

Інженерії машин, споруд і технологій

Харчової біотехнології і хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Удосконалення технології виробництва житньо-пшеничного
хліба з використанням закваски з пропіоновокислих бактерій**

Виконав: студент 6 курсу, групи МХМ-61
спеціальності 181 - Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

	<hr/>	Борсук І.П. <hr/>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	<hr/>	Кухтин М.Д. <hr/>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<hr/>	Покотило О.С. <hr/>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<hr/>	Кухтин М.Д. <hr/>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	<hr/>	<hr/>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2023 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 – Харчові технології
(шифр і назва спеціальності)

студенту Борсук Іван Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Удосконалення технології виробництва житньо-пшеничного хліба з використанням закваски з пропіоновокислих бактерій**

Керівник роботи Кухтин Микола Дмитрович, професор

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

Затверджені наказом ректора від «13» 10 2023 року № 4/7-973

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2023 року

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

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Провести порівняння фізико-хімічних показників пшеничного й житнього борошна.

2. Удосконалити рецептуру та технологію виробництва хліба пшенично-житнього з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями.

3. Здійснити технологічну характеристику розроблених зразків тіста з пропіоновокисломи й молочнокислими бактеріями.

4. Здійснити характеристику свіжовипечених та під час зберігання пшенично-житніх зразків хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями

5. Розробити інженерно-графічну частину роботи.

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

рисунок, таблиці, 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 етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	31.01.23 р. – 25.05.23 р.	
2.	Складання схеми досліджень	19.06.23 р. – 26.06.23 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	03.07.23 р. – 31.07.23 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	01.08.23 р. – 31.08.23 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.23 р. – 18.09.23 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	19.09.23 р. – 09.10.23 р.	
7.	Закінчення написання розділів	10.10.23 р – 27.11.23 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	04.12.23 р	

Студент

_____ (підпис)

Борсук І.П.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Кухтин М.Д.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	11
1.1	Значення мікробіоти борошна й закваски у технологічних процесах виробництва виробів з борошна	11
1.1.1	Біорізноманіття мікрофлори борошна	13
1.1.3	Вплив молочнокислих бактерій на бродіння заквасок	15
1.2	Протигрибкові молочнокислі бактерії як біоконсервант харчового продукту	16
1.2.1	Контроль за зараженням грибами хлібобулочних виробів	16
1.2.2	Нові стратегії боротьби з грибками	17
1.3	Нові стратегії боротьби з грибками	19
1.4	Вплив протеолізу тіста за участі молочнокислих бактерій на целіакію	20
1.5	Пропіоновокислі бактерії, як додаткові інгредієнти для консервування хлібобулочних виробів	22
1.6	Рецептури та інгредієнти для покращення якості та функціональних властивостей	23
1.7	Інновації та вдосконалення в замішуванні тіста	27
	Загальний висновок	30
2	Матеріали і методи досліджень	32
3	Результати дослідження та їх обговорення	34
3.1	Сучасні вимоги, які висуваються до якості та хімічного складу хліба для задоволення споживацького попиту	35
3.2	Порівняння фізико-хімічних показників пшеничного й житнього борошна	37
3.3	Удосконалення рецептури та технології виробництва хліба житньо-пшеничного подовженого терміну зберігання	40

3.4	Технологічна характеристика розроблених зразків тіста з пропіоновокисломи й молочнокислими бактеріями	43
3.5.	Характеристика свіжовипечених та під час зберігання пшенично-житніх зразків хліба з пропіоновокисломи й молочнокислими бактеріями	47
	Висновки і пропозиції виробництву	55
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	56
4.1.1	Пожежна техніка і первинні засоби пожежогасіння	56
4.2.1	Підвищення стійкості роботи підприємств харчової промисловості в воєнний час	62
	Список літератури	65
	Додатки	75

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 79 с., 11 рис., 1 табл., 79 джерел.

ПШЕНИЧНЕ, ЖИТНЄ БОРОШНО, ПРОПІОНОВОКИСЛІ Й МОЛОЧНОКИСЛІ БАКТЕРІЇ, ТЕХНОЛОГІЯ ХЛІБА

Об'єкт дослідження: пшеничне й житнє борошно, пропіоновокислі й молочнокислі бактерії, технологія пшенично-житнього хліба, показники тіста й хліба.

Мета роботи – удосконалення технології пшенично-житнього хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями.

Методи дослідження: аналітично-пошукові (огляд літератури про використання пропіоновокислих бактерій у хлібопекарській галузі, вплив їх на бродильні властивості й якість виробів, роль молочнокислої й дріжджової мікробіоти в технології хліба); фізико-біохімічні (показники тіста й готового хліба); органолептичні (оцінка готових виробів), статистичні.

Проведено порівняльний аналіз двох видів борошна виявив значно більший вміст клейковини у пшеничному борошні, водночас за іншими технологічними показниками житнє борошно було сприятливіше для хлібопечення. У рецептурний склад пшенично-житнього хліба введено пропіоновокислі бактерії штам *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* та молочнокислі види *Lactobacillus plantarum* й *Lactobacillus brevis*. Вище наведені штами мікроорганізмів додавали в опарну суспензію у кількості 10^3 КУО/мл суспензії. Застосування пропіоновокислих бактерій одночасно з молочнокислими та дріжджовими мікроорганізмами спричиняє синергічну інтенсифікацію бродильних змін внаслідок чого у тісті, приблизно на 30 хв швидше накопичуються органічні метаболіти ферментації, що скоротить процес виробництва. Запропоновано вносити у опару для житньо-пшеничного хліба пропіоновокислі бактерії штаму *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* та молочнокислі види *Lactobacillus plantarum* й *Lactobacillus brevis*.

Вступ

Молочнокислі бактерії широко використовуються у виробництві ферментованих харчових продуктів, як закваски. Ці бактерії є промислово важливими організмами та відіграють важливу роль у ферментації та збереженні харчових продуктів, як природна мікрофлора або як закваски, що додаються в контрольованих умовах. Види, які використовуються для ферментації сировини, належать до родів *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* і *Lactobacillus* [1]. Молочнокислі бактерії мають довгу історію використання у різноманітних процесах бродіння борошняного тіста, особливо у виробництві хлібобулочних виробів. Консервуюча дія заквасок харчових продуктів і напоїв пояснюється спільною дією низки антимікробних метаболітів, що утворюються під час процесу бродіння. Молочна кислота є домінуючим метаболітом молочнокислого бродіння. Основні антимікробні сполуки, що виробляються закваскою молочнокислі бактерії – це молочна та оцтова кислота, діацетил, ацетальдегід, перекис водню, вуглекислий газ і бактеріоцини [1]. Зазвичай вважається, що органічні кислоти проявляють свій антимікробний ефект, перешкоджаючи підтримці потенціалу клітинної мембрани, інгібування активного транспорту, зниження внутрішньоклітинного рН та інгібування різноманітних метаболічних функцій. Бактеріоцини, що виробляються молочнокислими бактеріями, представляють великий інтерес для індустрії ферментації харчових продуктів, як природні консерванти через їх здатність пригнічувати ріст багатьох бактерій, що псують харчові продукти, і патогенних бактерій [2].

Дослідження показують, що спороутворюючі бактерії *B. subtilis* та інші споровики завжди присутні у певній кількості у борошні різного виду та сорту, а відповідно наявність їх у тісті під час випікання хліба є неминуча [2]. За значного забруднення борошна даними мікроорганізмами, вони спричиняють вади готового продукту (ослизнення м'якуша, гнильний запах або кольорові плями), зазвичай пшеничного хліба під час зберігання. При

цьому вади починають з'являтися вже з першої доби зберігання за кімнатної температури 19 ± 1 °C (легкі) та помірні за температури 30 ± 1 °C. За зберігання хліба в умовах холодильника вище наведені вади з'являються на 3 добу. При виробництві хліба на заквасках з використанням молочнокислих бактерій *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. acidophilus* і *L. casei subsp. casei* відмічали пригнічення росту спороутворюючих бактерій, а зберігання хліба за 18 ± 1 °C протягом 3 діб не спричиняло видимих ознак появи органолептичних змін. Отже, використання перевірених штамів лактобактерій у хлібопекарській промисловості є природним способом зменшення втрат від вибракування продукту.

Мета і завдання досліджень.

Мета роботи – удосконалення технології пшенично-житнього хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями.

Для виконання запланованої мети визначені наступні завдання:

1. Провести порівняння фізико-хімічних показників пшеничного й житнього борошна.
2. Удосконалити рецептуру та технологію виробництва хліба пшенично-житнього з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями.
3. Здійснити технологічну характеристику розроблених зразків тіста з пропіоновокисломи й молочнокислими бактеріями.
4. Здійснити характеристику свіжовипечених та під час зберігання пшенично-житніх зразків хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями.
5. Розробити графічну частину з проектуванням цеху борошняних виробів.

Об'єкт дослідження: пшеничне й житнє борошно, пропіоновокислі й молочнокислі бактерії, технологія пшенично-житнього хліба, показники тіста й хліба.

Предмет дослідження: технологічні й біохімічні зміни в тісті й готових виробів за участі пропіоновокислих й молочнокислих бактерій.

Методи дослідження: аналітично-пошукові (огляд літератури про використання пропіоновокислих бактерій у хлібопекарській галузі, вплив їх на бродильні властивості й якість виробів, роль молочнокислої й дріжджової мікробіоти в технології хліба); фізико-біохімічні (показники тіста й готового хліба); органолептичні (оцінка готових виробів), статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. У рецептурний склад пшенично-житнього хліба введено пропіоновокислі бактерії штам *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* та молочнокислі види *Lactobacillus plantarum* й *Lactobacillus brevis*. Застосування пропіоновокислих бактерій одночасно з молочнокислими та дріжджовими мікроорганізмами спричиняє синергічну інтенсифікацію бродильних змін внаслідок чого у тісті, приблизно на 30 хв швидше накопичуються органічні метаболіти ферментації, що скоротить процес виробництва. До того ж сприяє утворенню в 1,7 раза меншої кількості крихт за 96 год зберігання, порівняно з таким хлібом без даних видів мікроорганізмів.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновано вносити у опару для житньо-пшеничного хліба пропіоновокислі бактерії штаму *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* та молочнокислі види *Lactobacillus plantarum* й *Lactobacillus brevis*.

Особистий внесок здобувача. Здобувач самостійно здійснював аналітично-пошукові дослідження (огляд літератури про використання пропіоновокислих бактерій у хлібопекарській галузі, вплив їх на бродильні властивості й якість виробів, роль молочнокислої й дріжджової мікробіоти в технології хліба), провів заплановані дослідження, написав роботу й подала її до захисту.

Апробація результатів. Виступ на II Міжнародній науково-технічній конференції «Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти» 24-25 травня 2023 року / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 24-25 травня 2023 р.). (Додаток А).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано одну наукову працю у тезах: Борсук І.П. (2023). Актуальність використання моочнокислих бактерій у заквасках для хліба. Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти» (м. Тернопіль, 24–25 травня 2023 р.), М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – С. 39. (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з: вступу, розділів основної (експериментальної) частини, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, переліку літератури та додатків. Магістерська робота має 79 стор. та містить 1 таблицю, 11 рисунків. Перелік літератури складається з 92 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Значення мікробіоти борошна й закваски у технологічних процесах виробництва виробів з борошна

Протягом кількох тисяч років хліб був однією з основних складових людського раціону, що робить випікання хліба на дріжджах і заквасках одним із найдавніших біотехнологічних процесів. Закваска є проміжним продуктом між тістом і традиційним приготуванням хліба, що містить борошно, воду та метаболічно активні мікроорганізми, головним чином молочнокислі бактерії і дріжджі. Під час бродіння тіста продукти обміну молочнокислих бактерій покращують органолептичні та технологічні властивості хліба, а також його стійкість до зберігання й харчову цінність [3] та загальний вигляд [4].

Відповідно до Узгоджених дій Європейської комісії з функціональної харчової науки в Європі та Міжнародного інституту наук про життя в Європі, продукти, які благотворно впливають на одну або декілька цільових функцій організму, окрім адекватних поживних ефектів, та покращують стан здоров'я, а також благополуччя або знижують ризик захворювання називаються функціональними продуктами харчування. Вважається, що продукти, які виготовлені за технології у якій проходять ферментативні процеси або за участі молочнокислих бактерій відносяться до функціональних. Проте не всі штами роду *Lactobacillus* можна включати до складу функціонального харчування. Для кожного виду продукту є підібрані штами мікроорганізмів, які здійснюють свої метаболічні процеси, які сприяють формуванню смаку та визначають терміни зберігання кінцевої продукції [3].

Хлібобулочні вироби мають дуже короткий термін зберігання. Їх якість залежить від інтервалу, тобто часу між випіканням і споживанням [5].

