

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

(назва освітнього ступеня)

на тему:

**Дослідження впливу підкислювачів
на збудників хвороб хліба**

Виконав: студент _____ 6 курсу, групи МХм-61
спеціальності _____

181- Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Войтко Х. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____ Кухтин М. Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Лісовська Т. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Покотило О.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль
2021

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Покотило О.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 181 – Харчові технології
(шифр і назва спеціальності)
студенту Войтко Христина Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження впливу підкислювачів
на збудників хвороб хліба

Керівник роботи Кухтин Микола Дмитрович, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

- Затверджені наказом ректора від « 29 » 09 2021 року № 4/7 – 804.
- Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2021 року
 - Вихідні дані до роботи Спеціальна, періодична література та нормативна документація з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані
 - Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
 - провести літературний та патентний пошук щодо причин виникнення вад хліба під час його зберігання та шляхи їх усунення;
 - провести мікробіологічний аналіз пшеничного борошна різних виробників;
 - визначити мікробіологічні і фізичні показники органічних і неорганічних кислот,
 - перспективних у використанні для виробництва підкислювачів в хлібопекарському виробництві;
 - провести характеристику технологічних властивостей тіста і хліба з різними органічними кислотами;
 - визначити органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості дослідних варіантів хліба з додаванням органічних кислот.
 - Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) таблиці, графіки, схеми, діаграми

6. Консультанти розділів 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 роботи	Термін виконання роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	25.01.21 р. – 26.02.21 р.	
2.	Складання схеми досліджень	21.06.21 р. – 25.06.21 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	29.06.21 р. – 05.07.21 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	06.07.21 р. – 27.07.21 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.21 р. – 24.09.21 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	27.09.21 р. – 01.10.21 р.	
7.	Закінчення написання розділів	04.10.21 р. – 29.11.21 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	03.12.21 р.	

Студент

(підпис)**Войтко Х. В.**_____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)**Кухтин М. Д.**_____
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	11
1.1	Застосування органічних кислот для покращення технологічних властивостей тіста і якості хліба	11
1.2	Умови псування харчових продуктів та шляхи попередження мікробіологічних вад хліба	15
1.3	Запобігання мікробному псуванню харчових продуктів	19
1.3.1	Хімічні консерванти, у харчових продуктах – речовини для покращення структури і терміну зберігання	19
1.3.2	Використання харчових добавок	22
1.3.3	Біоконсервація	24
1.3.4	Ефірні олії	26
1.4	Збільшення терміну зберігання хліба та хлібобулочних виробів	27
1.5	Підсумки з огляду літератури	29
2	Матеріали і методи досліджень	30
2.1	Фізико-хімічні дослідження	33
2.2	Мікробіологічні дослідження	32
2.3	Органолептичні дослідження	32
3	Результати дослідження та їх обговорення	33
3.1	Перспективність використання органічних підкислювачів в технології виробництва пшеничного хліба	33
3.2	Мікробіологічний аналіз пшеничного борошна різних виробників	35
3.3	Дослідження мікробіологічних і фізичних показників органічних і неорганічних кислот, перспективних у	37

	використанні для виробництва підкислювачів в хлібопекарському виробництві	
3.3.1	Визначення активності кислот відносно спороутворюючої і грибової мікрофлори	37
3.3.2	Визначення величини рН розчинів кислот	43
3.4	Характеристика технологічних властивостей тіста і хліба з різними органічними кислотами	44
3.5	Характеристика органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних властивостей дослідних варіантів хліба з додаванням органічних кислот	49
	Висновки і пропозиції виробництву	54
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	56
4.1	Обов'язки працівників щодо охорони праці на підприємствах харчової промисловості	56
4.2	Захист продуктів харчування від радіоактивного, хімічного і бактеріологічного (біологічного) забруднення	58
	Список використаних джерел	61
	Додатки	71

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 75 с., 8 рис., 4 табл., 97 джерел.

ОРГАНІЧНІ КИСЛОТИ, ПШЕНИЧНЕ ТІСТО, ХЛІБ,
СПОРОУТВОРЮЮЧІ БАКТЕРІЇ, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

Об'єкт дослідження: органічні кислоти, пшеничний хліб, збудники хвороб хліба, технологія хліба з кислотами.

Метою роботи було дослідити вплив органічних кислот на мікробіологічні, фізико-хімічні та технологічні показники пшеничного хліба.

Методи дослідження: органолептичні, мікробіологічні, фізико-хімічні, статистичні.

Встановлено, що кількість споро утворюючих бактерій виявляється більше у борошні першого гатунку порівняно з вищим. Зокрема, у борошні вищого гатунку, в середньому виділяли аеробних бацил $21,7 \pm 2,3$ КУО/г, у той же час у борошні першого гатунку кількість бацил була в 2 – 6 разів більша. Встановлено, що з органічних кислот найкраще проявляють активність відносно картопляної палички – це оцтова і молочна кислоти, дещо нижчу

п

р

о

п

і

о

н

о

в

а

і

л

и

м

Вступ

Актуальність теми. Хліб – це, мабуть, найдавніша «оброблена» їжа. Ранні форми хліба сильно відрізнялися б від того, яким ми бачимо його на прилавках магазинів, і, ймовірно, за своїм характером він був би найближчим до сучасного хліба.

Мінімальна рецептурна формула хліба – це борошно, дріжджі, сіль і вода. Якщо якийсь із цих інгредієнтів відсутній, продукт не є хлібом. Інші інгредієнти, які часто зустрічаються у рецептурі, – це жир, цукор, молоко або сухі молочні речовини, окислювачі, різні ферментні препарати (включаючи солодове зерно), поверхнево-активні речовини та добавки для захисту від цвілі. Кожен із компонентів у рецептурному складі виконує певну функцію у виробництві готового виробу.

Не зважаючи на те, що під час процесу випікання температура в печі сягає вище 200 °С, температура у середині м'якуша коливається в межах 90 °С. Дана температура є не достатня для знищення спороутворюючої групи бактерій роду *Bacillus*, які є збудниками псування хліба під час його зберігання. Тому для попередження розвитку даної групи мікроорганізмів застосовують різні добавки до пшеничного хліба.

Постановка проблеми. Крім інгредієнтів, які впливають на смакові та ароматичні властивості свіжоспеченого хліба, у сучасній промисловості широко почали застосовувати речовини, які подовжують його термін зберігання (знижують процес черствіння) без видимого псування. Перш за все до технології виготовлення хліба стійкого до псування мікроорганізмами входить застосування заквасочних молочнокислих бактерій, які вважається антагоністами гнильної, спороутворюючої і плісеневої мікрофлори. Тому хліб виготовлений на заквасках молочнокислих бактерій вважається найбільш якісний, має відповідний смак і попереджає розвиток виникнення картопляної хвороби. Проте, для випікання хліба із застосуванням заквасок молочнокислих мікроорганізмів на хлібопекарському виробництві необхідно створювати

відповідні умови щодо їх пересівання та зберігання, що не завжди дотримується, особливо на невеликих пекарнях. Тому у сучасній хлібопекарській промисловості досить широкого застосування набувають хімічні безпечні препарати, які дозволяють пригальмувати виникнення мікробіологічних вад і тим самим продовжити його свіжість протягом усього терміну зберігання. До основних консервантів належать харчові органічні кислоти та їх солі, так звані підкислювачі сердовища тіста. Однак, застосування даних речовин на практиці повинно базуватися на ґрунтовному експериментальному матеріалі щодо конкретного виду хлібобулочного виробу. Тому дослідження, які направлені на з'ясування мінімальної концентрації, яка інгібує збудників псування, водночас негативно не впливає на технологічні процеси виробництва та органолептичні і фізико-хімічні властивості готових виродів є актуальними і перспективними.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – дослідити вплив органічних кислот на мікробіологічні, фізико-хімічні та технологічні показники пшеничного хліба.

Для виконання поставленої мети були визначені наступні завдання:

- провести літературний та патентний пошук щодо причин виникнення вад хліба під час його зберігання та шляхи їх усунення;
- провести мікробіологічний аналіз пшеничного борошна різних виробників;
- визначити мікробіологічні і фізичні показники органічних і неорганічних кислот, перспективних у використанні для виробництва підкислювачів в хлібопекарському виробництві;
- провести характеристику технологічних властивостей тіста і хліба з різними органічними кислотами;
- визначити органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості дослідних варіантів хліба з додаванням органічних кислот.

Об'єкт дослідження – органічні кислоти, пшеничний хліб, збудники хвороб хліба, технологія хліба з кислотами.

Предмет дослідження – органолептичні, мікробіологічні та фізико-хімічні процеси у тісті та хлібі з органічними кислотами.

Методи досліджень: органолептичні, мікробіологічні, фізико-хімічні, статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено, що з органічних кислот найкраще проявляють активність відносно картопляної палички – це оцтова і молочна кислоти, дещо нижчу пропіонова і лимонна

к
и
с
л
о
т
и
.

В Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано для виробництва пшеничного хліба вводити у його склад органічні кислоти для допередження розвитку картопляної хвороби.

н Особистий внесок здобувача. Полягає у здійсненні огляду літератури з обраної тематики, підбір та опрацювання методів і методик, проведенні експериментальних: органолептичних, мікробіологічних та фізико-хімічних досліджень, формуванні висновків та написанні роботи.

о Апробація результатів. Виступ на міжнародній науковій конференції: Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти: найактивніший Міжнародний науково-технічний конгрес (Тернопіль 20-21 травня 2021 року) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя (Додаток А).

т Публікації. За матеріалами магістерської роботи опубліковано 1 наукову працю у тезах: Войтко Х. В., Кухтин М. Д. Вплив хімічних засобів на

и
м
у

збудників хвороб хліба. Збірник тез конференції, Тернопіль, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя – та ін., 2021, Травень 20-21, С. 48 (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, основної частини (огляд літератури, матеріали і методи результати досліджень) розділу охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, списку літератури та додатків. Основну частину роботи викладено на 75 сторінках і містить 4 таблиці, 8 рисунків. Список літератури містить 97 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Застосування органічних кислот для покращення технологічних властивостей тіста і якості хліба

Хліб – один з найважливіших, основних продуктів харчування, які споживають люди у всьому світі. Це важлива частина повсякденного раціону, і тому пошук шляхів поліпшення його якості та збільшення терміну зберігання хлібобулочних виробів є надзвичайно важливим [44]. Старіння пшеничного хліба може відбуватися під впливом кількох факторів, включаючи погіршення під впливом мікроорганізмів, переважно грибкових, що є загальною причиною [45].

Розвиток грибків спричиняє значні економічні втрати для хлібопекарської промисловості; впливають на ринок, збільшують утилізацію продуктів, викликають неприємні запахи, відомі як "неприємні ароматизатори", і навіть утворюють шкідливі речовини, такі як мікотоксини [46, 47, 48]. Гриби – це мікроорганізми, здатні рости у всіх видах продуктів харчування, включаючи злаки, м'ясо та фрукти. Ці мікроорганізми здатні зіпсувати численні види продуктів харчування, особливо коли внутрішні фактори обмежують ріст бактерій [49]. Грибне псування пшеничного хліба в основному викликається *Penicillium spp.*, що є причиною близько 90 % псування пшеничних продуктів [46]. Інші поширені гриби, які псують хлібобулочні вироби, належать до роду *Aspergillus*, *Wallemia*, *Mucor*, *Endomyces*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Hyphopichia* та *Chrysonilia* [46, 49].

Хімічні консерванти, такі як пропіонова, сорбінова та оцтова кислоти, а також їх солі, можуть уповільнити псування грибами. Хоча ці сполуки класифікуються як GRAS (загальноновизнані як безпечні), їх використання породжує незадоволення через стійкість, вироблену штамми грибів, розчинність, токсичність та потенцію [50, 51, 52]. У цьому контексті дослідження продемонстрували здатність альтернативних сполук та їх

антимікробну ефективність у харчових продуктах, включаючи ферменти, бактеріоцини та ефірні олії [51, 52, 53, 54, 55, 56]. Крім того, інші відомі методи включають теплові обробки, інфрачервоне випромінювання або мікрохвильове опромінення та упаковку з модифікованою атмосферою.

Провідними регуляторами рН середовища (кислотності) у хлібобулочному виробництві вважають харчові кислоти, зокрема такі як, оцтова, молочна, яблучна, лимонна, винна і янтарна. Хімічно органічні кислоти, які використовуються у харчовій промисловості належать до класу карбонових кислот. Майже всі ці кислоти дозволені без обмежень в Україні та Європейському Союзі. Тільки деякі із ізомерів даних кислот мають кількісні обмеження. Для регулювання кислотності застосовують підсилювачі та консерванти, які додають у борошно або у тісто. Їх отримують із органічних кислот і застосовують у вигляді солей, таких як ацетат натрію, лактат натрію чи цитрату натрію тощо [5]. На виробництві солі органічних кислот отримують, та використовують як харчові добавки для підвищення кислотності тіста і готових виробів. На даний час набули поширення і часто використовуються у виробництві органічні кислоти та їх солі для випічки, як частина незалежних харчових добавок та у складі готових комплексних підсилювачів.

Багато органічних кислот природного походження та їх солей були запропоновані вченими для регулювання бажаних мікробіологічних процесів, які проходять у тісті, заквасці та готових продуктах. Було показано, що застосування органічних кислот на практиці позитивно впливає на динаміку бродіння в тісті та реологію хліба, зокрема описано дію таких органічних кислот (янтарна, кислота, лимонна, яблучна, винна та оцтова, тощо) [5]. Зазвичай, кількість кислот, доданих у тісто, регулюється межею смаку і ця межа набагато нижче, яка може затримати бродіння. Для того щоб збільшити кількість вуглекислого газу в тісті під час бродіння, переважно додають $0,1 \pm 0,01$ % оцтової кислоти, що використовується у виробництві хліба, а комбіноване використання оцету та лимонної кислоти допомагає зменшити

концентрацію вуглекислого газу. Під час мікробіологічних процесів наявна суха речовина борошна збільшує вихід хліба.

На даний час у хлібопекарській промисловості північної Америки, зокрема в США найбільше застосовують молочну кислоту використовується для посилення газоутворення під час ферментації. Лактат кальцію та виготовлені з нього промислові препарати, що містять кальцій, у концентрації в борошні $0,6 \pm 0,1$ % дуже добре впливають на біохімічну активність дріжджів, крім того покращують якість пшеничного борошна [4], це дозволяє пластифікувати тісто [4]. Вищезазначене показує, що харчові добавки, які використовують, як регулятори кислотності можуть не тільки змінити хід мікробіологічних і біохімічних процесів, але й покращити реологічні і технологічні властивості тіста та хліба. З цієї причини другий напрямок застосування підкислювачів – це контрольоване регулювання бажаних структурно-механічних процесів у тісті, що в кінцевому випадку покращує якість готових виробів.

Повідомляється, що органічні кислоти в основному використовуються в харчових продуктах як підкислювачі. Вони відповідають за свіжий і терпкий смак свіжих та оброблених продуктів, тому часто використовуються для збалансування смаку. Кислоти стабілізують колір, зменшують помутніння, змінюють характеристики розплаву, запобігають розбризкуванню або покращують гелеутворення. Вони також побічно впливають на стерилізацію через зниження рН та підвищення чутливості бактерій чи їх спор до тепла. Іншим непрямим впливом кислот є хелатування таких металів, як залізо та мідь, щоб уникнути прогорклого розщеплення в оліях та неферментативних реакцій потемніння у фруктових та овочевих продуктах. Кислоти також діють як антиоксидантні синергісти [40, 41]. Деякі з них діють як фунгіциди або ефективніше пригнічують ріст бактерій. Спосіб дії органічних кислот пов'язаний із зниженням рН субстрату, підкисленням внутрішніх компонентів клітинних мембран шляхом іонізації молекули недисоційованої кислоти або

порушенням транспорту субстрату шляхом чергування проникності клітинної мембрани.

Недисоційована частина молекули кислоти в першу чергу відповідає за антимікробну активність; тому ефективність залежить від констант дисоціації (рКа) кислоти [42]. Межі для підкислювачів у споріднених групах продуктів детально наведені в документах Codex Alimentarius .

Детальна інформація про окремі підкислювачі наведена в [41]. Кислотність органічних кислот відрізняється одна від одної. Відносні кількості вибраних органічних кислот, що надають однакову кислотність, та їхні смакові пороги наведені в [44, 45].

Під час бродіння хліба дріжджі перетворюють більше 95% глюкози на вуглекислий газ та етанол. Під час цього перетворення виробляється невелика кількість піровиноградної кислоти. Лактобактерії, присутні у дріжджах та інших, можуть бути пов'язані з розвитком смаку навіть у дріжджовому квасі [2]. Крім того, інші ароматичні сполуки в хлібі, або переважно в заквасках, у результаті діяльності виробляється більша кількість молочної та оцтової кислот та менша кількість лимонної та яблучної кислот з молочнокислих бактерій. Співвідношення молочної та оцтової кислот важливо для кінцевого смаку. Додавання в тісто сахарози збільшує вироблення бактерій молочної та оцтової кислот [3]; проте під час випікання значна кількість цих кислот випарується

Досліджено вплив хімічного та біологічного підкислення на реологічні властивості тіста та якість хліба. Використовували два види борошна. Тісто хімічно підкисляли молочною кислотою. Готували два види біологічно підкисленого тіста: тісто із сухим закваскою та з перевагою *Lactobacillus brevis*. Реологічні властивості пшеничного тіста досліджували за допомогою Фаринографа, Екстенсографа та Амілографа. Відповідь на випічку також визначали за допомогою стандартних випробувань на випічку. Додавання підкислювачів призвело до отримання більш твердого тіста з меншою стійкістю, зменшенням розтяжності та зменшенням максимуму желатинізації.

