіста більшою мірою залежить від окисно-відновного потенціалу води та водневого показника, аніж від мінералізації води. При використанні католітної води в кінці бродіння кислотність тіста для хліба «Козацький» є вищою, аніж при додаванні анолітної води. Встановлено, що на вологість м'якуша хліба «Козацький» впливає водневий показник і окисно-відновний потенціал води, яку додають до борошна для приготування тіста. Водопровідна, анолітна і дистильована вода мають однонапрямлений вплив на окремі фізико-хімічні показники тіста та органолептичні і фізико-хімічні показники хліба «Козацький». При використанні католітної води у технологічному процесі виробництва хліба «Козацького» встановлено відмінності у органолептичних показниках щодо даного зразка хліба, в тому числі у візуально змінній формі, яка була меншою, порівняно із зразками хліба, які приготовлені на водопровідній, анолітній чи дистильованій водах. Додавання до борошна католітної води із слаболужним рН та від'ємним окисно-відновним потенціалом чинить несприятливу дію на мікроорганізми, зокрема дріжджі, що призводить до відхилень від норми в окремих фізико-хімічних показниках тіста та органолептичних і фізико-хімічних показниках хліба «Козацький».

## Вступ

**Актуальність дослідження.** У хлібопекарському виробництві вода використовується як розчинник солі, цукру та іншої сировини: для приготування тіста, приготування рідких дріжджів, закваски; йде на побутові потреби прибирання сировини, обладнання, приміщень, на теплотехнічні цілі – на виробництво пари, необхідної для зволоження повітря в розстійних шафах і печах [31, 61-66, 72, 76, 77]. Вода відіграє важливу роль у технології відстроченої випічки хлібобулочних виробів або в технології заморожених напівфабрикатів: використовується при замішуванні для отримання оптимально розвинений глютенівий каркас для кращої форми та газотримуючої здатності; для отримання холодного тіста, яке є основою для уповільнення початок процесу бродіння, при цьому бродіння повинно бути зведено до мінімуму або зовсім відсутнім; кількість води впливає на консистенція тіста для кращої стабільності розмірів при розморожуванні [67, 68]. Сильно впливає низькотемпературний процес, глибоке заморожування структурно-механічні властивості тіста та якість готової продукції; по-друге, за певних параметрів заморожування структури внутрішньоклітинної води дріжджів може призвести до зниження їх активності і навіть до загибелі мікроорганізмів [12, 13, 16, 76]. Тому питання якості та кількості води на будь-якій технологічній операції хлібобулочних виробництв є дуже актуальні.

У державних стандартах, що встановлюють нормативні показники щодо якості і безпечності води питної, є цілий ряд важливих для життя і здоров'я кожного. Разом з тим, кожний показник має певний діапазон коливань між мінімально допустимим рівнем і максимально. Ширина цього діапазону визначена на основі цілого ряду досліджень і він, як правило, співпадає з таким діапазоном у нормативних положеннях щодо якості питної води у інших країнах [3, 29]. Більшість із констатованих показників у нормативних документах щодо якості питної води є відомі, проте є такі що менш відомі для пересічного споживача. Одночасно на сьогодні є додаткові показники якості води, які ще не включені до обов'язкових параметрів

стантартів якості води. До таких належить, наприклад, показник окисно-відновного потенціалу або редокс-потенціалу [69]. Даний показник дозволяє встановити яку функцію виконує конкретна вода, як система, - електроннодонорну відновну чи електронноакцепторну окислювальну. Якщо вода має від'ємне значення ОВП, то вона буде електроннодонорною і називається католіт, а якщо буде електронноакцепторною, то це - аноліт [4, 70, 80]. Саме визначення такої характеристики як ОВП у питній воді і водах, які широко і різноманітно використовуються у харчових технологіях, має принципово важливе значення, з одного боку, як для здоров'я споживача, а з іншого – для перебігу технологічного процесу, який має місце у переробці харчового продукту. Також важливим з наукової точки зору є розуміння кореляції або співвідношення даного показника, тобто ОВП, із іншими важливими показниками води, такими як загальна мінералізація і рН [73, 75]. Встановлення цих закономірностей є актуальним завданням, оскільки дасть можливість встановити найоптимальніші параметри даних показників для води, яка береться для технологічного процесу, зокрема, виходячи із теми даної магістерської роботи у хлібопекарській промисловості. Виходячи із сказаного вище, ще і постало метою нашої магістерської роботи.

### **Мета і завдання досліджень.**

*Мета роботи* – встановити кореляційні зв'язки між окисно-відновним потенціалом, рН та загальною мінералізацією вод і їх значення у технологічному процесі хлібопекарського виробництва та визначити вплив цих параметрів для отримання оптимально якісного кінцевого продукту.

Для реалізації поставленої мети розв'язуємо такі завдання:

- Провести порівняльне дослідження показників окисно-відновного потенціалу, рН та загальної мінералізації окремих питних вод, які використовуються на хлібопекарських підприємствах;
- Розрахувати кореляційні зв'язки між окисно-відновним потенціалом, рН та загальною мінералізацією досліджуваних



питних вод, які використовуються на хлібопекарських підприємствах;

- Дослідити окремі фізико-хімічні показники тіста пшенично-житнього хліба, який приготовлений із використанням в технологічному процесі вод з різним значенням окисно-відновного потенціалу, рН та загальної мінералізації;
- Провести органолептичну оцінку зразків пшенично-житнього хліба, який приготовлений із використанням в технологічному процесі вод з різним значенням окисно-відновного потенціалу, рН та загальної мінералізації.

**Об'єкт дослідження** – питна вода, тісто, хліб

**Предмет дослідження** – окисно-відновний потенціал питної, рН, загальна мінералізація води, окремі органолептичні і фізико-хімічні показники хліба.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Досліджено показники окисно-відновного потенціалу, рН та загальної мінералізації окремих питних вод, які використовуються на хлібопекарських підприємствах. Встановлено кореляційні зв'язки між окисно-відновним потенціалом, рН та загальною мінералізацією у досліджуваних питних вод, які використовуються на хлібопекарських підприємствах. Встановлено, що із зростанням рН зменшується окисно-відновний показник води. Показано, що оптимальні значення рН води, яка використовується у технології виготовлення пшенично-житнього хліба, знаходяться в діапазоні 6,0 -7,5.

Встановлено, що процес бродіння тіста значною мірою залежить від окисно-відновного потенціалу води та її водневого показника. При використанні католічної води в кінці бродіння кислотність тіста для хліба «Козацький» є вищою, аніж при додаванні анолітної води. Мінералізації води також має вплив на кислотність даного тіста, особливо в кінці процесу бродіння, проте меншою мірою, аніж рН і ОВП. Встановлено, що на вологість м'якуша хліба «Козацький» впливає водневий показник і окисно-відновний

потенціал води, яку додають до борошна для приготування тіста. Водопровідна, анолітна і дистильована вода мають однонапрямлений вплив на окремі фізико-хімічні показники тіста та органолептичні і фізико-хімічні показники хліба «Козацький». При використанні католітної води у технологічному процесі виробництва хліба «Козацького» встановлено відмінності у органолептичних показниках щодо даного зразка хліба, в тому числі у візуально зміненій формі, яка була меншою, порівняно із зразками хліба, які приготовлені на водопровідній, анолітній чи дистильованій водах. Додавання до борошна католітної води із слаболужним рН та від'ємним окисно-відновним потенціалом чинить несприятливу дію на мікроорганізми, зокрема дріжджі, що призводить до відхилити від норми в окремих фізико-хімічних показниках тіста та органолептичних і фізико-хімічних показниках хліба «Козацький».

**Практичне значення.** Результати досліджень окисно-відновного потенціалу, рН та загальної мінералізації окремих питних вод, які використовуються на хлібопекарських підприємствах показали, що оптимальним показником рН такої води є 6,0 – 7,5. Проведена органолептична оцінка пшенично-житнього хліба, який приготовлений із використанням в технологічному процесі вод з рН свідчить про позитивне використання анолітних (кислих) вод в технологічному процесі виготовлення хліба «Козацький».

**Особистий внесок.** Магістр самостійно аналізував вітчизняні і закордонні літературні наукові джерела, проводив дослідження окисно-відновного потенціалу, рН та загальної мінералізації окремих питних вод, які використовуються на хлібопекарських підприємствах, аналізував отримані результати разом із науковим керівником, самостійно визначав окремі фізико-хімічні показники тіста, разом із групою експертів визначав органолептичну оцінку пшенично-житнього хліба, який приготовлений із використанням в технологічному процесі вод з різним значенням ОВП, рН і загальною мінералізацією. Магістр самостійно формулював висновки і написав магістерську роботу.

- **Апробація результатів.** Виступ на VI Міжнародній науково-технічній конференції «Стан і перспективи харчової науки і промисловості» в ТНТУ імені Івана Пулюя 22-23 вересня 2022 року.
- **Публікації.** За матеріалами магістерської роботи опубліковано 1 наукову працю у вигляді тез (Дод. А):
  - Боднарчук Г., Шкоропад Н., Покотило О. Католітна воднева вода як джерело електронів для здорового довголіття. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції ”Стан і перспективи харчової науки і промисловості”, Тернопіль, ТНТУ 22-23 вересня 2022 р. – 27 с.
  - **Методи досліджень:** біохімічний, статистичний.
  - **Структура і обсяг роботи.** Робота складається із вступу, основної частини (чотирьох розділів), висновків та пропозицій виробництву, переліку посилань та додатків. Основний зміст роботи викладено на 83 сторінках і містить 2 таблиці, 7 рис. Перелік посилань містить 73 найменування.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Значення води у хлібопекарському виробництві

Для замішування тіста часто використовують звичайну питну воду або очищена вода з системами зворотного осмосу, яка повністю позбавлена солей. В обох випадках це погано позначається на кінцевим результатом є тісто, яке можна використовувати для відстроченої випічки [29, 76 ].

Технологія відкладеного випікання використовує низькі температури для сповільнення процес бродіння або припинити його зовсім. Технологія «шокове» швидке заморожування тіста перед остаточним випіканням дозволяє не тільки відкласти випічку, але і дозволяє вивезти випічку за межі підприємства. Головний принцип технології відстроченої випічки полягає в дуже швидкому охолодженні продукту до температури нижче мінус 3°C, потім подальше зниження температури, при якій вода, що міститься в хліба заморожується, а також обмежуються і зникають ферментативні, окисні, мікробіологічні перетворення. Під час нормального замерзання, всі молекули води перетворюються на кристали. Чим швидше процес заморожування, тим менші ці кристали. Тільки з мікрокристалізацією води, молекули продукту не руйнуються. Швидкої заморозки, завдяки системі заморожування з повітрям при температурі мінус 40°C, дозволяють досягти мінус 18°C в середині їжі менш ніж за 240 хвилин: максимальний час, протягом якого необхідно здійснити процес швидкого заморожування для отримання мікрокристалізації води, таким чином зберегти незмінні органолептичні властивості продукту [17, 18 ].

Завдяки високій швидкості замерзання і перетворення води з рідкого стану в твердий період життєдіяльність бактерій скорочується, оскільки бактерії ведуть свою життєдіяльність тільки в присутності рідкої води. Бактерії різних видів мають різну температуру межі життєдіяльності. При повільному заморожуванні в їжі з'являються сліди життєдіяльності кожного

з видів бактерій, під час шокового заморожування багато вони просто не встигають розвинути. Термін придатності швидкозаморожених продуктів довший, ніж заморожених в звичайних камерах. Після розморожування втрат не буде рідини, консистенція і смак продукту не зміняться [6, 20, 21].

Швидке заморожування забезпечує низку переваг перед звичайним, традиційним способом заморожування харчових продуктів, а саме: зменшення втрата ваги продукту; збільшення терміну зберігання; значна економія часу. Завдяки властивостям води при низьких температурах стало можливим розробити технологію виробництва випічки з відстроченою випічкою. Вода має великий вплив на якість готового продукту і ефективність процесу заморожування. Це є обов'язкова підготовка та контроль цього компонента за фізико-хімічними (наявність солей жорсткості), мікробіологічними показниками, рецептурною кількістю, параметрами води перед замішуванням тіста [11, 18, 24, 29, 43].

Тому питання водопідготовки, рецептури хлібобулочних виробів, параметри води в технології відкладеної випічки відіграють важливе значення і впливають на якість готових хлібобулочних виробів [1, 15, 19, 25].

## **1.2. Попередня обробка води у виробництві хлібобулочних виробів**

Вода, яка використовується у виробництві хлібобулочних виробів, повинна відповідати всім вимогам до питної води відповідно до чинної нормативно-технічної документації. Відповідно до цих вимог вода повинна бути прозорою, безбарвною, бути без стороннього запаху і присмаку, має бути безпечним в епідемічному і радіаційному значенні, нешкідлива за хімічним складом і має сприятливі органолептичні показники. Для кожного виду безпечності та чистоти води встановлені нормативи гранично допустимих концентрацій, які були затверджені. Безпека води в епідеміологічному відношенні визначається відповідними стандартами на

мікробіологічні та логічні індикатори паразитів. Відповідно до вимог мікробіологічної чистоти води загальна кількість мікроорганізмів в 1 мл води не повинно перевищувати 100, а кількість бактерій групи кишкової палички в 1 л води не повинно перевищувати 3. Кількість бактерій, що утворюють колонії в 1 мл (при визначенні загального мікробного числа) не повинно перевищувати 50 [4].

Вагоме значення у виробництві хлібобулочних виробів відстроченої випічки має такий фізико-хімічний показник, як жорсткість води [29].

Воду для замішування з борошном необхідно брати чисту, тобто не сильно насичену мінеральними солями або коагулянтами. Можна використовувати звичайну водопровідну воду, якщо вона не фторована та хлорована.

Жорсткість води характеризується вмістом розчину солей кальцію і магнію в ньому. Значення жорсткості води 1 моль/м<sup>3</sup> відповідає масовій концентрації іона кальцію еквівалентно 20,04 г/м<sup>3</sup> та іонів магнію 12,153 г/м<sup>3</sup> [51].

Розрізняють такі типи жорсткості води: загальну, карбонатну, некарбонатну і змінну. Наприклад, загальна твердість води виражається сумою молярних концентрацій в еквівалентів іонів кальцію ( $1/2\text{Ca}^{2+}$ ) і магнію ( $1/2\text{Mg}^{2+}$ ) в воді. Загальна жорсткість питної води не повинна перевищувати 7 моль/м<sup>3</sup>. Жорсткість води для хлібобулочних виробництв не є недоліком, оскільки помірно жорстка вода сприятливо впливає на реологічні властивості тіста, покращуючи його консистенцію. Надмірно жорстка вода уповільнює процес бродіння спирту, а при використанні м'якої води тісто набуває властивостей недобродженого напівфабрикату. У той же час м'яка вода має розслаблюючу дію на властивості тіста і, відповідно, клейковини, а також знижує інтенсивність бродіння. Жорстка вода покращує реологічні властивості клейковини і малоборошняного тіста [50].

У випадку хлорованої води важливо знати її вміст залишкового хлору у воді, який має окислювальну дію та тому також зміцнює слабку клейковину. Типова водна процедурна технологія може складатися з наступних етапів: попередня фільтрація з використанням механічного обладнання, знезалізнення, якого може бути знемарнене додавання, видалення сольових домішок, що підвищують твердість, обробка ультрафіолетом. Конструктивна схема системи очищення води залежить від її джерела (підземна або поверхнева, центральна вода постачання), а також за результатами його вивчення. Вивчивши ці характеристики, визначається набір технологій, які будуть використовуватися в конкретному випадку [2, 23, 25, 33, 49].

Основні завдання, які вирішуються при підготовці води для випічки кондитерських і хлібобулочних виробів, повинні бути напрямлені на оптимізацію органолептичних показників: прозорість, усунення каламутності та запаху, зниження інтенсивності забарвлення [50].

Це забезпечується шляхом:

- Регулювання мінерального складу: мінералізація води, часткова або повна;
- Зниження жорсткості і лужності; зниження концентрації марганцю і заліза у воді;
- Знищення бактерій і мікробів.

Використання води в сучасному хлібопекарському виробництві передбачає комплекс заходів, які направлені на її безпечність та якість [48]:

- Очищення від органічних добавок і корекція окислення перманганатом.
- Виведення сольових сполук важких металів.
- Видалення радону та інших хімічних елементів з радіаційною активністю.

- Приведення рівня кислотно-лужного балансу в норму.

На сьогодні для якісної водопідготовки використовують наступні технології:

- Вплив на воду гіпохлоритом кальцію та натрію.
- Знемарнювання та знезалізнення методом каталітичних наповнювачів.
- Сорбційні технології
- Пом'якшення за допомогою котячого іонізованого натрію.
- Озонування.
- Використання ультрафільтрації.
- Демінералізація, пом'якшення шляхом зворотного осмосу.
- Збагачення води киснем (напірне і безнапірне).
- Ультрафіолетова обробка з метою його дезінфекції [4, 29, 34, 51].

### **1.3. Використання води в технології хлібобулочних виробів**

Роль і властивості води важливі на всіх етапах технологічний процес, визначення властивостей напівфабрикатів, ступінь інтенсивності комплексу процесів їх дозрівання. Формування тіста з борошна і води - це процес пластифікації сухої, твердої гідрофільної хімічної речовини сполуки зерна, в яких вода виступає речовиною, що послаблює і руйнує внутрішні зв'язки між молекулами і агрегатами з подальшим їх заміщенням водневими зв'язками. Ці зв'язки води поділяють на чотири типи: хімічно зв'язані, адсорбційно зв'язані, капілярно-зв'язаний і осмотично зв'язані [29, 46, 57].