Псування хлібобулочних виробів відбувається переважно через зростання плісняви, головних видів, що належать до родів *Aspergillus*, *Fusarium* і *Penicillium*, а також поприлостей хліба, викликаних *Bacillus sp.*, особливо *B. subtilis* і *B. licheniformis* [3]. Свіжість хліба залежить від смаку, зовнішнього вигляду та хрусткості скоринки, твердості м'якушки та об'єму хліба. Смак хліба, однак, вважається найважливішою характеристикою для споживачів, як критерій прийнятності продуктів [4]. Під час зберігання зниження свіжості хліба разом із збільшенням твердості м'якушки призводить до втрати прийнятності для споживачів зовнішнього вигляду, процес, відомий як черствіння [6].

Завданнями, які досягаються при застосуванні заквасок, є значне збільшення терміну зберігання та харчової цінності хліба та покращення органолептичних властивостей хліба. Збільшення часу утримування хліба на заквасці відбувається завдяки вищим рівням кислотності та вищій концентрації вироблених органічних кислот у порівнянні з комерційним хлібом, виробленим лише з використанням дріжджів. Крім того, додавання закваски підвищує біодоступність мінералів у хлібі в результаті фітатного гідролізу [3].

Органолептичні властивості хліба обумовлені наявністю в ньому нелетких і летких сполук, які покращують смакові якості хліба. Однак виробництво хліба з використанням закваски є дуже чутливим методом, який залежить від різних параметрів, які необхідно контролювати. Найважливішими параметрами бродіння є рН під час бродіння, температура бродіння та ретельний відбір заквасок для отримання закваски зі специфічними та бажаними властивостями [7].

Існує низка переваг застосування закваски у випіканні хліба: покращення об'єму хліба та структури м'якушки, смаку, харчової цінності та подовження терміну зберігання за рахунок затримки процесу черствіння та запобігання утворенню цвілі та бактеріального псування [8, 9, 10].

Ці позитивні ефекти пов'язані з метаболічною активністю відібраних чистих культур дріжджів і гомо- і гетероферментативних молочнокислих бактерій у складі закваски, напр. молочнокисле бродіння, протеоліз, виробництво екзополісахаридів і синтез летких і антимікробних сполук [12]. Бродіння закваски може впливати на здоров'я кишечника через кілька механізмів: (1) модуляція складних харчових волокон і подальша схема бродіння, (2) виробництво екзополісахаридів з пребіотичними властивостями та (3) можливе перенесення метаболітів із ферментації молочнокислих бактерій, що впливають на мікрофлору кишечника [13]. Для досягнення цих корисних ефектів необхідний належний відбір видів і штамів молочнокислих бактерій, відповідна технологія та ефективний контроль чистоти та активності культур. Вибір чистих культур полягає у використанні видів або комбінації видів, специфічних для технологічного процесу, повністю адаптованих до середовища закваски та застосовуваних умов бродіння [14]

Існує значна різноманітність молочнокислих бактерій, виділених із закваски: *L. acidophilus*, *L. delbrueckii*, *L. farciminis* (облігатні гомоферментатори), *L. plantarum*, *L. homohiochii*, (факультативні гетероферментатори), *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. fermentum*, *L. hilgardii*, *L. sanfranciscensis*, *L. viridiscens*, *L. panis* і *L. pontis* (облігатні гетероферментатори) [15, 16].

При включенні заквасок рН дуже швидко падає, тому весь процес виробництва прискорюється, що призводить до економічної вигоди для виробника.

Вторинний ефект підкислення та прискорення часу бродіння включає зміни в активності ферментів зернових субстратів або штамів бактерій. Більша частина заквасок є природними ізолятами бажаних мікроорганізмів, які зазвичай містяться в зернових субстратах [17].

1.1.1 Біорізноманіття мікрофлори борошна

Зернове борошно не є мікробіологічно стерильним, бактерії, дріжджі та гриби присутні в кількості приблизно $10^4 - 10^6$ КУО/г. Ця мікрофлора змінюється під час бродіння закваски. Чудовою властивістю молочнокислих бактерій є їх універсальність не лише до катаболічних та анаболічних шляхів, а й до постійних змін навколишнього середовища [3]. Окрім цих адаптацій, домінування молочнокислих бактерій закваски залежить від технології, яка використовується для виробництва закваски. Взаємодія мікроорганізмів, тип борошна, низька та змінна доступність поживних речовин, стреси навколишнього середовища під час обробки та зміни в технології є одними з головних факторів, які впливають на біохімічні та фізіологічні реакції молочнокислих бактерій і визначають стабільність мікробних спільнот у заквасці [18].

Основними родами молочнокислих бактерій, які виділені із закваски, є *Lactobacillus (Lact.)*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* і *Weissella*, а більшість штамів належить до роду *Lactobacillus*. Наводяться дані [19] про найбільш репрезентативні види групи: *Lactobacillus alimentarius*, *Lact. buchneri*, *Lact. casei*, *Lact. delbrueckii*, *Lact. fructivorans*, *Lact. plantarum* і *Lact. reuteri*. Крім того, у різних регіонах борошна можуть думувати ті чи інші види мікробіоти, зокрема з домашніх заквасок гірського регіону північно-західної Аргентини були виділені педіокококи та гетероферментативні лактобацили, які становлять основу мікробіоти борошна [19]. Крім того, у цьому регіоні за допомогою поліфазного аналізу було продемонстровано новий вид у межах роду *Pediococcus*, який був названий *Pediococcus argentinicus sp.* [8].

Дріжджі асоціюються з молочнокислими бактеріями у борошняній заквасці, як правило, у співвідношенні 1:100. Звичайні види дріжджів належать до родів *Saccharomyces (S. exiguous)*, *Candida (C. humilis)* та *Issatchenkia orientalis (Candida krusei)* [21]. *S. cerevisiae* не зустрічається в сировині, його наявність у заквасці можна пояснити застосуванням пекарського походження, в більшості повсякденної пекарської практики [18]. З огляду на те, що борошно не можна піддавати термічній стерилізації, то

«захворюваність хліба» і чисельність окремих видів мікроорганізмів буде строго залежати від поєднання наявних субстратів і конкретних технологічних параметрів [5].

1.1.2 Види заквасок

На основі застосованої технології закваски поділяються на три типи: тип 1 (закваска, яка відновлюється з використанням частини попереднього бродіння), тип 2 (зазвичай використовується як добавка для сквашування тіста в напіврідкому стані) заготовка.

Типи заквасок за застосовуваною технологією поділяють на три типи: 1 тип (закваска з використанням частини попереднього бродіння), типу 2 (зазвичай використовуються як добавки для сквашування тіста в напіврідких заготовках) і типу 2 (це сушені заготовки), тобто закваски в сублімованому стані [22]. На відміну від заквасок типу 1, тісто виготовлене на заквасках типів 2 і 3 вимагає додавання пекарських дріжджів (*S. cerevisiae*) як розпушувача [10].

1.1.3 Вплив молочнокислих бактерій на бродіння заквасок

Застосування заквасок має давні традиції у виробництві пшеничного та житнього хліба. Закваска відіграє вирішальну роль у розвитку сенсорної, харчової та безпечної якості ферментованих продуктів. Метаболічна активність молочнокислих бактерій під час бродіння закваски може сприяти покращенню зернових продуктів різними способами, наприклад, подовжити термін їх зберігання, вони гідролізують багаті на пролін алергенні фрагменти [12]; поліпшують текстуру і смак цільнозернових, багатих на клітковину або безглютенових продуктів, здійснюють стабілізацію (підвищення рівнів біоактивних сполук і підвищення біодоступності мінералів) [14].

Через стресові умови, які виникають під час бродіння заквасок (тобто енергетичне голодування та кисле середовище), основною проблемою для навмисного використання мікроорганізмів є їх обмежена стійкість до цього

шкідливого середовища [17]. Дослідники [23] продемонстрували, що катаболізм аргініну через аргініндеіміназний шлях посилює ріст клітин (через виробництво АТФ) і підвищує стійкість до кислотного стресу навколишнього середовища (через виробництво амонію). Пусковим фактором аргініндеіміназному шляху у *Lact. reuteri* буде виснаженням джерела енергії, а не рН, досягнутим культурами на стаціонарній фазі, тоді як у *Lact. sanfranciscis*, наявність джерела вуглецю та низька концентрація як аргініну, так і кисню є умовами, які сприяють катаболізму аргініну протягом цього шляху.

1.2. Протигрибкові молочнокислі бактерії як біоконсервант харчового продукту

Зростання грибків є найчастішою причиною псування хлібобулочних виробів, головним чином через види *Aspergillus*, *Fusarium* і *Penicillium*. Статистика показує, що невеликі фабрики реєструють втрати упакованого хліба до 20 – 40 %, в основному через відсутність належної практики виробництва на додаток теплий клімат може сприяти псуванню хліба. Окрім великих економічних втрат, спричинених наявністю цвілі, ще однією проблемою є потенційне утворення мікотоксинів, що може спричинити проблеми зі здоров'ям у споживачів [25].

1.2.1 Контроль за зараженням грибами хлібобулочних виробів

1.2.1.1 Традиційні методи

Зберігання хлібобулочних виробів включає відповідні методи пакування (наприклад, модифікована атмосфера) і застосування хімічних консервантів. У даний час захист хлібобулочних виробів від грибового псування в основному досягається за рахунок використання в якості інгібіторів органічних кислот, таких як пропіонова, сорбінова, оцтова і

бензойна кислоти та деякі їх солі [26]. Сучасні тенденції в хлібопекарській промисловості включають прагнення до високоякісних продуктів, які піддаються мінімальній обробці та не містять хімічних консервантів. З цієї причини рівень добавок було знижено в нові правила ЄС, що дозволяють концентрацію пропіонату, який найчастіше використовується, до 0,3 % (маса/маса) для упакованого нарізаного хліба. Однак зростання грибків все одно відбувається в цих умовах, що означає, що збереження хлібобулочних виробів не гарантується [27].

1.2.2 Нові стратегії боротьби з грибками

Потреба споживачів у більш натуральних продуктах харчування стимулювали дослідження біологічних (тобто рослинних і мікробних) систем збереження. У цьому аспекті молочнокислі й пропіоновокислі мікроорганізми представляють інтерес для біоконсервації, оскільки вони використовувалися протягом багатьох століть у різноманітних ферментованих продуктах харчування, або шляхом його природної присутності в сировині (спонтанне бродіння), або його додавання у вигляді чистих заквасок. Нещодавно молочнокислі й пропіоновокислі бактерії привернули наукову увагу через їх протигрибковий потенціал, оскільки повідомлялося про штами молочнокислих бактерій зі злаків з протигрибковою активністю [27, 30]. Проте, застосування цих протигрибкових молочнокислих культур у випічці все ще обмежене, незважаючи на прогрес у характеристиці протигрибкових

метаболітів (тобто пептиди, органічні кислоти) щодо молекулярної маси, термостійкості, спектру дії та ефективності.

Раніше збільшення терміну придатності хлібобулочних виробів пояснювалося молочною та оцтовою кислотами, що виробляються молочнокислими бактеріями під час бродіння закваски [30]. У даний час також визнано іншу біологічно активну сполуку, що утворюється під час бродіння закваски, таку як фенілочна кислота (отримана в результаті

метаболізму фенілаланіну), яка активна проти кількох видів грибів, виділених із хлібобулочних виробів, борошна та круп, включаючи деякі мікотоксичні види та бактеріальні забруднення [25]. Повідомляється [31], що додавання *Lact. plantarum* пригнічують ріст *Fusarium spp.* в пшеничному хлібі. Сполуки, відповідальні за протигрибкову активність, були охарактеризовані на хімічному рівні та ідентифіковані як молочна та фенілочна кислоти і два циклічні дипептиди цикло (L-Leu–L-Pro) і цикло (L-Phe–транс-4-ОН-L-Pro). Поєднання цих протигрибкових штамів із використанням 20 % заквасок у рецептурах пшеничного хліба з 0,3 або 0,1 % пропіонату кальцію продемонструвало сильний синергічний ефект, суттєво збільшуючи термін зберігання хліба [33]. Крім того, дослідники [25] повідомили, що включення трьох протигрибкових молочнокислих бактерій дозволило знизити концентрацію пропіонату кальцію на 50 % для досягнення терміну придатності, такого ж, як у традиційного хліба, що містить 0,4 % пропіонату кальцію. Ця закваска покращує коефіцієнт бродіння та об'єм тіста, що залишається. Штами молочнокислих бактерій, присутні в цій заквасці, мають здатність інгібувати *Aspergillus*, *Fusarium* і *Penicillium*, основні забруднювачі хліба. Найбільш ефективними протигрибковими сполуками виявилися оцтова і фенілмолочна кислоти. Дослідники [34] повідомили про використання готової до вживання біоконсервантної закваски для ненарізаного упакованого хліба з використанням вибраних протигрибкових молочнокислих бактерій (*Lact. plantarum*) та недорогих інгредієнтів, сумісних з харчовою матрицею. Поєднання цієї закваски з пропіонатом кальцію (0,4 %) збільшило термін придатності в 2,6 рази порівняно з хлібом, приготованим без молочнокислих бактерій.