Біологічні підкислювачі збільшили питомий об'єм хліба. Додавання молочної кислоти не впливало на питомий об'єм хліба. Загалом, біологічне та хімічне підкислення знизило твердість хліба. Додавання сухого закваски значно зменшило легкість і збільшило жовтизну та почервоніння хлібної крихти. Колір кори, кут відтінку та індекс коричневої частини значно змінилися шляхом додавання підкислювачів [23].

1.2. Умови псування харчових продуктів та шляхи попередження мікробіологічних вад хліба

Псування їжі – це метаболічний процес, який спричиняє небажану або неприйнятну їжу для споживання людьми через зміни сенсорних характеристик. Зіпсовані продукти можуть бути безпечними для вживання, тобто вони не можуть викликати хвороби, оскільки немає патогенів або токсину, але зміни текстури, запаху, смаку чи зовнішнього вигляду спричиняють їх відхилення [34].

Сьогодні втрати продовольства викликають серйозне занепокоєння у всьому світі, особливо серед постійно зростаючого населення світу, вважається, що приблизно третина всієї їжі, виробленої для споживання людиною є втраченою [6, 8]. Щорічно приблизно 1,3 мільярди тонн продуктів харчування втрачаються або марнуються, як стверджує продовольча та сільськогосподарська організація при ООН [7]. При розгляді кожної категорії продуктів ці втрати відповідають 40 – 50 % для коренеплодів, фруктів та овочів; 35 % для риби та морепродуктів; 30 % для зернових культур; та 20 % для м'яса, олійних культур та молочних продуктів [7]. У країнах, що розвиваються, коефіцієнт втрат після збору врожаю більш високий і 30 – 40% спостерігається на етапі після збору врожаю та переробки [9], тоді як у промислово розвинених країнах подібний відсоток втрат (30 %) трапляються на роздрібному чи споживчому рівнях [7].

Причини такої масової глобальної втрати їжі різноманітні, але псування, яке викликається мікробами, що впливає на якість та органолептику продуктів (аспект, текстура, смак та аромат), відіграє велику роль. Серед псуючих мікроорганізмів, гриби є головною проблемою на будь-якій стадії харчового ланцюга через їх здатність рости в різних і навіть суворих умовах [10]. Крім негативного впливу на якість їжі, деякі роди грибів, такі як, аспергіл, пеніцилій, альтернарія та фузаріоз, мають здатність виробляти вторинні метаболіти, які можуть мати токсичний вплив на людей та тварин, і тому їх названо мікотоксинами. Більш того, мікотоксини здатні витримувати різні етапи переробки харчових продуктів і, таким чином, можуть викликати занепокоєння щодо безпечності харчових продуктів [12]. Гриби, бувають переважно у формі спор, що передаються повітряно-крапельним шляхом (або статеві, або нестатеві), можуть осідати та рости на різних етапах життя продукту, тобто на полі, після збирання врожаю, під час обробки, застосуванню заходів щодо зберігання та поводження з боку виробника, оптовика, роздрібного продавця та споживача.

Вплив забруднення на кожному рівні може, призвести до економічних втрат, як на рівні виробника, так і на рівні споживача [7]. Крім того, втрати виробників можуть бути посилені негативним іміджем бренду, викликаним невдоволенням споживачів.

У цьому контексті надзвичайно важливо зменшити втрати продуктів харчування, контролюючи забруднення грибами на всіх етапах ланцюгів харчових процесів. Для згрупування факторів забруднення грибами можна виділити три основні стадії:

- поле, де вода, ґрунт і повітря є природними нішами грибів;
- сировину, таку як після збирання врожаю, м'яса та молока, де поява грибів пов'язана з управлінням харчовими продуктами під час збирання, збирання, транспортування, зберігання та пакування [10];
- під час переробки харчових продуктів, під час виробництва молочних, хлібобулочних виробів.

Для польових культур забруднення грибами зазвичай контролюється за допомогою синтетичних фунгіцидів, пов'язаних з деякими методами управління сільськогосподарськими культурами, такими як, сівозміна, використання стійких сортів та обробіток ґрунту [11]. Що стосується сировини, фунгіциди широко застосовуються для захисту фруктів та овочів після збирання, але інші процедури, такі як дезінфекція озоном, хлором, підкисленню перекисом водню, зміна рН бікарбонатом натрію, поверхні, також використовується стерилізація із застосуванням опромінення або термічної обробки, а також воскова обробка активними покриттями, що містять фунгіцидні агенти та консерванти [13]. Крім того, різні методи пакування також використовуються для захисту посівів від механічних пошкоджень, що є найпоширенішою точкою входу мікробних інфекцій [14]. Під час переробки харчових продуктів та зберігання сировини, належної гігієни, системи аналізу небезпечних точок (НАССР), ефективного обладнання та знезараження повітря, контролю вхідного повітря для запобігання надходженню забрудненого повітря.

Найбільш брудні та чисті зони – технології чистих приміщень (асептичні чи надчисті технології), також можна застосовувати для запобігання забрудненню мікроорганізмами.

Крім того, технології з перешкодами також застосовуються відповідно до даного процесу та сировини. Вони можуть включати термічні обробки, такі як охолодження, або нагрівання шляхом пастеризації, стерилізації та нагрівання при надвисоких температурах (УВТ); видалення води шляхом сушіння, сушіння заморожуванням, копченням; зниження активності води шляхом додавання високих концентрацій цукру та солі; зміна рН шляхом занурення в оцет або інші кислоти; та використання нетермічних консервацій, таких як упаковка зі зміненою атмосферою для зменшення O_2 та збільшення рівня CO_2 ; і, нарешті, обробка високим тиском і імпульс поля високого електричного струму для контролю або інактивації мікроорганізмів і спор, особливо в продуктах харчування та напоях, таких як йогурти, супи, соуси,

рідкі яйця, фруктові та овочеві соки, сирі молоко та сироватка, безалкогольні напої [15,16]. Крім того, хімічні консерванти, включаючи бензоат, пропіонат, сорбат, нітрати, нітроти та сульфіти все частіше використовуються для уникнення псування мікроорганізмами [17].

Потенційний негативний вплив деяких фунгіцидів та консервантів на довкілля та здоров'я споживачів призвів до використання більш природних методів. Що стосується сільськогосподарських культур, то небажані концентрації залишкових кількостей пестицидів у зібраних продуктах, стійкість грибів та вплив на навколишнє середовище призвели до розробки нормативні акти, які контролюють дані речовини (перевірено на фруктах, овочах [19] та для зернових культур [18], що наразі швидкозростаючий сектор, також потребує природних рішень, щоб зменшити втрати врожаю. Наразі на ринку продається кілька продуктів у всьому світі, що складаються з препаратів природного походження: бактерій, грибів та дріжджів [20, 21, 22]. Щодо сировини та оброблених харчових продуктів, на даний час консерванти широко використовуються.

Проте, хоча їх використання регулюється у багатьох країнах, прийом деяких із них викликає питання про їх потенційний негативний вплив на здоров'я, особливо з урахуванням їх хронічного споживання протягом багатьох років [26]. Крім того, у деяких випадках раніше повідомлялося про опір грибкових клітин до препаратів основаних на метаболітах мікроорганізмів [27, 29].

Проте, такі альтернативи в основному відповідають використанню ефірних масел [28] та антагоністичних мікроорганізмів, як засобів збереження сировини і харчових продуктів [30, 31, 32]. Використання природних або доданих мікроорганізмів, ферментів (тобто, інгредієнтів, отриманих шляхом ферментації різноманітної сировини мікроорганізмом), або їх метаболітів для продовження терміну придатності харчових продуктів та/або підвищення безпеки харчових продуктів (через антибіоз патогенної або псування мікроорганізм) називають "біоконсервацією" або "біоконтролем" [33].

1.3. Запобігання мікробному псуванню харчових продуктів

Багато харчових продуктів, які швидко псуються, і потребують захисту від псування під час їх приготування, зберігання та реалізації, щоб надати їм бажаний термін зберігання. Оскільки зараз харчові продукти часто продаються у різних районах світу [35], віддалених від виробничих майданчиків, потреба у продовженні безпечного терміну придатності цих продуктів також зростає. Розвиток процесів консервації харчових продуктів зумовлений необхідністю продовження терміну придатності продуктів. Збереження продуктів харчування – це безперервна боротьба з мікроорганізмами, які псують їжу або роблять її небезпечною. Кілька систем консервації харчових продуктів, таких як нагрівання, охолодження та додавання протимікробних сполук, можуть бути використані для зменшення ризику спалахів харчового отруєння; проте ці методи часто супроводжуються несприятливими змінами в органолептичних характеристиках та втратою поживних речовин.

У межах наявного арсеналу методів консервування харчова промисловість все більше досліджує заміну традиційних методів консервування новими методами консервування через збільшення споживчого попиту на смачні, поживні, натуральні та прості у використанні харчові продукти. Запровадження холодового ланцюга дозволило здійснити міжнародну торгівлю швидкопсувними продуктами, однак лише одне охолодження не може гарантувати якість та безпечність всіх швидкопсувних продуктів.

Найпоширенішими класичними консервантами є слабкі органічні кислоти, наприклад оцтова, молочна, бензойна та сорбінова кислоти. Ці молекули пригнічують ріст клітин бактерій та грибів, а також повідомляється, що гальмує проростання та розростання спор бактерій. У виробництві продуктів харчування надзвичайно важливо вживати належних заходів для забезпечення безпечності та стабільності продукту протягом усього терміну

його придатності. Зокрема, сучасні споживчі тенденції та харчове законодавство зробили успішне досягнення цієї мети набагато більшим викликом для харчової промисловості.

По-перше, споживачам потрібні більш якісні, безпечні, але м'яко оброблені продукти без консервантів з подовженим терміном зберігання. Наприклад, це може означати, що харчові продукти слід зберігати при більш високих значеннях рН і обробляти при м'якій пастеризації, а не при температурі стерилізації. Оскільки обробка кислотністю та стерилізація є двома вирішальними факторами у контролі для зупинення росту патогенних спороутворюючих бактерій, таких як *Clostridium botulinum*, вирішення цієї потреби споживача вимагає інноваційних підходів для забезпечення збереження продуктів [23].

По-друге, законодавство обмежило використання та дозволило рівні деяких прийнятих на сьогодні консервантів у різних продуктах харчування. Це створило проблеми для галузі, оскільки сприйнятливість деяких мікроорганізмів до найбільш використовуваних консервантів падає [78].

Все більша кількість споживачів вважає за краще споживати мінімально оброблену їжу, приготовлену без хімічних консервантів [23].

Багато з цих готових до вживання та нових видів продуктів харчування представляють нові харчові системи щодо ризиків з мінімальною шкодою для здоров'я та псування. На цьому тлі, спираючись на покращене розуміння та знання складності мікробної взаємодії, останні підходи все частіше спрямовуються до можливостей, які пропонує біологічне збереження [36].

Висока концентрація солі в сироватково-ліпідній емульсії масла обмежує зростання забруднюючих бактерій із-за невеликої кількості поживних речовин, що наявні в краплі.

Однак, психротрофні бактерії можуть рости і виробляти ліпази в солоному вершковому маслі, якщо волога та сіль розподіляються нерівномірно [79, 80]. При використанні у великій кількості концентроване (згущене) молоко повинно зберігатися в холодильнику до використання. Його

можна зберегти додаванням приблизно 44 % сахарози та/або глюкози, щоб знизити активність води нижче тієї, при якій життєздатні спори будуть проростати (a_w 0,95) [37]. Лактоза, яка становить близько 53 % нежирних сухих речовин молока, сприяє зниженню активності води. При консервуванні у вигляді згущеного молока або підсолодженого згущеного молока ці продукти комерційно стерилізуються в банках, і псування трапляється рідко. Зростання мікробів та активність ферментів запобігаються заморожуванням. Тому мікробна деградація заморожених десертів відбувається лише у використаних інгредієнтах або в сумішах до заморожування.

1.3.1 Хімічні консерванти, у харчових продуктах – речовини для покращення структури і терміну зберігання

Хімічні консерванти – це речовини, які додаються до їжі лише для уповільнення, гальмування або припинення активності мікроорганізмів, таких як бродіння, гниття та розкладання їжа [81]. Загальноживані консерванти включають звичайну сіль, цукор, декстрозу, спеції, оцет, аскорбінову кислоту, бензойну кислоту та її сіль, SO₂ та солі сірчаної кислоти, нітратів, сорбінової кислоти та її солей, пропіонову кислоту та її солі, молочну кислоту та її солі [82]. Особливості метабісульфату калію такі [23]:

- він вивільняє SO₂ і він нестабільний;
- він використовується для фруктів, які містять не пігмент розчинника води (безбарвний);
- його не можна використовувати в натуральних кольорових соках, таких як фальса, джамун, оскільки вони містять пігмент антоцінін;
- його не можна використовувати в продуктах, упакованих у тару, оскільки він діє на олов'яні ємності та масло;
- сірководень (H₂S), який має неприємний запах, а також утворює чорну сполуку з базовою плитою контейнерів;
- найкраще контролювати цвіль, ніж бактерії;

– 350 частин на мільйон маси продукту, в основному використовуються у виробках з фруктових соків.

Особливості бензоату натрію такі [83]:

- це сіль бензойної кислоти і розчинна у воді;
- вона затримує бродіння в соках;
- він зазвичай використовується у продуктах, які мають природний колір, наприклад, пігмент антоцініну;
- він більш ефективний проти дріжджів;
- 750 проміле бензоат натрію в основному використовується у фруктових соках, кабачках та солодошах.

1.3.2 Використання харчових добавок

Харчові добавки – це речовини або суміші інших речовин, крім основних харчових продуктів, які присутні в продуктах харчування, як реагент для будь-яких аспектів виробництва, переробки, зберігання, упаковки тощо [1].

До основних відносять [83, 84]: 1) цукор, 2) сіль, 3) кислоти, 4) спеції. Відносно цукру та солей, то вони чинять осмотичний тиск водою, що дифундує від продукту через напівпроникну мембрану, поки концентрація не досягне рівноваги. Вони вбивають мікроорганізми або не дозволяють їм розмножуватися.

Цукор [23]: Концентрація 68-70 % використовується для приготування варення, желе, мармеладу тощо. Цукор діє як консервант під час осмосу, а не як справжня отрута для мікроорганізмів. Він поглинає більшість доступної води, тому мало води, доступної для росту мікроорганізмів.

Сіль [83]: 15-20 % концентрація використовується для приготування, наприклад, солоних огірків. Сіль пригнічує ферментативне потемніння та знебарвлення, а також діє як антиоксидант. Свою консервуючу дію він проявляє завдяки:

- 1) Викликаючи високий осмотичний тиск, що призводить до плазмолізу мікробних клітин;

- 2) Зневоднення їжі та мікроорганізмів шляхом зв'язування вологи;
- 3) Іонізуючи, щоб отримати хлорид -іон, шкідливий для мікроорганізмів;
- 4) Зменшення розчинності кисню у воді, сенсibilізація клітин щодо CO₂.

Кислоти [23]: Багато оброблених продуктів харчування та напоїв потребують додавання кислот, щоб надати їм характерний аромат та смак у кінцевому продукті, оскільки кислоти надають бажаний аромат та смак. Вони регулюють співвідношення цукру та кислоти в їжі. Вони забезпечують належний баланс смаку їжі. Вони також відіграють роль контролю за утворенням пектин-гелю.

Використовують оцтову кислоту (оцет), лимонну кислоту (сік лайма), молочну кислоту (лактозу) тощо.

Оцтова кислота [83] зазвичай використовується для соління, маринуванні, соусу та кетчупу лише для пригнічення росту мікроорганізмів.

Лимонну кислоту [73] використовують для приготування варення, киселю, кабачків, нектару тощо лише для підвищення кислотності.

Молочна кислота [85]: використовується для утворення творогу з молока, сирого аромату, специфічного для солоних огірків.

Спеції [23]– це рослинні продукти, які використовуються для ароматизації продуктів харчування та напоїв для покращення смаку, кольору та смаку їжі, діють як антибактеріальна та протигрибкова активність.

Слабкі карбонові кислоти, такі як оцтова, сорбінова та бензокислота, зазвичай вважаються безпечними антимікробними добавками та мають широке застосування як консерванти в продуктах харчування та напоях [38]. Однак багато дріжджів здатні виживати, адаптуватися і навіть рости за наявності максимальних рівнів цих консервантів, дозволених для використання в продуктах харчування. У порівнянні з іншими грибами та бактеріями, дріжджі більш стійкі до слабких карбонових кислот.

Висвітлення цитотоксичних ефектів, спричинених слабкими кислотами у дріжджах, що може погіршити життєздатність клітин і в кінцевому підсумку

призвести до загибелі клітин, може дати додаткове уявлення про механізми, які визначають різні сприйнятливості дріжджів до слабких карбонових кислот у порівнянні з іншими мікроорганізмами, і дозволить вдосконалити або розробити нові стратегії збереження продуктів харчування та напоїв.

Zygosaccharomyces bailii – це дріжджі для псування харчових продуктів та напоїв, які характеризуються високою толерантністю до слабких карбонових кислот при низькому рН [39], де *Saccharomyces cerevisiae* не може вижити. Таким чином, ці два види дріжджів часто використовують, як моделі для дослідження реакції дріжджів на кислотний стрес.

У *S. cerevisiae* [40] та у *Z. bailii* [41] оцтова кислота викликала загибель клітин. Однак, як виявлено, що у *Z. bailii* цей ефект спостерігався при значно вищих концентраціях кислоти. Хоча окремі клітини *S. cerevisiae* та *Z. bailii* демонстрували різні короточасні внутрішньоклітинні реакції рН на оцтову кислоту, у обох видів індукція загибелі клітин була пов'язана з внутрішньоклітинною кислотною дією [42]. У *Z. bailii* механізм загибелі відбувається внаслідок впливу слабких кислот, що наявні у середовищі.