Процес набухання борошна відбувається під впливом осмотичного поглинання вологи, за наявності всередині водорозчинних речовин. Різниця концентрацій на межі дисперсних фаз створює різницю осмотичного тиску,



під впливом якого волога проникає в колоїдну частинку. Поглинання вологи таким чином називається сорбцією. Поглинання надлишкової вологи відбувається без виділення тепла та концентрації, але викликає збільшення об'єму і змінює тиск набухання. Крім осмотично поглиненої вологи, в колоїдних капілярно-пористих матеріалах може бути капілярна волога, що утримується силами макро- і мікрокапілярів. Вода, що утримується цими силами, має незначну енергію зв'язку з матеріалом, зумовлену силами поверхневого натягу [37, 82].

Такий вид води називають вільною вологою. У гідролітичних процесах, що відбуваються в тісті і хлібі, бере участь вода, яка здатна вступати у хімічні реакції, тобто вільна вода. Пшеничне тісто нормальної консистенції містить близько 0,19 г зв'язаної води на 1 грам борошна, що відповідає 35% маси води в тісті. Вільна вода з'являється при вологості водно-борошняної суміші 24%, підвищення вологості до 59,5% не призводить до підвищення за вмістом у ньому зв'язаної води. У тісті з пшеничного борошна 65% води знаходиться у вільному стані і вона бере участь у біохімічних реакціях [5, 26, 62, 81]. Вода є одним з основних інгредієнтів тіста.

Співвідношення води і борошна істотно впливає на основні властивості тіста (в'язкість, пластичність, розтяжність, пружність та ін.) і, в кінцевому рахунку, на якість хліба. Водопоглинаюча здатність борошна є найважливішим показником, від якої залежать властивості тіста, хід технологічного процесу, якість хліба, вихід готової продукції, технічні та економічні показники виробництва [47, 50].

Водопоглинаючу здатність борошна визначають відношенням кількості води, яку поглинула борошно з урахуванням її розрахункової вологості за умови отримання тіста необхідної консистенції (500 од. фаринографа) і цей показник залежить від кількості води, яку поглинають окремі компоненти. Чим сухіше борошно, тим більше води воно може ввібрати при замішуванні. Тому норми виходу хліба встановлюють для

борошна певної «базової» вологості (14,5%) і відповідно коригують при виготовленні хліба з борошна меншої чи більшої вологості. Кількість води в пшеничному тісті залежить від ряду умов [61, 81].

Вид хлібобулочного виробу багато в чому визначає кількість води у тісті. Для кожного виду хлібобулочних виробів стандартом встановлено гранично допустиму вологість м'якушки або всього виробу. Норма гранично допустимої вологості цього продукту визначає граничну вологість тіста, а в зв'язку з цим (з урахуванням рецептури тіста і вологості борошна) і кількість води, що додається на 100 кг борошна [50, 57].

Чим вищий вихід борошна із зерна, тим більше води може міститися у тісті. Це пов'язано з тим, що частинки оболонок зерна, які містяться в борошні високого виходу, мають здатність зв'язувати воду в більшій кількості, ніж частки ендосперму [24].

Кількість цукру і жиру, що додається в тісто за рецептурою, суттєво впливає на кількість води, яку слід додати при замішуванні тіста. Чим більше в тісті цукру і жиру, тим менше потрібно води. Коли до тіста, яке містить лише десяті частки відсотка вологи і тому «сухіше» за борошно, додається цукор, тісто все ще здається розбавленим, і в результаті цього кількість води, яку потрібно було б додати отримання тіста нормальної консистенції зменшується. Дегідратуюча дія сахарози призводить до розрідження тіста за рахунок того, що в тісті з додаванням цукрів зменшується кількість води, осмотичного союзника, зв'язаного білками, тому вміст рідкої фази тіста збільшується і тісто стає більш «рідкі». Додавання жиру в тісто також дещо розріджує його. Тому при введенні в тісто значних кількостей цукру і жирів необхідно відповідно зменшити кількість води, що додається при замішуванні. Якщо до складу тіста входить молоко, що містить близько 88% води, або яйця, кількість води в тісті також необхідно зменшити відповідно. Сила борошна визначає реологічні властивості тіста з нього. Отже, чим сильніше пшеничне борошно, тим відносно більшу кількість води слід наносити на тісто, щоб отримати хліб із найбільшим об'ємом і кращою

пористістю. При переробці слабого борошна властивості тіста в період бродіння сильно погіршуються. Тісто тонке і липке, що ускладнює або навіть майже унеможлиблює проходження шматочків тіста через машини для округлення та закатки. При розтягуванні тестові заготовки дуже швидко і сильно розпливаються. У зв'язку з цим кількість води, що вводиться в тісто з німецького борошна, доводиться зменшувати, а тісто готувати з вологістю, часто навіть меншою, ніж це допустимо з точки зору норм вологості хліба цього сорту. Це, звичайно, тягне за собою зниження виходу продукції та погіршення економічних показників її виробництва [7, 9, 48, 82].

На кількість води в тісті також впливають способи приготування тіста, технологічні режими, використання поліпшувачів та інші фактори. Застосування інтенсивного замішування або посиленої механічної обробки тіста підвищує водопоглинальну здатність борошна за рахунок, ймовірно, перерозподілу води між білковими речовинами і крохмалем. При використанні заварки підвищується водопоглинаюча здатність тіста за рахунок збільшення зв'язування води пастеризованим крохмалем. Харчові добавки (поліпшувачі) впливають на реологічні властивості тесту [53, 64, 81].

З посиленням окислювальних процесів у тісті внаслідок дії окремих покращувачів підвищується водопоглинальна здатність тіста. Введення води в тісто необхідне для процесів, що відбуваються на всіх етапах приготування хліба. За участю води здійснюється комплекс біохімічних реакцій. Кількість води залежить від процесів життєдіяльності дріжджів та інших мікроорганізмів, швидкості їх розмноження, інтенсивності спиртового і молочнокислого бродіння. Вода з рН вище 8 за рахунок більшого вмісту в ній лужних солей нейтралізує кислоти, що утворюються під час бродіння, і негативно впливає на життєдіяльність дріжджів. Враховуючи важливу технологічну роль вологості напівфабрикатів, вода входить до комплексу контрольованих показників їх якості, оскільки вологість тіста фактично визначає вологість хлібної маси, регламентовану стандартом. У печі їх обсяг збільшується до постійного, на поверхні утворюється міцна кірка. Його колір

і товщина в процесі запікання постійно змінюються. Відбувається черствіння м'якушки і утворення структури, характерної для готового хлібобулочного виробу. Поширення тепла йде від скоринки до внутрішніх шарів тіста. Процес випікання можна розділити на три етапи: I - зволоження, II - основна випічка, III – випічка [22, 28, 36, 50].

Вони характеризуються температурою і відносною вологістю середовища пекарної камери відповідно:  $t = 100-120^{\circ}\text{C}$ ,  $w = 60-70\%$ ,  $t = 200-260^{\circ}\text{C}$ ,  $w = 0\%$ ,  $t = 160-180. ^{\circ}\text{C}$ ,  $w = 0\%$ . Тістові заготовки, потрапляючи в пекарню камеру, потрапляють у зволожену зону, вологообмін у цій зоні відбувається за рахунок того, що температура тістових заготовок становить  $29-30^{\circ}\text{C}$  (нижче точки роси), тому волога конденсується на поверхні і частково поглинається тестовими заготовками, маса яких збільшується приблизно на 1%. Цей процес має велике технологічне значення. Якщо в першій зоні пекарної камери мало вологи, то інтенсивно утворюється скоринка, а об'єм тістових заготовок продовжує зростати. При цьому на поверхні утворюються вибухи. Іноді неконтрольовано збільшують об'єм пари, що подається в першу зону топки [14, 29, 81].

У цьому випадку скоринка тонка, зморщується і ламається під час зберігання. Зволоження тістових заготовок повинно відбуватися не більше 5 хвилин, причому кожному виду виробів відповідає свій ступінь вологості. Сорбція вологи тестовими заготовками залежить від температури і ступеня зволоження пекарної камери, властивостей тістових заготовок і т. д. Після прогріву тістових заготовок до  $100^{\circ}\text{C}$  волога поступово випаровується з поверхні до досягнення вологості заготовок. кірка дорівнює 0. Корочка має низьку вологість і теплопровідність, тому при надходженні тістових заготовок у II зону випікання необхідно підвищувати температуру. У II зоні випікання температура пекарної камери підвищується від  $100^{\circ}\text{C}$  до  $200-260^{\circ}\text{C}$ , скоринка стабілізується, прогрів йде від поверхні до центру. Коли вологість кірки стає рівною 0, рівновага між зовнішнім і внутрішнім шарами

порушується. Завдяки дифузії волога починає мігрувати від центру до периферійних шарів [29, 51].

Але низька вологість і теплопровідність земної кори чинить опір цьому руху. У цей час від периферії до центру волога буде рухатися під тиском температурного градієнта (явище тепловологопровідності). Оскільки перепад температур значний, рух вологи до центру відбувається інтенсивніше. Тому в центральній частині хліба вологість вище початкової на 2-3%. У II зоні перенесення маси вологи за рахунок тепловологопровідності більше, ніж за рахунок дифузії. Після утворення кірки випаровування задається в підкірковий простір і повільно поглиблюється до центру. На відміну від зони II, зона III характеризується більш низькою температурою. Рух вологи за рахунок дифузії і тепловологопровідності вирівнюється, підкірковий шар має температуру до 100°C, а центр хліба 98-99°C [10, 63].

Посилюється гідроліз частини крохмалю і білків під дією аміллітичних і протеолітичних ферментів. Декстрин, що утворюється при гідролізі крохмалю на поверхні тістових заготовок, розчиняється в конденсаті, сприяючи утворенню глянцевої скоринки. Коли температура кірки досягає 100°C, починають розвиватися окисно-відновні реакції між цукрами, кислотами та білками. В результаті інтенсивно протікає реакція меланоїдиноутворення, що надає скоринці колір, аромат і смак. При приготуванні тіста білки інтенсивно вбирають вологу, приблизно в 2 рази перевищуючи власну масу. Після висаджування тістових заготовок у піч при 45-50°C починається денатурація білків, при цьому виділяється волога. Денатурація білків припиняється при 60-65° С. Крохмаль поглинає втрачену білками вологу, за рахунок чого набухає і при 68-72° С пастеризується. Але для повної пастеризації не вистачає води, якої потрібно в 2-3 рази більше, ніж у тісті. Така обмежена пастеризація крохмалю триває до кінця випічки. Денатурація білків і пастеризація крохмалю призводить до утворення м'якоті хліба [35, 50, 62, 81].

Після посадки тестових заготовок в духовку їх обсяг швидко збільшується приблизно на 10-30%, чому сприяє пружність скоринки. Роль кірки полягає в тому, що вона служить перешкодою для видалення CO<sub>2</sub> і проникнення мікроорганізмів [13, 29, 50].

Одним із основних показників, за якими споживач оцінює якість хліба, є ступінь його свіжості або черствості, пресуваність мезги. Черствість хліба визначається зміною структурно-механічних властивостей м'якоті та кірки, яка втрачає твердість і блиск, забираючи вологу з м'якоті та навколишнього повітря. Як бачите, вода тут теж відіграє велику роль. Пастеризований у процесі випікання крохмаль з часом відділяє вологу, що поглинається, і переходить у попередній стан, характерний для крохмалю борошна. Зерна крохмалю ущільнюються і значно зменшуються в об'ємі, між ними утворюються повітряні прошарки. Вільна волога, що виділяється крохмалем, при черствінні продукту поглинається білками і частково випаровується, а також залишається в утворених повітряних прошарках. Клейковина в процесі черствіння хліба не інертна. Процес черствіння хліба супроводжується зміною білкової частини м'якоті, що призводить до ущільнення її структури і зниження гідратаційної здатності. Однак ці зміни відбуваються в 4-6 разів повільніше в порівнянні зі швидкістю старіння крохмалю, яка в 5-7 разів перевищує швидкість старіння білка. Тому можна вважати, що в процесі черствого хліба основну роль відіграють зміни крохмалю мезги [63, 81, 82].

#### **1.4. Значення води в технології приготування хлібобулочних виробів із заморожених напівфабрикатів**

Хлібобулочні вироби належать до традиційних і найважливіших продуктів харчування людини. Сучасне суспільство висуває певні вимоги до асортименту та якості хлібобулочних виробів. Особливим попитом користуються продукти харчування профілактичної спрямованості. До них

відносяться хлібобулочні вироби з різними рослинними добавками, фруктово-овочеві начинки, що містять широкий спектр вуглеводів, азотистих речовин, глікозидів, вітамінів, мінеральних солей, органічних кислот, дубильних і ароматичних речовин. Важливе значення має також спосіб обробки і зберігання отриманих напівфабрикатів. Однією з перспективних технологій у хлібопекарській промисловості є технологія приготування хлібобулочних виробів із заморожених напівфабрикатів. Заморожені хлібобулочні вироби — це вироби, попередньо заморожені до температури  $-18^{\circ}\text{C}$  [15, 27, 28, 30, 54-56, 58].

Вони можуть бути сирими, а можуть бути частково провареними. Важливе значення має інтенсивний заміс тіста, температура якого повинна бути  $16-20^{\circ}\text{C}$ . Для цього використовують крижану воду і сухий лід. Бродіння тіста після замішування слід звести до мінімуму. Дріжджі використовують свіжими. Їх вводять за 3-5 хвилин до закінчення замішування і дуже активно перемішують для рівномірного розподілу. Кількість дріжджів збільшена, порівняно з традиційним замісом. Для пекарень це 5-7%, для маслоробних 7-10%. Норма закладання дріжджів залежить від тривалості зберігання заморожених напівфабрикатів з тіста. Кількість солі також збільшується до 2% від маси борошна. Сіль уповільнює окислення на початку замісу, уповільнює бродіння, утримує воду і сприяє тонкій скоринці [16]. Глибока заморозка є основним етапом технології виготовлення заморожених напівфабрикатів з тіста. Для процесу заморожування використовуються камери «шокової» заморозки різних типів в залежності від обсягу виробництва: тупикові, тунельні або спіральні. Важливо, щоб були дотримані всі необхідні параметри для забезпечення якості кінцевого продукту. Наявність циркуляції повітря в ударній камері в поєднанні з оптимально низькою температурою забезпечують необхідну кінетику замерзання випробовуваної заготовки. Тривалість заморожування тестових напівфабрикатів повинна забезпечувати температуру в центрі мінус  $12-18^{\circ}\text{C}$ . Також процес буде залежати від самого напівфабрикату (форми і розміру). Чим більше питома поверхня заготовки, тим рівномірніше проморожування

(рекомендується виготовляти плоскі заготовки вагою не більше 300 г). Швидкість заморожування залежить від рецептури продукту [21, 27, 36].

Наявність цукру знижує температуру кристалізації води, тобто її перехід з рідкого стану в твердий відбудеться набагато пізніше в порівнянні з тестовою заготовкою з простого тіста [50].

При нормальному заморожуванні всі молекули води перетворюються на кристали. Чим швидше процес заморожування, тим менші ці кристали. Тільки при мікрокристалізації води молекули продукту не руйнуються. Шокові заморозки, завдяки потужній системі заморожування повітрям при температурі мінус 40°C, дозволяють досягти температури мінус 18°C в центрі продуктів менш ніж за 240 хвилин: максимальний час, протягом якого необхідно провести процес шокової заморозки для отримання мікрокристалізації, таким чином зберігаючи незмінні органолептичні властивості продукту. Завдяки високій швидкості заморожування також скорочується період життєдіяльності бактерій. Бактерії різних видів мають різні температурні межі життєдіяльності. При повільному заморожуванні продуктів з'являються сліди життєдіяльності кожного з видів бактерій, а при шоківому заморожуванні багато з них просто не встигають розвинути. Таким чином, термін зберігання продуктів швидкої заморозки вище, ніж продуктів, заморожених в звичайних камерах. Після розморожування не буде втрат рідини, не зміниться консистенція і смак продукту. Шокова заморозка дає ряд переваг порівняно зі звичайним, традиційним способом заморожування продуктів, а саме: зменшення втрат маси продукту; збільшення терміну зберігання; значна економія часу. Для хлібобулочних виробів (хліб житній, пшеничний, дрібно-штучні та здобні, пончики, дріжджові та бездріжджові листкові вироби, піца та ін.) можна використовувати такі варіанти відкладеної та шокової технологій: тестові заготовки уповільненої стійкості; тістові заготовки, заморожені після поділу; заготовки з тіста, заморожені після формування; частково розподілені тістові



заготовки; заморожені заморожені напівфабрикати з тіста; частково пропечені тістові напівфабрикати; випічка [33, 35, 50, 51].

Для борошняних кондитерських виробів (пирогов, мусів, бісквітів, тортів та ін.): випечені напівфабрикати для тортів, тістечок, кексів; випічка та декоровані вироби (креми, фрукти та ін.).