Цікава біостратегія, про яку повідомили вчені [35], розглядає виробництво пропіонату з лактату *Lact. diolivorans* у спільній ферментації з *Lact. buchneri* під час бродіння закваски. Застосування цієї експериментальної закваски (20 %) у хлібі пригнічувало ріст цвілі більше ніж на 12 днів.

Отже, використання культур, що виробляють пропіонат, може замінити додавання пропіонату як консерванту. Пропіонат кальцію також можна замінити комбінацією протигрибкових молочнокислих бактерій і водорозчинного екстракту рослини *Phaseolus vulgaris* [37]. Було показано, що три білки (попередник фазеоліну альфа-типу, фазеолін і лектин) відповідають за протигрибкову активність цього екстракту.

Зменшення псування хліба є актуальною темою для пекарів. Крім того, попит споживачів на харчові продукти без добавок збільшує потребу в пошуку природних альтернативних систем консервування. Отримані на даний момент дані підтверджують придатність вибраних штамів молочнокислих бактерій для використання в якості природних харчових агентів біоконтролю для зменшення псування цвіллю в хлібобулочних виробках і забезпечення їх безпеки та якості.

1.3. Протеолітичні процеси, які відбуваються під час бродіння тіста за участі мікробіоти закваски

Гідроліз білка борошна під час бродіння тіста має вирішальне значення для якості хліба. Бродіння тіста призводить до підвищення концентрації амінокислот, тоді як при бродінні лише дріжджами відбувається зниження цих сполук [38]. Недавні дослідження з'ясували внесок зернових і мікробних ферментів у протеоліз, деградацію пептидів і обмін амінокислот під час бродіння закваски [39]. Деградація протеїнів, що спостерігаються в заквасці, можна пояснити протеолітичною активністю молочнокислих бактерій та активними протеазами борошна зернових у кислих умовах. Мікробне підкислення зміщує тісто до рН 3,5–4,0, оптимального рН для протеїназ, які відіграють важливу роль у первинному протеолізі глютену. Вивільнені пептиди гідролізуються до амінокислот (вторинний протеоліз) внутрішньоклітинними молочнокислими-пептидазами. Ці метаболіти можуть бути метаболізовані далі або накопичуються в тісті.

Протеолітичні інгредієнти видів молочнокислих бактерій, зазвичай виділених із традиційних заквасок, таких як *Lact. sanfranciscensis*, *Lact. brevis* і *Lact. plantarum*, було піддано ряду досліджень [40]. Дані протеолітичні сполуки забезпечують субстрати (малі пептиди та вільні амінокислоти) для мікробного перетворення амінокислот є попередниками смаку [41], а також протеолітичні сполуки, що представляють інтерес з поживної та технологічної точки зору [42]. Подібним чином, молочнокислі бактерії можна використовувати як інструмент для гідролізу багатих алергенами фрагментів у випічці з пшеничного борошна [3].

1.4. Вплив протеолізу тіста за участі молочнокислих бактерій на целиацію

Білки зернових – відносять до частих причин харчової алергії. Целиакія є однією з найпоширеніших проблем харчової непереносимості, яка виникає в 1 з кожних 130-300 осіб в Європі та США [44] і в 1 з кожних 100 осіб в Аргентині. Целиакія – це хронічний запальний розлад, що характеризується пошкодженням слизової оболонки тонкої кишки, спричиненим гліадиною фракцією пшеничного глютену та подібними спирторозчинними білками (проламінами) ячменю та жита у генетично сприйнятливих суб'єктів [45]. Це захворювання, яке все частіше діагностується в усьому світі, і його можна контролювати лише дотриманням безглютенової дієти. Рис, кукурудза, сорго, просо, гречка, амарант і кіноа — злакові та псевдозлакові культури, придатні для хворих на целиацію, які також часто страждають від нестачі харчових волокон і неефективного засвоєння мінеральних речовин. Овес має дещо інші проламіни (авеніни), які нещодавно були схвалені ЄС як інгредієнт у безглютенових продуктах (якщо можна уникнути перехресного зараження пшеницею, ячменем і житом і вміст глютену в вівсяному продукті залишається < 20 мг/ кг). Пацієнти з Целиакією не здатні споживати деякі з

найпоширеніших ринкових продуктів, а саме хліб, хлібобулочні вироби та інші харчові продукти, виготовлені з пшеничного борошна [46].

Відомо, що кілька фрагментів первинної структури α -гліадину є алергенними, наприклад, ідентифіковано фрагменти 31–43, 62–75 та 57–89. Ці фрагменти важко гідролізувати, оскільки вони містять велику кількість залишків проліну у своїй послідовності. Оскільки молочнокислі бактерії мають активну протеолітичну систему щодо глютену [6, 25], було запропоновано, що деякі з алергенних фрагментів можна детоксикувати шляхом посилення їх гідролізу під час обробки їжі. Ферменти пептидази молочнокислих бактерій здатні зменшувати багаті фрагменти пшеничної випічки [3]. Тим не менш, здатність молочнокислих бактерій гідролізувати фрагменти α -гліадину не можна було співвіднести з окремою пептидазою; малоімовірно, що окремий штам має повний набір пептидаз, необхідний для гідролізу всіх латентних пептидів, які бере участь у виникненні Целіакії.

Різні дослідження показали позитивний ефект використання відібраних заквасок для усунення ризиків забруднення глютенном. Зокрема дослідники повідомили [47], що тривале бродіння тіста за допомогою певних молочнокислих бактерій було б потенційним інструментом для зниження ризику забруднення жита в безглютенових продуктах для хворих на целіакію. Інші дослідники [39] вказали на використання комбінації молочнокислої закваски, відібраної для їх пептидазних систем, і активних грибкових протеаз, здатних гідролізувати білки пшеничного та житнього борошна під час тривалої рідкої ферментації. Кінетика гідролізу 33-меру лактобактеріями є високоефективною. Так за допомогою аналізів *in vitro* було підтверджено відсутність токсичності гідролізованих протеїнів пшениці. Група вчених [48] продемонстрували, що хліб, виготовлений із пшеничного борошна, гідролізується під час обробки і виявився нетоксичним після введення його в раціон хворим на целіакію протягом 60 днів. Пророщені злаки або інші протеази дозволяють значно розщепити білки в заквасках під час бродіння, які можуть бути використані для розробки нових продуктів для осіб з

непереносимістю глютену. Однак виключення глютену призводить до дуже важливих проблем для пекарів, і в даний час багато безглютенових продуктів на ринку мають низьку якість, демонструючи погане відчуття в роті та смак. Повідомлялося, що безглютеновий хліб має тенденцію до швидкого черствіння та слабого аромату. Ці недоліки можуть бути усунені шляхом застосування заквасок [49].

1.5. Пропіоновокислі бактерії, як додаткові інгредієнти для консервування хлібобулочних виробів

Традиційно пропіоновокислі бактерії відомі своєю здатністю перетворювати лактат до пропіонату, ацетату та CO₂, який відповідає за утворення вічок в швейцарському типу [50]. Було представлено ряд досліджень, які показують потенційну нову роль пропіоновокислих бактерій у збереженні їжі. Зокрема на ринках Європи існують ряд препаратів, які мають консервуючу дію для харчових продуктів, зокрема біоконсерванти на основі пропіоновокислих бактерій проявляють інгібіторну активність, яка пов'язана з діацетилом, пропіоновою, оцтовою та молочною кислотами та термостабільним пептидом 700 Да [50]. Такі консерванти пригнічують більшість грамнегативних бактерій і сорнегрибів. Бактеріоцини пропіоновокислих бактерій були нещодавно вивчені та переглянуті як речовини, що проявляють консервуючу дію. Були й інші способи використання пропіоновокислих бактерій для боротьби з небажаними мікроорганізмами, повідомили декілька дослідників [51], які показали, що псування хліба бактеріями, *Bacillus pumilus*, було інгібоване видом пропіоновокислих бактерій *P. freudenreichii ssp. shermanii*. Пропіонова кислота та її солі прийняті як консерванти для промислового використання у виробництві хліба через їх інгібіторну дію проти цвілі та *Bacillus ssp.* [50]. Крім харчових продуктів, пропіоновокислі бактерії і пропіонову кислоту також використовували як консерванти в силосуванні [16].

Більшість досліджень і розробок зосереджено на біоконсервації за допомогою молочнокислих бактерій. Вони виробляють різні протимікробні сполуки, наприклад, органічні кислоти, H₂O₂, діацетил, бактеріоцини та бактеріоциноподібні речовини.

1.6. Рецептури та інгредієнти для покращення якості та функціональних властивостей

Цільнозернове пшеничне борошно привернуло значну увагу як інгредієнт для випічки хліба завдяки своїм поживним властивостям і перевагам для здоров'я. Порівняно з очищеним пшеничним борошном цільнозернове борошно містить більший рівень вітамінів, мінералів, клітковини (наприклад, некрохмальних полісахаридів, включаючи арабіноксилани), антиоксидантів та інших фітохімічних речовин, таких як каротиноїди, флавоноїди та фенольні кислоти [52]. Споживання цільного зерна пов'язують із такими перевагами для здоров'я, як зниження ризику хронічних захворювань, включаючи серцево-судинні захворювання, діабет, рак і ожиріння, а також смертність від усіх причин. Дієтичні рекомендації для американців рекомендують, щоб принаймні половина всього споживання зерна надходила з цільного зерна (USDHHS/USDA, 2015) [53]. Перешкоди для збільшення споживання цільного зерна часто пов'язані з текстурою та сенсорними властивостями, але також включають високу вартість цільнозернових продуктів, плутанину в ідентифікації цільнозернових продуктів і відсутність знань щодо користі споживання цільного зерна для здоров'я [54].

З цільнозернового борошна готують тісто та хліб із характерними відмінностями порівняно з рафінованим пшеничним борошном. Наслідки, пов'язані з виробництвом цільнозернового хліба, та їх причини були розглянуті [55] і включають низький об'єм хліба, підвищена твердість

м'якушки, груба консистенція, більш темний колір, характерний смак і аромат. Ці властивості можуть бути непривабливими для споживачів, які звикли до білого хліба, виготовленого з очищеного борошна.

Причинами впливу неендоспермальних компонентів на якість хліба є взаємодія клітковини та глютену [56] розведення глютенного білка висівками і неендоспермальним білком; конкуренція за воду водорозчинних і водонерозчинних компонентів клітковини, що призводить до недостатньої гідратації глютенних білків і крохмалю; фізичний вплив частинок висівок, клітковини та арабіноксиланів на глютену мережу; і більш високі рівні ферулової кислоти [55]. Мікроорганізми сприяють відновленню сполук, таких як глутатіон, які погіршують хлібопекарську здатність [56]. Зародок також містить високий рівень неполярних ліпідів, які різним чином впливають на тісто та хліб протягом усього процесу хлібопечення та мають тенденцію дестабілізувати газові клітини та таким чином зменшувати об'єм хліба [55]. Клітковина або фракція некрохмальних полісахаридів цільної пшениці складається в основному з арабіноксиланів, а також включає арабіногалактани, целюлозу, β -глюкани, глюкоманнани та лігніни [57]. Ці сполуки, які широко називаються геміцелюлозою, містяться в клітинних стінках рослин. Цільнозернове борошно містить приблизно 4 – 7 % фракції геміцелюлози, тоді як біле борошно містить приблизно 3 % [57]. Арабіноксилани класифікуються як екстраговані водою або неекстраговані водою, причому перші справляють сприятливий вплив на тісто та хліб, а другі, як правило, вважаються шкідливими для якості. Взаємодія неекстрагованих водою арабіноксиланів з пшеничною клейковиною змінює реологічні властивості та сітчасту структуру тіста.

Фізичні та хімічні ефекти висівок і зародків вимагають певного ступеня модифікації формули та процесу порівняно з білим хлібом. Необхідно збільшити водопоглинання. Життєво важливий пшеничний глютен, поліпшувачі для тіста, такі як окислювачі, емульгатори та ферменти, а також інгібітори плісняви та інгібітори плісняви часто додаються або їх

концентрація збільшується порівняно з рецептами білого хліба [58]. Фенольні сполуки у висівках мають сильний смак, тому потрібно більше сахарози, щоб досягти рівня солодкості, еквівалентного білому хлібу. Якщо використовується бісквіт для процесу приготування бісквіту та тіста, у бісквіт потрібно використовувати більше води [58]. Цільнозернове тісто більш сприйнятливим до надмірного перемішування через фізичну дію висівків на глютен. Щоб зменшити ймовірність надмірного змішування, вносяться коригування, включаючи зниження співвідношення бісквіт/тісто, довший час змішування на нижчій швидкості, скорочений загальний час змішування та нижчу температуру тіста. Надмірне бродіння також є більшим ризиком для цільнозернового тіста порівняно з білим. Зменшити цю проблему допомагають менша частка бісквіту, встановлена температура та скорочений час бродіння. Цільнозернове тісто круте. Це може спричинити непостійне масштабування. Розстойка при більш низькій відносній вологості для розстойки часто використовується, щоб запобігти конденсації надлишкової вологи на тісті та всмоктуванню в нього, що ще більше послабить його структуру та сприятиме руйнуванню бічних стінок. У порівнянні з білим хлібом часто потрібен довший час випікання та нижчі температури. Вища водна активність цільнозернового хліба може призвести до скорочення терміну зберігання та вимагати додавання інгібіторів цвілі.