Оцтова кислота [83] в концентраціях між 20 і 120 мМ індукує в експоненціально зростаючих клітинах *S. cerevisiae* запрограмований процес загибелі клітин, який відображає найпоширеніші апоптотичні ознаки, такі як конденсація хроматину вздовж ядерної зони.

1.3.3 Біоконсервація

Підвищений інтерес до біоконсервації харчових систем призвів до використання нових природних протимікробних сполук різного походження. До них належать системи, отримані з тварин (лізоцим, лактоферин, маганін тощо), рослин (фітоалексини, трави, спеції тощо) та мікробних бактеріоцини, перекис водню, органічні кислоти тощо) метаболітів. Крім того, біоконсервація харчових продуктів стала альтернативою в утриманні продуктів, які вважаються здоровими. Метод полягає у застосуванні та/або

виробництві природних антимікробних засобів *in situ*, отриманих зазвичай шляхом мікробної ферментації та здатних пригнічувати проліферацію інших мікроорганізмів [68].

Серед мікроорганізмів, що використовуються при біоконсервації хлібобулочних виробів, є молочнокислі бактерії через їх здатність виробляти органічні кислоти з фунгістатичною або фунгіцидною дією. Органічні кислоти, які зазвичай виробляються, – це молочна, оцтова, мурашина, фенілоцтова та лимонна кислоти [69, 70] оцінили заміщення пропіонату кальцію ферментатами, які є продуктами, отриманими в результаті ферментації сирого їжі мікроорганізмами, такими як молочна кислота та пропіонові бактерії. Ці ферментації оголошені як "чисті етикетки" та дозволені до використання у хлібобулочних виробках [71]. Автори використовували тверді речовини ферментації з кукурудзяного сиропу, лимонної кислоти, пшениці та твердих речовин декстрози, і помітили, що ферментації FA (культивовані з сиропом та оцтовою кислотою) та FC (культивована декстроза) виявляли значну інгібуючу активність ($p < 0,05$) проти *Penicillium chrysogenum* та *P. paneum*, і, як і очікувалося, інгібуюча активність пропіонату кальцію та ферментатів зросла, а рН знизився.

Axel et al. [72] зауважили, що застосування *Lactobacillus amylovorus* як протигрибкового агента, що продукує сполуки (карбонові кислоти), отриманого із закваски з кіноа, збільшило термін придатності безглютенового хліба на чотири дні, якщо порівняно з некисленим контролем. Інші дослідники [73] оцінили виробництво та вплив фенілочної кислоти, отриманої з *L. plantarum* і помітили, що концентрації до 7,5 мг/л здатні пригнічувати 90 % штамів грибів, отриманих із хлібобулочних виробів, до яких належать *Aspergillus ochraceus*, *A. flavus*, *Penicillium roqueforti*, *P. chrysogenum*, *P. solitum*, *P. commune*, *P. polonicum* і *Fusarium sp.*

Дослідники [74] продемонстрували, що штами *Lactobacillus brevis*, *L. plantarum* та *L. reuteri*, протестовані на консервацію хліба, здатні інгібувати *Penicillium sp.* зростання та продовжити термін зберігання на два дні порівняно

з хлібом, приготованим тільки з *Saccharomyces cerevisiae*. Вчені [69] повідомляли, що *Leuconostoc citreum*, *L. rossiae* та *Weissella cibaria* здатні у рівних або більших концентраціях пригнічувати зростання *Aspergillus niger*, *Penicillium roqueforti* та *Endomyces fibuliger* у порівнянні з використанням пропіонату кальцію (0,3 %).

1.3.4 Ефірні олії

Були проведені великі дослідження з метою з'ясування хімічної структури та активності природних антимікробних засобів фруктів, овочів, зернових, трав та спецій [75]. Для цього зусилля були зосереджені на використанні екстрактів, методів вилучення та перевірки протигрибкової дії їх ефірних олій.

Ефірні олії – це рідкі ароматичні масла одержують із рослинних матеріалів, які зазвичай складаються зі складних сумішей різних речовин. Властивий смак та антимікробна активність ефірних олій зазвичай пов'язані з хімічною структурою цих компонентів, наявною концентрацією та взаємодією між ними можуть впливати на біоактивні властивості [76]. Дослідники [77] спостерігали фунгіцидний ефект ефірної олії кориці та орегано проти *Penicillium islandicum* та *Aspergillus flavus* з концентраціями близько 0,5 %. Інше дослідження показало, що включення ефірних олій кориці та лимонника у концентрації 2 % до активних поліпропіленових плівок для пакування хлібобулочних виробів гальмує ріст комун *Aspergillus niger* та *Penicillium* та збільшує термін зберігання цих продуктів ще більше ніж три рази. Важливо згадати, що методологія вилучення ефірних олій може заважати їх впливу.

Вчені повідомляють, що ефірна олія чебрецю (основний хімічний компонент тимол) мала більш високі значення інгібування при додаванні до поживного середовища з житнього хліба, тоді як гірчиця (алілізотіоціанат) та цитрусові ефірні олії (цитраль) продемонстрував найбільше гальмування при застосуванні методу легкого впливу на *Penicillium roqueforti*, *P. corylophilum*,

Aspergillus flavus та *Endomyces* штами фібулігера. Rehman et al. (2007) спостерігали технологічні та сенсорні модифікації при використанні апельсинової шкірки ефірних олій, і помітили значні відмінності між симетрією, скоринкою, кольором, смаком, текстурою та ароматом сформованих хлібів. Однак можна було отримати найвищу інгібуючу дію мікроорганізмів, розпорошивши екстракт апельсина на скибочки хліба, що спричинило меншу кількість грибків та бактерій. Крім того, Krisch et al. (2013) повідомляли, що хліб, оброблений парами майорану та мускатного шавлії із закритої системи, мав сильний запах і мав майже таку ж інтенсивність після перебування протягом години при кімнатній температурі на тарілці. Учасники дискусії повідомили, що смак та запах обробленого паром хліба є неприйнятним і дивним.

1.4. Збільшення терміну зберігання хліба та хлібобулочних виробів

Протягом багатьох років дослідження зосереджувалися на збільшенні терміну зберігання різних видів продуктів харчування. Знання про погіршення стану грибків є основною проблемою, про яку повідомляється у хлібобулочних виробках; тому фактори, що впливають на забруднення харчових продуктів грибами наступні.

Зростання небажаних мікроорганізмів, таких як бактерій та грибів у харчових продуктах, крім того, що вони відповідають за погіршення якості продуктів, можуть нести ризики для споживачів здоров'я та генерувати значні економічні втрати [46, 57]. Спори грибка є основними винуватцями псування хліба та хлібобулочних виробів. Цей процес відбувається після появи видимого міцелію зі спор, що розвиваються на поверхні продукту, що може статися після проростання та до закінчення терміну служби продукту, що призведе до відмови споживачів [58, 59, 60]. Окрім небажаного вигляду, гриби також несуть відповідальність за зміни сенсорних характеристик продукту, таких як смак та запах [61], через вироблення таких екзоферментів, як ліпази,

протеази, та карбогідази [57]. Дослідження мали на меті визначити фактори, що призводять до забруднення небажаними цвілями [62]. У хлібобулочних виробках повітря описується як одне з основних джерел забруднення. Тому спори, наявні в середовищі промислової переробки, можуть знову забруднити їжу після випікання, що відбувається переважно на етапах нарізки та пакування [63, 64, 65]. Сировина є основним джерелом поширення спор грибів. Гігієнічно-санітарні умови виробничого середовища та час перебування хліба під впливом повітря навколишнього середовища після їх вилучення з печі також є важливими факторами, які впливають на навантаження грибів. Інші фактори, такі як температура та відносна вологість навколишнього середовища та активність води у продуктах (a_w), також повідомляються як важливі фактори зростання грибків у хлібобулочних виробках. Це пояснюється тим, що деякі види сировини, включаючи ячмінь, пшеничне борошно, лляне насіння та кукурудзу, мають високий ризик зараження грибами, що може погіршити кінцевий продукт, якщо він міститься у сприятливій умови [64].

Хлібопекарська промисловість застосовує різні методи для досягнення значної мікробіологічної стабільності хлібобулочних виробів щодо терміну придатності. Серед доступних методів можна виділити методи, що зменшують забруднення свіжообробленої продукції (якість сировини, гігієнічні умови виробничого середовища, компонування заводу), контроль проростання спор після зростання міцелію (формулювання продукту, умови упаковки та зберігання) та методи забруднення інактивація під час обробки [66] підкреслив, що боротьбу з псуванням грибів у хлібобулочних виробках можна здійснити кількома способами.

Основні принципи ґрунтуються на:

- А обмеженні доступу грибків, що погіршуються, до продуктів;
- В інактивації грибків, що погіршуються;
- С пригніченні росту грибків, що погіршуються.

Найпоширенішим методом контролю росту грибків у харчових продуктах є протигрибкові засоби. Це хімічні речовини, які при додаванні в їжу, як правило, запобігають або уповільнюють псування грибка. На практиці більшість цих засобів мають фунгістатичну активність і не є фунгіцидами. Іншими словами, вони припиняють проростання, якщо вони є, хоча в деяких випадках зростання може все ж відбутися. Фунгіцидні агенти ефективніші, оскільки знищують мікроорганізми, що спричиняють погіршення стану [67].

Кілька причин призвели до пошуку альтернатив, які мінімізують небезпеку, пов'язану з наявністю псування грибів у продуктах харчування, що включає вимоги споживачів, щодо якості та безпеки продуктів харчування та підвищену стурбованість уряду щодо питання екології та безпеки. Тому в наступних темах буде висвітлено основні альтернативні та нові методики, які використовуються для збільшення терміну зберігання хліба та супутніх продуктів.

1.5. Підсуки з огляду літератури

Аналізуючи критично оглянуті літературні джерела щодо способів подовження термінів зберігання хліба без видимого мікробного і органолептичного псування виявлено наступне.

Значна частина досліджень продемонстрували потенціал використання нових технологій та нових хімічних сполук, які можуть збільшити термін зберігання хліба та хлібобулочних виробів. При цьому основними мікроорганізмами, які спричиняють вади хліба під час його реалізації і зберігання вважають грибкову мікрофлору та спорові бактерії. Загалом, використання різних технологічних операцій, природних консервантів та прогнозних методів є важливими інструментами для подовження терміну придатності хліба та хлібобулочних виробів. Проте широкомасштабне використання цих інструментів залежить від економічної практичності та сприйняття споживачами.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Магістерську роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя у навчально-наукових лабораторіях кафедри харчової біотехнології і хімії.

Під час проведення експериментальних досліджень за темою магістерської роботи досліджено борошно від трьох виробників, двох гатунків вищого і першого (кількість проб становила $n=9$) за мікробіологічними показниками. Досліджено чотири органічні та одну неорганічну кислоту за мікробіологічними та фізичними показниками. Виготовлено чотири дослідних варіанти хліба пшеничного з харчовими органічними кислотами (молочною, пропіоновою, оцтовою та лимонною) та один взірець хліба без кислот слугував за контроль.

Усі виготовлені дослідні зразки хліба з органічними кислотами було досліджено за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками під час його трьох добового зберігання за стандартної кімнатної температури.

Усі дослідження було проведено у трьохразовій повторності та отримані експериментальні результати піддано статистичній обробці за загальноприйнятими методами з використанням відповідних комп'ютерних, зокрема програм Statistica 10. Отриману різницю між порівнювальними величинами вважали вірогідною за $p<0,05$.

На рисунку 2.1 наведена детальна блок-схема проведених експериментальних досліджень, яка складалася з чотирьох етапів (рис. 2.1).

У першому блоці досліджень нами здійснено моніторинговий мікробіологічний аналіз пшеничного борошна, за вмістом МАФАНМ, кількістю спороутворюючих бацил та кількістю плісневих грибів.

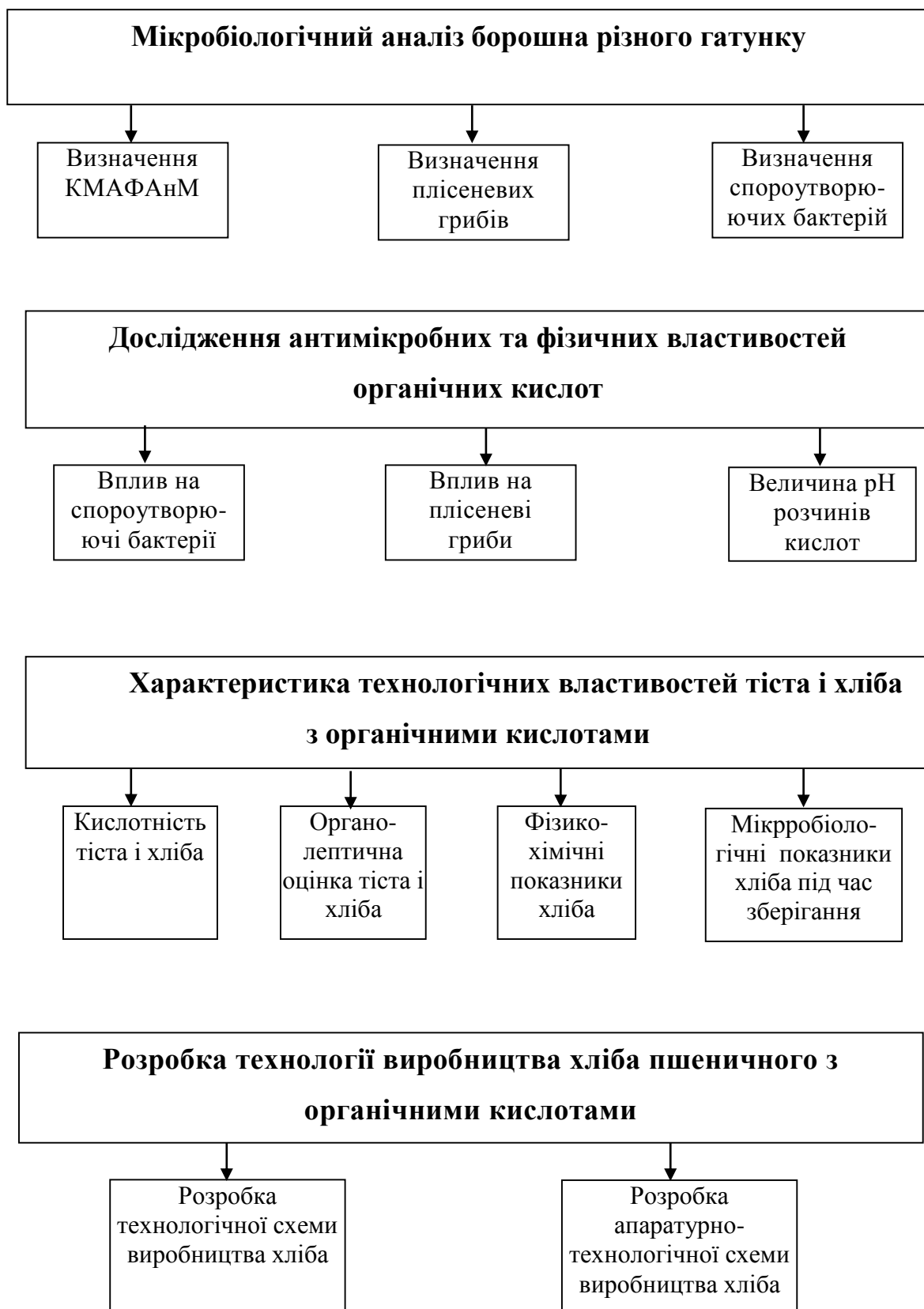


Рис. 2.1. Схема проведення експериментальних досліджень за темою магістерської роботи

У другому блоці дослідження були зосереджені на визначення мінімальної інгібуючої концентрації кислот щодо споруутворюючих бактерій збудників кратопляної хвороби, відносно мікроорганізмів, які спричиняють пілснєвіння хліба. Крім того визначено величину рН розчинів кислот, які можна буде використати для підкислення хліба.

Третій блок досліджень передбачав визначення органолептичних, мікробіологічних та фізико-хімічних змін у тісті та хлібі під час технології його приготування, в готовому виробі та протягом періоду зберігання.

Останній четвертий блок – ставив за мету розробити технологічну та апаратурну схему виробництва пшеничного хліба з органічними кислотами.

2.1. Мікробіологічні дослідження

Мікробіологічні дослідження, зокрема визначення МАФАНМ, кількості споруутворюючих бактерій та обсіменіння плісеневими грибами, борошна, тіста та готового хліба проводили згідно методик описаних у навчальному посібнику [91]. Визначення антимікробної активності кислот (мінімальної інгібуючої концентрації) проводили відповідно до методичних рекомендацій [92].

2.2. Біохімічні дослідження

Фізико-хімічні показники хліба: вологість, титровану кислотність, крихкуватість, пористість визначали стандартними методами, які описані наступній літературі [93, 94, 95, 96].

2.3. Органолептичні дослідження

Органолептичну оцінку дослідних зразків готового хліба здійснювали згідно стандарту [97].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Перспективність використання органічних підкислювачів в технології виробництва пшеничного хліба

Тісто для хліба і, особливо, пшеничне, через свою в'язкопружну поведінку, ймовірно, є найбільш динамічною і складною реологічною системою, а її характеристики дуже важливі, оскільки вони сильно впливають на текстурні та сенсорні властивості кінцевих продуктів. Вивчення реології тіста було дуже складним завданням для багатьох дослідників, оскільки воно може надати чималу інформацію про формування, структуру та обробку тіста. Це пояснює, чому реологія тіста була предметом досліджень протягом кількох десятиліть.