Найпростішим і доступним способом є технологія відкладеної розморозки. Для технології виробництва хлібобулочних виробів із заморожених напівфабрикатів важливе місце займають питання стану води в заморожених виробах, оскільки метод заморожування є основним для тривалого зберігання харчових продуктів у всьому світі [17]. У технології хлібобулочних виробів для уповільнення або припинення бродіння тіста і збереження готового виробу широко застосовують заморожування. В даний час заморожування практикується на різних етапах технологічного процесу: після замішування, на різних етапах розтягування і випікання напівфабрикатів. Основною проблемою в криогенних технологіях хлібопекарства є погіршення якості готової продукції, зокрема, зниження питомої об'ємної та формоопірності, а також відрив скоринки від м'якушки, її крихкість і крихкість. Заморожування напівфабрикатів хлібобулочних виробництв є складним процесом, що призводить до зміни їх мікробіологічних, реологічних (структурно-механічних) і теплофізичних властивостей. Для оптимізації процесу виробництва хлібобулочних виробів на основі заморожених напівфабрикатів необхідно вивчити комплекс процесів, що відбуваються на етапах заморожування, зберігання, розморозування, розтягування та випічки. Білки клейковини, ферменти борошна, клітини дріжджів і молочнокислі бактерії особливо чутливі до глибоких змін. Крохмаль стійкий до низькотемпературної обробки, але його руйнування відбувається при замерзанні води в крохмалі [8, 12, 22].

Зміни структурно-механічних властивостей тіста відбуваються в результаті перекристалізації льоду, що викликає ослаблення тривимірної білкової структури, відповідальної за утримання газу в тісті. Негативний

вплив заморожування на структурно-механічні властивості тіста і якість готових виробів обумовлений в основному пошкодженням білкової матриці кристалами льоду, а також іншими факторами. Лід, що утворюється в тісті під час заморожування, являє собою в'язкопружне пружне середовище з різкими змінами фізико-механічних властивостей на міжфазних границях, має неоднорідну макроструктуру: великі кристали льоду з включеннями речовини продукту утворюють окремі зерна, між якими є локальні зони розчинів різних солей такі ж зони знаходяться всередині крижинок. Слід мати на увазі, що при заморожуванні і подальшому зберіганні тісто під впливом різних процесів зазнає змін. Тому під час розморожування первинні властивості продуктів не відновлюються повністю. Вплив процесів заморожування і розморожування на якість продуктів у розмороженому стані дослідники пояснюють з позицій теорії кристалізації води. Швидкість заморожування є вирішальним фактором, що впливає на кількість, розмір і рівномірність розподілу кристалів льоду в тісті. Розмір кристалів залежить від ступеня збереження цілісності природної структури тіста. Ступінь руйнування структурних елементів тіста також залежить від глибини автолітичних процесів у момент заморожування. Крім того, під час зберігання відбувається збільшення кристалів льоду, подальше поглиблення автолітичних процесів, явище «старіння» білкових колоїдних систем і оболонок дріжджових клітин, що негативно позначається на кінцевому продукті. Зміни колоїдної структури тіста, викликані перерозподілом води і збільшенням концентрації рідкої фази при заморожуванні, відображаються на величині вологозв'язувальної здатності після їх розморожування. Вони тим більші, чим вище швидкість і нижча температура замерзання [12, 33].

Основними причинами утворення води в процесі заморожування-розморожування є: денатурація білків у результаті відділення води від білкової речовини; збільшення концентрації мінеральних речовин у розчинах, що містяться всередині і поза волокон, і т. д. Ступінь впливу цих факторів визначається швидкістю кристалоутворення і глибиною фазового перетворення води. Для відновлення вмісту вологи в тісті волога повинна

спочатку пройти фазове перетворення (лід-вода), а потім проникнути і відновитися в тих білкових речовинах і колоїдних системах, з яких вона дифундувала в міжклітинний простір під час заморожування і зберігання з допомогою дифузійно-осмотичних сил. Здатність білкових речовин і колоїдних систем поглинати і зв'язувати цю вологу визначається їх біологічною активністю, яка залежить від режимів охолодження продуктів, у тому числі розморожування [20]. Заморожування до  $-18^{\circ}\text{C}$  і охолодження до  $+5^{\circ}\text{C}$  дозволяє працювати ефективніше, скорочуючи час приготування продукції, зменшуючи кількість місця, необхідного для зберігання готової продукції, підвищуючи якість і безпеку продукції. Випічка - завершальний етап приготування хлібних виробів, остаточно формує якість хліба. У процесі випічки всередині заготовки відбуваються мікробіологічні, біохімічні, фізичні та колоїдні процеси. Нагрівання тестових заготовок відбувається поступово, починаючи з поверхні, тому всі процеси, характерні для випікання хліба, відбуваються не одночасно у всій його масі, а пошарово, спочатку у зовнішньому, а потім у внутрішньому шарах. Швидкість нагрівання тіста, хліба в цілому, а отже, і тривалість випічки залежить від ряду факторів. При підвищенні температури в пекарній камері (в певних межах) збільшується нагрів заготовок і скорочується тривалість випікання. Вміст вологи в м'якуші гарячого хліба (загалом) збільшується порівняно з вмістом вологи в тісті через перенесення вологи з верхнього шару заготовки. Через нестачу вологи клейстеризація крохмалю відбувається повільно і закінчується лише при нагріванні центрального шару хлібного тіста до температури  $96 - 98^{\circ}\text{C}$ . Вище цього значення температура в центральних шарах м'якушки не підвищується, так як м'якуш містить багато вологи, тепло буде витрачатися на її випаровування, а не на розігрів маси [46, 47].

Дефекти м'якушки - погано вимішане тісто, відставання скоринки від м'якушки, затвердіння, розсипчастість, нерівномірна пористість і непропечений м'якуш. Дефекти м'якушки виникають при використанні борошна, отриманого з пророщеного зерна, або при додаванні надлишку води, в результаті чого м'якуш виходить непропеченим і липким. У

технологіях з відкладеною випічкою хлібобулочних виробів в якості начинки можуть використовуватися різні плодоовочеві напівфабрикати у вигляді концентрованого пюре, суміші шматочків фруктів і овочів з пюре. Такі начинки можна зберігати окремо від тістових заготовок і разом з ними [50, 81].

При роздільному зберіганні начинку - напівфабрикати консервують асептичним способом. При асептичному консервуванні продукт короткочасно стерилізують тонким шаром «в потоці» при підвищеній температурі, швидко охолоджують і фасують у стерильних умовах у попередньо простерилізовану тару з закупорюванням в асептичних умовах [24].

Стерилізація «в потоці» з асептичною упаковкою дозволяє істотно спростити процес нагрівання і швидко охолодити продукт, що особливо важливо для пюре з високою в'язкістю і густою консистенцією. Основними параметрами, що характеризують процес стерилізації, є температура, до якої необхідно нагріти стерилізований продукт, і час витримки, протягом якого продукт нагрівається. Температура стерилізації залежить від значення рН і кислотності стерилізованого продукту. Чим вище кислотність продукту, тим нижче значення активної кислотності (рН) і нижча температура стерилізації, оскільки мікроорганізми дуже чутливі до значення активної кислотності середовища. У кислих продуктах багато збудників не можуть розвиватися [27-30]. Рідкі продукти з низьким вмістом кислоти більш схильні до впливу мікроорганізмів і патогенних бактерій, ніж продукти з високим вмістом кислоти (наприклад, фруктові соки). Асептична технологія дозволяє принаймні шість місяців зберігати їжу безпечною та свіжою без охолодження та додавання консервантів. Їжа краще зберігає колір, текстуру, смак і харчову цінність. Поряд із збереженням первинних властивостей продукту та значним скороченням тривалості обробки, асептичне консервування має ряд переваг:

- Забезпечення однакової якості консервованого продукту при постійному режимі стерилізації незалежно від розміру та форми; ємності, оскільки виключається передача тепла через шар продукту різної товщини;

- Збільшення без шкоди для якості терміну зберігання консервів, оскільки в результаті короткочасної стерилізації досягається їх повна стерильність і більш точний контроль стерилізації, оскільки регульованою величиною є температура стерилізованого продукту, а не теплоносій (як в автоклавах);

- Значна економія коштів за рахунок безперервності та короткочасності стерилізації, охолодження, автоматизації виробничого процесу, суттєвого скорочення споживання пари, води, електроенергії та виробничих площ на одиницю продукції та вищого коефіцієнта безпеки при обслуговуванні обладнання технологічних ліній [33].

Флодоовочеві напівфабрикати містять до 90% води, у зв'язку з цим при їх заморожуванні в свіжому стані виникають ті ж питання, що і при заморожуванні тіста [50]. При використанні флодоовочевих напівфабрикатів у свіжому стані без термічної обробки, як і при асептичному консервуванні, з'являється можливість наповнювати підготовлені до запікання вирази начинкою і заморожувати напівфабрикати з тіста вже в готовому вигляді. форма для запікання. Такий спосіб виробництва, з одного боку, дозволяє суттєво заощадити енерговитрати, оскільки не потребує термічної обробки начинки, як при використанні асептичного способу, а з іншого боку вимагає додаткових витрат енергії на охолодження начинки.

Можна сказати, що якість такого продукту, як хліб, легко зробити за певний час, змінити, поліпшити за допомогою всіляких добавок, що є одним з основних харчових продуктів. Аналіз літературних даних засвідчує, що проведено велику кількість досліджень щодо удосконалення рецептурного складу хлібобулочних виробів та заморожених напівфабрикатів [12, 19, 22, 24, 64].

Результати досліджень фізико-хімічних та структурно-механічних показників хліба дозволяють зробити висновок про можливість виробництва хліба із заморожених напівфабрикатів високої якості шляхом комбінованого використання різних сортів борошна та коригування технологічних параметрів [47, 50].

Висновок. Таким чином, вода та її якісні показники в технології виробництва хлібобулочних виробів з відкладеною випічкою мають великий вплив на якість готової продукції – це питання стану води в заморожених виробках; органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники, жорсткість води, її технологічні показники та рецептурну кількість. Технологія шокової заморозки забезпечує збереження якості свіжого продукту і робить це краще за інші способи заготівлі та зберігання. Завдяки тривалому терміну зберігання продуктів стає можливим краще планувати виробництво і готувати заздалегідь велику кількість готових виробів і напівфабрикатів, уникаючи необхідності повторювати приготування щодня. Залежно від виду хлібобулочних виробів і особливостей виробництва готових виробів відстроченої випічки можуть використовуватися фруктово-овочеві начинки асептичного зберігання або свіжі, піддані процесу глибокого заморожування.

### **1.5. Значення мінерального складу води у хлібопекарському виробництві**

Вода виконує багато важливих ролей у випічці, починаючи від утворення розчинів у поєднанні з цукром або сухим молоком до формування структури хлібного тіста у поєднанні з борошном. Чиста вода - це рідина без запаху і смаку. Це сполука, що складається з двох частин водню та однієї частини кисню [39, 79].

Загалом, вода, яка є придатною для пиття, прийнятна для використання у випічці, хоча вода в різних регіонах значно відрізнятиметься як за рН, так і за вмістом мінералів. Абсолютно чисту воду можна отримати тільки дистиляцією. Відносно вільну від бактерій воду отримують шляхом кип'ятіння.

Вода є важливою складовою тіста для випічки виробів. У більшості випадків для приготування тіста використовується водопровідна вода. Проте з технічної точки зору якість води може мати певний вплив на характеристики тіста, характеристики продукту та належне функціонування певних частин обладнання. Оцінено три фактори, які необхідно враховувати щодо якості води. Це: смак, вміст хімічних речовин і мінеральних речовин. Виявлення незвичайного смаку або запаху у воді може змінити смак кінцевого продукту. Хлор вважається хімічним інгредієнтом, який має значний вплив на якість мезги, особливо під час ферментації. Дріжджі, як природний мікроорганізм, чутливі до хлору. Крім того, високий рівень хлору впливає на функцію борошна і, зокрема, на ферменти. Мінеральний вміст води визначає жорсткість і м'якість води, де міцна вода містить велику кількість мінералів, тоді як м'яка вода містить дуже обмежену кількість мінералів. На характеристики тіста може вплинути вміст мінеральних речовин у воді: мінерали використовуються дріжджами, тому зміна їх концентрації впливає на процес бродіння. Отже, зміна процесу бродіння вплине на характеристики тіста, зробивши його міцнішим або слабшим. У ширшому розумінні функціональності виробів із інгредієнтів для випічки дуже важливо контролювати процес випікання та готову продукцію з постійною якістю. Часто, коли якість не відповідає необхідним стандартам і використовується неналежним чином, вода може бути визначальним фактором для отримання бажаного тіста та характеристик кінцевого продукту [8, 12, 14, 29, 50].

Мінеральний вміст води визначає жорсткість і м'якість води, де міцна вода містить велику кількість мінералів, тоді як м'яка вода містить дуже обмежену кількість мінералів. На характеристики тіста може вплинути вміст

мінеральних речовин у воді: мінерали використовуються дріжджами, тому зміна їх концентрації впливає на процес бродіння. Отже, зміна бродіння вплине на характеристики тіста, зробивши його міцнішим або слабкішим [44-47].

За вмістом кальцію і магнію воду можна класифікувати на:

- З великим вмістом, коли вміст мінеральних речовин вище 100 ppm.

Це зміцнює тісто і збільшує швидкість бродіння.

- З середнім вмістом, коли вміст мінеральних речовин між 50-100 ppm. Такий рівень мінералізації найкраще підходить для випічки.
- З низьким вмістом мінералів (м'яка жорсткість). Утворює липке, м'яке та в'яле тісто та знижує швидкість бродіння. Дріжджові продукти можуть вимагати додавання поживних речовин для покращення бродіння [29, 50].

#### 1.6. Значення рН води у у хлібопекарському виробництві

«рН» — це аббревіатура, яка означає «потенціал водню». Це міра кислотності або лужності хімічних речовин і найточніше оцінюється за допомогою рН-метра. Це ключовий показник у харчовій і хімічній промисловості, що впливає на багато аспектів обробки, термін придатності та загальну якість [39, 40, 42]. рН корелює з ОВП води [73, 74].

рН є показником аналітичної води, який зберігає своє значення для технологічної сторони хлібопечення, оскільки для оптимального розвитку його значення показник тіста має бути 5 – 6. Використання лужної води (рН > 7,5) дозволяє виробляти тісто з рН вище 6, що спричиняє поганий виробничий газ і довший час випікання через знижену активність дріжджів і діастазних молочнокислих бактерій. Лужна вода негативно впливає на формування клейковини та її пластичність, тому необхідно використовувати воду з невеликою кислотністю [39, 52, 66, 71, 83].



pH відіграє важливу роль у виробництві хлібобулочних виробів як на дріжджах, так і без них.

У виробництві хліба pH проявляє своє основне значення під час бродіння, де він контролює активність дріжджів, амілотичну дію, характеристики клейковини та виживання організмів, що виробляють мотузку. У звичайній практиці pH від 5,1 до 5,4 вважається сприятливим для отримання бажаної м'якушки в білому хлібі. Це вимагає, щоб кінцеве значення pH бісквіта або рідкого ферменту було між 4,5 і 5,1, щоб отримати тісто зі значеннями pH між 5,0 і 5,2 [39, 50, 83].

Деякі спеціальні види хліба, такі як французький або на заквасці, мають гострий, гострий кислий смак і мають низький pH від 3,8 до 4,0. При виготовленні житнього хліба з використанням натуральних кислот pH кислоти впливає на остаточний смак, об'єм, м'якуш і текстуру випеченого буханця, і його слід підтримувати в оптимальному діапазоні від 4,2 до 4,5 [15].

У іншому дослідженні використовувалася пісна формула та метод бісквіту та тіста. Під час бродіння pH знизився з початкового значення 5,3 до 4,7, причому більш швидке зниження відбувалося протягом перших двох годин бродіння [12, 22].

Додавання інгредієнтів тіста по суті нейтралізувало кислотність, що утворилася під час бродіння бісквіта, і pH повернувся близько до початкового рівня 5,3. Подальше бродіння тіста під час розстоювання, проміжне розстоювання та остаточне розстоювання знову підвищили кислотність, знизивши pH приблизно до рівня 5,0. Після випічки протягом 30 хвилин pH підвищився до 5,4. Ці коливання значення pH під час випікання хліба можна пояснити впливом дріжджового бродіння та тепла. Логічно очікувати, що кислоти, що виробляються дріжджами під час бродіння, головним чином молочна, оцтова та бурштинова кислоти, знижують pH тіста, оскільки вони демонструють певний ступінь дисоціації. Після повторного змішування

бісквіту додавання свіжих інгредієнтів нейтралізує ефект підкислення від бродіння бісквіта шляхом введення буферних інгредієнтів [17, 29, 48, 50, 82].

У випічці контроль рН є критичним для наступних позицій:

- Перешкоджає псуванню різними видами цвілі
- Забезпечує оптимальний підйом дріжджових і хімічних заквасок
- Регулює поведінка глютену та загальна консистенція випічки

Таблиця 1. Значення рН окремих харчових продуктів

Продукт	рН
Хліб пекарський дріжджовий	5.3-5.8
Хліб на заквасці	3.8-4.6
Вафельні листи	6.8-7.4
Закусочні крекери	5.5-5.6
Содові крекери	7.2-8.0
Печиво	7.0-7.2
Яйця	6.6
Мед	3.7-4.2
Молоко (коров'яче)	6.4-6.8

Багато процесів випічки та загальні характеристики випічки безпосередньо пов'язані з рН тіста та/або кінцевих продуктів. Важливі функціональні аспекти включають:

- Фізичний стан клейковини: вплив на збільшення в'язкості та ступінь розчинення клейковини.
- Ріст і активність дріжджів, що впливає на бродіння, а також на амілолітичну активність.
- Збереження та мікробна безпека: багато патогенних мікроорганізмів і мікроорганізмів, що викликають псування, не можуть вижити в кислому середовищі. Наприклад, є хлібне ураження, яке викликане *Vacillus spp.*, а вона не може рости при рН нижче 5,5.<sup>4</sup>

У хлібобулочних виробках існують різні способи впливу на рН:

- Додаванням в тісто кислот, таких як фумарова, яблучна, лимонна або оцтова. Це дуже точний і практичний метод.
- Шляхом бродіння (спиртового та/або молочнокислого), як у випадку заквасок і преферментів. Цей процес підвищує кислотність тіста (знижує рН) на основі корисного росту мікробів.