Млини з виробництва пшеничного борошна, а також виробники хліба можуть додавати різноманітні кількості неендоспермальних компонентів до очищеного пшеничного борошна. Наприклад, деякі продукти складаються з різної кількості висівок у поєднанні з ендоспермом, але без зародків, таким чином створюючи «беззародкове борошно, багате висівками». Однак для того, щоб продукт був позначений як цільне зерно, він повинен включати всі частини зернівки – ендосперм, зародок і висівки – в тих же пропорціях, які присутні в неушкодженому ядрі. Вплив присутності пшеничних висівок у хлібі нещодавно було розглянуто та узагальнено [59], і існує багато

публікацій про використання покращувачів у системах відновленого тіста, куди додаються мелені висівки. назад до очищеного пшеничного борошна.

У системі цільнозернового хліба існує потреба покращити якість і сенсорні аспекти, щоб підвищити привабливість для споживачів і, отже, збільшити споживання цільнозернового хліба. Для хліба, який за своєю суттю твердіший, наприклад цільнозерновий хліб, більш м'який хліб досягає вищих показників загальної прийнятності [55]. Зважаючи на це, у цьому особлива увага приділяється твердості м'якушки та об'єму буханки, що значною мірою впливає на твердість.

Останнім часом спостерігається значне зростання інтересу споживачів до хлібобулочних виробів, здатних забезпечувати користь для здоров'я завдяки біоактивним сполукам [61]. Ця тенденція призвела до повторного відкриття стародавніх сортів пшениці та збільшення використання цільнозернового борошна в харчовій промисловості [61, 62]. Що стосується давніх сортів пшениці, то відродження культивування та використання кількох давніх місцевих сортів підвищило стійкість вирощування пшениці та сприяло захисту біорізноманіття [62]. Крім того, це дозволило розвинути місцеву мікроекономіку (безперервно зростаючу), яка дозволяє місцевим виробникам диференціювати свою продукцію та підвищувати свою винагороду за допомогою рушійних факторів, які легко розпізнають споживачі (наприклад, «з місцевого виробництва» або «з циркулярного виробництва») [61]. Незважаючи на більш відповідний поживний профіль [62], стародавні сорти пшениці характеризуються гіршими технологічними характеристиками (наприклад, гірші реологічні властивості тіста та менший об'єм хліба), порівняно з сучасними сортами пшениці.

Цільнозернове борошно, тісто та хліб характеризуються, як стародавні сорти пшениці і мають покращену поживність, погані реологічні властивості тіста, нижчий об'єм хліба [63]. В основному це пов'язано з негативним впливом висівок і проміжної продукції, які вводять важливі реологічні проблеми в тісто, зокрема щодо формування глютенної мережі [63]. Цей

негативний ефект пов'язаний зі здатністю арабіноксиланів, інуліну та - глюканів (які є основними некрохмальними полісахаридами, присутніми в пшеничних висівках) утримувати та зв'язувати воду, яка має бути призначена для білків, що утворюють глютен (тобто гліадин та глютенін) [63]. Результатом є не повністю гідратований глютен із надмірною міцністю та низькою розтяжністю [63]. Дослідники [64] продемонстрували міграцію води з клейковини до арабіноксиланів у цільнозерновому тісті за допомогою ядерно-магнітного резонансу, підкреслюючи значне зниження поглинання води, дефіцит клейковини, формування мережі, і, нарешті, нижча газоутримуюча здатність.

Огляд літератури підкреслив, що найбільш заслуговують на увагу реологічні проблеми, які пов'язані з наявністю висівків, проміжної продукції та зародків у цільнозерновому тісті є: значне підвищення міцності тіста та в'язкості; зниження розтяжності тіста; зниження міцності тіста; і, нарешті, значне підвищення співвідношення конфігурації кривої [63]. Ці негативні наслідки не обмежуються цільнозерновим тістом. Фактично, хліб, вироблений з цільнозернового борошна, показав менший об'єм [52], вищу щільність м'якушки [55] і підвищену вологість м'якушки [65].

Отже, стратегії обмеження негативного впливу додавання висівків, проміжної продукції та зародків у цільнозернове тісто та хліб, а також покращення продуктивності старих сортів пшениці є незамінними. Однак ці інновації та вдосконалення мають бути не лише ефектними та ефективними. Враховуючи, що наша планета перебуває в жахливому стані, який погіршується постійним зростанням тиску на навколишнє середовище, ці поліпшення також мають бути екологічно чистими та стійкими.

1.7. Інновації та вдосконалення в замішуванні тіста

Окрім процесу помелу, який, згідно з літературними даними, є фазою, яка найбільше впливає на якість борошна, реологію тіста та характеристики

хліба [66], фаза замішування відіграє ключову роль у забезпеченні відповідної реології тіста та характеристики хліба [40]. Як підкреслили [63], щоб правильно керувати фазою замішування, необхідно починати з правильного керування такими ключовими параметрами: час замішування, який необхідно точно визначити, щоб уникнути надмірного та недостатнього змішування; температуру тіста та швидкість замішування, якими потрібно обережно керувати, щоб уникнути розігрівання тіста та його надмірного ослаблення; температура води, водопоглинання та вміст води, щоб отримати оптимальну реологію та консистенцію тіста, уникаючи небажаного розм'якшення; і останнє, але не менш важливе, аерація тіста, щоб забезпечити правильну температуру духовки під час випікання та оптимальні характеристики м'якушки [63].

Процес замішування потребує інновацій і стратегій удосконалення, які ніколи не повинні випускати з уваги важливий аспект екологічної стійкості. У цьому напрямку найбільш цікавими екологічно чистими стратегіями покращення фази замішування є контроль температури тіста під час замішування за допомогою альтернативних, екологічно безпечних холодоагентів [68]; використання органічних кислот, виділених із побічних продуктів, для покращення реології тіста та характеристик хліба [69]; правильне керування додаванням води під час замішування [68]; і, нарешті, розробка автоматичних та адаптивних тістомісильних машин, здатних оптимізувати процес замішування [69].

Що стосується контролю температури тіста під час замішування, важливо підтримувати температуру тіста нижче 27 °C, вище якої тісто стає липким, що також негативно впливає на характеристики хліба [68]. Крім того, дослідники [63] виявили, що підтримання низької температури тіста (нижче 27 °C) посилює нековалентні взаємодії, покращуючи формування білкової мережі та характеристики хліба.

Однак підтримувати низьку температуру під час замішування є дорогою технікою як з точки зору вартості/споживання енергії, так і з екологічної точки зору.

Зараз водяні сорочки та холодоагенти використовуються для підтримки низької температури тіста під час замішування без особливої уваги до споживання [68]. Повідомляється [63] натомість запропонували більш стійку стратегію керування температурою тіста на основі додавання вуглекислого снігу під час замішування. Автори протестували додавання шести рівнів (від 0 % до 10 %) вуглекислого снігу до тіста під час замішування як альтернативного холодоагенту [63]. Результати показують ефективність техніки для терморегуляції тіста (швидке зниження температури тіста, як у реологічних, так і в хлібопекарських тестах) і для покращення характеристик хліба (збільшення питомого об'єму та висоти хліба) [63]. Інші переваги включають мінімальні додаткові витрати, вищу потужність охолодження (порівняно з іншими холодоагентами), відсутність збільшення загального вмісту води та відсутність хімічних або токсичних залишків, що також позитивно впливає на навколишнє середовище [63].

Ще одним цікавим виявилось додавання органічних кислот під час замішування стратегія вдосконалення, зокрема у разі їх виробництва з побічних продуктів та відпрацьованих субстратів [69]. Дослідник [69] протестували додавання кількох органічних кислот під час замішування, щоб подовжити термін зберігання та покращити характеристики хліба. Стратегія вдосконалення, запропонована [61] виявився ефективним (зокрема з додаванням 0,3 % лимонної кислоти) у збільшенні еластичності тіста та питомого об'єму хліба, зниженні вологості, рН та текстурної твердості, посиленні активності дріжджів, подовженні терміну зберігання хліба і затримка ретроградації крохмалю. Однак надмірна концентрація кислоти може надмірно послабити глютену мережу, погіршуючи її здатність утримувати газ [63].

Правильне та відповідальне поводження з водою в хлібі та хлібобулочних виробках є важливим як для отримання оптимальних характеристик кінцевої продукції, так і для захисту навколишнього середовища. Вода є цінним ресурсом, який потрібно використовувати відповідально, уникаючи марнотратства. Крім того, добре відомо, як з теорії, так і в повсякденній практиці, що додавання занадто великої кількості води під час замішування генерує м'яке та липке тісто [68]. У той же час, тісто з вмістом вологи нижче оптимального водопоглинання борошна буде важче замішувати і вимагатиме більше роботи на виробничій лінії [69]. Це спостереження підтверджується результатами [63], які підкреслюють, що збільшення загального вмісту води в тісті збільшує розтяжність тіста та індекс набухання. Крім того, зменшується міцність тіста, енергія деформації і співвідношення конфігурації кривої [61].

Правильне дозування води має важливе значення для отримання продуктів з оптимальними характеристиками та зменшення тиску на навколишнє середовище, пов'язаного зі споживанням води та енергії. Крім того, подальша цікава стратегія вдосконалення, яка потребує додаткових досліджень, може стосуватися оптимального способу додавання води під час замішування [63]. І останнє, але не менш важливе, розробка автоматичних і адаптивних тістомісильних машин, можливість вимірювати хід замішування в режимі реального часу, може значно покращити реологію тіста або характеристики хліба, зменшуючи потребу в енергії та тиск на навколишнє середовище [68]. Перший крок у цьому напрямку зробив дослідник [70], який запропонував новий дизайн інтелектуального контролера процесу для автоматизації процесу замішування. Конструкція базується на вимірюванні струму та онлайн-навчанні через підкріплення з використанням операторського введення [63]. Розроблена автором система може являти собою недороге рішення для автоматизації виробничого обладнання, яким зараз керують вручну.

Більше того, це можна розглядати як перший крок до розвитку в майбутньому більш ефективних і структурованих автоматичних і адаптивних тістомісильних машин. Зокрема, ці інноваційні тістомісильні машини можуть оптимізувати параметри замішування (тобто час замішування, швидкість замішування, температуру тіста тощо), зменшуючи споживання енергії та вплив на навколишнє середовище.

Загальний висновок

Майже повсюдне споживання зернових у всьому світі забезпечує важливе місце зернових культур у міжнародному харчуванні. На додаток до високого вмісту крохмалю як джерела енергії, злаки також забезпечують харчові волокна, білок (з високим вмістом проліну та глютаміну, але низький вміст лізину) і функціональні ліпіди, багаті незамінними жирними кислотами. Важливі мікроелементи, присутні в зернових, включають вітаміни, особливо багато вітамінів групи В, мінерали, антиоксиданти та фітохімічні речовини. Загалом крупи забезпечують населення в основних речовинах і становлять основу раціону більшості людей. Результати, представлені в цьому огляді, вказують на деякі переваги використання вибраних штамів молочнокислих та пропіоновокислих бактерій, як стартових культур для бродіння закваски. Дані, зібрані до цього часу, свідчать про те, що ці позитивні ефекти представляють новий рубіж для виробництва натурального високоякісного хліба з менш алергенними сполуками та подовженим терміном зберігання.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Головну частину дослідницької роботи проведено здобувачем у лабораторії «Технологій, аналізу та експертизи харчової продукції і води» кафедри ХБ ТНТУ ім. І. Пулюя. Деякі етапи експериментальних досліджень, які вимагали застосування обладнання й пристроїв, які немає в наявності в університеті, зокрема щодо методів визначення якості борошна й тіста та готових виробів було проведено в лабораторіях інших установ.

У процесі виконання теоретичних аналітично-пошукових досліджень щодо участі пропіоновокислої, молочнокислої й дріжджової мікробіоти у ферментативних процесах тістоутворення та формування якості пшенично-житніх виробів нами було сформовану мету та декілька завдань. Зокрема мета цього магістерського дослідження полягала в наступному: удосконалення технології пшенично-житнього хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями.

Об'єкт дослідження: пшеничне й житнє борошно, пропіоновокислі й молочнокислі бактерії, технологія пшенично-житнього хліба, показники тіста й хліба.

Предмет дослідження: технологічні й біохімічні зміни в тісті й готових виробах за участі пропіоновокислих й молочнокислих бактерій.