Наданий час серед науковців актуальними є завдання: по-перше виробництво екологічно якісного безпечного хліба без додавання різних хімічних добавок, а по-друге забезпечити, як найтриваліший термін його реалізації без суттєвого погіршення органолептичних та фізико-хімічних властивостей хліба. На перший погляд – це два не поєднаних завдання, які не можливо впровадити в технологічний процес виробництва хліба. Проте, останнім часом у хлібопекарській галузі широкого впровадження набувають технології виробництва хліба із застосуванням значного асортименту природних підкислювачів, які ґрунтуються на активності різного роду молочнокислих і пропіоновокислих мікроорганізмів та підкислювачів, які містять органічні кислоти, їх солі, багатомні спирти (багатофункціональні препарати).

Використання, природних чи хімічних препаратів-підкислювачів має на меті забезпечити регулювання величини активної і титрованої кислотності тіста та випеченого хліба. Це в свою чергу покращує його технологічні

властивості: активності мікрофлори і ферментативних процесів, структурно-механічних властивостей і звичайно вони виступають, як консерванти.

Використання на практиці хлібопекарського виробництва хімічних підкислювачів має деякі переваги, поряд із природними підкислювачами, які складаються із заквасочних культур мікроорганізмів. Зокрема, це пов'язано із простотою їх застосування та невибагливими умовами до їх зберігання. Нині у хлібопекарській галузі найбільш поширення набули підкислювачів з вмістом наступних органічних кислот або у їх склад входять солі органічних кислот: молочна, в основному виступає, як регулятор кислотності та консервант. Бурштинова, оцтова і яблучна кислоти, практично мають аналогічні властивості, як і молочна, тобто використовують, як консервант і регулятор кислотності. Водночас, такі кислоти, як лимонна і винна, поряд із властивістю впливати на величину рН середовища, мають антиокислювальні та комплексоутворювальні властивості. Натрієва сіль – лактат натрію, яку застосовують у хлібних виробках, крім регулювання кислотності хлібобулочного виробу, має широкий спектр інших властивостей: синергіст антиокислювач, пластифікатор, наповнювач та регулятор вологості.

Сіль – ацетат натрію використовують у кондитерських виробках, як сіль модифікатор.

Технологічне значення багатоатомних спиртів у виробництві хлібобулочних виробів направлене на підсолоджування продукту, застосування як стабілізаторів та емульгаторів.

Проте, в будь якому випадку, застосування органічних підкислювачів у вигляді кислот та їх солей повинно базуватися на науковому та практичному обґрунтуванні їх концентрації у продукті; орієнтовного складу мікрофлори на яку він повинен діяти; не шкідливості для організму споживачів та не впливати негативно на перебіг бродильних процесів під впливом мікроорганізмів закваски чи дріжджів. Відомо, що мікрофлора борошна представлена *Erwinia herbicola* та споровими мікроорганізмами, особливо небезпечні це спорові бацили (*Bacillus mesentericus (licheniformis)*) – картопляна паличка, *Bacillus*

subtilis – сінна паличка), які при значному вмісті можуть знижувати якість готового виробу і бути причиною його псування

Крім того, чітке розуміння ефекту від використання підкислювачів під час виробництва хліба дозволить отримати хліб із покращеними фізико-хімічними властивостями, що в подальшому забезпечить його якість і безпечність та тривалий термін зберігання.

3.2. Мікробіологічний аналіз пшеничного борошна різних виробників

Першочергово нами було проведено дослідження з кількісного визначення мікробіоти борошна різного гатунку від трьох виробників. Результати досліджень наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Забруднення борошна різного гатунку мікроорганізмами, M±m, n=6

Гатунки борошна, що досліджу-валися	Кількість МАФАНМ, КУО/г	Кількість споро-утворюючих бактерій (<i>Bacillus spp.</i>), КУО/г	Кількість міцелярних грибів, КУО/г
Вищий			
Виробник №1	6,8 ± 0,2×10 ⁴	22,5 ± 2,3	423,5 ± 21,6
Виробник №2	5,6 ± 0,2×10 ⁴	19,6 ± 1,7	378,2 ± 19,8
Виробник №3	8,1 ± 0,3×10 ⁴	23,5 ± 2,1	405 ± 24,7
Перший			
Виробник №1	4,9 ± 0,2×10 ^{5*}	37,1 ± 3,2*	896,1 ± 74,4*
Виробник №2	8,7 ± 0,3×10 ^{5*}	129,3 ± 8,7*	1457,2 ± 92,5*
Виробник №3	6,4 ± 0,3×10 ^{5*}	76,5 ± 5,4*	1351,5 ± 78,2*

Примітка: *p < 0,05 – порівнюючи з борошном вищого гатунку

З отриманих даних, які наведені в таблиці 3.1, ми можемо стверджувати, що кількісний вміст мікробіоти борошна залежить від гатунку. Чим нижчий гатунок, тим більша кількість виділяється мікроорганізмів, порівняно з борошном вищого гатунку. Так, виявлено, що кількість мезофільних мікрорганізмів у борошні вищого гатунку становила від $5,6 \pm 0,2 \times 10^4$ до $8,1 \pm 0,3 \times 10^4$ КУО/г, водночас у борошні першого гатунку кількість МАФАНМ була на один порядок більша і становила від $4,9 \pm 0,2 \times 10^5$ до $8,7 \pm 0,3 \times 10^5$ КУО/г. Дану тенденцію можна пояснити тим, що борошно вищого гатунку виробляють із ендосперму зерна, практично без оболонки зерна. У борошні першого гатунку наявні до 4 % периферійні оболонки зерна. В оболонках зерна знаходиться більша кількість мікроорганізмів, як у внутрішній частині. Саме завдяки більшій кількості зовнішньої оболонки у борошні першого гатунку пояснюється більш різноманітний мікробний пейзаж.

Кількість споро утворюючих бактерій також виявляли більше у борошні першого гатунку порівняно з вищим. Зокрема, у борошні вищого гатунку, в середньому виділяли аеробних бацил $21,7 \pm 2,3$ КУО/г, у той же час у борошні першого гатунку кількість бацил була в 2 – 6 разів ($p \leq 0,05$) більша. Проте, в загальному, у всіх гатунках борошна від різних виробників кількість аеробних бацил не перевищувала допустиму межу в 200 клітин / г, за якої борошно вважається нормальним [91].

Вміст грибів у борошні також не регламентують, однак у борошні свіжого помелу переважають мікроміцети родів: *Cladosporium*, *Trichoderma* та *Alternaria*, тощо. У борошні, яке тривалий час зберігалось змінюється родовий склад грибів із переважанням родів аксиноміцетів (*Penicillium*, *Aspergillus*), зигоміцетів роду *Mucor*. Виявили таку саму тенденцію, щодо збільшення кількості клітин грибів у борошні першого гатунку, порівнюючи з вищим. Так, у борошні першого гатунку кількість грибів становила від $896,1 \pm 74,4$ до $1351,5 \pm 78,2$ КУО/г, що в середньому в 3 рази більше, ніж у борошні вищого гатунку.

Отже, з аналізу даних мікробіологічних досліджень мікробіоти борошна вищого і першого гатунків впливає, що борошно – основна сировина для виготовлення хліба і завжди містить спору утворюючі бактерії, які при не дотриманні технології виробництва і температурно-вологісного режиму зберігання можуть бути причиною картопляної хвороби хліба.

3.3. Дослідження мікробіологічних і фізичних показників органічних і неорганічних кислот, перспективних у використанні для виробництва підкислювачів в хлібопекарському виробництві

3.3.1 Визначення активності кислот відносно споруутворюючої і грибової мікрофлори

Тому під час наступного етапу роботи нами було проведено дослідження з визначення бактерицидної активності органічних кислот та їх солей, які можна застосовувати у хлібопекарському виробництві до збудників хвороб хліба. Адже необхідно підібрати таку концентрацію кислот, яка б негативно не впливала на дріжджову мікрофлору заквасок, водночас забезпечувала відповідне значення рН середовища готового виробу, в якому споруутворююча мікрофлора не розмножувалася.

На рисунку 3.1 показано результати дослідження впливу органічних і неорганічних кислот на *Bacillus mesentericus*.

З наведених даних рис. 3.1, ми бачимо різну бактерицидну дію органічних і неорганічних кислот відносно *Bacillus mesentericus*, збудника хвороб хліба. Зокрема, з органічних кислот найсильніше пригнічувала ріст і розвиток картопляної палички – це оцтова кислота, її мінімальна інгібуюча дія становила $0,52 \pm 0,01$ %.

Дещо менш активна до клітин *Bacillus mesentericus* виявилася молочна кислота, так як її мінімальна бактерицидна активність становила $0,72 \pm 0,01$ %.

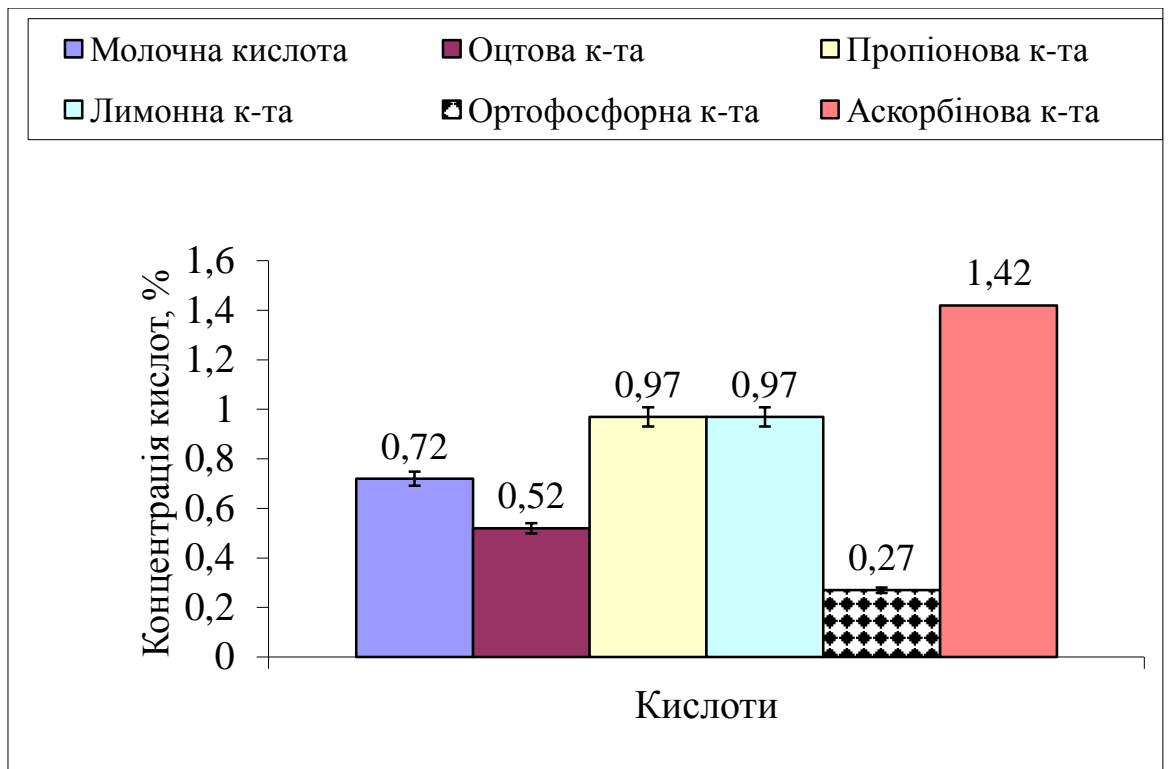


Рис. 3.1. Бактерицидна активність органічних і неорганічних кислот відносно бактерій *Bacillus mesentericus* – картопляної палички

Пропіонова і лимонна кислоти проявляли приблизно однакову бактерицидну активність відносно бацили картопляної палички. Мінімальна інгібуюча концентрація даних кислот становила $0,97 \pm 0,01$ %, що практично 1,86 раза ($p \leq 0,05$) більша, порівнюючи з концентрацією оцтової кислоти та в 1,3 раза ($p \leq 0,05$), ніж молочної кислоти.

Аскорбінова кислота проявляла найслабші антимікробні властивості серед досліджених кислот взятих у дослід, тільки за концентрації 1,42 % у середовищі спостерігали припинення її розвитку. Це очевидно пов'язано не так з бактерицидною дією аскорбінової кислоти, як із зниженням окисно-відновного потенціалу поживного середовища і надання йому анаеробності. За такого окисно-відновного потенціалу, тобто можливості використовувати молекулярний кисень – картопляна паличка не розвивається та не проявляє біохімічну активність.

Неорганічна харчова ортофосфорна кислота, порівнюючи з органічними проявляла сильнішу бактерицидну дію щодо клітин картопляної палички.

Мінімальна інгібуюча концентрація ортофосфорної кислоти становила $0,27 \pm 0,01$ %, практично в 2,0 раза ($p \leq 0,05$) менша, порівнюючи із мінімальною бактерицидною концентрацією оцтової кислоти і в 2,7 раза ($p \leq 0,05$) менша, ніж молочної кислоти. Крім того, мінімальна бактерицидна концентрація ортофосфорної кислоти виявилася в 3,7 раза ($p \leq 0,05$) менша, порівнюючи з концентрацією пропіонової та лимонної кислот.

Загалом з отриманих експериментальних даних видно, що з органічних кислот найкраще проявляють активність відносно картопляної палички – це оцтова і молочна кислоти, дещо нижчу пропіонова і лимонна кислоти. Проте, концентрація ортофосфорної кислоти в декілька разів менша, порівнюючи із органічними кислотами. Це дає підставу до застосування її в значно менших концентраціях для забезпечення бактерицидного ефекту і відповідного підтримання стабільного рН середовища хліба.

На рисунку 3.2 наведено нами дослідження з визначення мінімальної інгібуючої концентрації органічних і неорганічних кислот відносно клітин сінної палички - *Bacillus subtilis*, які є також збудниками картопляної хвороби і відповідно органолептичних вад хліба.

З отриманих даних щодо впливу розчинів кислот на бактерії сінної палички видно, що молочна і оцтова кислоти зупиняли ріст і розвиток мікробних клітин за однакової концентрації $0,52 \pm 0,01$ %.

Пропіонова і лимонна кислоти дещо слабше проявляли антимікробну активність, порівняно з молочною і оцтовою кислотами. Для інгібування росту клітин *Bacillus subtilis* необхідна концентрація даних кислот у $0,72 \pm 0,01$ %, що в 1,4 раза ($p \leq 0,05$) вища концентрація, ніж у молочної і оцтової кислот.

Аскорбінова кислота зупиняла розвиток бактерії сінної палички за концентрації $1,42 \pm 0,01$ %, тобто діяла аналогічно, як на клітини картопляної палички. Через те що дані мікроорганізми відносяться до одного роду і мають однаковий тип дихання.

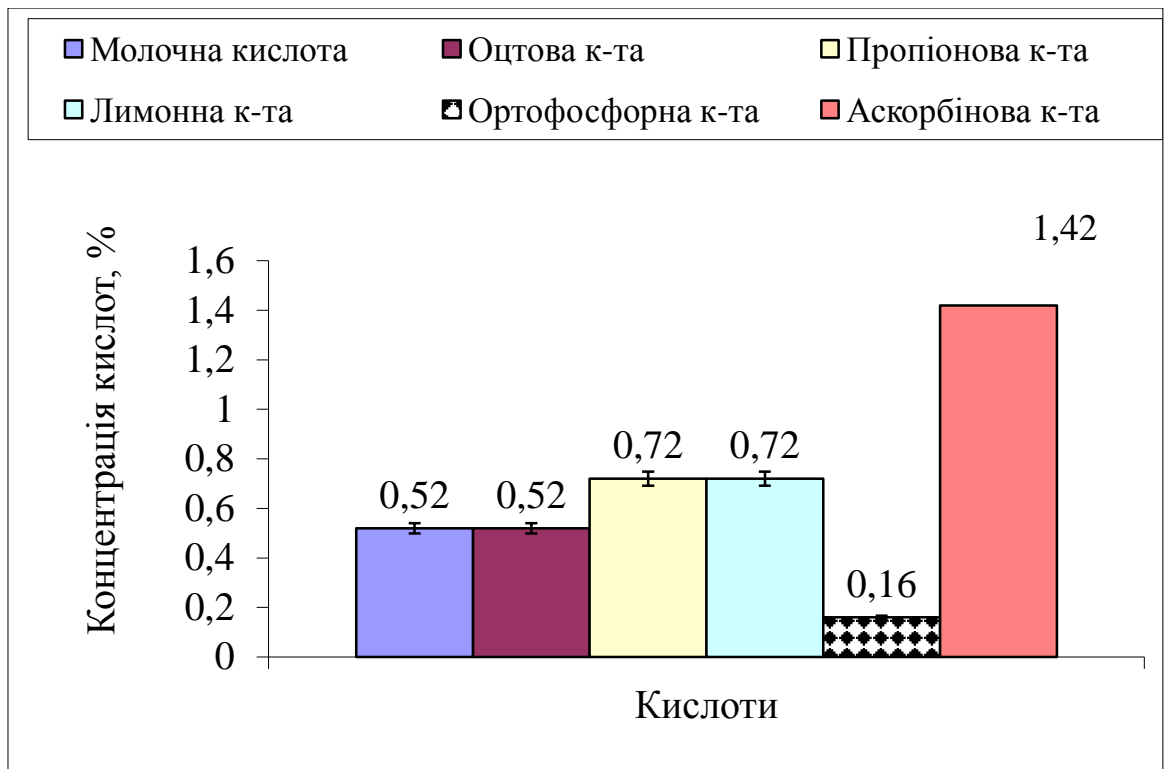


Рис. 3.2. Бактерицидна активність органічних і неорганічних кислот

в

і

д Ортофосфорна кислота проявляла антимікробну активність щодо клітин *Vacillus subtilis* у найнижчій концентрації, порівнюючи з іншими органічними кислотами. Зокрема, мінімальна інгібуюча концентрація ортофосфорної кислоти становила $0,16 \pm 0,01$ %, що в 3,25 раза ($p \leq 0,05$) менша концентрація, ніж діяли молочна і оцтова кислоти та в 4,5 раза ($p \leq 0,05$), порівнюючи пропіоновою та лимонною кислотами. Також, в середньому у 8 разів була нижча мінімальна інгібуюча концентрація до сінної палички у ортофосфорної кислоти, ніж у аскорбінової.