Відомо, що рівень рН від 5,1 до 5,4 вважається сприятливим для отримання бажаної м'якшкості білого хліба. У бісквітних або рідких заквасках кінцеве значення рН має становити від 4,5 до 5,1, щоб отримати тісто зі значеннями рН від 5,0 до 5,2.

Переважаючий рН у хлібобулочних виробках із хімічними дріжджами використовується як показник ефективності нейтралізації бікарбонату натрію. Це дуже важливо для якості готового продукту, оскільки надлишок бікарбонату може збільшити ступінь потемніння, спричинене реакціями Майяра, які сприяють високим значенням рН (>8,0). Щоб запобігти цьому, додають додаткову кислоту, наприклад, винний камінь (бітартрат калію), щоб знизити рН і нейтралізувати залишки харчової соди [50].

Під час бродіння (спиртового та/або молочнокислого) тісто піддається підвищеній кислотності (нижчому рН), що сприяє терміну зберігання, смаку, кольору та реологічним властивостям продукту [50].

У безглютенових хлібобулочних виробках контроль рН є надзвичайно важливим, особливо для гідроколоїдної функціональності. Молекула гідроколоїду, яка утримується в ізоелектричній точці, нерозчинна у воді, що важливо для отримання оптимальної реології тіста та якості хліба [29, 48, 59, 63, 75].

Підсумовуючи представлений матеріал в огляді літератури даної магістерської роботи, можна зробити висновок, що вода, її фізико-хімічні властивості мають вплив на ряд технологічних процесів у харчовій промисловості, в тому числі у хлібопекарському виробництві. Виходячи з великого числа наукових публікацій, особливо в останнє десятиліття, можна стверджувати, що ця тема є дійсно актуальною і важливою для харчової промисловості і харчової науки. Тому мета і завдання даної магістерської роботи, які направлені на дослідження значень водневого показника, показника окисно-відновного потенціалу, загальної мінералізації у воді, їх кореляційних зв'язків між собою і впливу на окресі ланки технологічного процесу виробництва хліба, вбачаються також актуальними.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою даної магістерської роботи були проведені на кафедрі харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Вони були направлені досягти мети через виконання наступних завдань:

- Провести порівняльне дослідження показників окисно-відновного потенціалу, рН та загальної мінералізації окремих питних вод, які використовуються на хлібопекарських підприємствах;
- Розрахувати кореляційні зв'язки між окисно-відновним потенціалом, рН та загальною мінералізацією досліджуваних питних вод;
- Дослідити вплив вод із різними значеннями окисно-відновного потенціалу, рН та загальної мінералізації на окремі фізико-хімічні показники тіста і пшенично-житнього хліба;
- Провести органолептичну оцінку зразків пшенично-житнього хліба, який приготовлений із використанням в технологічному процесі вод з різним значенням окисно-відновного потенціалу, рН та загальної мінералізації.

## 2.1. Дизайн досліджень



Дослідження даної роботи були проведені у лабораторії «Технологій, аналізу та експертизи харчових продуктів і води» на кафедрі харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя. Для досліджень відібрано і підготовлено наступні зразки вод:

1. Звичайна питна вода з водопровідної мережі м.Тернополя.
2. Підготовлена електроактивована анолітна вода на основі водопровідної води.
3. Підготовлена електроактивована католітна вода на основі водопровідної води.
4. Дистильована вода

У зразках підібраних і підготовлених вод досліджували наступні показники:

- Водневий показник (рН);
- Окисно- відновний потенціал (ОВП) або Редокс-потенціал
- Загальну мінералізацію

У пробах досліджуваних вод визначали параметри окисно-відновного потенціалу ОВП-метром ОРР-169Е безпосередньо перед приготуванням тіста.

Підготовку електроактивованої води та розділення її на фракції проводили на апараті Эковод-6 «Жемчуг» представлений на рис. 1.



Принцип його роботи побудований через процес електролізу і він наступний:

Процес електролізу заключається у русі іонів води через напівпроникну мембрану, яка вмонтована у корпус, в якому знаходиться розчин електроліту. При цьому створюється у воді різниця потенціалів з обидвох сторін даної мембрани. Через підбір мембран різного типу і створенні різниці потенціалів у воді між електродами через вплив електричного поля високої напруги завдяки електричному струму, який проходить через воду. При цьому накопичуються електрони у воді біля катоду і там утворюється католіт. З іншого боку видаляються електрони з води біля аноду і там утворюється аноліт. Через проходження електричного струму через воду проходить ряд електрохімічних реакцій на поверхнях як аноду, так і катоду. В результаті цього процесу у воді утворюються нові речовини, а також суттєво міняється система міжмолекулярних взаємодій, особливо структура води як субстрата-розчинника [40, 72]. Таким чином утворюється електроактивована вода, яка і була використана поряд з іншими типами вод у даній магістерській роботі.

Електроактивована вода є продуктом електролізу розведеного хлориду натрію (NaCl) або KCl/MgCl<sub>2</sub> розчину в електролізній комірці, всередині якої діафрагма (перегородка або мембрана) розділяє анод і катод. Напруга між електродами, як правило, задана при напрузі від 9 до 10 вольт (5). Під час електролізу NaCl, розчинений у деіонізованій воді, дисоціює в негативно заряджений хлор (Cl<sup>-</sup>) і позитивно заряджений натрій (Na<sup>+</sup>). Водночас, гідроксид (OH<sup>-</sup>) і водню (H<sup>+</sup>) утворюють іони. Негативно заряджені іони, такі як Cl<sup>-</sup> і OH<sup>-</sup> рухаються до анода, віддаючи електрони і стаючи киснем (O<sub>2</sub>), утворюючи газоподібний хлор (Cl<sub>2</sub>), гіпохлорит-іон (OCl<sup>-</sup>), хлорноватисту кислоту (HOCl) і соляну кислоту, тоді як позитивно заряджені іони, такі як H<sup>+</sup> і Na<sup>+</sup> переходять до катода, який поглинає електрони і перетворює H<sup>+</sup> і Na<sup>+</sup> на водень (H<sub>2</sub>) і гідроксид натрію (NaOH). Розчин дисоціює на «кислий» розчин біля анода (рН 2-3; окисно-відновний потенціал (ОВП) >1100 мВ; вміст активного хлору (АХХ) 10-90м.д.) і основний розчин з катода (рН від 10 до 13; ОВП від -800 до -900 мВ). Розчин біля анода називається кислотою



електролізною водою або анолітом, кислотоокислювальною водою, або електролізованою окислювальною водою. Тоді як катодний розчин відомий як базова електролізована католітна вода, лужна електролізована вода або електролізована відновна вода. Нейтральна електролізована вода має рН від 7 до 8 і ОВП 750 мВ [40, 60, 80].

Для виконання завдань магістерського дослідження були приготовлені лабораторні зразки хліба «Козацького». Для їх виготовлення було взято:

- житнє обдирне борошно (ДСТУ 8791:2018);
- пшеничне борошно другого сорту (ДСТУ 46.004.99);
- дріжджі пресовані (ДСТУ 4812:2007);
- різні типи води (за основу взято ДСТУ 8791:2018);
- сіль (ДСТУ 3583:2015);
- патока (ДСТУ 4498:2005).

Хліб, який виготовлений із вказаних вище інгредієнтів, відповідає стандартам для промислового виробництва [81].

## 2.2. Схема виробництва хліба «Козацький»

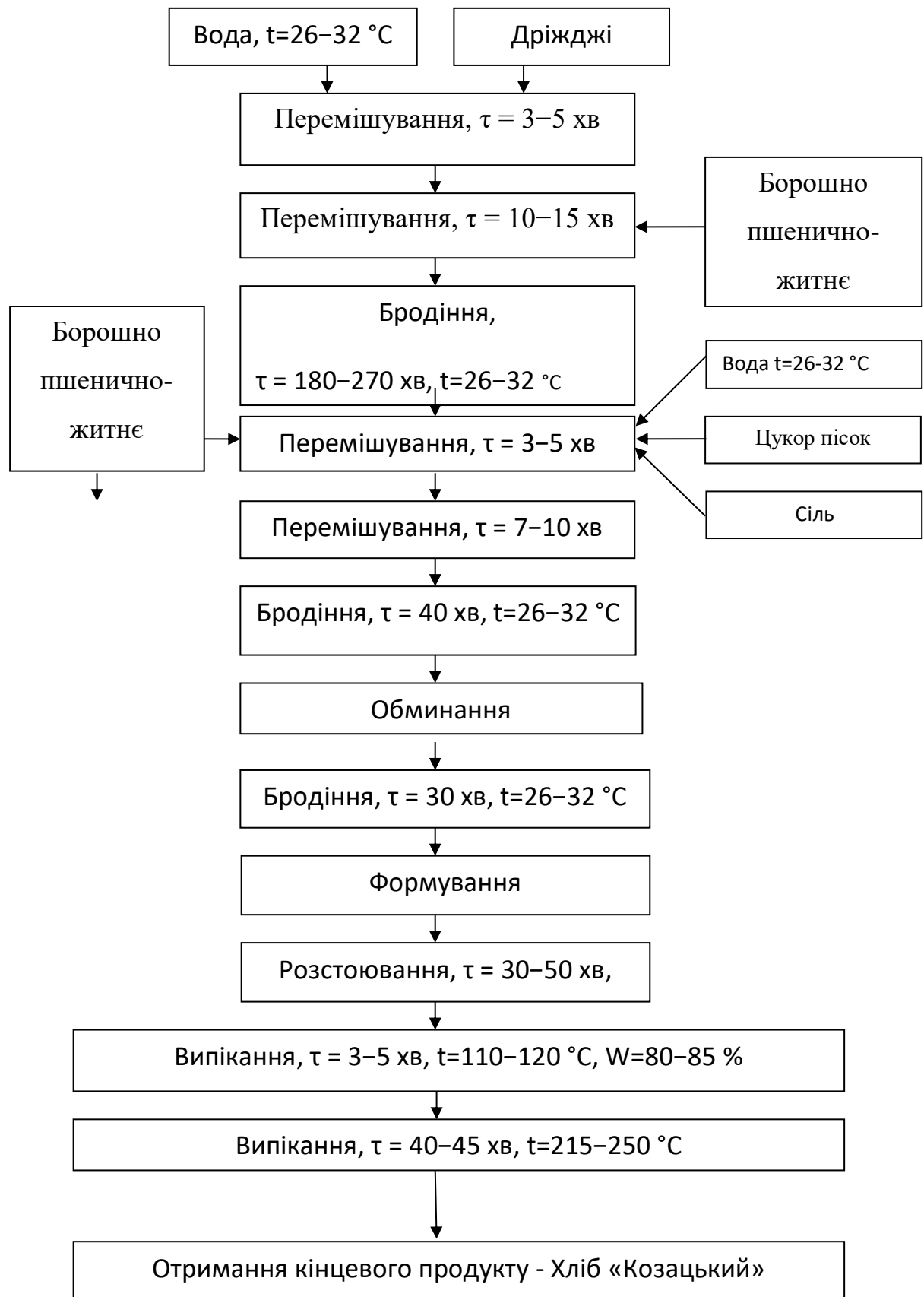


Рис. 2.1. Поетапна схема виробництва хліба «Козацький»

### 2.3. Дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників тіста і хліба

Відомо, що за державними стандартами відбувається нормування якості харчових виробів, в тому числі хліба. Її оцінюють за масою виробів, а також за органолептичними показниками. При цьому органолептичні дослідження дозволяють визначити одночасно цілий ряд показників: смак і запах, еластичність, колір і зовнішній вигляд скоринки, пористість, форму хліба, свіжість м'якушки і повну масу виробів. Смакові властивості, свіжість хліба його запах та хрускіт (тут судимо про наявність або ж відсутність) дегустаційно визначається; візуально на зрізі хліба можна визначити колір м'якушки, її пористість, промішування визначають візуально; еластичність м'якушки можна оцінити також на зрізі хліба, надавлюючи пальцем. Для визначення повної маси виробу потрібно одночасно зважити не менше 10 шт виробів. Щоб визначити повну якість хлібної продукції необхідно визначити у ньому вміст жиру й цукру, а також дослідити такі фізико-хімічні властивості хліба як вологість, кислотність, пористість та набухання [50].

Відбирається напочатку середня проба для оцінки вказаних вище показників. Хлібні вироби можуть значно відрізнитися вологістю: відомо, що вищою є вологість у житніх сортах хліба, яка становить 48-51%, а нижча ж вологість - 43-45% - притаманна пшеничним, які виготовлені з борошна високої якості. Вологість хліба або хлібних виробів з масою до 200гр визначають в наступний спосіб: досліджуваний зразок спочатку розрізають на дві приблизно рівні частини впоперек, потім від однієї частина відрізають скибку завтовшки 1-8 см., далі проводять відокремлення м'якушки від скоринки на відстані близько 1 см, обов'язково видаляють начинку, наприклад повидло, родзинки, горіхи тощо.

Проба для досліджень повинна становити не менше, аніж 20 г. Відібрану пробу подрібнюють ножем, потім перемішують та зважують на металевих чашках з кришками. Відбирають дві наважки масою 5 грам з похибкою 0,05

грама. Наважки у відкритих чашечках з підкладеними під дно кришками поміщають у сушильну шафу.

Наважку висушують за температури 130°C після завантаження у шафи марок СЕШ-1 або СЕШ-3М до моменту вивантаження чашок. Час зниження і підвищення температури до 130°C після завантаження сушильної шафи не має перевищувати 20 хв. Висушування проводять при повному завантаженні шафи.

В сушильних шафах усіх марок під час сушіння допускається відхилення від сталої температури не більше  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Після висушування чашки виймають, швидко закривають кришками і переносять у ексікатор для охолодження. Час охолодження повинен бути не більше 2 год. і не меншим, ніж 20 хв. Після охолодження чашечки знову зважують [50].

Потім відміряють 250 мл дистильованої води, підігрітої до 60°C. Близько 1/4 води від цього об'єму переливають да наважки хліба, яку швидко розтирають шпателем до отримання однорідної маси. Через декілька хвилин до одержаної маси приливають ту кількість води, що залишилася. Колбу закривають корком і енергійно струшують протягом 3 хвилин. Після цього суміш залишають у стані спокою впродовж 10 хвилин. Шар рідини, що відстоявся, обережно зливають у склянку через марлю. Зі склянки відбирають 50 мл розчину в конічну колбу місткістю 100-15- мл, додають 2-3 краплі 1% спиртового розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 Н розчином їдкого натру або їдкого калію до появи блідо-рожевого забарвлення, яке не зникає у спокійному стані протягом 1 хвилини [50].

### **2.3.1. Визначення кислотності досліджуваних зразків хліба**

Визначення кислотності у хлібобулочних продуктах проводять титриметричним методом. Бюретку спочатку наповнюють 0,1% розчином NaOH і встановлюють її на нульовій позначці. У конічної форми колбу, яка має об'єм 150-200 мл відміряють піпеткою 10 мл продукту, а потім доливають

води дистильованої 20 мл. Крім цього додають ще три краплі 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну. Отримуємо суміш, яку потрібно ретельно перемішати і надалі титрувати 0,1 н розчином NaOH. Титрування проводять до появи слабо-рожевого забарвлення. Воно повинно протриматися не менше як 1 хв. Після того за шкалою бюретки відраховують кількість лугу (мл), яка взята для титрування даних 10 мл продукту. Вирахування проводять у градусах Тернера, що відповідає кількості мл 0,1 н розчину NaOH, яка взята для нейтралізації 10 мл досліджуваного продукту і при цьому помноженого ще на 10. Для якісного результату відхилення між паралельними показниками повинні різнитися не більше як на один градус Тернера [50].

Відомо, що кислотність хліба визначається через вміст у його складі в першу чергу молочної та оцтової кислот. Ці кислоти утворюються через діяльність мікрофлори в процесі бродіння тіста, а також при подальшому випіканні хліба. Для дослідження кислотності беруть наважку подрібненої м'якушки хліба масою 25 г, потім її розміщують у конічній колбі об'ємом 500 мл. Для кожного виду хліба властива своя кислотність. Так, наприклад, для житнього хліба кислотність повинна бути не більшою ніж 12 градусів, тоді як для житньо-пшеничного – 11, а для власне пшеничного повинна становити лише 3-4 градуси [50].

### **2.3.2. Визначення пористості досліджуваного хліба.**

Пористість хліба є також досить важливим показником. Через нього також судять про якість хліба. Пористість визначають за відомою формулою:  $P = (1 - m / (\rho V))$ , де  $m$  та  $V$  – маса та об'єм виїмок, де показник  $\rho$  – густина. Щодо органолептичних ознак пористості, то слід визначити величину та рівномірність розподілу пор, а також товщину їхніх стінок. Виходячи з цього, за величиною пор хліб поділяють як дрібнопористий, середньопористий і крупнопористий. За рівномірністю розподілу пор у хлібі його поділяють на рівномірно пористий і нерівномірно пористий. За товщиною стінок хліб

поділяється на тонкостінний і товстостінний щодо пор. На сьогодні дослідити пористість досліджують, використовуючи прилад Журавльова [50].