Методи дослідження: аналітично-пошукові (огляд літератури про використання пропіоновокислих бактерій у хлібопекарській галузі, вплив їх на бродильні властивості й якість виробів, роль молочнокислої й дріжджової мікробіоти в технології хліба); фізико-біохімічні (показники тіста й готового хліба); органолептичні (оцінка хліба з пропіоновокислими бактеріями), статистичні.

У процесі планування кваліфікаційної роботи її умовно розділено на п'ять незалежних частин, які в комплексі дозволили досягти поставленої мети (рис. 2.1).

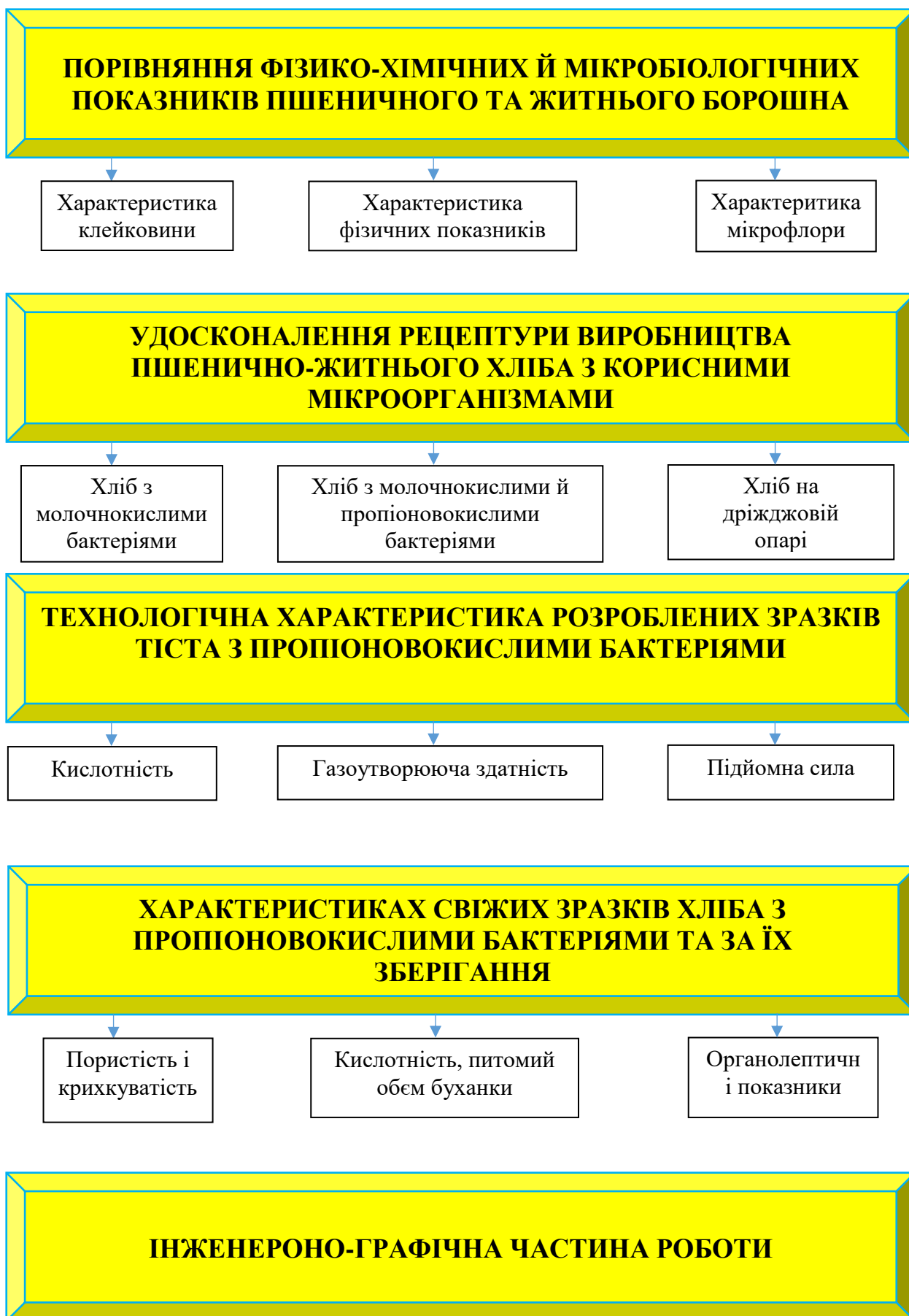


Рис. 2.1. Схема виконання роботи

Приготування опари

Для приготування опари з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями спочатку вирощували пропіоновокислі на лактозному середовищі з додаванням соєвої сироватки; молочнокислі – на агарі з гідролізованим молоком. Після вирощування в термостаті з даних бактерій готували суспензії, потім за стандартом мутності досягали, щоб в 1 мл було в середньому 10^3 КУО/мл. Сами ці суспензії додавали в опару, яка містила борошно й пекарські дріжджі. За такою технологією було приготовлено три зразки перший з молочнокислими бактеріями й дріжджами; другий – пропіоновокислими й молочнокислими та дріжджами; третій тільки на опарі з дріжджів. Потім на даних опарах було приготовлено зразки пшенично-житнього хліба.

Методи дослідження

Усі методи дослідження, які ми застосовували у нашій магістерській роботі умовно поділялися на: фізико-хімічні (оцінка тіста й свіжого хліба та за його зберігання), органолептичні та статистичні. При цьому використовувалися загальнозживані методики з лабораторних практикумів, довідників та наукових статей [72, 73, 74, 75]. Фізико-технологічні властивості тіста й якість свіжовипеченого пшеничного хліба відповідно ДСТУ 7045:2009 [74].

Усі дослідження здійснювалися у трьох разовій повторюваності та піддавалися методам статистичної обробки на компютері з використанням програмного забезпечення Word Excel. Різницю між досліджуваними величинами приймали за вірогідною, коли $P \leq 0,05$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Сучасні вимоги, які висуваються до якості та хімічного складу хліба для задоволення споживацького попиту

Протягом останніх двох десятиліть споживання хліба у розвинених країнах знизилося приблизно на 13,8 % через такі фактори, як зміна моделей харчування та збільшення кількості заміників хліба, таких як сухі сніданки та фаст-фуди [3]. Однак ринок хліба й хлібобулочних виробів підтримується зростаючим інтересом до крафтових, етнічних та фірмових видів хліба преміум-класу. При цьому нарізаний та упакований хліб стає все більш популярним у багатьох країнах, що пов'язано з гігієною харчування та епідеміологічними наслідками коронавірусної інфекції.

У сучасному світі все частіше у дієтології звучать рекомендації про вплив цільнозернових продуктів на здоров'я. Зокрема, повідомляється і звучать заклики про необхідність наступного в харчуванні: «Їжте багато зернових, бажано цільнозернових і без додавання жиру, цукру чи солі», такі запити можна знайти в багатьох наборах національних дієтичних рекомендацій [4]. Менше калорій, більше клітковини, менше солі та добавок - ось вимоги споживачів до більш здорової дієти [5]. Тому все більшої популярності в усьому світі набувають нові сорти борошняної випічки. Ідеальний хліб повинен мати нижчий глікемічний індекс, бути важливим джерелом білків і містити прийнятні харчові волокна, вітаміни, магній, мікроелементи та антиоксиданти [6]. Хлібні вироби в усьому світі дуже відрізняються, як і технології їх виробництва. Основними інгредієнтами є борошно із злаків, вода, дріжджі або інші розпушувачі й сіль. Додаткові інгредієнти можуть бути додані для покращення обробки або для виробництва спеціального та оригінального хліба, який часто має підвищену поживну цінність. Під час випікання хліба доступність і вміст біологічно

активних сполук у зернах злаків можуть зменшуватися або збільшуватися. Взаємодія між борошном і іншими доданими інгредієнтами також важлива і впливає на харчову цінність хліба. У минулому було докладено багато зусиль, щоб розділити хлібопечення на, з одного боку, трудомістке виготовлення та обробку тіста, а з іншого боку, розстойку та випічку [12]. Заморожування тіста також було запроваджено у виробництві хліба приблизно в 1960 році. Наукові знання можна застосувати для розробки нових процесів виготовлення тіста для комерційних продуктів.

Хлібобулочні вироби забезпечують споживачів важливою кількістю поживних речовин і відносяться частини збалансованої дієти (тобто такої, яка містить усі групи продуктів у піраміді або тарілці з питань харчування та всі рекомендовані дієтичні елементи). Пшениця (*Triticum aestivum*) на сьогоднішній день є найважливішою культурою для випікання хліба через її найкращі хлібопекарські властивості порівняно, з усіма іншими злаками. Однак можуть бути також вагомі причини для використання інших злаків таких як жито.

Жито (*Secale cereale* L.) є другим за значенням злаком після пшениці, який використовується для приготування хліба. Основними компонентами зерна жита є крохмаль (57,1 % – 65,6 %), харчові волокна (14,7 % – 20,9 %), білок (9,0 % – 15,4 %), зола (1,8 % – 2,2 %). За формою і розміром гранули житнього крохмалю подібні до гранул пшеничного. Домінуючими білками в зерні жита є альбуміни і проламіни (34 % і 19 % відповідно), за ними йдуть глобуліни (11 %) і глютеніни (9 %). Близько 21 % білка жита є неекстрагованим. Хімічний склад жита в основному визначається генетичними факторами, якістю ґрунту, кліматичними умовами вирощування [71].

Житнє борошно містить відносно меншу кількість крохмалю та білків, але багатше клітковиною, ніж пшеничне. Білки жита багаті на лізин, але не можуть утворювати безперервну глютену мережу, як білки пшениці. Крім того, було виявлено, що цільнозернове житнє борошно демонструє кілька

корисних впливів на здоров'я завдяки наявності високого вмісту харчових волокон [11] і багатьох біологічно активних сполук, таких як фенольні кислоти, лігнани, бензоксазиноїди та фруктани, у зернах жита. Жито також є багатим джерелом арабіноксиланів, β -глюканів і стійкого крохмалю. Крім того, цільнозернове житнє борошно та пшеничне борошно багаті алкілрезорцинами та такими мінералами, як Fe, Mn, Zn та Cu порівняно з іншими злаками. Зокрема, алкілрезорциноли є основними фенольними сполуками, які містяться в зерні пшениці та жита і використовуються як біомаркери для оцінки вмісту цільного зерна в різних злакових продуктах [71].

Житнє борошно в основному використовується як інгредієнт для приготування хліба на заквасці.

3.2. Порівняння фізико-хімічних показників пшеничного й житнього борошна

Загально визнано, що якість хліба напряду залежить від технологічної якості борошна, яке використовується у технологічному процесі приготування борошняних виробів. У разі використання борошна низької якості за вмістом клейковини або за іншими параметрами або додавання борошна нижчих гатунків у рецептуру вводять різного виду покращувачі хімічної природи. Однак, обізнаність споживачів про необхідність вживання у раціоні продуктів з меншим вмістом хімічних добавок спонукає до того, що виробники вводять у рецептуру борошняних виробів природні компоненти, які безпечні для здоров'я споживачів. Одним із варіантом покращення якості та біологічної цінності хліба є введення у його склад більш поживних сортів борошна, а також додавання корисних мікроорганізмів, які б подовжували його термін зберігання та знижували процеси черствіння. Серед мікробіоти, яку найчастіше застосовують у технології хлібобулочних виробів вважаються молочнокислі й пропіоновокислі бактерії. Дані представники мікробіоти

рослинного світу широко розповсюджені в природі, наявні в борошні та приймають участь у процесах бродіння тіста. Тому приступаючи до виконання нашого магістерського дослідження щодо удосконалення технології житньо-пшеничного хліба з використання пропіоновокислих бактерій, як джерела синтезу багатьох органічних антагоністичних речовин, які затримують розвиток грибової мікрофлори.

У нашому дослідженні спочатку було дано характеристику сировини – борошна пшеничного й борошна житнього, яке використовували для приготування житньо-пшеничного хліба (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Порівняльна оцінка деяких показників борошна пшеничного й житнього

Показники	Види борошна			
	житнє обдирне	вимоги стандарту	пшеничне, сорт вищий	вимоги стандарту
Клековина, %	14		25	
Кислотність, град	4,5±0,1	–	2,0±0,1	–
Вологість, %	9,5±0,3	до 15,0	11,5±0,2	до 15,0
Зольність, %	1,41±0,04	до 0,75	0,61±0,03	до 0,75
Мезофільні спори бацил, КУО/г	97,2±5,1	200	24,3±2,4	200
Мезофільні мікроорганізми (МАФАНМ), КУО/г	1728,4±115,9	1000	873,5±44,7	1000
Гриби, КУО/г	154,5±11,3		78,6± 5,4	

Порівнюючи два види борошна (табл. 3.1) спостерігаємо деякі відмінності між ними. Зокрема, основний показник, який суттєво відрізняє ці два види борошна й має безпосередній вплив на технологію хлібобулочних

виробів – це вміст клейковини. Саме завдяки вмісту клейковини пшеничне борошно вважається більш цінним й придатним для виробництва хліба, у борошні, яке ми досліджували кількість клейковина була 14 % у житньому та 25 % у пшеничному. За цим показником обидва види борошна відповідають технологічним вимогам до цієї категорії сировини.