а Отже, для припинення росту і розвитку сінної палички у тісті та готових клібобулочних виробів концентрація органічних і неорганічних кислот необхідна менша, порівняно з концентрацією необхідною для інгібування картопляної паличок.

р Проте, поряд з цим, необхідно підбирати таку концентрацію, яка б негативно не впливала на дріжджову мікрофлору, яка наявна в дріжджах.

й

В

Крім спороутворюючої мікрофлори, яка відноситься до нормальної мікробіоти борошна та завжди присутня, до автохтонних мікроорганізмів також відносять грибки, які наявні, особливо в довгозберігаючому борошні. Тому застосування підкислювачів повинно базуватися, ще і на принципі максимально пригнічувати розвиток грибкової мікрофлори у випечених продуктах протягом усього терміну зберігання. Грибкова мікрофлора борошна, а відповідно хліба та об'єктів пекарні представлена плісневими грибами наступних видів: *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Mucor spp.* та іншими родами. Дані повсюдно розповсюджені на хлібопекарському підприємстві та мають дуже широкий температурно-вологистий діапазон до росту і розвитку. Тому на хлібзаводах необхідно ретельно проводити санітарні заходи, що зменшення потрапляння плісневих грибів у сировину, напівфабрикати та готові вироби, через те що при зберіганні хліб швидко буде піддаватися пліснявінню.

Нами було досліджено вплив органічних і неорганічних кислот на

З наведених досліджень рис. 3.3 бачимо, що грибкова мікрофлора стійка до органічних кислот у концентраціях, які були активні відносно спороутворюючої мікрофлори. Серед досліджених органічних кислот найактивніша була пропіонова кислота, так як у 1,42 % концентрації вона

в

в

п

Лимонна і аскорбінова кислоти, проявляли протигрибкову дію ще у більших концентраціях, ніж молочна і оцтова кислоти. Зокрема, мінімальна концентрація, яка дещо затримувала розвиток гриба була не нижче, 2,3 – 2,5 %.

Найкраще серед досліджених органічних і неорганічних кислот діяла на плісневі гриби ортофосфорна кислота, яка забезпечувала пригнічення росту нижча концентрація, порівнюючи з активною концентрацією пропіонової

я

в

і

п

кислоти та в 5,4 раза ($p \leq 0,05$) нижча, ніж концентрація молочної і оцтової кислот. Різниця в дії порівняно з лимонною і аскорбіновою кислотами була в середньому в 6,5 раза ($p \leq 0,05$) нижча, що вказує на практично не ефективність даних кислот відносно грибкової мікрофлори.

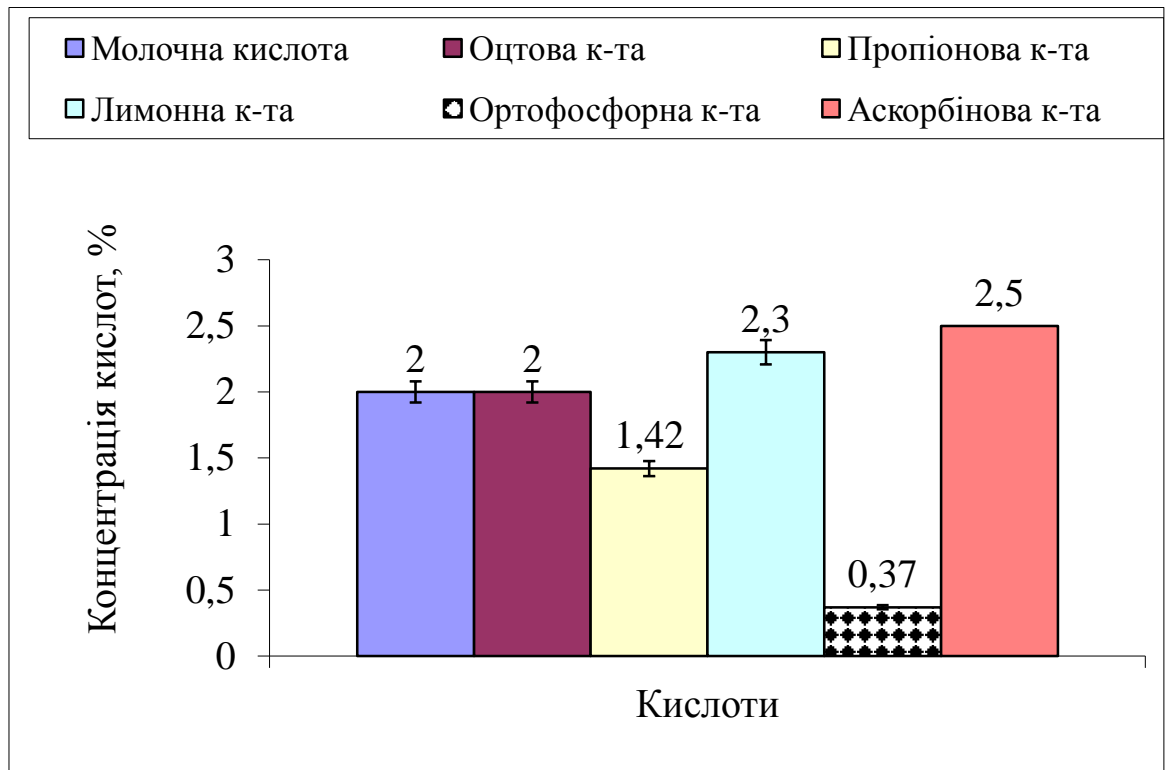


Рис. 3.3. Бактерицидна активність органічних і неорганічних кислот

в

і

д Загалом дія органічних кислот у більш вищих концентраціях на плісеневі гриби, порівняно з впливом на бактерії, пов'язано із здатністю грибків розвиватися в кислому середовищі, тобто вони відносяться до кислототолерантних мікроорганізмів, на відміну від бактерій для яких кисле середовище є більш згубне. Не зважаючи на дану природну стійкість до кислот, марчова ортофосфорна кислота у $0,37 \pm 0,01$ % концентрації добре діяла на гриб хлібопекарському виробництві.

м

і

к

р

о

Отже, встановлені нами мінімальні бактерицидні концентрації органічних і неорганічних кислот дають підставу обґрунтовано опираючись на власні дослідження підібрати кислоту за оптимальної концентрації.

3.3.2 Визначення величини рН розчинів кислот

Застосування підкислювачів основане поряд із дією на небажану мікрофлору, яка спричиняє вади ще із зниженням рН середовища. Бажано, для профілактики розвитку картопляної хвороби, щоб тісто мало активну кислотність нижче 5 од. За такого рН середовища розвиток бактерій роду *Bacillus* пригнічується.

Тому наступним етапом наших досліджень було визначити рН розчинів органічних і неорганічних кислот, які можна використати, як підкислювачі.

Результати дослідження рН розчинів основних кислот наведено на рис.

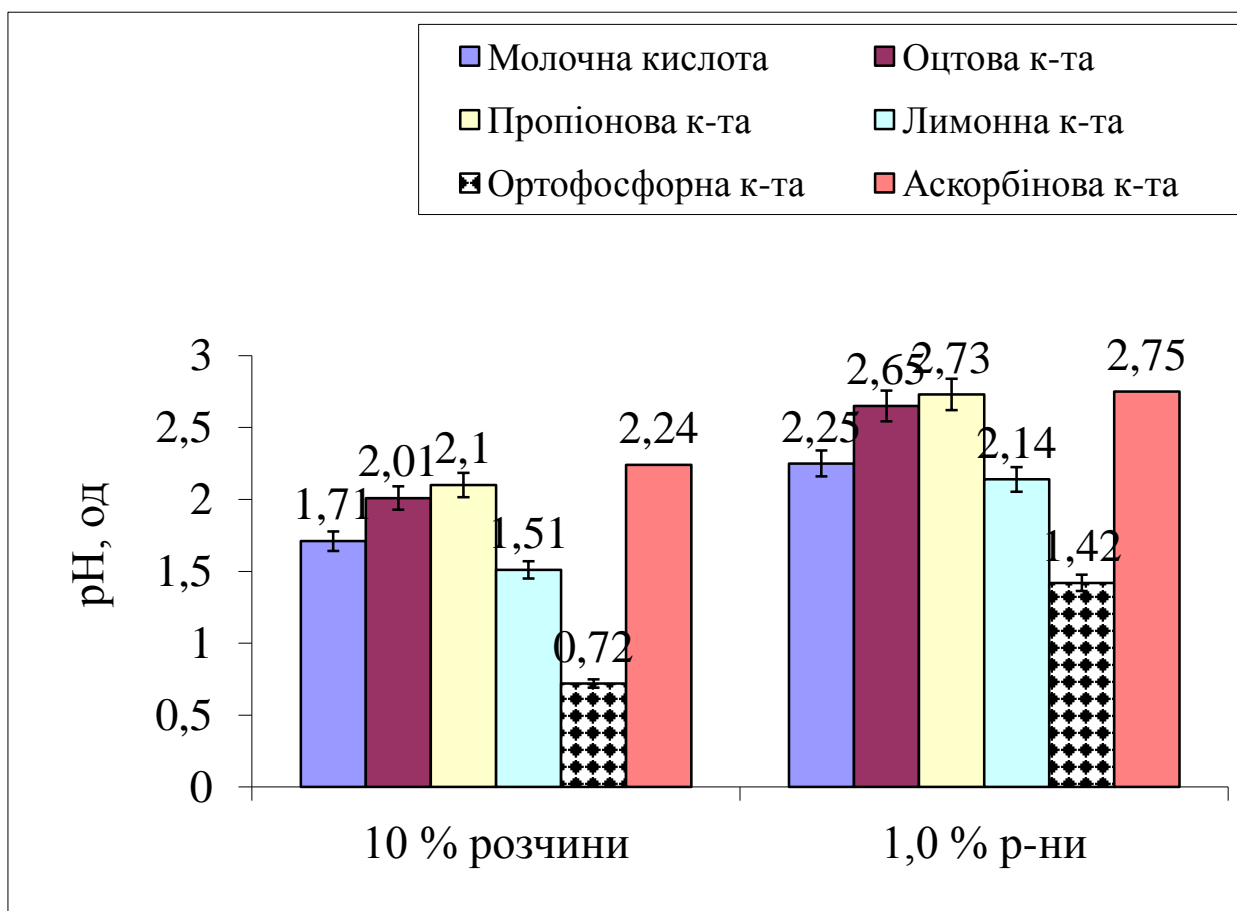


Рис. 3.4. Величина рН розчинів кислот

З даних досліджень наведених на рис. 3.4 видно, що серед досліджених 10 % розчинів органічних кислот найнижча величина рН була у лимонної кислоти – $1,51 \pm 0,01$ од, на 0,2 од вище рН реєстрували у молочної кислоти. У оцтової і пропіонової кислот значення рН становило 2,01 і 2,10 од, відповідно і найвища величина рН була у аскорбінової кислоти 2,24 од.

10 % розчин неорганічної ортофосфорної кислоти мав нижче значення рН порівняно з органічними кислотами – $0,72 \pm 0,02$ од, що в 2,5 – 3,1 раза ($p \leq 0,05$) нижче, проти лимонної і аскорбінової кислоти відповідно.

Одновідсоткові розчини органічних кислот мали значення рН від 2,14 до 2,75 од. Водночас ортофосфорна кислота за такої концентрації розчинів мала величину рН $1,42 \pm 0,02$ од, що практично в 2 рази нижче рН, порівняно з значеннями органічних кислот.

Отже, дані дослідження вказують, що зменшення концентрації розчинів органічних і неорганічних кислот не суттєво знижує величину рН. Це дає підставу вважати, що навіть застосування кислот у низьких концентраціях до борошна під час замішування тіста буде відбуватися підкислення середовища.

3.4. Характеристика технологічних властивостей тіста і хліба з різними органічними кислотами

Отже, під час наступного етапу роботи нами було вироблено дослідні зразки тіста із пшеничного борошна вищого гатунку для випікання хліба. У рецептурний склад тіста також входили наступні інгредієнти; цукор-пісок, хлібопекарські дріжджі пресовані та розчини відповідних органічних кислот для підкислення і надання відповідних структурно-механічних властивостей. Було виготовлено чотири дослідні зразки хліба із наступними органічними кислотами: зразок №1 із молочною кислотою; зразок №2 із оцтовою кислотою; зразок №3 – з пропіоновою кислотою; зразок №4 – лимонною та зразок №5 без додаванням кислоти був використаний, як контроль.

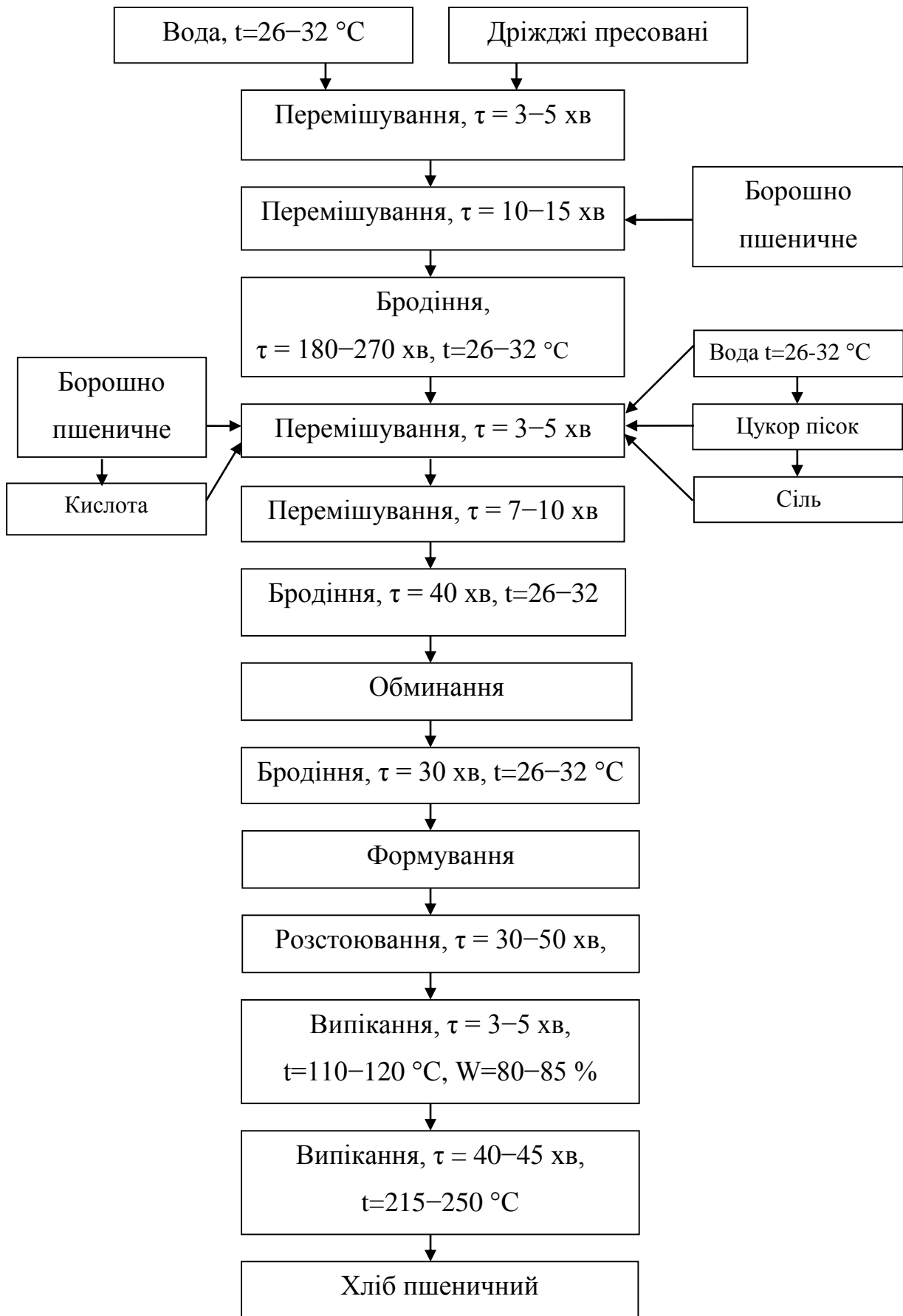


Рис. 3.5. Технологія виробництва хліба пшеничного з підкислювачем

Технологічна блок-схема виробництва хліба пшеничного із додаванням органічних кислот наведена на рис. 3.5, а апаратурно-технологічна схема наведена в додатку.

Блок-схема технології виробництва хліба пшеничного включає використання стандартних технологічних операцій, за винятком додаткового внесення відповідних органічних харчових кислот у певній концентрації (від 0,1 до 0,5 % від маси борошна) та певної кількості на стадії замішування тіста. У подальшому застосовуємо класичні температурні та часові режими випікання хліба.

Детальна характеристика технологічних змін у тісті з різними органічними кислотами та у виготовлених дослідних зразках пшеничного хліба під час його зберігання наведена на рисунках і описана нижче.

До одних із важливих показників якості, які характеризують технологію виготовлення хліба вважають кислотність тіста і відповідно хліба. Цей показник характеризує характер мікробіологічних і біохімічних змін, які проходять у тісті під час бродіння під впливом мікрофлори закваски. Результати дослідження зміни у зразках тіста з різними кислотами величини кислотності наведено на рис. 3.6.