Усі отримані нами результати дослідження піддавали статистичній обробці через використання пакету програм MS Excel2013 та SPSS v.23 та t-критерію Стюдента. При  $p \leq 0,05$  різницю вважали статистично достовірною.



## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **3.1. Дослідження окремих фізико-хімічних параметрів питних вод, які використовуються для виготовлення хліба «Козацького»**

##### **3.1.1. Окисно-відновний потенціал досліджуваних вод**

На даний момент проведено небагато досліджень можливого впливу води з різним значенням ОВП на ряд аспектів у технологічному процесі виробництва хлібобулочних виробів. Проте вода є другим основним інгредієнтом закваски, і можна припустити, що вона може певним чином впливати на мікробну динаміку, якість тіста і в кінцевому варіанті на якість хліба. Відомо, що вода дозволяє отримати бажані в'язкопружні властивості клейковини та бере участь у всіх реакціях, що відбуваються під час замішування, бродіння та випікання.

У даній серії досліджень відібрано і підготовлено наступні зразки вод і визначено у них окисно-відновний потенціал:

1. Звичайна питна вода з водопровідної мережі м.Тернополя.
2. Підготовлена електроактивована анолітна вода на основі водопровідної води.
3. Підготовлена електроактивована католітна вода на основі водопровідної води.
4. Дистильована вода

Для виробництва хліба, а напочатку тіста, було свідомо вибрано дані зразки вод, оскільки, як було представлено в огляді літератури, такі різні води повинні би характеризуватися різним окисно-відновним або Редокс-потенціалом, що в подальшому мало б впливати на ряд показників тіста і хліба в технологічному процесі приготування хліба.

Результати досліджень окисно-відновного потенціалу досліджуваних вод представлено нижче на рисунку 3.1.

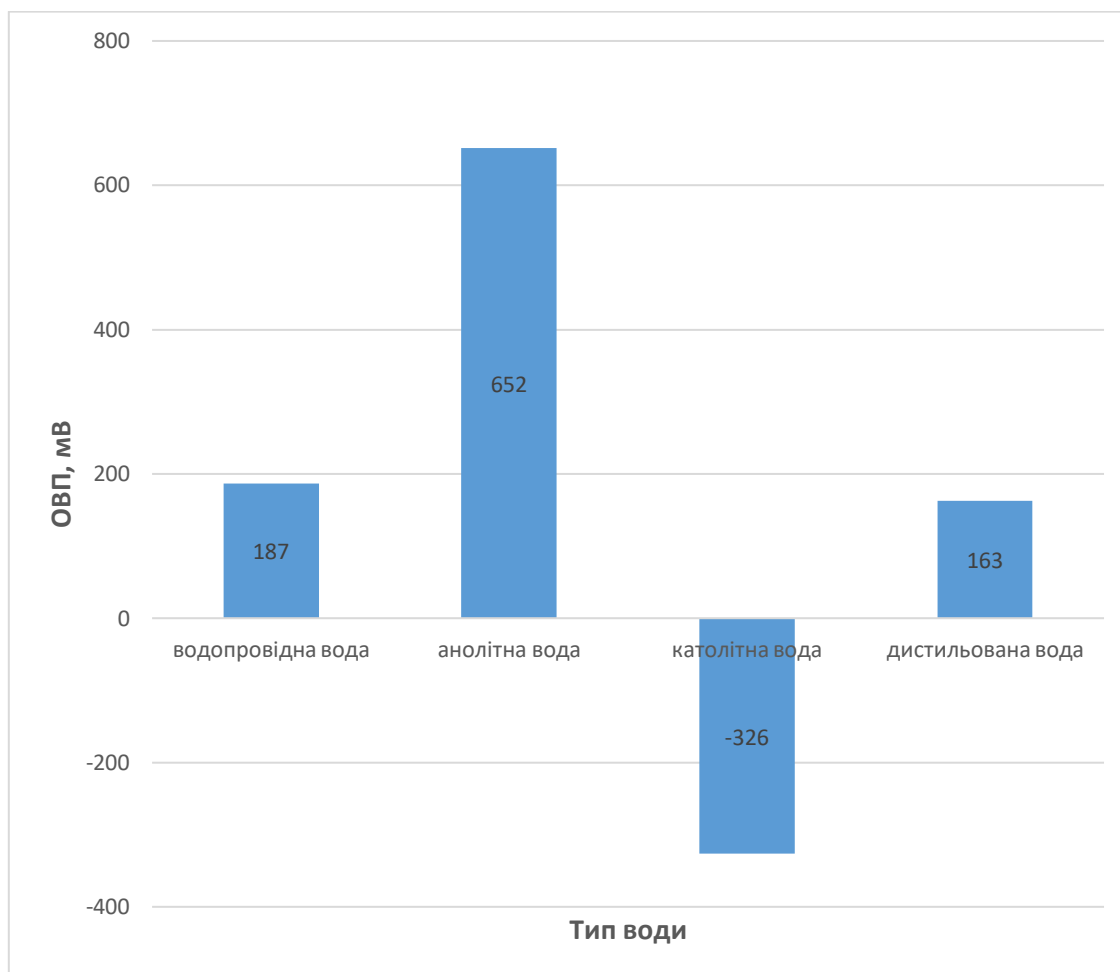


Рис. 3.1. Значення ОВП досліджуваних вод, мВ

Аналізуючи представлені на рисунку 3.1. дані, можна зробити наступні висновки:

1. Водопровідна вода характеризується позитивним значенням окисно-відновного потенціалу, який становив +187 мВ. Це означає, що така вода має електронноакцепторні властивості і належить до анолітного типу розчинів. Така вода має дефіцит електронів і є збідненою на іони водню.
2. Анолітна вода, яка являє собою анодну фракцію води, що отримана в процесі електролізу водопровідної води на апараті Ековод–6 «Жемчуг». В результаті отримано воду із вираженими електронноакцепторними властивостями, яка згідно літературних даних має окисний характер, здатна віднімати електрони від



субстратів з якими контактує і навіть чинить певним чином антибіологічну дію (бактерицидну, бактеріостатичну).

3. Католітна фракція води, яка отримана також із водопровідної, характеризується негативним значенням окисно-відновного показника, який становив  $-326$  мВ. Така вода ще називається «живою», оскільки її від'ємне значення окисно-відновного потенціалу свідчить про відновлювальну дію такої води за рахунок її електроннодонорного потенціалу.
4. Дистильована вода є заключною серед досліджуваних вод, яка отримана із водопровідної і згідно її аналізу встановлено позитивне значення її окисно-відновного потенціалу.

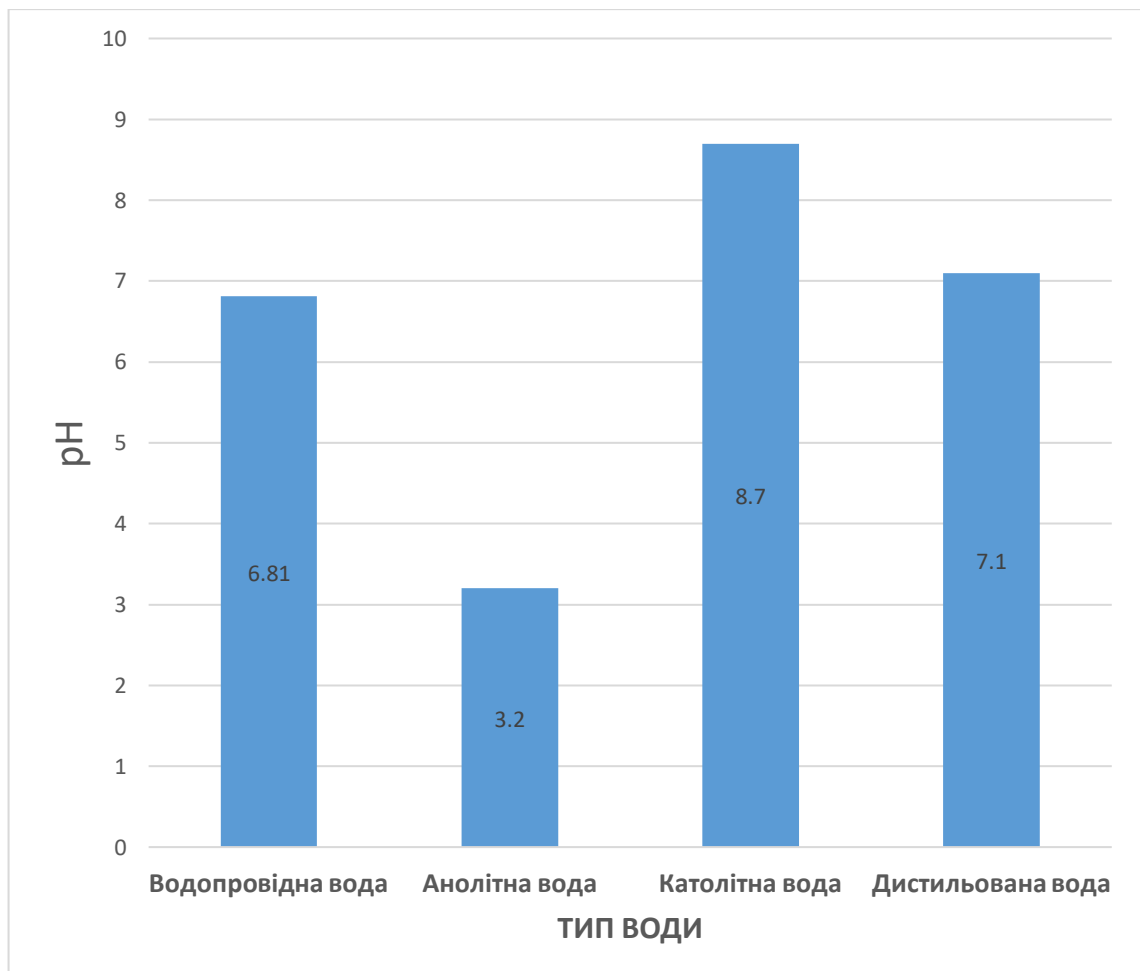
### **3.1.2. Водневий показник досліджуваних вод**

Водневий показник води, яка відбирається для приготування тіста, має важливе значення. У проведених нами дослідженнях встановлено, що використання води із занадто високим рН (наприклад, 8,0), а це католітна вода, призводило до того, що рН тіста було далеким від оптимальних значень (5,0–6,0) для ферментативної (наприклад, амілази) та мікробної активності. Разом з тим, при використанні слабокислої води (рН = 5,0–6,0) вона сприяла росту дріжджів і, отже, спричиняла збільшення об'єму парового хліба. Є лише неофіційна інформація, на яку посилаються деякі ремісники-пекарі, щодо важливості води для приготування хліба на заквасці, хоча деякі процедурні вказівки щодо типового та/або традиційного хліба вказують на деякі особливості води, яку потрібно використовувати. Використовується в хлібопекарні.

Вплив концентрації іонів водню на окислення, в'язкість і ступінь розчинення клейковини є предметом багатьох досліджень дослідників з різних країн. Ці автори зробили спостереження, яке підтверджено, а в певних моментах продовжено. А отримані результати при дослідженні глютену вказують на те, що існує оптимальна концентрація іонів водню для випічки

хліба. Концентрація іонів водню в хлібі пов'язана з походження кислотності води, яка впливає на кількість дріжджів. Також активність дріжджів змінюється залежно від кислотності середовища (води, а потім тіста) та змінюється вміст кислотних продуктів власного метаболізму дріжджів, які певним чином теж визначають умови бродіння [29, 50].

В даній серії досліджень було визначено рН досліджуваних вод, на основі яких в подальшому готувалося тісто. Отримані результати представлені на рисунку 3.2. Наведені на цьому рисунку дані щодо рН досліджуваних вод декларують відмінності у рН досліджуваних.



**Рис. 3.2. Водневий показник досліджуваних вод (рН).**

Так, у водопровідній воді рН становило 6,81, тобто дана вода мала майже нейтральне значення, тоді анолітна вода мала значення водневого показника в чітко вираженому кислому діапазоні, що становило 3,2. На відміну від водопровідної і анолітної вод, у католітної води було встановлено слабколужне рН, яке становило 8,7. Щодо дистильованої води, яка як і

анолітна та католітна води, походить із водопровідної води, то її значення було наближене до такого у водопровідній воді і становило 7,3.

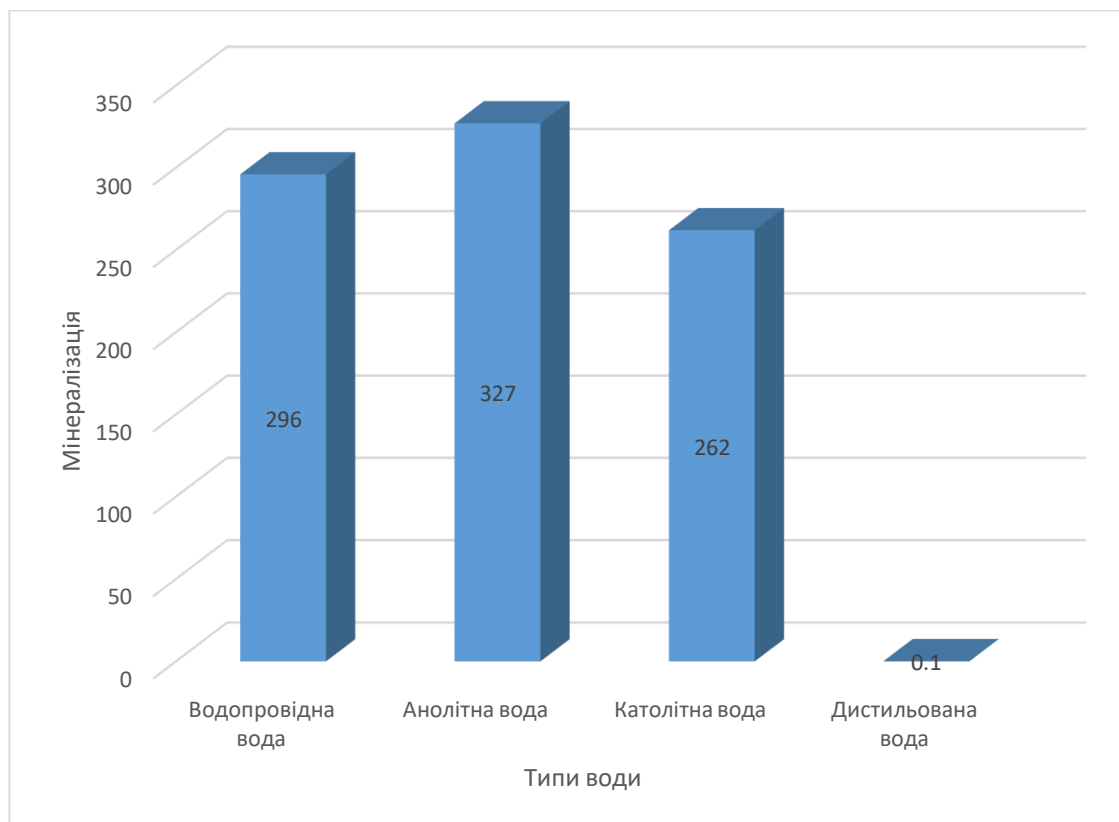
Отримані результати щодо водневого показника у досліджуваних водах свідчать про відмінності, які очевидно, будуть мати значення на окремі інші фізико-хімічні показники тіста та фізико-хімічні та органолептичні показники хліба, який буде приготовлено на різних досліджуваних типах вод.

Отримані результати буде показано у наступних підрозділах даного розділу.

### **3.1.3. Загальна мінералізація досліджуваних вод.**

Згідно даних представлених на рис. 3.3 видно, що показники загальної мінералізації водопровідної води та католітної і анолітної води, які утворені з водопровідної в процесі електролізу, знаходяться в допустимих нормативних параметрах згідно стандарту до питної води. Щодо дистильованої води, як показали результати дослідження, то її параметри показують майже відсутність мінералів в результаті дистиляції. Слід зауважити, що дистильована вода отримана також із водопровідної.

З наведених на рис. 3.3 даних також видно, що анолітна вода, яка утворена біля анода в апараті Эковод-6 «Жемчуг» має на 31 мг більшу мінералізацію, ніж водопровідна і на 65 мг більше, ніж анолітна вода. Отримані результати свідчать про більш інтенсивні процеси



**Рис. 3.1. Загальна мінералізація досліджуваних вод, мг/л**

Одним із критеріїв мінералізації вод є їх жорсткість, яка визначається вмістом кальцію і його сполук. Вважається, що жорсткість (це кількість мг  $\text{CaCO}_3$  в одному літрі) і рН води впливають на якість хлібобулочних виробів. Мінеральні речовини, що містяться у воді середньої жорсткості (100–200 мг/л), оптимально взаємодіють з глютенем. Загалом, це поживні речовини, необхідні так званим протехнологічним мікроорганізмам. Були виявлені прямі залежності між жорсткістю води та часом стійкості хлібного тіста, його питомим об'ємом і м'якістю хліба, приготованого на пару. Разом з тим, виявлено зворотний зв'язок між жорсткістю води та ступенем розм'якшення хлібного тіста. Іони металів і мікроелементи у водопровідній воді, які в основному походять із «жорсткої води», яка використовується у виробничому процесі, можуть впливати на формування та стабільність мікробіоти закваски.