Водночас, якщо порівнювати кислотність двох видів борошна, то у пшеничному вона нижча, ніж у житньому. Бачимо, що величина титрованої кислотності була $4,5 \pm 0,1$ град у житньому борошні, проти $2,0 \pm 0,1$ град у пшеничному. Це вказує, що житнє борошно має більший вміст органічних кислот, які зумовлюють його кислотність, саме з кислотністю готових виробів пов'язують придатність хліба і виробів з нього до тривалішого зберігання й черствіння. Тому житньо-пшеничні вироби є стійкішими до процесу черствіння за їх зберігання.

Необхідно відмітити, що зольність також у житньому борошні була вища, ніж у пшеничному і становила $1,41 \pm 0,04$ % та $0,61 \pm 0,03$ %, відповідно, що вказує на наявність першому борошні більше грубих частинок зерна – висівок, оболонки.

Серед мікробіологічних показників двох видів борошна, можна відмітити багатшу мікробіоту житнього, оскільки в його складі міститься більше переферійних частинок борошна, яке зазвичай багатше на епіфітні мікроорганізми. Зокрема, у житньому борошні вміст аеробних спорових бактерій становив $97,2 \pm 5,1$ КУО/г, а у пшеничному, в середньому в 4,0 рази менша кількість – $24,3 \pm 2,4$ КУО/г. Проте, в обох видах борошна кількість аеробних бацил не перевищувала вміст у 200 клітин, який вважається у хлібопекарській галузі, як небезпечний через можливість швидкого розвитку кротопляної хвороби пшеничних виробів.

За обсіменінням мезофільними бактеріями житнє борошно також характеризувалося більшою їх кількістю – $1728,4 \pm 115,9$ КУО/г, ніж у пшеничному – $873,5 \pm 44,7$ КУО/г. Це вказує, що мікробіота житнього борошна прийматиме участь у ферментаційних процесах під час бродіння

тіста. Аналогічні зміни відмічалися й щодо обсіменіння грибковою мікрофлорою, тобто житнє борошно, в середньому було в 2,0 раза більше контаміноване грибами.

Отже, порівняльний аналіз нашої сировини – двох видів борошна виявив, значно більший вміст клейковини у пшеничному борошні, водночас за іншими технологічними показниками житнє борошно було сприятливіше для хлібопечення. Тому поєднання двох видів борошна у технології хліба цілком оправданим.

3.3. Удосконалення рецептури та технології виробництва хліба житньо-пшеничного подовженого терміну зберігання

Враховуючи аспекти, які наведені в підрозділі в 3.1 та 3.2 ми вважали за доцільне удосконалити рецептуру та технологію приготування хліба із пшеничного й житнього борошна шляхом введення у його склад молочнокислих й пропіоновокислих бактерій, перші є активні кислотоутворюювачі, а другі сприятимуть синтезу біологічно активних сполук, які мають підвищити стійкість виробу до зберігання й черствіння.

Рецептурний склад житньо-пшеничного хліба з використанням молочнокислих і пропіоновокислих бактерій наведено на рис. 3.1. При цьому для приготування тіста застосовували опарний спосіб. Опару готували класичним способом, але під час приготування борошняної суспензії поряд із додаванням дріжджів вносили молочнокислі та пропіоновокислі бактерії. Так із молочнокислих додавали види *Lactobacillus plantarum* й *Lactobacillus brevis*, які за повідомленнями багатьох авторів відносяться до автохтонної мікробіоти житнього тіста. Серед представників пропіоновокислих бактерій нами був взято штам *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii*, який застосовують у харчовій промисловості у технології приготування сичужних сирів й кефіру. Вище наведені штами мікроорганізмів додавали у борошняну суспензію у кількості 10^3 КУО/мл суспензії.

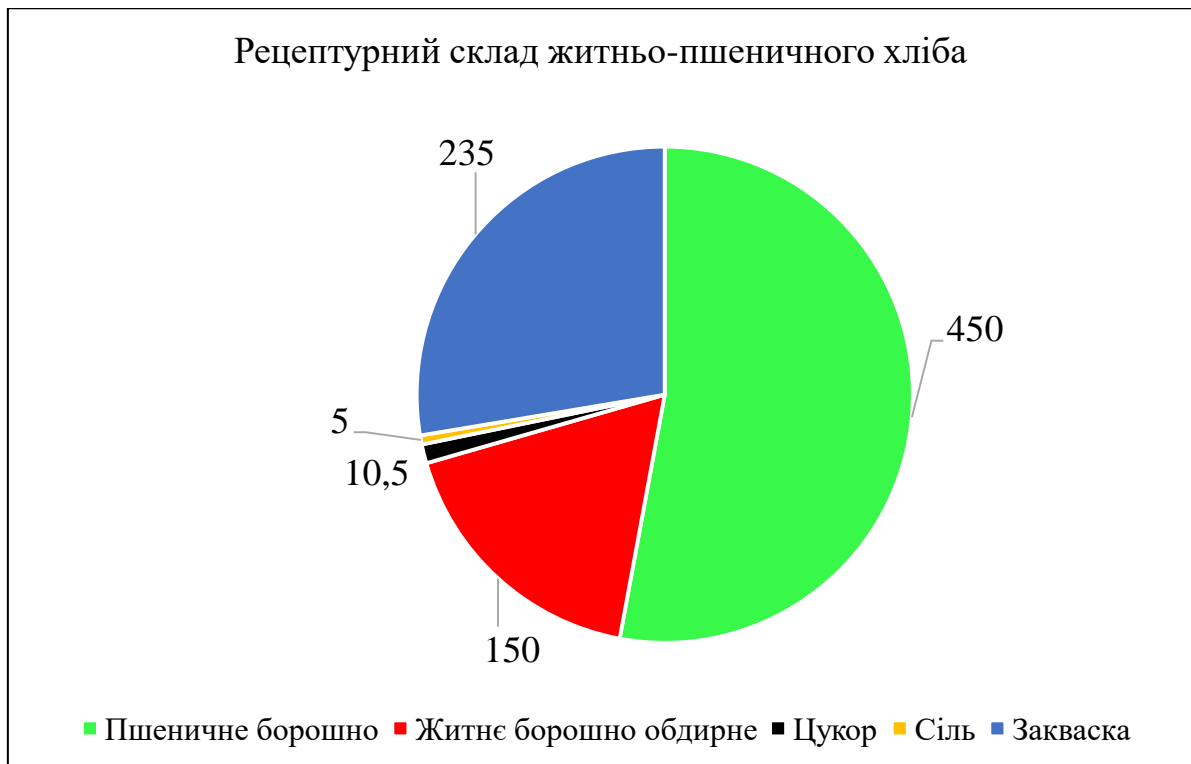


Рис. 3.1. Рецептний склад дослідного житньо-пшеничного хліба з молочнокислими й пропіоновокислими бактеріями

До того ж для активізації розвитку їх у борошняній суспенції до неї додавали 20 % молочної сироватки. У контрольному зразку житньо-пшеничного хліба додавали сироватку, але не додавали молочнокислі мікроорганізми.

За таким рецептурним складом основних інгредієнтів було виготовлено три зразки хліба:

- перший – у своєму складі містив основні сировинні компоненти, але в опару вносили додатково молочнокислі бактерії;

- другий, також містив основні сировинні компоненти, але додатково в опару вносили молочнокислі бактерії та пропіоновокислі бактерії;

- третій зразок використовувався, як контрольний, оскільки додатково опару готували тільки на дріжджах і молочній кислоті, як було зазначено вище. Технологічна схема з виготовлення хліба з пропіоновокислими й молочнокислими мікроорганізмами наведена на рис. 3.2.

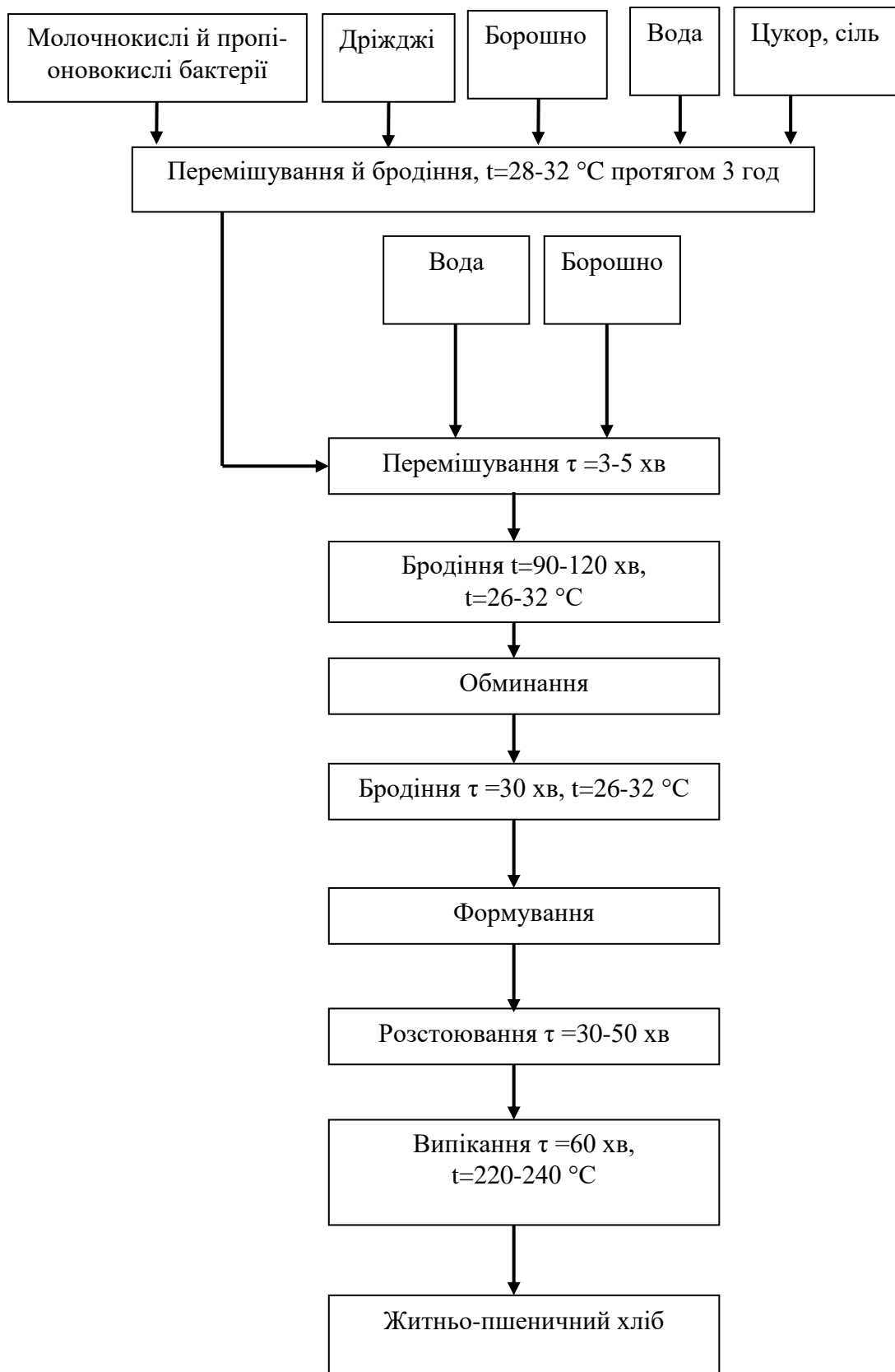


Рис. 3.2. Технологічна схема з виготовлення хліба з пропіоновокислими й молочнокислими мікроорганізмами

3.4. Технологічна характеристика розроблених зразків тіста з пропіоновокисломи й молочнокислими бактеріями

Характеристику приготовлених напівфабрикатів – тіста проводили за наступними показниками: кислотність за час бродіння, підйомна сила, та газоутворююча здатність. Саме дані показники залежать від розвитку внесеної мікробіоти разом з опарою в тісто. Результати дослідження впливу доданої мікробіоти на кислотність наведено на рис.3.3.