З даних, які наведено на рис. 3.6 видно, що у всіх варіантах дослідних зразків тіста з органічними кислотами величина кислотності була більша, порівнюючи з контрольним зразком тіста, без кислоти. Зокрема, кислотність тіста з додаванням лимонної кислоти була найвища серед досліджених взірців і становила $4,8 \pm 0,1$ град., що в 1,6 раза ($p \leq 0,05$) більша, ніж контрольного тіста.

Тісто з додаванням молочної, оцтової та пропіонової кислот мало приблизно однакову кислотність, яка становила $4,6 \pm 0,1$ град., що в середньому, в 1,5 раза ($p \leq 0,05$) більша, проти контрольного зразка тіста.

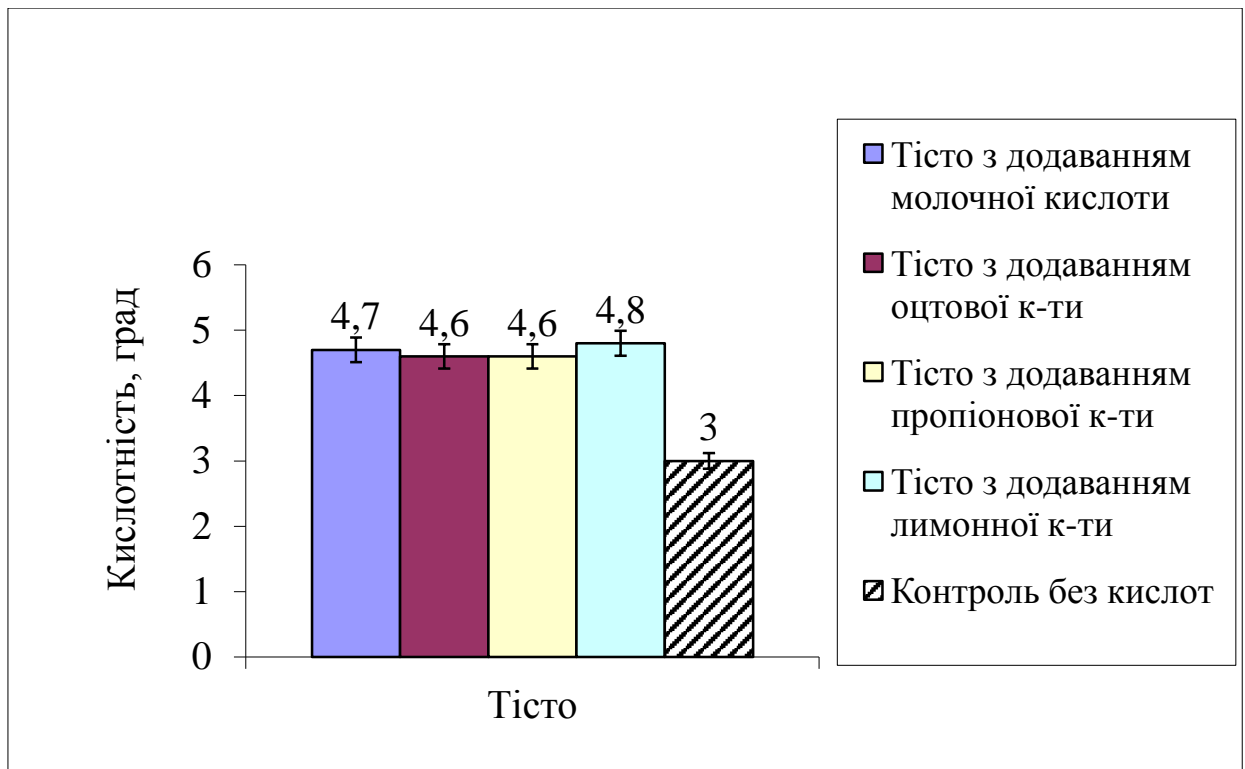


Рис. 3.6. Показники величини кислотності тіста у дослідних зразках хліба

Отже, з отриманих результатів випливає, що додавання до борошна під час технологічного процесу виробництва хліба, органічних кислот суттєво підвищує кислотність тіста під час бродіння внаслідок високої власної кислотності кислот. При цьому за видимими органолептичними властивостями дослідні зрізці тіста не відрізнялися від контрольного тіста.

Також виявлено, що у тісті з додаванням органічних кислот, газоутворювальна здатність з виділенням діоксиду вуглецю, яка відбувається під дією дріжджової мікрофлори проходила інтенсивніше. Даний явище пояснюється тим, що підкислення тіста сприяє інтенсивнішому розвитку дріжджів, так як вони є більш кислотофільні мікроорганізми.

Враховуючи вище наведені дані дослідження величини кислотності тіста, нами було визначено кислотність мякуша у свіжовипечених зразках хліба з вмістом органічних кислот. Результати дослідження величини кислотності зразків хліба наведено на рис. 3.7.

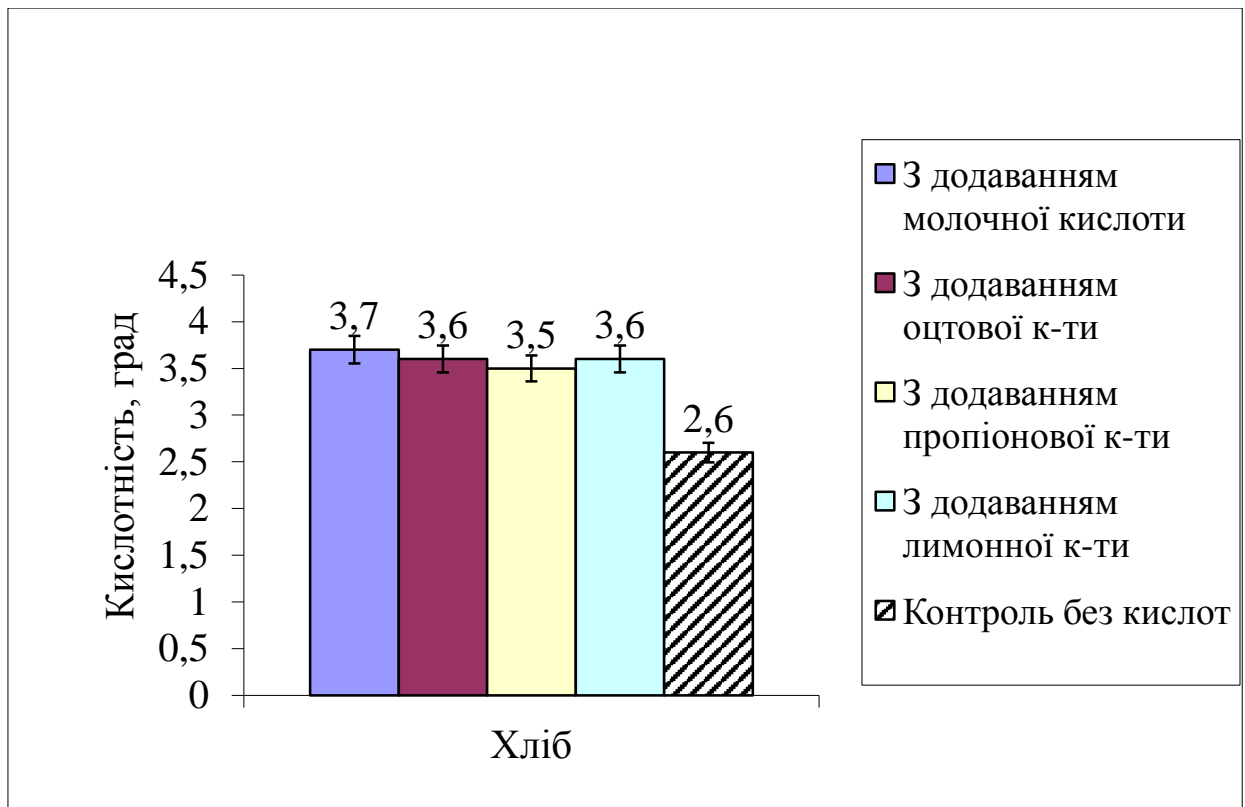


Рис. 3.7. Показники величини кислотності дослідних зразків свіжовипеченого хліба

Під час аналізування результатів дослідження представлених на рис. 3.7, ми бачимо, що титрована кислотність мякуша дослідних зразків хліба була більша за контрольного зразка хліба, що пояснюється вмістом кислот. Так, у всіх дослідних зразках хліба величина титрованої кислотності коливалася в межах від $3,5 \pm 0,1$ град. (для хліба з пропіоновою кислотою) до $3,7 \pm 0,1$ град. (для хліба з молочною кислотою), що 1,3 та 1,4 раза ($p \leq 0,05$) більша, порівняно з контрольним хлібом виготовленим без додавання кислот.

Таким чином, отримані дані вказують, що додавання органічних кислот до борошна під час виробництва пшеничного хліба, в середньому підвищує його титровану кислотність на 1 град.

Тому наступною частиною наших досліджень було визначити органолептичні властивості контрольного зразка пшеничного хліба та дослідних із вмістом органічних кислот. Адеже саме органолептика у

хлібобулочному виробництві вважається основним методом, яка відбирає найкращі зразки хліба до впровадження у виробництво.

3.5. Характеристика органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних властивостей дослідних варіантів хліба з додаванням органічних кислот

Дослідження органолептичних властивостей варіантів хліба з додаванням органічних кислот виявило наступні результати, які наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Визначення органолептичних показників у дослідних зразках хліба,

$M \pm m, n=5$

Зразки хліба з органічними кислотами	Показники			
	Зовнішній вигляд і колір	Консистенція	Запах	Смак
Контроль, хліб без кислот	Правильної, симетричної форми, золотисто-жовтий, скоринка гладка без суттєвих тріщин	Еластичність мякуша добра, пропеченість задовільна	Відповідає пшеничному хлібу	Відповідає пшеничному хлібу, не кислий
№1 (з молочною кислотою)			Відповідає пшеничному хлібу, без сторонніх присмаків	Відповідає пшеничному хлібу, дещо кисліший, ніж у контролі, смак кислот
№2 (з оцтовою кислотою)				
№3 (з пропіоновою кислотою)				

№4 (з лимонною ки-ю)				не виражений
----------------------------	--	--	--	-----------------

З проведеної орагнолептичної оцінки дослідних варіантів хліба (табл. 3.3.) співробітниками кафедри встановлено, що усі взірці відповідали задовільним вимогам за основними параметрами, такими як зовнішній вигляд, колір і консистенція, тобто не відрізнялися від контрольного зразка. За параметрами запах і смак виявлено, дещо кисліший присмак у всіх дослідних варіантах хліба, порівнюючи з контрольним хлібом. Кисліший смак у даних зразках хліба нами пояснюється завдяки більшій титрованій кислотності, яка обумовлена додаванням кислот та інтенсивнішим біохімічним процесам у тісті завдяки бродінню. Проте, дегустаційна комісія не відхилила жоден варіант хліба із органічними кислотами, вказавши що всі вони мають перспективи до впровадження.

Введення органічних кислот у технологію виробництва пшеничного хліба обумовлено його низькою кислотністю та сприйнятність до розвитку у ньому збудників картопляної хвороби хліба, які знижують якість хліба і термін його зберігання. Результати дослідження зміни кількості бактерій роду *Vacillus* у зразках хліба під час стандартного терміну зберігання наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Визначення спороутворюючих бактерій – збудників картопляної хвороби у дослідних зразках хліба, $M \pm m$, $n=5$

Зразки хліба з органічними кислотами	Кількість спороутворюючих бацил, КУО/г хліба протягом зберігання, діб		
	24	48	72
Контроль, хліб без кислот	2,3 ± 0,1	12,1 ± 0,2	38,3 ± 1,2

продовження табл. 3.3.

№1 (з молочною кислотою)	Не виявлено	1,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2*
№2 (з оцтовою кислотою)	Не виявлено	Не виявлено	3,9 ± 0,3*
№3 (з пропіоновою ки-ю)	Не виявлено	Не виявлено	4,1 ± 0,2*
№4 (з лимонною ки-ю)	Не виявлено	2,6 ± 0,2	5,8 ± 0,3*

Примітка: * $p < 0,05$ – порівнюючи із зразком порівняння (контроль)

З отриманих даних наведених в табл. 3.3, видно істотні зміни розвитку спороутворюючих бактерій – збудників картопляної хвороби у контрольному зразку протягом трьох добового зберігання, порівнюючи з їх кількістю у дослідних зразках. Зокрема, у всіх варіантах хліба з вмістом органічних кислот, через 24 год зберігання спороутворюючі бактерії не нами не виділялися з 1 г хліба. Водночас, через 48 год зберігання хліба за звичайних кімнатних умов кількість клітин бацил у контролі становила $12,1 \pm 0,2$ в грамі, що в 4,6 та 7,5 рази більше ($p \leq 0,05$), порівнюючи із зразками хліба з молочною та лимонною кислотами, відповідно. Також виявлено, що протягом даного періоду часу із зразків хліба з оцтовою та пропіоновою кислотами дані бактерії не виділялися.

Через 72 години зберігання хліба у контрольному зразку без кислот кількість спороутворюючих бактерій збільшилася від початку першої доби в 16,6 ($p \leq 0,05$) рази і становила $38,3 \pm 1,2$ КУО/г. У всіх дослідних варіантах хліба з органічними кислотами кількість клітин бацил через 72 год, становила в середньому 5 в одному грамі. Дана кількість спороутворюючих бактерій вважається несуттєвою.

Загалом з отриманих мікробіологічних досліджень випливає, що введення органічних кислот у рецептурний склад пшеничного хліба значно

гальмує розвиток спороутворюючих бацил, які вважаються збудниками картопляної хвороби.

Отже, органічні кислоти, як харчові добавки, поряд із натуральними заквасками, у хлібопекарському виробництві є перспективними у боротьбі з розвитком картопляної хвороби.

Суттєвими показниками, які характеризують якість виробленого хліба і придатність його до зберігання вважають фізико-хімічні показники. Результати дослідження фізико-хімічних показників зразків хліба з органічними кислотами наведено табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Визначення фізико-хімічних показників якості зразків хліба з різними кислотами-підкислювачами, $M \pm m$, $n=5$

Зразки хліба з кислотами-підкислювачами	Вологість, %	Пористість, %	Крихкуватість, %	Кислотність, град.
Контроль	44,2 ± 0,2	71,3±0,2	2,2±0,2*	2,6 ± 0,1
№1 (з молочною кислотою)	43,9 ± 0,2	71,8±0,4	1,4 ± 0,1*	3,7 ± 0,1
№2 (з оцтовою кислотою)	44,0 ± 0,2	71,5±0,3	1,5 ± 0,1	3,6 ± 0,1*
№3 (з пропіоною кислотою)	44,4 ± 0,2	71,9±0,2	1,6 ± 0,1*	3,5 ± 0,1*
№4 (з лимонною кислотою)	44,1 ± 0,2	72,1±0,3	1,5±0,1*	3,6 ± 0,1*
Нормативні значення	39 – 50	63 – 72	–	2,5 – 3,5

Примітка: * $p < 0,05$ – порівнюючи із зразком порівняння, контрольним

З даних наведених в табл. 3.4 видно, що показник вологості хліба у всіх зразках з органічними кислотами суттєво не відрізнявся, проти контрольного зразка хліба і становив в межах нормативного значення для даного виду хліба 39 – 50 %. Це дає підставу вважати, що енергетична цінність хліба не зміниться.

Величина пористості також суттєвих змін не зазнавала у дослідних зразках, порівняно з контрольним зразком хліба і не перевищувала нормативне значення 63 – 72 %. Це вказує, що додавання органічних кислот не гальмувало процес бродіння, що в свою чергу не змінювало його структуру та не буде впливати на засвоюваність.

За показником крихкуватість дослідні зразки хліба відрізнялися, порівняно з контрольним. Зокрема, крихкуватість дослідних зразків, була, в середньому, на 1,4 раза ($p \leq 0,05$) менша, ніж у хлібі-контролі. Це вказує на те, що вироби з вмістом органічних кислот менше будуть піддаватися черствінню та матимуть кращі органолептичні властивості під час зберігання.

Найбільш помітно відрізнялася величина титрованої кислотності у дослідних зразках хліба, порівнюючи з контрольним хлібом. Зокрема кислотність у дослідних зразках була на верхній межі нормативного значення і становила, в середньому 3,5 град, що практично на 1 град більше хліба у контролі. Саме із кислотністю середовища хліба пов'язана його стійкість до збудників картопляної хвороби.

Отже, отримані нами експериментальні дані щодо впливу органічних кислот на технологічні властивості хліба виявили їх позитивний ефект, що дає підставу до можливого їх застосування у хлібопекарському виробництві.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що кількість спору утворюючих бактерій виявляється більше у борошні першого гатунку порівняно з вищим. Зокрема, у борошні вищого гатунку, в середньому виділяли аеробних бацил $21,7 \pm 2,3$ КУО/г, у той же час у борошні першого гатунку кількість бацил була в 2 – 6 разів ($p \leq 0,05$) більша. Проте, у всіх гатунках борошна від різних виробників кількість аеробних бацил не перевищувала допустиму межу в 200 клітин / г.

2. Встановлено, що з органічних кислот найкраще проявляють активність відносно картопляної палички – це оцтова і молочна кислоти, дещо нижчу пропіонова і лимонна кислоти.

3

4. Додавання органічних кислот до борошна під час виробництва пшеничного хліба, в середньому підвищує титровану кислотність готового виробу на 1 град. Зокрема кислотність у дослідних зразках була на верхній межі нормативного значення і становила $3,5 \pm 0,1$ град. Саме із кислотністю передовища хліба пов'язана його стійкість до збудників картопляної хвороби.