## **3.2. Дослідження фізико-хімічних параметрів тіста для хліба «Козацький», приготовленого з різними типами вод**

### **3.2.1. Дослідження кислотності експериментальних зразків тіста для хліба «Козацький», приготовленого з різними типами вод**

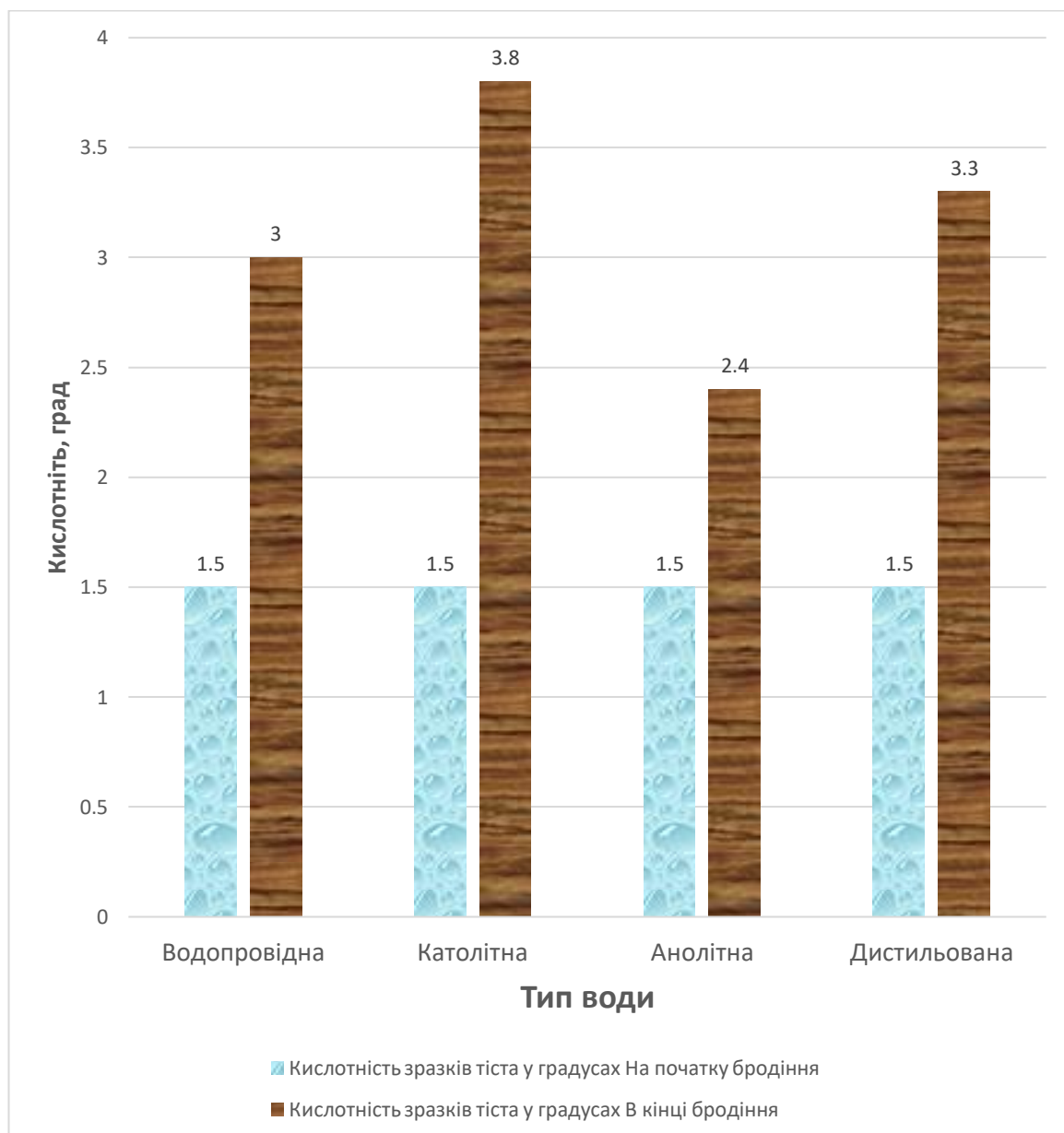
Важливе значення при випічці хліба має ступінь кислотності тіста, що визначає фізичний стан глютену, буде впливати на ріст і активність дріжджів, а також контролювати ріст інших мікроорганізмів. Збільшення кількості і активності дріжджів та інших мікроорганізмів у свою чергу зворотно впливає на кислотність тіста та хліба.

З наведених на рис. 3.4. даних видно, що після приготування тіста відповідно до поданого вище рецептурного складу його залишали на бродіння за умов температури 26 – 32°C упродовж 180 – 270 хв. На початку і в кінці визначеного періоду часу бродіння для забезпечення якісного контролю бродильних процесів визначали кислотність у градусах. Завданням даної серії досліджень було встановити як впливає вода із різним ОВП, рН і загальною мінералізацією на кислотність тіста.

Разом з тим, це дозволить сформулювати думку і обґрунтувати такий вплив на кислотність у тісті, яка формується через розмноження найбільшою мірою дріжджової мікрофлори. Саме вона забезпечує розкладання вуглеводів борошна. В результаті цього процесу у тісті утворюються різні органічні кислоти, такі як молочна, винна, лимонна, ацетатна, метанова, а також і інші кислоти. З літературних джерел відомо про загальну кислотність тіста, яке виготовляється, наприклад із борошна пшеничного вищого або першого гатунків, що вона повинна бути в межах 2,5 – 3,5°. Таким чином, нами отримано результати досліджень, їх статистично опрацьовано і графічно представлено на рис. 3.4.

З представлених на рис. 3.4 даних видно, що в усіх експериментальних зразках тіста на початку бродіння кислотність була однаковою. Проте в кінці бродіння зафіксували достовірні різниці у зміні кислотності тіста. Очевидно,

що за ідентичності усіх умов в приготування чотирьох зразків тіста, окрім різного типу води, то напрашується логічний висновок, що фізико-хімічний стан окремих параметрів вод, а саме ОВП, рН та загальної мінералізації має істотний вплив на загальну кислотність тіста у кінці бродіння.



**Рис. 3.4. Кислотність експериментальних зразків тіста, приготовленого з різними типами вод**

Так, як показують дані наведені на рис. 3.4, в кінці бродіння кислотність тіста, приготовленого на основі католітної води була на 0,8 градуса вищою, порівняно із кислотністю тіста приготовленого на водопровідній воді. Отримані результати можна пояснити тим, що католітна вода характеризується лужним рН і від'ємним значенням окисно-відновного

потенціалу. Саме ці параметри і вплинули на результат, який показав вищий рівень кислотності у тісті, приготовленому на католітній воді. Разом з тим, в кінці бродіння кислотність тіста, приготовленого на основі анолітної води була на 0,6 градуса нижча, порівняно із кислотністю тіста приготовленого на водопровідній воді та на 1,4 градуса нижча, а ніж у тісті, приготовленому на католітній воді. Щодо кислотності тіста, яке приготовлене на дистильованій воді, то це значення було наближене в кінці бродіння до значення кислотності тіста, яке приготовлене із використанням водопровідної води. Саме ці результати дають підставу стверджувати, що на кислотність тіста в кінці бродіння більшою мірою впливає рН та ОВП води, аніж її мінералізація.

Виходячи із отриманих результатів можна стверджувати, що тісто повинно мати значення рН, яке близьке до 5-6. Якщо використовувати лужну воду для приготування тіста, то рН тіста стає вищим і при цьому зменшується газоутворення, порушується кислотність, збільшується тривалість бродіння, зрілість тіста через понижену активність дріжджів, а також молочнокислих бактерій. Відомо, що лужна вода негативно впливає на формування клейковини та її пластичність, тому виходячи із наших результатів та аналізу літературних даних необхідно використовувати воду із слабокислим або нейтральним значенням рН.

Підсумовуючи сказане вище, можна зробити висновок, що процес бродіння тіста значною мірою залежить від окисно-відновного потенціалу води та її водневого показника. При використанні католітної води в кінці бродіння кислотність тіста для хліба «Козацький» є вищою, аніж при додаванні анолітної води. Мінералізації води також має вплив на кислотність даного тіста, особливо в кінці процесу бродіння, проте меншою мірою, аніж рН і ОВП.

### **3.2.2. Окремі органолептичні показники хліба «Козацького», приготовленого з використанням різних типів вод**

В даній серії досліджень, яка відповідала поставленим відповідно до

мети завданням визначали колір, запах та смак досліджуваних продуктів, а саме зразків хліба «Козацького». Відповідна оцінка була проведена згідно вимог ТУ У 25027034–012–99.

Таблиця 3.1

**Порівняльна органолептична характеристика хліба «Козацького», приготовленого з використанням різних типів вод**

Показник	Типи вод, які використовувалися для виготовлення хліба «Козацького»			
	Водопровідна	Анолітна	Католітна	Дистильована
Колір хліба	Жовто-сіруватий, який притаманний для хліба	Жовто-сіруватий, який притаманний для хліба	Сірувато-жовтий, який не притаманний для хліба	Жовто-сіруватий, який притаманний для хліба
Аромат хліба	Притаманний для хліба житньо-пшеничного	Притаманний для хліба житньо-пшеничного	Не притаманний для хліба житньо-пшеничного	Притаманний для хліба житньо-пшеничного
Смак хліба	Притаманний для хліба житньо-пшеничного	Притаманний для хліба житньо-пшеничного	Не притаманний для хліба житньо-пшеничного	Притаманний для хліба житньо-пшеничного
Форма хліба	Притаманна для подового хлібу	Притаманна для подового хлібу	Не притаманна для подового хлібу	Притаманна для подового хлібу



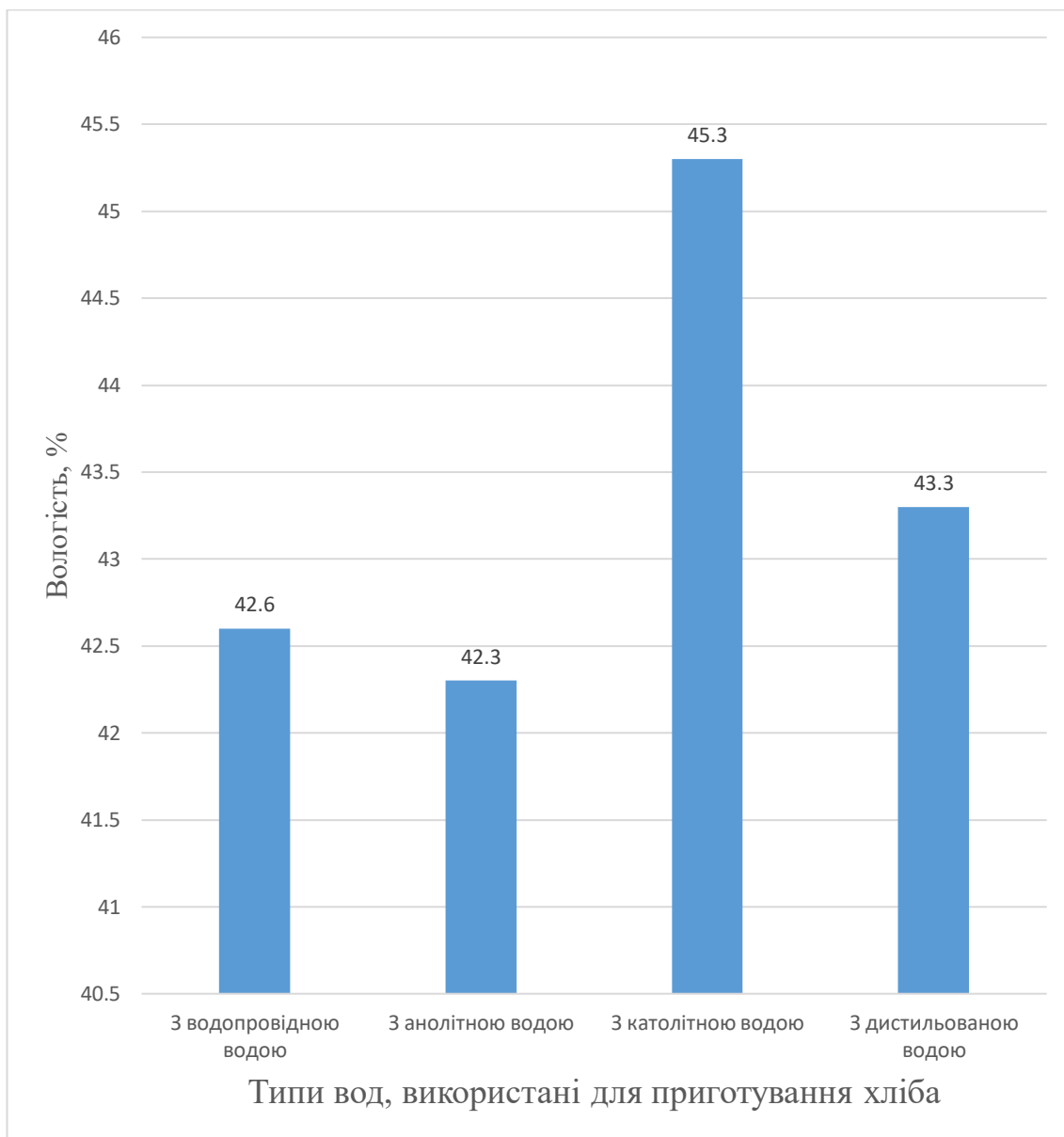
Як свідчать результати досліджень, представлені у таблиці 3.1., вплив води має значення і органолептичні показники – колір, запах, смак та форму хліба «Козацького». Дослідження проведені експертною групою показали, що водопровідна, анолітна і дистильована вода позитивно впливають на досліджувані органолептичні показники хліба «Козацького». Дані показники хліба при використанні у приготуванні тіста вище вказаних вод відповідають нормативним критеріям.

Щодо використання католітної води у технологічному процесі виробництва хліба «Козацького», то експертною комісією зафіксовано відмінності у органолептичних показниках щодо даного зразка хліба, в тому числі у візуально зміненій формі, яка була меншою, порівняно із зразками хліба, які приготовлені на водопровідній, анолітній чи дистильованій водах.

### **3.2.3. Дослідження вологості м'якуша зразків хліба «Козацького», приготовленого з використанням різних типів вод**

Важливим показником якості хліба є вологість мякуша хліба. Цей показник вказує на відношення маси води, яка є у хлібі, до загальної маси хліба. Цей показник прописується у відсотках [35]. Доведеним є факт, що із збільшенням вологості хліба, тобто збільшенням вмісту у ньому води, знижується як поживна, харчова, так і біологічна, і енергетична цінність хліба. Даний факт має місце у випадках, коли потрібно зробити більший вихід хліба, тобто має комерційну складову. Виходячи із сказаного вище, у ДСТУ 7517:2014 [22] встановлено вологість, яка для хліба «Козацького», тобто такого, що виготовлений із пшеничного борошна вищого і першого гатунків, повинна не перевищувати 43–44%.

Результати дослідження вологості мякуша досліджуваних зразків хліба представлено на рис. 3.5.