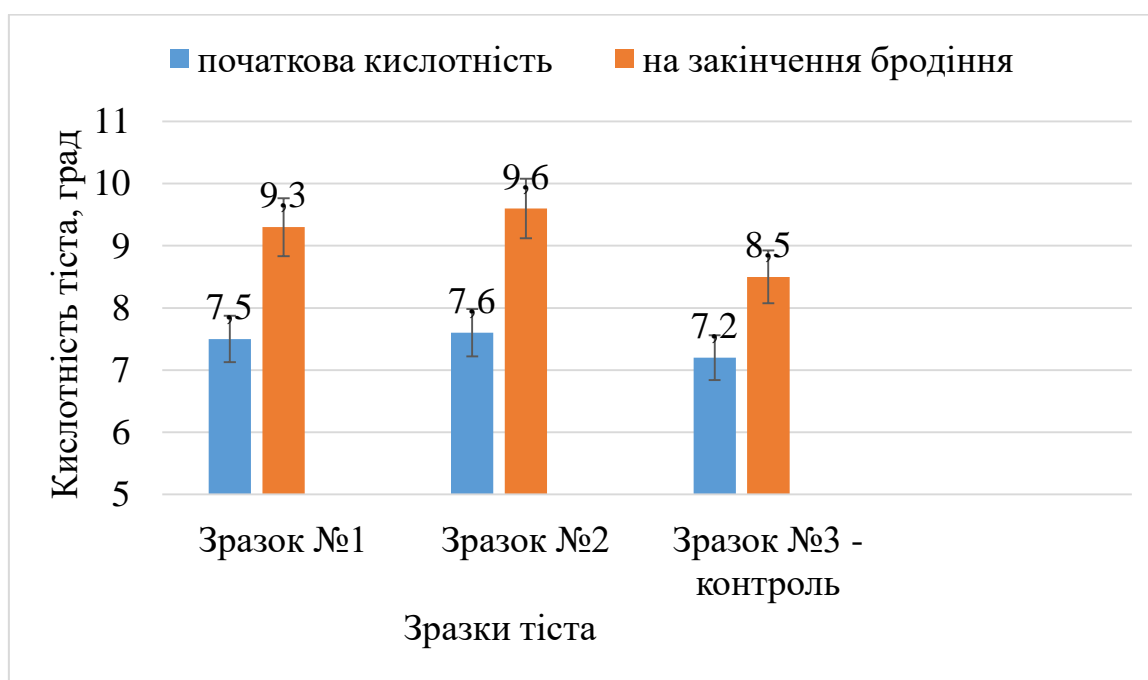


Рис. 3.3. Кислотність пшенично-житного тіста з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями

Кислотність тіста у дослідних зразках залежала від вмісту доданих пропіоновокислих й молочнокислих мікроорганізмів (рис. 3.3). Так, найвищу величину кислотності реєстрували в зразку тіста №2, у якому опара була приготовлена з дріжджів, пропіоновокислих й молочнокислих мікроорганізмів і становила $9,6 \pm 0,2$ град, що зросла на 2,0 град. порівнюючи з початковою в тісті. У зразку тіста №1 в опару якого вносили тільки молочнокислі бактерії кислотність зросла 7,5 град до 9,3 град тобто приблизно на 1,8 град., а в контрольному зразку до опари якого

пропіоновокислі й молочнокислі бактерії не додавали кислотність була найнижча – $8,5 \pm 0,1$ град, що на 1,3 град більше від початкової.

Загалом з дослідження спостерігається симбіотичний вплив пропіоновокислих бактерій на підкислення середовища, тобто на розвиток дріждів й молочнокислих бактерій, адже саме у зразку №2 у якому був присутній весь цей мікробний пейзаж була найбільша кислотність тіста. Це пояснюється активнішим молочнокислим процесом за участі спонтанної й доданої молочнокислої мікрофлори. Наші результати схожі на дані експериментів дослідників [2], про встановлення ролі молочної кислоти у процесах, що зумовлюють збереженість харчових продуктів через бродіння. Тобто, базисні органічні антимікробні метаболіти, які завжди утворюються у результаті життєдіяльності селекціонованих заквасочних лактококів й пропіоновокислих бактерії – це пропіонова, молочна та інші органічні кислоти, декитонові речовини, такі як діацетил, ацетальдегід; окислювачі: перекис водню, бактеріоцини. Найбільш вагомий вплив на мікробіоту мають речовини, які продукуються за участі молочнокислої групи за бродіння різної сировини. Проте в кінцевому випадку все це призводить до підкислення середовища в якому відбуваються дані процеси, а вже кислоти проявляють вплив на мікрофлору. Тому речовини що продукують лактобактерії серед науковців викликають зацікавленість, оскільки вони є природного походження, а споживачі бажають, щоб у харчових виробництвах застосовували для боротьби з патогенними у більшій кількості природні інгредієнти. Проте, у нашому дослідженні нами додано пропіоновокислі бактерії, які також беруть у ферментативних процесах, а також забезпечують продукування пропіонату, який буде мати вплив на розвиток небажаних плісневих грибів.

Дослідження з визначення впливу розроблених композицій тіста з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями на час необхідний для досягнення оптимальної кислотності тістового напіфабрикату наведено на рис. 3.4.

Адже чим швидше тісто досягне оптимальної кислотності тим скоротиться технологічний процес, а це в свою чергу матиме суттєвий зв'язок з економічною ефективністю виробництва хліба. Відмічаємо взаємозалежний зв'язок між доданими мікроорганізмами до опари та скороченням часу для досягнення титрованої кислотності тіста у 8 град.

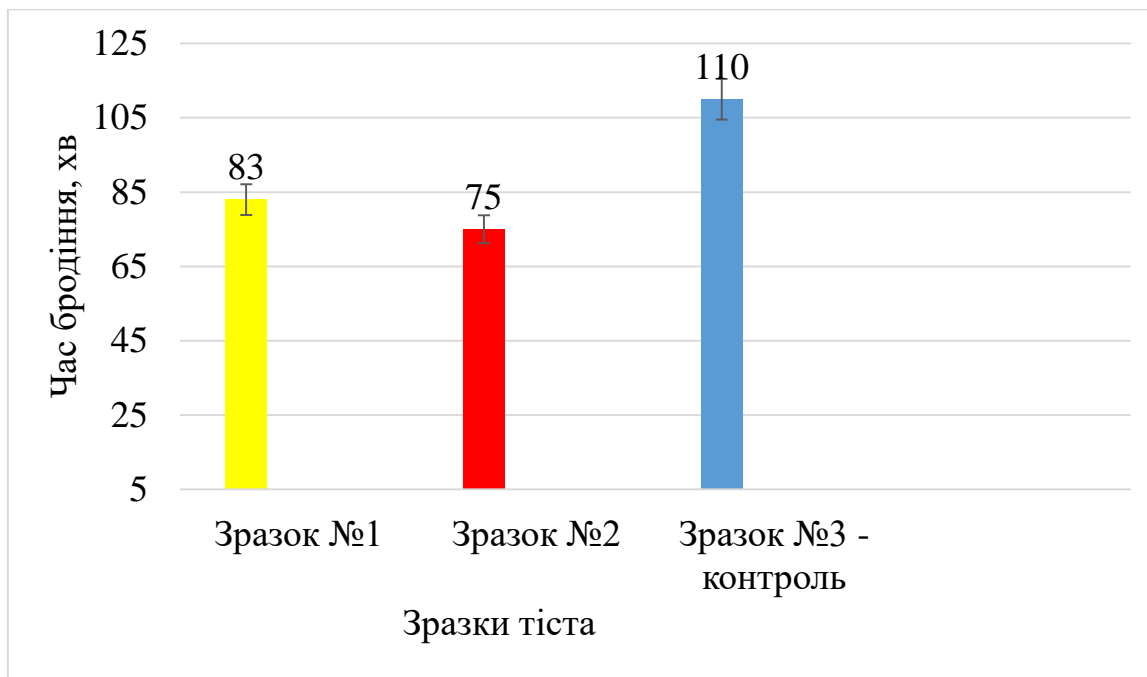


Рис. 3.4. Час бродіння тіста для досягнення оптимальної кислотності 8 град

Так, у тісті №2 час необхідний для досягнення закінчення процесу бродіння становив 75 ± 2 хв, у зразку №1, тісто яке містило тільки додані молочнокислі бактерії й дріжджі час був дещо більший 83 ± 2 хв, а контролі період часу був найбільший для досягнення кислотності 8 град і становив 110 хв. Тобто це вказує, що технологічна операція бродіння тіста за класичної технології буде проходити на 35 хв довше, що суттєво, як для випікання пшенично-житнього хліба.

Отже, застосування пропіоновокислих бактерій одночасно з молочнокислими та дріжджовими мікроорганізмами спричиняє синергічну інтенсифікацію бродильних змін внаслідок чого у тісті, приблизно на 30 хв

швидше накопичуються органічні метаболіти ферментації вуглеводів, що в кінці скоротить процес виробництва.

Важливо, щоб поряд із підкисленням тістового середовища відбувалися реологічні зміни структурно-механічного характеру клейковини, а саме збільшувався об'єм тіста. Такий процес відбувається завдяки продукції мікробіотою тіста вуглекислого газу, як наслідок питомий об'єм буханки буде більший, що позитивно сприймається споживачами. Результати щодо впливу доданих пропіоновокислих й молочнокислих мікроорганізмів на газоутворюючу здатність в тісті наведено на рис. 3.5.

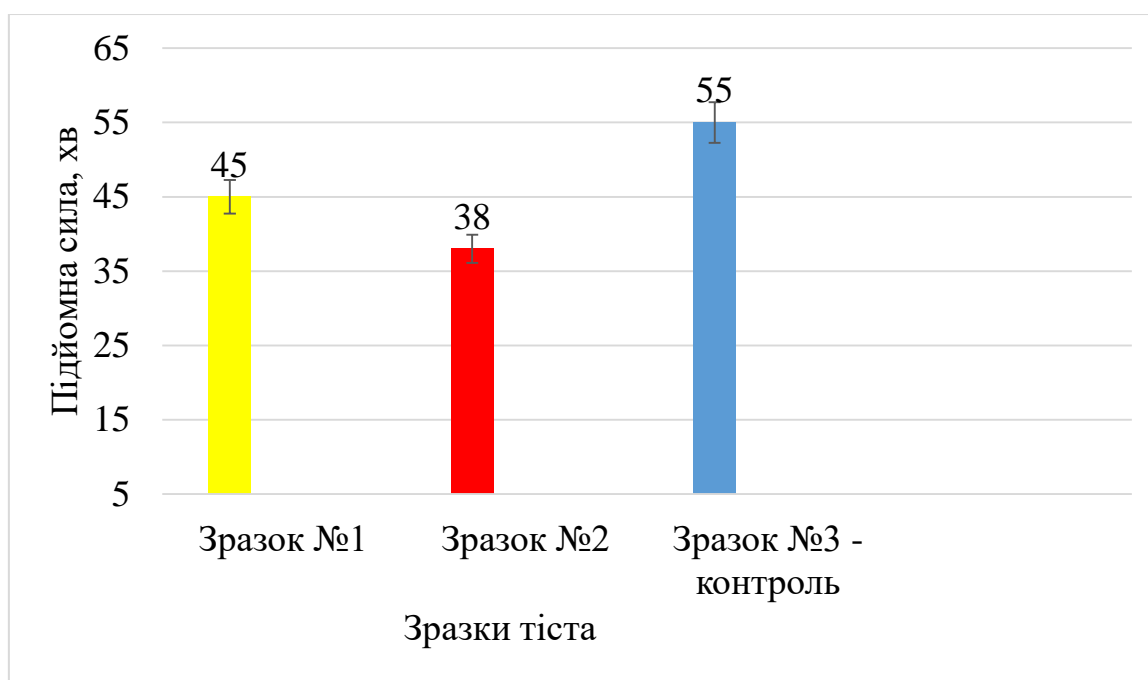


Рис. 3.5. Пiдйомна сила тiста замiшаного з пропiоновокислими та молочнокислими бактерiями

Вiдмiчається зменшення часу пiдйомної сили яка проходить в тiстiа за iнкулювання в опару пропiоновокислих й молочнокислих бактерiй (рис. 3.5). При цьому в зразку тiста №2 з вiстом усiєї доданої мiкробiоти час пiдйомної сили був найменший та становив 38 ± 1 хв, що вважається дуже доброю активнiстю наявної мiкрофлори. У зразку №1, що мiстив тiльки молочнокислi бактерiї час пiдйомної сили тiста збiльшився на 7 хв до 45 хв, що також характеризує добру активнiсть борошняної та доданої

молочнокислої мікробіоти. У контрольному зразку, тісто, в якому бродить тільки за участі дріжджів й нативної мікрофлори борошна час підйомної сили хоч і був найменший – 55 хв, але все одно не перевищував межу в 70 хв.

Отже, додавання в опару пропіоновокислих й молочнокислих бактерій одночасно з дріжджами сприяє активній газоутворюючій здатності в тісті. Адже збільшення питомого об'єму тіста напряму залежить від пропіоновокислих бактерій, оскільки в зразку №1 з вмістом молочнокислих бактерій об'єм був менший. Дані дослідження узгоджуються результатами [16, 71], щодо участі пропіоновокислих бактерій в ферментації молочної сировини та продукування вуглекислого газу у молочних продуктах. Тому введення цієї мікробіоти в опару сприятиме збільшення напівфабрикатів за короткий час виробництва.