5. Усі дослідні взірці хліба відповідали задовільним вимогам за основними параметрами органолептики, такими як зовнішній вигляд, колір і консистенція, тобто не відрізнялися від контрольного зразка. За параметрами запах і смак виявлено, дещо кисліший присмак у всіх дослідних зразках хліба, порівнюючи з контрольним хлібом.

6. Введення органічних кислот у рецептурний склад пшеничного хліба значно гальмує розвиток спороутворюючих бацил під час зберігання готового хліба, які вважаються збудниками картопляної хвороби.

7. За фізико-хімічними показниками (вологість, пористість) дослідні зразки хліба суттєво не відрізнялися, проти контрольного зразка і дані величини були в межах нормативного значення. Водночас, крихкуватість дослідних

х

о

зразків, була, в середньому, на 1,4 раза ($p \leq 0,05$) менша, ніж у хлібі-контролі. Це вказує на те, що вироби з вмістом органічних кислот менше будуть піддаватися черствінню та матимуть кращі органолептичні властивості під час зберігання.

Запропоновано для виробництва пшеничного хліба вводити у його склад органічні кислоти для попередження розвитку картопляної хвороби.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Обов'язки працівників щодо охорони праці на підприємствах харчової промисловості

Найголовнішим обов'язком працівника є неухильне дотримання вимог законодавчих та нормативних актів з охорони праці за своїм фахом, що є запорукою предметної діяльності без травм і аварій та будь-якого ушкодження здоров'я. Працівник має: дбати про особисту безпеку та здоров'я; знати й виконувати вимоги інструкцій за фахом та нормативно-правових актів з охорони праці; проходити у встановленому порядку навчання, попередні та періодичні медичні огляди; підтримувати вимоги трудової і технологічної дисципліни, які встановлюють правила виконання робіт і поведінки у виробничих приміщеннях та на території підприємства

Взаємовідносини між роботодавцем і працівниками підприємства визначено у КЗпП. Інтереси працівників на виробництві представляють професійні спілки у галузі виробничої діяльності, побуту і культури.

За порушення законодавчо-правових актів з охорони праці працівник несе відповідальність. Роботодавець може застосовувати дисциплінарне стягнення у вигляді догани або звільнення від займаної посади. За кожне порушення може застосовуватися лише одне стягнення, яке має оголошуватися у наказі і повідомлятися працівникові під розписку, або інші відповідні види впливу.

4.2.1 Принципи державної політики у сфері охорони праці

У Законі "Про охорону праці" [87] визначаються такі основні принципи державної політики в галузі охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництва, технологічних процесів і продукції, а також сприяння підприємствам у створенні ними безпечних та нешкідливих умов праці;

– комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавних галузевих, регіональних програм з охорони праці та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони навколишнього середовища;

– соціальний захист працівників: повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

– установлення єдиних вимог з охорони праці для підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;

– адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням рівня його здоров'я та психологічного стану; використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на дані цілі, отримання яких не суперечить чинному законодавству;

– інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;

– забезпечення координації у діяльності органів державної виконавчої влади, установ, організацій, об'єднань громадян що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, співробітництво та проведення консультацій між роботодавцями та працівниками, між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;

Для реалізації даних принципів в Україні створено Національну раду з питань безпечної життєдіяльності при Кабміні, Державний комітет України з промислової безпеки та гірничого нагляду (Держгірпромнагляд), Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці (ННДІШБОП). Крім цього в обласних, районних та міських органах виконавчої влади функціонують служби охорони праці.

4.2. Захист продуктів харчування від радіоактивного, хімічного і бактеріологічного (біологічного) забруднення

У разі виникнення надзвичайних ситуацій у мирний час здійснюють заходи, які спрямовані на забезпечення захисту запасів харчової сировини, напівфабрикатів та готової харчової продукції від зараження їх радіоактивними, сильнодіючими та отруйними речовинами і бактеріальними засобами:

- будівництво складських і виробничих приміщень з повною герметизацією;
- розробка планів підготовки до здійснення простої герметизації тих складських та інших приміщень, де немає повної герметизації;
- випуск продуктів та напівфабрикатів у герметичній тарі;
- утримання в справному стані герметизованих транспортних засобів для транспортування продуктів і товарів [88, 89].

Радіоактивному забрудненню під час радіаційної аварії можуть піддатись об'єкти харчової промисловості, на яких переробляються чи зберігаються різні харчові продукти. Зараження харчових підприємств може призвести до радіаційного ураження великої кількості людей. Ця обставина вимагає від штабу і служб цивільного захисту підприємства організації надійного захисту продуктів харчування, сировини і води на всіх етапах їх технологічного перероблення і реалізації.

Забруднення харчових продуктів може бути поверхневе (пряме) і структурне (біологічне). Поверхневе забруднення може бути аерозольним і контактним. Поверхневе забруднення відбувається у перший період після аварії. Воно виникає в результаті осідання радіонуклідів на поверхню продуктів харчування, харчової сировини, обладнання та інші предмети, якщо вони не мають герметичної упаковки або укриття [88, 89].

Зараження отруйними і сильнодіючими отруйними речовинами докiлля, харчової сировини, готової продукції та води буде залежати від виду застосованої отрути, що потрапила в докiлля після аварії; її агрегатного стану (газ, пари, аерозоль); виду продуктів і умов їх зберігання. Небезпечним є зараження отруйними речовинами, які мають значну стійкість (зберігають тривалий час уражуючу дію і можуть проникати на певну глибину у різні предмети і продукти) [78, 79].

Захист харчової сировини, напiвфабрикатів, готової продукції, води на об'єктах харчової промисловості є одним з основних завдань цивільного захисту для переробних підприємств. Не зважаючи на існуючі розбіжності між уражаючою дією радіоактивних, хімічних речовин, бактеріальних засобів способи захисту продуктів харчування мають багато спільного. Вибір способу захисту визначається видом продукції, її кількістю і умовами зберігання. Для підготовки підприємства до захисту від радіоактивних, хімічних речовин, бактеріальних засобів на кожному із них розробляється план захисту, в якому передбачається проведення організаційних та інженерно-технічних заходів [78, 79].

Заходи щодо захисту продуктів харчування можна об'єднати в такі групи: організаційні; інженерно-технічні; заходи захисту сировини харчової продукції за допомогою тари, пакування, захисних покриттів та санітарно-профілактичні.

Організаційні заходи є загальними для харчових підприємств всіх галузей. Основними із них є: заміна обладнання більш досконалим, герметичним; підготовка до роботи лабораторій для аналізу продуктів харчування на забрудненість радіоактивними і хімічними отруйними речовинами; навчання формувань, виробничого персоналу заходам та засобам захисту харчових продуктів та сировини [88, 89].

Інженерно-технічні заходи включають в себе: герметизацію виробничих і складських приміщень, встановлення фільтропоглиначів на

вентиляційних системах; встановлення протипилевих фільтрів, кондиціонерів у виробничих приміщеннях; герметизацію технологічного обладнання.

Отже, у разі виникнення надзвичайних ситуацій у мирний час необхідно здійснювати заходи, які спрямовані на забезпечення захисту запасів харчової сировини, напівфабрикатів та готової харчової продукції від зараження їх радіоактивними, сильнодіючими та отруйними речовинами і бактеріальними засобами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Daliborka Koceva Komlenić, Žaneta Ugarčić-Hardi, Marko Jukić, Mirela Planinić, Ana Bucić-Kojić, Ivica Strelec (2010). Wheat dough rheology and bread quality effected by *Lactobacillus brevis* preferment, dry sourdough and lactic acid addition. International Journal of Food Science & Technology, 45 (7), 1417-1425
2. Cauvain, S., Bread Making: Improving Quality (2003). Woodhead Publ. Ltd., Cambridge, U.K., 608 pp.,
3. Rehman, S.U., Paterson, A., and Piggott, J.R., (2006). Flavour in sourdough breads: A review. Trends Food Sci. Techol., 17, 557–566,
4. Никифорова Т.А. (1999). Применение молочной кислоты. Пищевая промышленность, 1, 30–31.
5. Евелева В.В. (1998). Использование лактата кальция в хлебобулочных изделиях. Хлебопечение России, 4, 19–20.
6. Leyva Salas, Marcia, Jérôme Mounier, Florence Valence, Monika Coton, Anne Thierry, and Emmanuel Coton. 2017. "Antifungal Microbial Agents for Food Biopreservation—A Review" *Microorganisms* 5, no. 3: 37.
7. FAO. Save Food: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction—Key Findings. Available online:
<http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/> (accessed on 2 May 2017).
8. Gustavsson, J.; Cederberg, C.; Sonesson, U. Global Food Losses and Food Waste: Extent, Causes and Prevention; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2011; ISBN 978-92-5-107205-9.
9. Kitinoja, L.; Saran, S.; Roy, S.K.; Kader, A.A. (2011). Postharvest technology for developing countries: Challenges and opportunities in research, outreach and advocacy. J. Sci. Food Agric., 91, 597–603.
10. Pitt, J.I.; Hocking, A.D. Fungi and Food Spoilage; Springer: Boston, MA, USA, 2009; ISBN 978-0-387-92206-5.
11. Krupinsky, J.M.; Bailey, K.L.; McMullen, M.P.; Gossen, B.D.; Turkington, T.K. (2002). Managing plant disease risk in diversified cropping systems. Agron. J., 94, 198–209.

12. Sanzani, S.M.; Reverberi, M.; Geisen, R. (2016). Mycotoxins in harvested fruits and vegetables: Insights in producing fungi, biological role, conducive conditions, and tools to manage postharvest contamination. *Postharvest Biol. Technol.*, 122, 95–105.

13. Verma, L.R.; Joshi, D.V.K. *Postharvest Technology of Fruits and Vegetables: General Concepts and Principles*; Indus Publishing: Lahore, Pakistan, 2000;

14. Rojas-Graü, M.A.; Oms-Oliu, G.; Soliva-Fortuny, R.; Martín-Belloso, O. (2009). The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables: A review. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 44, 875–889.

15. Fellows, P.J. *Food Processing Technology: Principles and Practice*, 3rd ed.; Woodhead Publishing: Oxford, UK; Boca Raton, FL, USA, 2009; ISBN 978-1-84569-216-2.

16. Dijksterhuis, J.; Houbraeken, J.; Samson, R.A. 2 Fungal spoilage of crops and food. In *Agricultural Applications*; Kempken, F., Ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013; pp. 35–56, ISBN 978-3-642-36821-9.

17. Silva, M.; Lidon, F. (2016). Food preservatives – An overview on applications and side effects. *Emir. J. Food Agric.* 1.

18. Oliveira, P.M.; Zannini, E.; Arendt, E.K. (2014). Cereal fungal infection, mycotoxins, and lactic acid bacteria mediated bioprotection: From crop farming to cereal products. *Food Microbiol.*, 37, 78–95.

19. Sharma, A.; Diwevidi, V.D.; Singh, S.; Pawar, K.K.; Jerman, M.; Singh, L.B.; Singh, S.; Srivastawav, D. (2013). Biological control and its important in agriculture. *Int. J. Biotechnol. Bioeng. Res.*, 4, 175–180.

20. Kabaluk, J.T.; Svircev, A.M.; Goettel, M.S.; Woo, S.G. *The Use and Regulation of Microbial Pesticides in Representative Jurisdictions Worldwide*. Available online: <http://www.iobc-global.org/download/>

Microbial_Regulation_Book_Kabaluk_et_al_2010.pdf (accessed on August 2010).

21. Spadaro, D.; Droby, S. (2016). Development of biocontrol products for postharvest diseases of fruit: The importance of elucidating the mechanisms of action of yeast antagonists. *Trends Food Sci. Technol.* 47, 39–49.
22. Robinson-Boyer, L.; Jeger, M.J.; Xu, X.-M.; (2009). Jeffries, P. Management of strawberry grey mould using mixtures of biocontrol agents with different mechanisms of action. *Biocontrol Sci. Technol.* 19, 1051–1065.
23. Kukhtn, M., Horiuk, Y., Yaroshenko, T., Laiter - Moskaliuk, S., Levytska, V., Reshetnyk A. (2018). Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in process of pickling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 89, 1/11, 69–75. DOI: 10.10.15587/1729-4061.2018.120548
24. Piper, P.W. (2011). Resistance of yeasts to weak organic acid food Preservatives. In *Advances in Applied Microbiology*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, Volume 77, pp. 97–113, ISBN 978-0-12-387044-5.
25. Deising, H.B., Reimann, S. (2008). Pascholati, S.F. Mechanisms and significance of fungicide resistance. *Braz. J. Microbiol.* 39, 286–295.
26. Reyes-Jurado, F. Franco-Vega, A. Ramirez-Corona, N.; Palou, E., Lopez-Malo, A. (2015). Essential Oils: Antimicrobial Activities, Extraction Methods, and Their Modeling. *Food Eng. Rev.*, 7, 275–297.
27. Crowley, S.; Mahony, J.; van Sinderen, D. (2013). Current perspectives on antifungal lactic acid bacteria as natural bio-preservatives. *Trends Food Sci. Technol.*, 33, 93–109. [
28. Atarés, L.. Chiralt, A. (2016). Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. *Trends Food Sci. Technol.*, 48, 51–62.
29. Dalié, D.K.D., Deschamps, A.M., Richard-Forget, F. (2010). Lactic acid bacteria – Potential for control of mould growth and mycotoxins: A review. *Food Control*, 21, 370–380.
30. Elsser-Gravesen, D.; Elsser-Gravesen, A. Biopreservatives. In *Biotechnology of Food and Feed Additives*; Zorn, H., Czermak, P., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013; Volume 143, pp. 29–49, ISBN 978-3-662-43760-5.

31. Liu, J., Sui, Y., Wisniewski, M.; Droby, S., Liu, Y. (2013). Review: Utilization of antagonistic yeasts to manage postharvest fungal diseases of fruit. *Int. J. Food Microbiol.* 167, 153–160.
32. Leroy, F., De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends Food Sci. Technol.*, 15, 67–78.
33. Stiles, M.E. (1996). Biopreservation by lactic acid bacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 70, 331–345.
34. Jzt Nazah (2015). Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. *Seema Rawat Asian Journal of Plant Science and Research*, 5(4):47-56
35. Burkepile D.E., Parker J.D., Woodson C.B., Mills H.J., Kubanek J., Sobecky P.A. and Hay. (2006). *Ecol.*,87: 2821–2831.
36. N. Arneborg, L. Jespersen and M. Jakobsen. *Arch. Microbiol.*, 2000,174: 125-128.
37. Ludovico, P., Sousa, M.J., Silva, M.T., Lea O.C. and Corte-Real. M. (2001). *Microbiol.*, 147: 2409-2415.
38. Restuccia, C., Randazzo C. and Caggia C. (2006). *Int. J. Food Microbiol.*, 109: 146–150.
39. L. Fernandes, M., Corte-Real and Lea O.C. (1999). *Lett. Appl. Microbiol.*, 28: 345-349.
40. Fleet G. (1992). *Crit. Rev. Biotechnol.*, 12: 1-44.
41. Pepe, O., Blaiotta, G., Moschetti, G., Greco T. and Villani. F. (2003). *Appl. Environ. Microbiol.*, 69: 2321–2329.
42. Munsch, P., Geoffroy, V.A., Alatossava T. and Meyer J.M. (2000). *Appl. Environ. Microbiol.*, 66: 4834–4841.
43. Garcia, M. V. and Copetti, M. V. (2019). Alternative methods for mould spoilage control in bread and bakery products, *International Food Research Journal*, 26(3): 737-749
44. Chaudhary, M. S. (1991). Baking industry in Pakistan., *Food Science News* 1: 1-4.

45. Ryan, L. A., Dal Bello, F. and Arendt, E. K. (2008). The use of sourdough fermented by antifungal LAB to reduce the amount of calcium propionate in bread. *International Journal of Food Microbiology*, 125(3): 274–278.
46. Legan, J. D. and Voysey, P. A. (1991). Yeast spoilage of bakery products and ingredients. *The Journal of Applied Bacteriology*, 70(5): 361–371.
47. Smith, J. P., Daifas, D. P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J. and El-Khoury, A. (2004). Shelf life and safety concerns of bakery products – a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(1): 19–55.
48. Dalié, D. K. D., Deschamps, A. M. and Richard-Forget, F. (2010). Lactic acid bacteria e potential for control of mold growth and mycotoxins: a review. *Food Control*, 21(4): 370–380.
49. Pitt, J. I. and Hocking, A. D. (2009). *Fungi and Food Spoilage*. 3rd Ed. United States: Springer.
50. Dengate, S. and Ruben, A. (2002). Controlled trial of cumulative behavioural effects of a common bread preservative. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 38(4): 373–376.
51. Suhr, K. I. and Nielsen, P. V. (2003). Antifungal activity of essential oils evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi. *Journal of Applied Microbiology*, 94(4): 665–674.
52. Jing, L., Lei, Z., Li, L., Xie, R., Xi, W., Guan, Y., and Zhou, Z. (2014). Antifungal activity of citrus essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(14): 3011–3033.
53. Avila-Sosa, R., Palou, E., Munguía, M. T. J., Nevárez- Moorillón, G. V. N., Cruz, A. R. N. and López-Malo, A. (2012). Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. *International Journal of Food Microbiology*, 153(1-2): 66–72.
54. Cagri, A., Ustunol, Z. and Ryser, E. T. 2004. Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection*, 67(4): 833–848.