**Рис. 3.5. Вологість мякуша експериментальних зразків хліба «Козацького», приготовленого з використанням різних типів вод**

З отриманих даних даного етапу досліджень, які представлені на рис. 3.5 видно, що вологість м'якуша експериментальних зразків хліба «Козацького» певним чином залежить від типу води, яка використовувалася для приготування досліджуваних зразків хліба. Ця закономірність відображена на рис. 3.5. Так, при використанні водопровідної води для приготування тіста для хліба «Козацький», вологість м'якуша даного хліба становила 42,6%, що відповідало нормативних положенням щодо даного показника для такого виду хліба. У близьких значеннях знаходився і показник вологості м'якуша зразку хліба «Козацький», для приготування тіста якого використовувалася анолітна

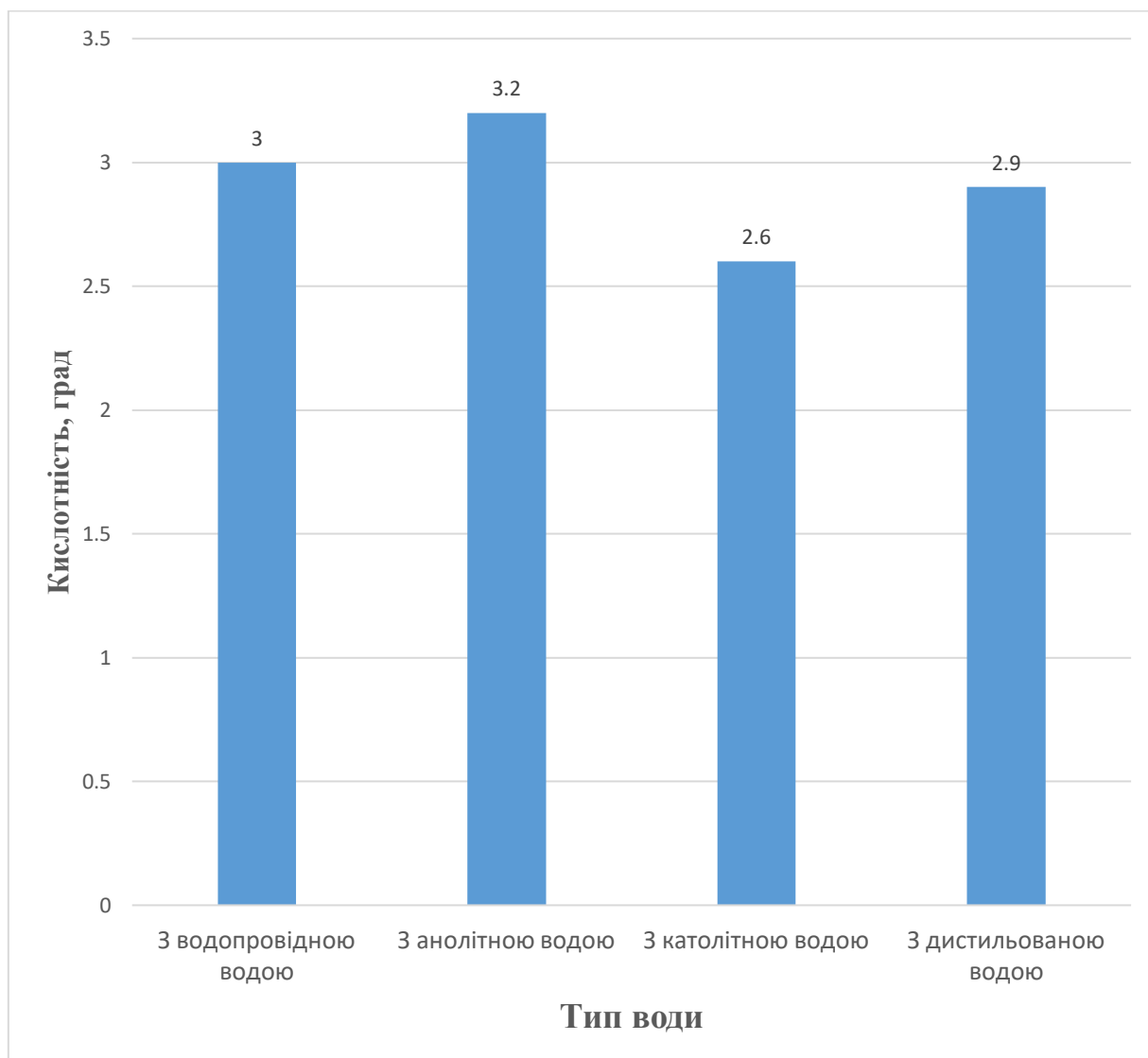
вода, тобто із кислим рН та позитивним значенням окисно-відновного потенціалу. Достовірні зміну в сторону зростання вологості м'якуша хліба «Козацький» зафіксовано у зразках, тісто яких готувалося на католітній воді, тобто це була слабо лужна вода, з рН понад 8,0 і від'ємним окисно-відновним потенціалом. Цей показник вологості м'якуша становив 45,3%. Дещо вище значення вологості м'якуша хліба «Козацький» відмічено у зразках, тісто яких готувалося на дистильовані воді, ніж на водопровідній чи анолітній і цей показник становив 43,3%.

Підсумовуючи результати даного виконаного завдання магістерської роботи можна стверджувати, що на вологість м'якуша хліба «Козацький» впливає водневий показник і окисно-відновний потенціал води, яку додають до борошна для приготування тіста. Водопровідна, анолітна і дистильована вода мають однонапрямлений вплив на окремі фізико-хімічні показники тіста та органолептичні і фізико-хімічні показники хліба «Козацький». Додавання до борошна католітної води із слаболужним рН та від'ємним окисно-відновним потенціалом чинить несприятливу дію на мікроорганізми, зокрема дріжджі, що призводить до відхилить від норми в окремих фізико-хімічних показниках тіста та органолептичних і фізико-хімічних показниках хліба «Козацький».

#### **3.2.4. Кислотність м'якуша експериментальних зразків хліба «Козацького», приготовленого з використанням різних типів вод**

Відомо, що кислотність вже готового хліба значним чином характеризує сукупно хід бродіння у тісті. За умови, коли значення градуса кислотності буде нижче нормативних показників, то це наголошує, що такий хліб вироблено із погано виброженого тіста. У такому хлібі окрім інших показників погіршується і поживність, оскільки він погано перетравлюється. Як наслідок можуть виникати порушення з боку шлунково-кишкового тракту у споживачів такого продукту.

Тому оцінка кислотності м'якуша хліба є вагомим показником, який передбачений стандартом. Результати проведеного нами дослідження кислотності зразків м'якуша хліба «Козацький», який виготовлений із використанням вод з різною мінералізацією, водневим показником та окисно-відновним потенціалом, представлено на рис. 3.6.



**Рис. 3.6. Кислотність мякуша експериментальних зразків зразків хліба «Козацького», приготовленого з використанням різних типів вод, град**

На рис. 3.6 показано дані, які свідчать, що кислотність мякуша експериментальних зразків зразків хліба «Козацького», приготовленого з використанням водопровідної, анолітної та дистильованої вод має наближені значення, які відповідають нормативним положенням до даного показника.

Щодо кислотності м'якуша експериментальних зразків зразків хліба «Козацького», приготовленого з використанням католітної води, то вона була дещо зниженою, порівняно із іншими зразками хліба, які приготовлені на вказаних вище водах.

Ще одним показником, який має значення в оцінці якості хліба є його пористість. Серед досліджуваних зразків хліба відмічено зниження пористості лише у хлібі, який приготовлений із використанням католітної води. Очевидно така лужна вода із від'ємним значенням окисно-відносного потенціалу справила негативне значення на технологічний процес, а саме бродіння, тому цей процес не відбувся належним чином, що призвело до зниження якості даних зразків хліба.

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що процес бродіння тіста значною мірою залежить від окисно-відновного потенціалу води та її водневого показника. При використанні католітної води в кінці бродіння кислотність тіста для хліба «Козацький» є вищою, аніж при додаванні анолітної води. Мінералізації води також має вплив на кислотність даного тіста, особливо в кінці процесу бродіння, проте меншою мірою, аніж рН і ОВП.
2. Встановлено, що на вологість м'якуша хліба «Козацький» впливає водневий показник і окисно-відновний потенціал води, яку додають до борошна для приготування тіста.
3. Водопровідна, анолітна і дистильована вода мають однонаправлений вплив на окремі фізико-хімічні показники тіста та органолептичні і фізико-хімічні показники хліба «Козацький».
4. При використанні католітної води у технологічному процесі виробництва хліба «Козацького» встановлено відмінності у органолептичних показниках щодо даного зразка хліба, в тому числі у візуально зміненій формі, яка була меншою, порівняно із зразками хліба, які приготовлені на водопровідній, анолітній чи дистильованій водах.
5. Додавання до борошна католітної води із слаболужним рН та від'ємним окисно-відновним потенціалом чинить несприятливу дію на мікроорганізми, зокрема дріжджі, що призводить до відхилення від норми в окремих фізико-хімічних показниках тіста та органолептичних і фізико-хімічних показниках хліба «Козацький».
6. Серед досліджуваних зразків хліба відмічено зниження пористості лише у хлібі, який приготовлений із використанням католітної води.

## РОЗДІЛ 4

### Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

#### 4.1. Організація служби охорони праці на підприємстві

Організація служби охорони праці на пекарні здійснюється у відповідності з типовим положенням про службу охорони праці ДНАОП 0.00-421-93 [78].

За організацією охорони праці на підприємстві відповідає його керівник. Служба охорони праці забезпечує функціонування системи управління охороною праці:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, відповідальних за вирішення питань з охорони праці;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків і профзахворювань;
- при виникненні надзвичайних ситуацій і нещасних випадків, власник зобов'язаний вжити термінових засобів для допомоги потерпілим.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства і виконує наступні функції:

- забезпечує інструкціями, стандартами та іншими нормативними документами;
- веде облік і аналіз нещасних випадків і профзахворювань;
- бере участь у розслідуванні нещасних випадків;
- забезпечує проведення та інструктажі з охорони праці.

#### 4.2. Санітарні умови праці на виробництві

##### 4.2.1 Мікроклімат виробничого приміщення

Мікроклімат нормується згідно з вимогами ДСНЗ 3.3.6-042-99.

У тістоподільному відділенні категорія робіт машиніста вистійної шафи 2б.

В холодний період року оптимальні параметри мікроклімату:

- температура повітря - 17-19<sup>0</sup>С.
- відносна вологість - 40-60%
- швидкість руху повітря - до 0,2 м/с

Допустимі параметри мікроклімату:

1) на постійних робочих місцях:

- температура повітря - 15-21<sup>0</sup>С
- відносна вологість - 75%
- швидкість руху повітря - до 0,4 м/с.

2) на не постійних місцях:

- температура повітря - 13-23<sup>0</sup>С
- відносна вологість - 75%
- швидкість руху повітря - до 0,4 м/с.

В теплий період року оптимальні параметри мікроклімату:

- - температура повітря - 20-22<sup>0</sup>С.
- - відносна вологість - 40-60%
- - швидкість руху повітря - до 0,3 м/с

Допустимі параметри мікроклімату:

на постійних робочих місцях:

- температура повітря - 15-27<sup>0</sup>С
- відносна вологість - 70% при 25<sup>0</sup>С
- швидкість руху повітря - 0,2-0,5 м/с.

на не постійних місцях:

- температура повітря - 15-29<sup>0</sup>С
- відносна вологість - 70% при 25<sup>0</sup>С
- швидкість руху повітря - 0,2 - 0,5 м/с.

Заходи щодо нормалізації мікроклімату:

– в холодний період року посилити опалення;



– в теплий період року встановити кондиціонер, покращити вентиляцію.

#### **4.2.2. Загазованість та запиленість повітря**

У тістоподільному відділенні на робочому місці машиніста вистійної шафи гранично допустима концентрація CO<sub>2</sub> (вуглекислого газу) 9000 мг/м<sup>3</sup> клас небезпеки якого за ГОСТ 12.1.005-88-4, а запиленість відсутня.

Для зменшення загазованості пропонується комбіновану вентиляцію, а також аспірацію, герметизацію обладнання.

#### **4.2.3. Шум**

Рівень шуму повинен відповідати ДСН-3.3.6-037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» і не повинен перевищувати на робочих місцях 85дБ.

Для зменшення шуму на робочому місці пропонується використовувати такі засоби захисту: антифони, вставки «Беруші».

#### **4.2.4. Вібрації**

В тістоподільному відділенні норми вібрації встановлені ДСН-3.3.6-039-99 «Державні санітарні норми виробничої, загальної та локальної вібрації».

Засоби захисту від вібрації пропонуються такі: віброізоляцію і вібропоглинання.

#### **4.2.5. Освітленість**

Вимоги щодо освітлення виробничих приміщень встановлені СНиП-2-4-79 «Природне і штучне освітлення».

В тістоподільному відділенні на робочому місці машиніста вистійної шафи зорова робота середньої точності.

Розряд зорової роботи - 4

Підрозряд зорової роботи - в.

Освітленість при загальному освітленні повинна становити:

– лампами розжарювання - 150 лк; або

– газорозрядними - 200 лк.

#### **4.2.6. Випромінювання**

В тістоподільному відділенні на робочих місцях немає обладнання, які б випромінювало шкідливі фактори.

#### **4.2.7. Висновки за матеріалами аналізу санітарних умов**

Санітарна характеристика виробничого процесу. Процеси, що вимагають особливих умов щодо дотримання чистоти при виготовленні харчової продукції.

Група виробничих процесів за СНиП 2.09.04-84-4.

Кількість чоловік на одну душову сітку - 6 ж/7г.

Кількість чоловік на один крок - 10

Тип гардеробних - роздільні.

Число відділень шафи - по одному відділенню на 1 чол.

Спеціальні побутові приміщення - манікюрна.

#### **4.2.8. Електробезпека у виробничому приміщенні**

У тістоподільному відділенні відповідно до вимог ПУЕ необхідне заземлення чи занулення тісто дільників, вистійних шаф. В тістоподільному відділенні рекомендується з'днання електродвигуна безпосередньо з виконавчим механізмом.

Вимоги щодо захисту від статичної електрики встановлені ДНАОП 0.00129-97.

Для захисту людей від ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції повинен бути застосований один з наступних захисних заходів: заземлення, занулення, захисне вимкнення, розподільчий трансформатор, подвійна ізоляція.

#### **4.2.9. Пожежна безпека**

Пожежна безпека підприємства повинна відповідати вимогам Закону України «Про пожежну безпеку», «Правил пожежної безпеки в Україні», СНиП 2.01.02-85 та вимогам відповідних нормативних актів.

Категорія приміщень за вибухо-пожежонебезпекою - Д.

В даному відділенні вибухопожежних матеріалів не має.

Засоби захисту від пожежі пропонуються такі: пожежна сигналізація і автоматичне пожежогасіння, можна використовувати також пісок, лопату, воду - з водопровідної мережі на якій встановлюється пожежне обладнання. Вибираємо вогнегасники порошкові: ВП-5, а у разі відсутності можна використати ВП-10.

#### **4.3. Техніка безпеки**

Техніка безпеки під час обслуговування тістоподільного відділення. Обладнання тісто подільного відділення має відповідати ГОСТ 12.2.003-91 [41]:

- приймальні лійки тісто подільних машин повинні бути обладнані змінними захисними ґратами, що заблоковані з приводом;
- робочі органи тісто подільних машин, рухомі частини механізму привода повинні мати огороження з блокуваннями, що забезпечують вимикання електродвигунів у разі відчинення кришки тістової камери;
- на тістоокруглюваних машинах необхідно передбачати знімне породження клинопасової передачі і інших частин привода, заблоковане з електродвигуном;

- для термінової зупинки механізмів конвеєр вистійної шафи повинен бути обладнаний додатковими кнопками «Стоп», що поміщаються з обох боків агрегату;
- стаціонарні камери для вистою необхідно споряджувати низьковольтним освітленням і витяжною вентиляцією;
- для запобігання розкачуванню колісок під час завантаження і розвантаження повинен бути передбачений обмежник. Коліски повинні рухатися плавно без перекосів;
- конвеєр вистою тіста повинен мати запобіжний пристрій, який виключає аварію конвеєра у випадку перевантаження;
- усі рухомі, обертові та такі, що виступають частини устаткування, допоміжних механізмів, якщо вони являють собою джерело небезпеки для людей, повинні бути надійно огорожені або розташовані таким чином, щоб виключалась можливість травмування обслуговуючого персоналу. Огорожені повинні бути пофарбовані у кольори відповідно до ГОСТ 12.4.026-76.

#### **4.4. Заходи з промислової екології**

Оточуюче середовище - це природні системи, природні компоненти, територія, ландшафти, природні історичні пам'ятки, що впливають на якість життя, життєдіяльність та здоров'я людини. Взаємодія людини з природою відбувається в процесі праці. Природні ресурси в результаті інтенсифікації виробництва, все більше забруднюються і виснажуються вони не встигають самовідновлюватися, саме, це і призвело до екологічної катастрофи.

Інтенсифікація виробництва скорочує час, що відведений на відновлення природо-ресурсного потенціалу, тому вони переходять на

відновлюючі. У зв'язку із зростанням забруднення довкілля, повітря, води, ґрунтів виникла гостра необхідність захисту біосфери від забруднення.

Основним завдання охорони природи є:

- ефективна експлуатація природних ресурсів;
- використання природних компонентів за умов їх мінімального забруднення;
- забруднення унікальних об'єктів природної та культурної спадщини.

Кожне виробництво у більшій чи меншій мірі забрудню навколишнє середовище викидами шкідливих речовин в атмосферу, промисловими стічними водами, твердими відходами. У цих умовах загальною мірою є розробка і впровадження маловідходних і енергоресурсних технологій, забезпечували б збереження екологічної рівноваги у довкіллі, не забруднювали б його, також природо зберігаючи технологій з очищення повітря стічних вод, ґрунтів. Таким чином для всіх підприємств, що забезпечують довкілля розробляється екологічний паспорт.

Основними викидами в атмосферу на хлібопекарських підприємствах є продукти згоряння палива в топках. Так, при роботі природному газі основними забрудниками є оксиди азоту і вуглецю, при використанні мазути чи вугілля зі зазначеними речовинами в повітря потрапляє діоксин сірки, тверді частинки. Забруднюють атмосферу і гази відводять із компресорних установок складів безтарного зберігання борошна. Під час бродіння виділяється діоксин карбону, етиловий спирт, альдегіди. Під час приймання, зберігання, дозування та технологічного транспортування борошна виділяється борошняний пил. У відділення приготування рідких дріжджів виділяється вуглекислий газ. Небезпечними для довкілля є продукти згоряння палива.

Починаючи із 90-х років для кожного підприємства встановлюються нормативи допустимих викидів різних речовин в одиницю час на рік.

Гранично допустимі викиди - це кількість шкідливих речовин, що не має перевищуватись під час викиду в повітря за одиницю часу і концентрація забруднювачів повітря, яка на межі санітарної зони не повинна перевищувати ГДК. ГДК - це максимально кількість шкідливих речовин в одиниці об'єму або маси середовища води, повітря чи ґрунту, яка практично не впливає на стан здоров'я людини. Використовується дивентиризація джерел забруднення атмосфери для кожного підприємства, а також екологічна паспортизація всіх об'єктів які забруднюють довкілля. На хлібозаводах, щоб забезпечити необхідний рівень чистоти повітря на зоні, що прилягає до виробництва, продукти згоряння розсіюють в атмосфері шляхом встановлення труб висотою від 25 до 60-70м і дефлекторів. Також передбачуються санітарно-захисна зона від 100-300м.

Головними забруднювачами довкілля є стічні води, що утворюють під час миття обладнання і скидаються в міську каналізаційну мережу. До складу її входять переважно органічні речовини, які є залишками сировини і продуктів трансформації їх. Найпростішою схемою водопостачання підприємств харчової промисловості є підключення до міського водопроводу і використання його для подання води в технологічний процес. Вміст органічних речовин у воді характеризується різними показниками (окиснюваністю, чим більший її показник, тим забрудненість води). Для стоків хлібозаводу цей показник дорівнює 600-800 мг. Ог/л.

Стічні води, що надходять в міську каналізацію, не вин у концентраціях, які негативно впливають на їх біологічне очищення, не повинні містити речовин у концентраціях, які негативно впливають на їх біологічне очищення, небезпечних бактерій і токсичних забруднень, смол, мазуту і бензину. Для того щоб очистити їх перед спусканням у міську каналізацію, стічні води мають пройти механічне очищення через сита.

На хлібозаводах специфічними організованими викидами є борошняним і цукровий пил, відпрацьовані газы компресорно-повітряних установок, які використовують для аерозоль транспорту борошна.

Для уловлення борошняного пилу на бункерах для зберігання борошна в складах безтарного зберігання борошна, виробничих силосах встановлюють тканинні фільтри, на технологічних лініях транспортування борошна - циклони.

У приміщеннях з викидами продуктів бродіння облаштовують приточновитяжну вентиляцію.

Основними очисними спорудами а підприємстві харчової промисловості є:

- вентиляційні камери;
- фільтрувальні приміщення.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Aider M. Electro-activated aqueous solutions: theory and application in the food industry and biotechnology / M. Aider, E. Gnatko, M. Benali, G. Plutakhin, A. Kastyuchik // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2012. – Vol. 15. – P. 38–49. doi: 10.1016/j.ifset.2012.02.002
2. Allan, J.A., 1998. Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits. *Groundwater*, 36(4):545-546.
3. Barthélemy F., Renault D. & Wallender W. 1993. Water for a Sustainable Human nutrition : inputs and resources analysis for Arid areas. UC Davis Internal report 70 pages.
4. Barthélemy F., Renault D. and Wallende, W. (1993) Water for a Sustainable Human Nutrition: Inputs and Resources Analysis for Arid Areas. UC Davis Internal Report, 70 p.
5. Boger V.U., et al. “Small piece bakery goods production technology based on partially baked semi-finished products”. *Food Processing: Techniques and Technology* 1.24 (2012): 14-19.
6. Danilova I.A. “Types of freezing of bakery semi-finished products”. *Young Scientist* 18 (2014): 233-235.
7. Dmitrieva Yu.V. and Andreev A.N. “The influence of delayed baking technologies and the use of improvers on croissant quality”. *Processes and Food Production Equipment* 3 (2016): 39-47.
8. Egorova Z.E., et al. “Juices with pulp for baby food based on directly squeezed carrot juice, aseptic preservation. Materials of the International scientific and practical conference “Innovative food technologies in the field of storage and processing of agricultural raw materials: fundamental and applied aspects”. Krasnodar (2012): 107-110.
9. Ermosh L.G. and Berezovikova I.P. “Baked products from frozen semifinished items with jerusalem artichoke flour”. *Food Processing: Techniques and Technology* 4.27 (2012): 11-17.
10. Gnatko E. N. Emergence of the science and technology of electroactivated aqueous solutions: applications for environmental and food safety /



E. N. Gnatko, V. I. Kravets, E. V. Leschenko, A. Omelchenko. – NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, 2011. – P. 101–116. doi: 10.1007/978-94-007-1235-5

11. Hozová B., et al. “Microbiological and sensory quality of stored croissant-type bakery products depending on external (sorbic acid) and internal (dough, aw value) conditions”. *Nahrung - Food* 46.3 (2002): 144-150.

12. Katusov D.N and Shalygina L.S. “Frozen bread production”. *Innovation Science* 03-2 (2017): 35-37.

13. Keniyz N.V and Sokol N.V. “Study of moisture condition in dough with cryoprotectors by means of nuclear-magnetic resonance”. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University* 98 (2014): 416-428.

14. Keniyz N.V. “Determination of the content of free and bound moisture in the test with the addition of cryoprotectants”. *Young Scientist* 4 (2014): 187-189.

15. Keniyz N.V. “Influence of technological parameters on the production of bakery semi-finished products”. *Young Scientist* 10 (2010): 150-153.

16. Keniyz N.V. and Sokol N.V. “Influence of various cryoprotectants on the rheology of dough for semi-finished products”. *Young Scientist* 10 (2014): 147-150.

17. Keniyz N.V. and Sokol N.V. “The influence of defrosting in the technology of bread from frozen semi-finished products on the quality of the finished product”. *Bulletin of NGIEI* 22.3 (2011): 92-101.

18. Keniyz N.V. and Sokol N.V. “The process of freezing bakery semifinished products with the addition of cryoprotectants and its effect on the structure of frozen semi-finished products”. *Young Scientist* 5 (2014): 67-70.

19. Keniyz N.V. and Sokol N.V. “The technology of frozen semi-finished products using cryoprotectants”. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing (2014): 129.

20. Kitaevskaya S.V and Reshetnik OA. “Biotechnological foundations of the use of cryoresistant microorganisms in baking”. Kazan: Kazan State Technological University (2006): 268.

21. Kitaevskaya S.V. and Reshetnik O.A. "The use of enzyme preparations in the technology of bakery products based on frozen semi-finished products". *Bulletin of the Kazan Technological University* 16.24 (2014): 91-94.
22. Korchagin V.I., et al. "Development of an approach to the selection of multifunctional additives in the production of bakery and flour confectionery products". *Storage and Processing of Farm Products* 8 (1999): 27-29.
23. Labutina N.V. "Technology for the production of bakery products from frozen semi-finished products". Smolensk: Universum (2004): 236.
24. Lukina O.V. and Lukina D.V. "Fundamentals of defrosting process and quality assessment of defrozed semi-finished product and finished bakery products". *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy* 4.8 (2013): 80-82.
25. Mazur P.Y. "Water in the technology of making bread". Voronezh: Voronezh State Technical University (2001): 210.
26. Mikulec A., et al. "The impact of postponed bread baking technology on the quality properties of kaiser rolls and in vitro starch digestibility. *Journal of Food Process Engineering* 41.1 (2018): e12628.
27. Nariniyants GR., et al. "Technology of aseptic preservation of fruit semi-finished products for baby food". *Food Industry* 3 (2005): 20-21.
28. Nataliia H. Kopchak, Oleh S. Pokotylo, Mykola D. Kukhtyn, Tetiana Ya Yaroshenko, Mariia I. Kulitska and Iryna A. Bandas. Age and sex characteristics of thyroxine and triiodothyronine content in the blood of white rats with experimental alimentary obesity under the influence of iodine // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. Vol. 9, iss. 5. P. 2392-2397.
29. Olha Petkova and Yakov Verkhivker. "Using Water in the Modern Bakery Industry". *Acta Scientific Nutritional Health* 6.6 (2022): 72-81.
30. Pflug I.J., et al. "Establishing the heat-preservation process for aseptically packaged low-acid food containing large particulates, sterilized in a continuous heat-hold-cool system". *Journal of Food Protection* 53.4 (1990): 312-320.

31. Rahman S.M.E., Khan I., Oh D.H., 2016. Electrolyzed water as a novel sanitizer in the food industry: current trends and future perspectives. *Compr. Rev. Food. Sci. F* 15, 471–490.
32. Ramos MMV., et al. “Validation of an aseptic packaging system of liquid foods processed by uht sterilization”. *Chemical Engineering Transactions* 44 (2015): 331-336.
33. Senkevich V.I. “Methods and parameters for determining the sterilization modes in the production of canned food”. *Alley of Science* 2.9-25 (2018): 295-302.
34. Thania N.M., et al. “Consumers’ delayed consumption of bakery products: Effect on physical and chemical properties”. *Journal of Agricultural and Food Engineering* 1.2 (2020): 1-6.
35. Toledo RT., et al. *Aseptic Processing*. Chapter in a book: “Fundamentals of Food Process Engineering”. University of Georgia (2018): 245-276.
36. Ureta M.M., et al. “Water transport during bread baking: Impact of the baking temperature and the baking time”. *Food Science and Technology International* 25.3 (2019): 187-197.
37. Zhou Y.G., et al. “Effect of water content on thermal behaviors of common buckwheat flour and starch”. *Journal of Food Engineering* 93.2 (2009): 242-248.
38. Арсеньєва Л.Ю., Герасименко Л.О., Антонюк М.М. Корекція мінерального складу хліба // *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства*. – 2003. – № 16. – С. 338–343.
39. Бахир В. М. Электрохимическая активация водных растворов и её технологическое применение в пищевой промышленности: Обзорная информация / В. М. Бахир, Н. Г. Цикоридзе, Л. Е. Спектор // Тбилиси: ГрузНИИНТИ. – 1988. – Вып. 3. – С. 80.
40. Бахир В. М. Электрохимическая активация: история, состояние, перспективы. В. М. Бахир, Ю. Г. Задорожний, Б. И. Леонов, С. А. Паничева, В. И. Прилуцкий, О. И. Сухова; под ред. В. М. Бахира. – М.: ВНИИИМТ, 1999. – 256 с.

41. Безпека життєдіяльності. Є.П. Желібо, К.: Каравела, 2005. – 344 с.
42. Борисенко А. А. Исследование изменения рН и ОВП среды посредством смешения кислой и щелочной фракций электроактивированной воды / А. А. Борисенко, Е. А. Шаманаева // Вестник СевКав ГТУ «Продовольствие». – 2004. – № 1. – С. 7.
43. Влияние активированной воды при проведении воднотепловой обработки зерна / С. Л. Батт, А. В. Колесниченко, Е. В. Кузьмина, Е. И. Гаджий // Зернові продукти і комбікорми. – 2011. – № 2 (42). – С. 19–21.
44. Влияние воднотепловой обработки семян нута на качество крупы при различных режимах хранения / Е. И. Шутенко, Г. И. Евдокимова, Н. З. Москвина, Т. В. Шпырко // Зернові продукти і комбікорми. – 2012. – № 4 (48). – С. 28–31.
45. Вогман Л. П. Обзор результатов исследования роли воды в процессах самовозгорания растительного сырья / Л. П. Вогман, Е. Е. Простов // Хлебопродукты. – 2015. – № 3. – С. 57–59.
46. Гакова О. А. Роль водоподготовки в повышении микробиологической чистоты хлеба / О. А. Гакова, Т. Б. Цыганова // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2012. – № 1 (125). – С. 13.
47. Гакова О. Инновационные способы обработки воды в производстве хлебобулочных изделий / О. Гакова, Т. Цыганова, И. Святкин // Хлебопродукты. – 2008. – № 1. – С. 52–53.
48. Давидян Г. Г. Практические вопросы управления качеством воды / Г. Г. Давидян // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2011. – № 10 (122). – С. 42–43.
49. Давидян Г. Г. Практические вопросы управления качеством воды / Г. Г. Давидян // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2011. – № 11 (123). – С. 42–44.
50. Дробо, В. І., Арсеньєва Л. Ю., Білик Л. Ю. Лабораторний практикум з технології хлібопекарного та макаронного виробництва: навч. посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 341с.

51. Збагачення пшеничного хліба мікронутрієнтами / Л.Ю. Арсеньєва, Л.О. Герасименко, М.М. Антонюк, В.Ф. Доценко // Наукові праці НУХТ. – 2003. – № 14. – С. 51–53.
52. Знову про магнітну обробку води на хлібозаводах // Зерно і хліб. – 2001. – № 3. – С. 20.
53. Касьянов Г. И. Получение воды с модифицированным изотопным составом для использования в технологиях пищевых продуктов / Г. И. Касьянов, А. В. Христюк, Е. И. Мякинникова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 5-6 (341-342). – С. 65–68.
54. Копчак Н. Г., Покотило О. С., Кухтин М. Д., Коваль М. І. Вплив йоду на показники ліпідного профілю крові щурів різного віку при експериментальному ожирінні // Медична та клінічна хімія. - 2017. - № 4 (19). - С. 123-128.
55. Копчак Н.Г., Покотило О.С. Вплив йоду на статеві особливості метаболічного профілю крові білих щурів з експериментальним ожирінням. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. 2018. № 1(72). С. 97-102.
56. Копчак Н.Г., Покотило О.С., Назарко І.С., Білецька Г.А., Коваль М.І. Вплив йоду на показники ліпідного обміну у крові самок білих щурів різного віку з ожирінням // Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія. - 2018. - № 82 (2). - С. 49–55.
57. Лаврова Л. Ю. Активность воды и качество и безопасность кондитерских изделий / Л. Ю. Лаврова, Т. И. Гусева, Т. И. Гулова // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2013. – № 5-6. – С. 40–41. 121
58. Лялик, А.Т., Покотило, О.С., Кухтин, М.Д., Бейко Л.А. (2020). Органолептичний і сенсорний аналіз сиркової пасти з лляною олією. Технічні науки та технології : науковий журнал, 1 (19), 287-295.
59. Магнітна обробка води // Зерно і хліб. – 2000. – № 4. – С. 30–31.
60. Маевская Т. Н. Использование электроактивированной воды в технологии рыбных белковых масс / Т. Н. Маевская, А. С. Виннов, Н. И. Бабков //Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1. – С. 18.

61. Мазур П. На якій воді заміщуємо тісто / П. Мазур, І. Яншева, О. Виставкін // *Зерно і хліб*. – 2001. – № 4. – С. 36–37.
62. Мазур П. Необхідність очищення води під час приготування тіста / П. Мазур, І. Яншева, О. Виставкін // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. – 2008. – № 9 (46). – С. 37–39.
63. Миколенко С. Ю. Вплив окремих інгредієнтів на якість хлібобулочних виробів, виготовлених із використанням плазмохімічноактивованої води / С. Ю. Миколенко // *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. – 2013. – Т. 1, вип. 44. – С. 142–147.
64. Н.І. Байда, О.С. Покотило. Вплив йоду і селену на окремі показники в технологічному процесі приготування хліба // *Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей X міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 24–25 листоп. 2021.)* / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. Т. 2. – 152.
65. Набок М. Выпечка пшеничного хлеба с использованием в тестозамешивании электроактивированных водных растворов / М. Набок, Г. Плутахин // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. – 2009. – № 9 (58). – С. 38–41.
66. Налывайко Н. Вода для выпечки. Подобрать ее не просто / Н. Налывайко // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. – 2013. – № 12 (109). – С. 44–45.
67. Нилова Л. Активация воды как способ повышения микробиологической безопасности хлебобулочных изделий / Л. Нилова, Н. Науменко // *Хлебопродукты*. – 2007. – № 5. – С. 54–55.
68. Нилова Л. Возможности использования активированной воды и ее химических аналогов для производства хлебобулочных изделий / Л. Нилова, Н. Науменко // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. – 2012. – № 10 (95). – С. 9–11.

69. Окисно-відновний баланс питної води – показник її якості та фізіологічної повноцінності / А. І. Українець, Ю. В. Большак, А. І. Маринін, Р. С. Святненко // Харчова промисловість. – 2018. – № 24. – С. 6–14.
70. Осадченко И. М. Технология получения электроактивированной воды, водных растворов и их применение в АПК: монография / И. М. Осадченко, И. Ф. Горлов. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2010. – 92 с.
71. Першакова Т. В. Разработка вафельных полуфабрикатов на основе лечебных минеральных вод / Т. В. Першакова, Т. В. Яковлева, Н. Н. Петренко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2009. – № 4 (310). – С. 46–47.
72. Плутахин Г. А. Практика использования электроактивированных водных растворов в агропромышленном комплексе / Г. А. Плутахин, А. Г. Коцаев, М. Аидер // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 09. – С. 497.
73. Покотило О. С., Головач П. І., Покотило С. О. Дослідження закономірностей утворення електронодонорної води на основі змін рН і ОВП вод в термосах-іонізаторах-генераторах «Living water». Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. 2019. Vol 78. N4. С. 24-29.
74. Покотило О., Захарчук І., Вихованець Б. Стан і перспективи використання молекулярного водню для спортсменів // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2020. – №1. – С. 443-450.
75. Резников К. М. Свойства воды и информационные аспекты формирования эффектов действия электроактивированных водных растворов / К. М. Резников // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2006. – Т. 9, №. 1. – С. 3–14.
76. Симакова О. А. Роль качества питьевой воды в производстве хлеба / О. А. Симакова, А. В. Клименко // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2016. – Вип. 33. – С. 95–101.

77. Сімакова О. О. Вплив якості питної води на хлібопекарні властивості пшеничного борошна / О. О. Сімакова, І. А. Назаренко, В. О. Омельницька // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2017. – Вип. 35. – С. 25–31. –

78. Стеблюк МЛ. Цивільна оборона: Підручник. - 3-тє вид., перероб. і доп. - К.: Знання, 2004. - 490 с.

79. Фройнд В. Новый метод определения водопоглотительной способности продуктов помола ржи / В. Фройнд, М.-Й. Ким // Хлебопродукты. – 2009. – № 3. – С. 24–25.

80. Хацуков С. М. Исследование свойств электроактивированной воды / С. М. Хацуков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 3. – С. 14–15.

81. Хліб із пшеничного борошна. ДСТУ 7517:2014. Загальні технічні умови.

82. Цыганова, Т. Б. Использование специальной обработки воды в технологии хлебобулочных изделий / Т. Б. Цыганова, О. А. Гакова // Хранение и переработка зерна. – 2007. – №8(98). – С. 51–52.

83. Шалтумаев, Т. Ш. Использование показателя "активность воды" при определении безопасности бисквитных продуктов / Т. Ш. Шалтумаев, М. П. Могильный // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2010. – № 1 (313). – С. 93–95.