55. Samapundo, S., Devlieghere, F., Vroman, A. and Eeckhout, M. (2017). Antifungal activity of fermentates and their potential to replace propionate in bread. *LWT – Food Science and Technology*, 76(Part A): 101–107.
56. Piwowarek, K., Lipińska, E., Hać-Szymańczuk, E., Kieliszek, M. and Ścibisz, I. (2018). *Propionibacterium* spp.—source of propionic acid, vitamin B12, and other metabolites important for the industry. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(2): 515–538.
57. Filtenborg, O. Frisvad, J. C. and Thrane, U. (1996). Molds in food spoilage. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1): 85–102.
58. Dagnas, S. and Membré, J. M. (2013). Predicting and preventing mold spoilage of food products. *Journal of Food Protection*, 76(3): 538–551.
59. Baert, K., Valero, A., De Meulenaer, B., Samapundo, S., Ahmed, M. M., Bo, L., and Devlieghere, F. (2007). Modeling the effect of temperature on the growth rate and lag phase of *Penicillium expansum* in apples. *International Journal of Food Microbiology*, 118(2): 139–150.
60. Dagnas, S., Onno, B. and Membré, J. M. (2014). Modeling growth of three bakery product spoilage molds as a function of water activity, temperature and pH. *International Journal of Food Microbiology*, 186: 95– 104.
61. Nielsen, P. V. and Rios, R. (2000). Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. *International Journal of Food Microbiology*, 60(2- 3): 219–229.
62. Garcia, M. V., Da Pia, A. K. R., Freire, L., Copetti, M. V. and Sant’ana, A. S. (2019). Effect of the baking temperature on the kinetics of inactivation of *Penicillium paneum* and *P. roqueforti* during the production of loaf bread. *Food Control*, 96: 456–462.
63. Andrade, N. J. and Salustiano, V. C. (2008). Qualidade microbiológica do ar de ambientes de processamento na indústria de alimentos. In Andrade, N. J. (Ed). *Higiene na Indústria de Alimentos*, p. 305-331. São Paulo: Editora Varela.

64. dos Santos, J. L. P., Bernardi, A. O., Pozza-Morassi, L. L., Silva, B. S., Copetti, M. V. and Sant'ana, A. S. (2016). Incidence, populations and diversity of fungi from raw materials, final products and air of processing environment of multigrain whole meal bread. *Food Research International*, 87: 103–108.
65. Freire, F. das C. O. (2011). A deterioraç o f ngica de produtos de panifica o no Brasil. Brazil: Embrapa Agroind stria Tropical. 7: 109–114.
66. Dagnas, S., Onno, B. and Membr , J. M. (2014). Modeling growth of three bakery product spoilage molds as a function of water activity, temperature and pH. *International Journal of Food Microbiology*, 186: 95– 104.
67. Cauvain, S. P. (2015). *Technology of bread making*. 3rd Ed. Switzerland: Springer International Publishing.
68. Ross, R. P., Morgan, S. and Hill, C. (2002). Preservation and fermentation: past, present and future. *International Journal of Food Microbiology*, 79(1-2): 3–16.
69. Valerio, F., Favilla, M., De Bellis, P., Sisto, A., de Candia, S. and Lavermicocca, P. (2009). Antifungal activity of strains of lactic acid bacteria isolated from a semolina ecosystem against *Penicillium roqueforti*, *Aspergillus niger*, and *Endomyces fibuliger* contaminating bakery products. *Systematic and Applied Microbiology*, 32(6): 438–448.
70. Magnusson, J., Str m, K., Roos, S., Sj gren, J. and Schn rer, J. (2003). Broad and complex antifungal activity among environmental isolates of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 219 (1): 129– 135.
71. Elsser-Gravesen, D. and Elsser-Gravesen, A. (2014). Biopreservatives. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 143: 29–49.
72. Axel, C., Brosnan, B., Zannini, E., Furey, A., Coffey, A. and Arendt, E. K. (2016). Antifungal sourdough lactic acid bacteria as biopreservation tool in quinoa and rice bread. *International Journal of Food Microbiology*, 239: 86–94.
73. Lavermicocca, P., Valerio, F. and Visconti, A. (2003). Antifungal activity of phenyllactic acid against molds isolated from bakery products. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(1): 634–640.

74. Gerez, C. L., Torino, M. I., Rollán, G. and Font de Valdez, G. (2009). Prevention of bread mold spoilage by using lactic acid bacteria with antifungal properties. *Food Control*, 20(2): 144–148.

75. Fogliata, G. M., Torres Leal, G. J. and Ploper, L. D. (2000). Detection of imazalil-resistant strains of *Penicillium digitatum* Sacc. citrus packaging houses of Tucumán province (Argentina) and their behaviour against current employed and alternative fungicides. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 77(2): 71–75.

76. Avila-Sosa, R., Palou, E., Munguía, M. T. J., Nevárez- Moorillón, G. V. N., Cruz, A. R. N. and López-Malo, A. (2012). Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. *International Journal of Food Microbiology*, 153(1-2): 66–72.

77. López, P., Sanchez, C., Batlle R. and Nerin, C. (2007). Vapor-phase activities of cinnamon, thyme, and oregano essential oils and key constituents against foodborne microorganisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(11): 4348–4356.

78. Zoya Malimon, Mykola Kukhtyn, Tetyana Garkavenko, Natalia Grynevych, Yulia Horiuk, Victor Horiuk. Microbiological Indicators of Frozen Fish and Sensitivity of Psychrotrophic Microflora to Antibiotics in the Absence and Presence of Residual Amounts of Antibacterial Drugs / *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2019. – Vol. 10, №1. – P. 507–518.

79. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Практикум / Бергілевич О. М., Касянчук В. В., Власенко І. В., Кухтин М.Д. – Суми: Університетська книга, 2010 – 205 с.

80. М. Кухтин, О. Покотило, Ю. Перкий, Ю. Горюк. Гігієнічне та технологічне нормування психротрофної мікрофлори молока. *Наукові праці НУХТ 2015. Том 21, № 3. С.38-44*.

81. Кухтин М. Д. Теоретичне обґрунтування ветеринарно-санітарних нормативів і розроблення системи контролю виробництва молока коров'ячого незбираного охолодженого : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. вет.

наук : спец. 16.00.06 “Гігієна тварин та ветеринарна санітарія” / М. Д. Кухтин.
– Львів, 2011. – 40, [1] с.

82. Kukhtyn M. Main Microbiological and Biological Properties of Microbial Associations of “*Lactomyces tibeticus*” / М. Kukhtyn, О. Vichko, О. Berhilevych, Y. Horyuk and V. Horyuk // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – November – December 2016. – №7(6). – P. 1266 – 1272.

83. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. – Одеса: Друк, 2006. – 400 с.

84. Salata, V.Z., Kukhtyn, M.D. (2017). Mikroflora okholodzhenoї i prymorozhenoї yalovychyny za kholodylnoho zberihannia. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii. RV8 KhDZVA*, 2 (34), 332-336.

85. Кухтин М. Д. Динаміка мікробіологічного та біохімічного процесу в молоці незбираному при зберіганні за різних температур / М. Д. Кухтин // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – Л.: ЛНУВМБ ім. С. З. Гжицького, 2008. – Т. 10, №3 (38). – Ч. 3. – С. 229 – 237.

86. Кухтын Н. Д. Микробиологические нормативы эффективности технологий получения молока, отвечающего мировым стандартам / Кухтын Н. Д., Крыжановский Я. Й., Даниленко И. П., Свергун Ж. Г. // Ветеринарная патология. – 2008. – № 4. – С. 93–96.

87. Закон України "Про охорону праці" від 15 травня 1996 року N 196/96-ВР, із змінами і доповненнями, внесеними Законами України від 02 вересня 2008 р. N 345-VI.

88. Сапронов Ю. Г. Безпека життєдіяльності – М. Видавничий центр «Академія», 2006. – 118 с.

89. Безпека життєдіяльності. Є.П. Желібо, К.: Каравела, 2005. – 344 с.

90. Арсеньева, Лариса Юріївна. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами: дис. на здобуття вченого ступеня д-ра техн. наук: 05.18.01 / Л. Ю." Арсеньева ; НУХТ. - К., 2007. - 402 с.

91. Мікробіологія харчових виробництв [Текст] : навч. посіб. / Л. В. Капрельянц, Л. М. Пилипенко, А. В. Єгорова та ін. - Херсон : Видавець ФОП Грінь Д.С., 2016. – 478 с.

92. Методичні рекомендації з визначення бактерицидної активності дезінфікуючих засобів на бактеріях у біоплівках / М.Д. Кухтин, В.Л. Коваленко, Т.О. Гаркавенко, О.І. Горбатюк, Т.Г., Козицька, Н.П. Болтик, В.Т. Климик, Т.М. Рущинська, Ю.В. Горюк, В.З. Салата. – К., 2020. – 21 с.

93. Лабораторний практикум з технології хлібопекарного та макаронного виробництва: навч. посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньева. Білик Л.Ю. та інші. - К.: Центр навчальної літератури, 2006. - 341с.

94. ГОСТ 21094-75. Хлеб и хлебобучлочные изделия. Метод определения влаги / Борошно та хлібобулочні вироби: Довідник: У 2 т. - Львів: НЦ «Леонорм», 2000. -Т.2. - С. 213-215.

95. Хлебобучлочные изделия. Метод определения пористости : ГОСТ 5669-96. - [Введ. 01.01.99] // Борошно та хлібобулочні вироби. Нормативні документи : довідник у 2 т. / За заг. ред. В. Л. Іванова. - Львів : Леонорм, 2000. - Т.2. - С. 226-228.

96. Хлебобучлочные изделия. Метод определения кислотности : ГОСТ 5670-96. - [Введ. 01.01.99] // Борошно та хлібобулочні вироби. Нормативні документи довідник у 2 т. / За заг. ред. В. Л. Іванова. - Львів : Леонорм, 2000. - Т.2. - С. 228-232.

97. Хлеб и хлебобучлочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий : ГОСТ 5667-65. - [Введ. 01.01.66] // Борошно та хлібобулочні вироби. Нормативні документи : Довідник : У 2 т. / За заг. ред. В. Л. Іванова. - Львів : Леонорм, 2000. -Т.2.-С. 213-216.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ
(Україна)
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМ. І.Я.ГОРБАЧЕВСЬКОГО
(Україна)
ІНСТИТУТ МЕДИЦИНИ ПРАЦІ ІМ. Ю.І. КУНДІЄВА
(Україна)
ІНСТИТУТ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ
(США)
ВАРМІНСЬКО-МАЗУРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Польща)
ЯПОНСЬКА АСОЦІАЦІЯ МЕДИЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ
(Японія)
СЛОВАЦЬКИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Словачія)
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Україна)
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Україна)

I Міжнародна науково-технічна конференція Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти

Тези доповідей
20 – 21 травня 2021 р.

Тернопіль

УДК 001+664+576.8.095.16+577.472+628.543+613
Я45

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

П. Ясній – д.т.н., професор, ректор ТНТУ імені І. Пулюя

Заступник голови

П. Марущак – д.т.н., професор, проректор з наукової роботи ТНТУ імені І. Пулюя

Наукові секретарі

Х. Кравченко – к.т.н., асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

Л. Криськова – асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

Члени програмного комітету

Покотило О.	Україна
Кухтин М.	Україна
Юкало В.	Україна
Корда М.	Україна
Тайлер В. Ле Барон	США
Мокієнко А.	Україна
Бринза Ян	Словаччина
Вавренчик М.	Польща
Шигео Охта	Японія
Слезак Ян	Словакія
Шафран Л.	Україна
Гриневич Н.	Україна
Соколюк В.	Україна
Кривцова М.	Україна
Гудзь Н.	Україна

Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти: тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції. (Тернопіль 20–21 травня 2021 року) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. – 84 с.

ISBN 978-617-7875-17-7

УДК 001 + 664+576.8.095.16+577.472+628.543+613

ISBN 978-617-7875-17-7

© Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя, 2021
© ФОП Паляниця В. А., 2021

Г. Карник, Д. Марко ХЛІБ З ЦІЛЬНОГО БОРОШНА –ПРОДУКТ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ	34
Г. Карник, М. Гайдамака ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФЕРМЕНТОВАНОГО НАПОЮ НА ЯКІСТЬ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА	35
Д.Я. Далєвська, О.С. Покотило ОЦІНКА ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КЕФИРУ З ДОДАВАННЯМ БІОЛОГІЧНО АКТИВНОГО ЙОДУ В ПРОЦЕСІ ЗБЕРІГАННЯ	36
К. Троян, Т. Лісовська, Н. Кушнірук ВПЛИВ БОРОШНЯНОЇ СИРОВИНИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ТІСТА	38
В.Р. Сельський, Н.М. Свента ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ І ЯКІСТЬ ХЛІБА І ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	39
Наталія Рудяк, Микола Кухтин, Володимир Салата РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ З ДОДАВАННЯМ ЯБЛУЧНОГО НАПОВНІОВАЧА	40
О.О. Сімакова, Р.П. Никифоров ВПЛИВ ЗБАГАЧЕНОЇ КАЛІЄМ ВОДИ НА ПРОЦЕС ТІСТОВЕДІННЯ	41
О.В. Швед, О.І. Вічко, О.М. Швед, В.І. Лубенець, Л.А. Сторож ОСОБЛИВОСТІ БЕЗБЕЗПЕЧНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ СТОКІВ МОЛОЧНИХ ВИРОБНИЦТВ	42
Олена Семенова, Валерія Ясіньська ОЧИЩЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ СТИЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	43
Роман Двикалюк, Леонора Адамчук ПЕРСПЕКТИВИ ОТРИМАННЯ ВОДИ З ГНІЗДА МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ	45
Т. Тонкевич, Т. Лісовська ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ КІЬКОСТІ ВОДИ В БЕЗГЛЮТЕНОВОМУ ТІСТІ	47
Христина Войтко, Микола Кухтин ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ НА ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ ХЛІБА	48
СЕКЦІЯ: ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВОД	
І.В. Фітьо, Н.Є. Стадницька, В.І. Лубенець СПОСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ СОЛЬОВИХ РОЗЧИНІВ У ЛІКАРСЬКІЙ ФОРМІ «СПРЕЙ» ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА	49
Ірина Шмакова, Ганна Шаповалова, Андрій Мокієнко ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ПРИРОДНИХ ВОД В КОМПЛЕКСАХ САНАТОРНО-КУРОРТНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ У ПЕРІОДІ РЕМІСІЇ ОНКОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ	51
Наталія Ярошенко, Олена Бахолдіна, Олексій Олешко ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД СВЕРДЛОВИНИ № 120 СЕЛИЩА СОЛОЧИН ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ЇХ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ В УМОВАХ МОДЕЛЮВАННЯ ХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ	53
Олена Бахолдіна, Олексій Олешко, Наталія Ярошенко ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ З ПІДВИЩЕННИМ ВМІСТОМ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН НА СТАН ОРГАНІЗМУ В УМОВАХ ВІДТВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ХРОНІЧНОЇ СТРЕС-ІНДУКОВАНОЇ ЕНДОГЕННОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ	55

УДК 664

Христина Войтко, Микола Кухтин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ НА ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ ХЛІБА

Christina Voitko, Mykola Kukhtyn

INFLUENCE OF CHEMICALS ON DIAGENTS OF BREAD DISEASES

Незважаючи на те, що технологія виробництва хліба передбачає випікання за високих температур не всі мікроорганізми під час цього технологічного процесу піддаються знешкодженню. Особливо стійкі до дії підвищених температур – це ті мікроорганізми, які перебувають у спорівій формі у борошні, тісті, на технологічному обладнанні [1]. Саме споріві мікроорганізми здатні вижити всередині сіжовипеченого хліба і хлібобулочних виробів та в подальшому спричинити його мікробне псування під час зберігання. До найпоширенішого псування пшеничного хліба, яке відбувається за участі мікроорганізми відносять картопляну або так звану тягучу хворобу. Дане псування хліба і хлібобулочних виробів спричиняється переважно двома спорівими паличками із роду *Bacillus*, зокрема *B. mesentericus* (картопляна паличка) і *B. subtilis* (сінна паличка). Оптимальними умовами для розвитку цих мікроорганізмів у хлібі і виникнення тягучої хвороби є: зберігання його за високої вологості (нижче 70 %); температура повітря під час зберігання вище + 20 °C та рН тіста і відповідно хліба близько 6,5 од. Водночас, ці мікроорганізми не розмножуються за рН середовища (тіста, хліба) нижче 4,9 од. Тому технологи кондитерської промисловості намагаються попередити розвиток даних мікроорганізмів шляхом підкислення тіста, а відповідно і хліба, за допомогою біологічних та хімічних засобів. До хімічних засобів відносять застосування кислот: оцтової, молочної, пропіонової та їх солей, а також створені хімічні препарати, які поєднують у своєму складі різні кислоти, солі.

Метою роботи було визначити вплив органічних та неорганічних кислот на їх інгібуючу дію відносно спорівих мікроорганізмів, збудників тягучої хвороби хліба і хлібобулочних виробів.

Серед досліджених органічних кислот: молочна, оцтова, пропоіонова та лимонна найкращу інгібуючу дію щодо *B. mesentericus* і *B. subtilis* проявляли молочна і оцтова. Мінімальна бактерицидна концентрація, яка затримувала розвиток даних мікроорганізмів для оцтової і молочної кислоти становила 0,72 %, а для пропіонової і лимонної – 0,97 %.

Водночас при дослідженні бактерицидної активності ортофосфорної кислоти виявлено її високу протимікробну активність у значно менших концентраціях, порівняно з органічними кислотами. Так, мінімальна бактерицидна концентрація ортофосфорної кислоти відносно *B. mesentericus* становила – 0,27 % і щодо *B. subtilis* – 0,16 %.

Отже, для попередження розвитку спорівих мікроорганізмів – збудників тягучої хвороби хліба, доцільно визначити протимікробну активність кислот, які планується використовувати у технологічний процес.

Бібліографія:

1. Мікробіологія харчових виробництв [Текст] : навч. посіб. / Л. В. Капрельянц, Л. М. Пилипенко, А. В. Сгорова та ін. - Херсон : Видавець ФОП Грінь Д.С., 2016. – 478с.