3.5. Характеристика свіжовипечених та під час зберігання пшенично-житніх зразків хліба з пропіоновокисломи й молочнокислими бактеріями

У подальшому із тіста зразків №1, №2, №3 було випечено хліб за технологічною схемою рис. 3.1 та піддано його комплексній характеристиці. Готові зразки хліба характеризували за показниками, які можуть дати повну оцінку їх споживчим й якісним властивостям. Зокрема на першому місці було визначено кислотність хліба, оскільки у всіх зразках тіста була наявна молочнокисла мікробіота від якої в майбутньому залежить черствіння. Дані приведено на рис. 3.6.

Аналізуючи кислотність у пшенично-житньому хлібі (рис. 3.6) відмічаємо тенденцію до більшого підкислення хліба у якому в технологічному процесі окрім молочнокислих бактерій ще застосовували пропіоновокислі (зразок №2). Такі дані пов'язуються з результатами кислотності тіста, адже зразок №2 також мав найвищу кислотність, що ще раз підтверджує вірогідність наших показників про синергічний вплив

пропіоновокислих бактерій на кислотоутворюючі властивості молочнокислих бактерій за ферментації пшенично-житнього борошна.

До того ж зразок хліба №1, тісто якого виброджене з додаванням штамів тільки молочнокислих лактобактерій не відрізнявся суттєвою різницею кислотності, порівнюючи з хлібом №2. У зразку №1 кислотність становила $8,1 \pm 0,1$ град, водночас пшенично-житній хліб, в опару якого додавали тільки штами дріжджів (зразок №3 – контроль) мав найнижчу кислотність $7,5 \pm 0,1$ град.

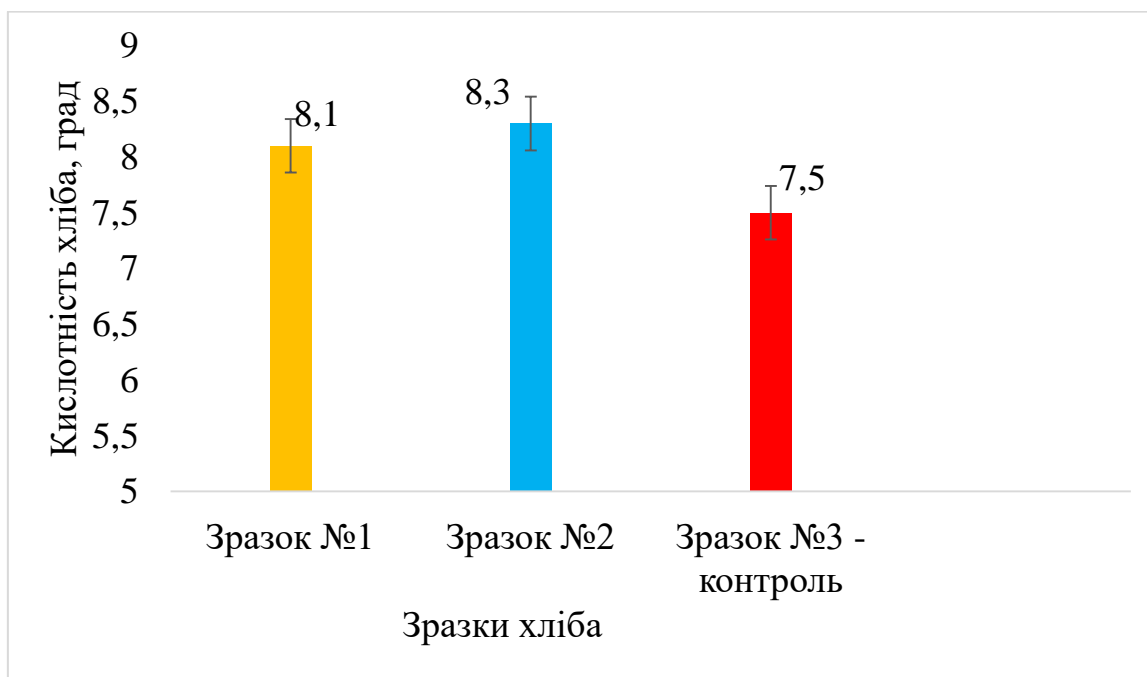


Рис. 3.6. Кислотність пшенично-житного хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями

Хоча експериментальні зразки пшенично-житного хліба (№1, №2) мали більшу кислотність за хліб №3, всі вони відповідали нормативним вимогам й така кислотність вважається досить доброю для тривалішого зберігання й мікробного псування.

Отже, приготування опари на штаммах пропіоновокислих, молочнокислих бактерій вірогідно впливає на зростання кислотності хліба, оскільки вона була на $0,8$ град більша, ніж у хліба на дріжджах.

Бродильні зміни у тісті та їх вплив на структурно-механічні властивості готових виробів характеризує показник пористості, за значенням пористості можна сказати про зміни, які проходили в тісті від початку бродіння до його розстоювання. Дані щодо величини пористості у наших зразках хліба наведено на рис.3.7.

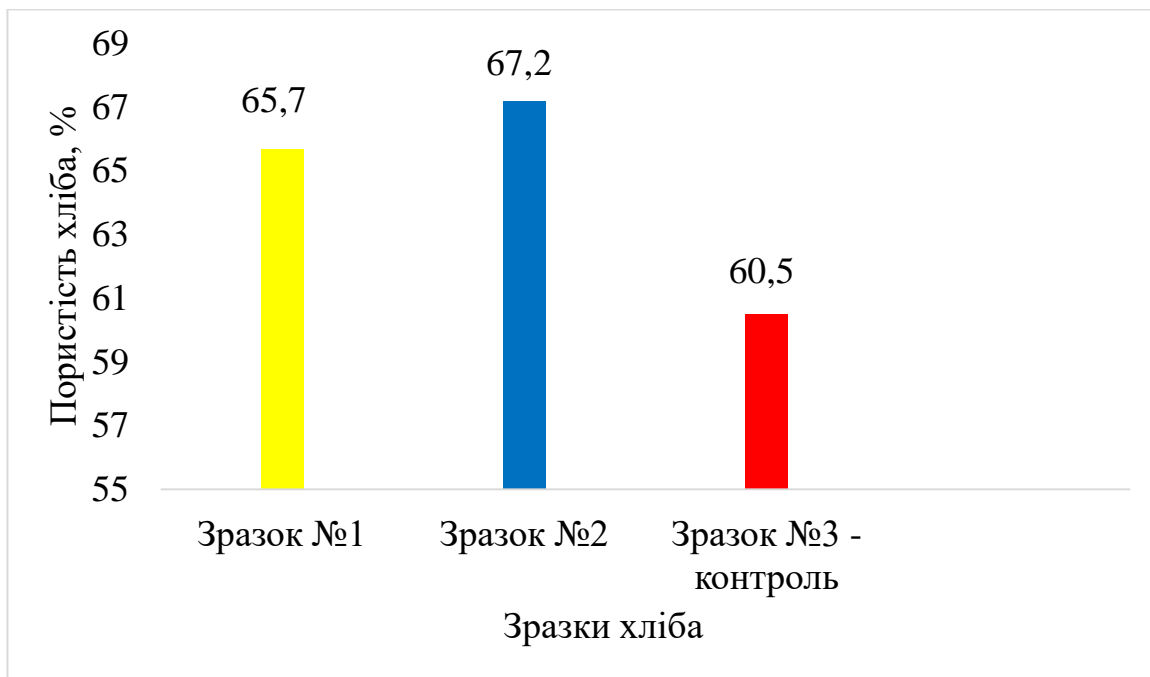


Рис. 3.7. Пористість пшенично-житнього хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями

Виявлено (рис. 3.7) позитивну кореляцію між доданими штамми мікроорганізмів до опари та пористістю готових пшенично-житніх виробів. Оскільки відмічається зростання пористості у зразку хліба в опару якого додали штами пропіоновокислих й молочнокислих бактерій, порівнюючи з хлібом без даних штамів. Зокрема у пшенично-житньому хлібі з штамми *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* (№2), величина пористості становила $67,2 \pm 0,2$ %, у зразку №1 без даних штамів, але з молочнокислими бактеріями вона була – $65,7 \pm 0,2$ %, однак найменша пористість була у пшенично-житньому хлібі в контролі – $60,5 \pm 0,2$ %, що в середньому на 7 % нижчий показник.

Отже, пшенично-житній хліб у бродильних процесах якого приймали участь пропіоновокислі й молочнокислі бактерії буде краще засвоюватися організмом через вищу пористість.

Будь-який споживач при виборі хлібобулочних виробів звертає на їх об'єм, вироби з більшим об'ємом асоціюються з більшою вагою й поживністю. Тому нами було визначено питомий об'єм дослідженого хліба (рис. 3.8).

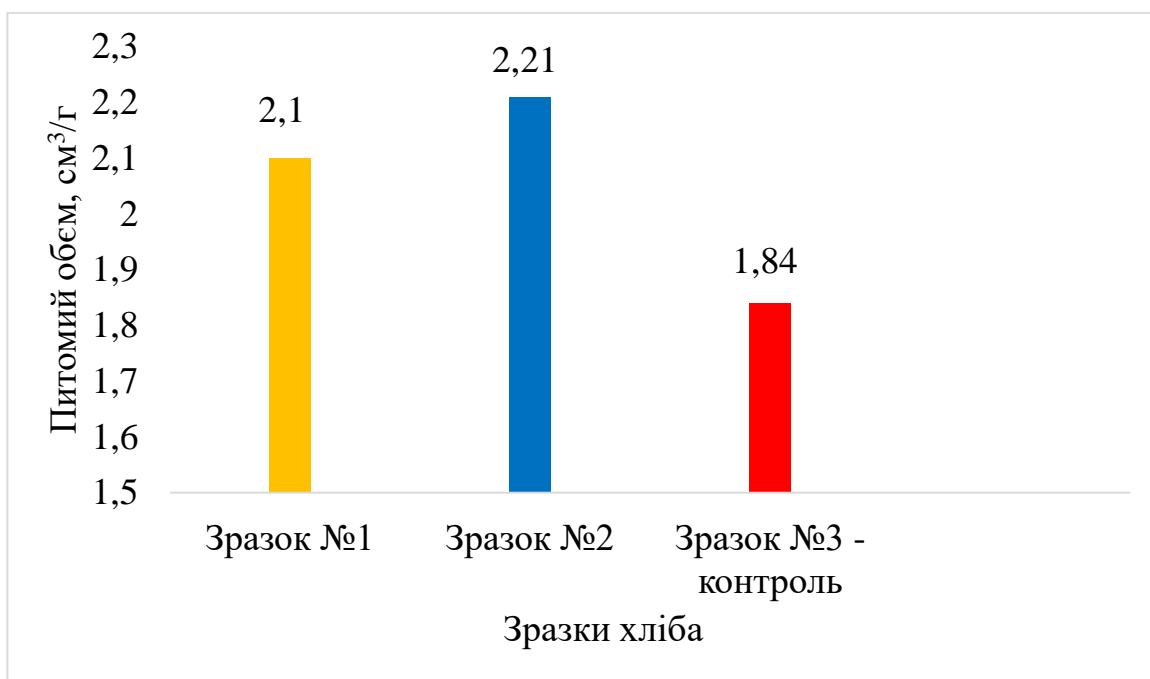


Рис. 3.8. Питомий об'єм пшенично-житного хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями

Питомий об'єм наших зразків свіжоспеченого хліба залежав від наявності у рецептурі штамів пропіоновокислих й молочнокислих бактерій (рис. 3.8). Ці штами у процесі свого розвитку виробляють різні органічні кислоти й газ, серед яких на частку діоксиду вуглецю припадає найбільше. Саме таку тенденцію відмічаємо, за якої найбільший питомий об'єм хліба був у зразку №2 з штамами *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* – $2,21 \pm 0,2$ см³/г, дещо нижчий був у зразку №1 – $2,1 \pm 0,1$ см³/г та найнижчі в контрольному хлібі $1,84 \pm 0,1$ см³/г.

Отже, симбіоз пропіоновокислих й молочнокислих бактерій у заквасці для пшенично-житнього хліба сприяє інтенсивнішим біохімічним процесам,

в результаті яких, в середньому на $0,4 \text{ см}^3/\text{г}$ даний вид хліба більший, ніж у контролі. Про збільшення привабливості хліба завдяки покращеного питомого об'єму в результаті участі молочнокислих бактерій у даному процесі було повідомлено іншими дослідниками [2], які додавали штами лактобактерій *Lactobacillus plantarum* й *Lactobacillus brevis* для тривалішого зберігання й боротьби з спороутворюючими бактеріями.

Наукову зацікавленість для нас становили дослідження з встановлення темпів черствіння хліба у технології виробництва якого застосовувалися пропіоновокислі й молочнокислі бактерії. Таку оцінку проводили за показником крихкуватість мякушки, досліджували свіжий хліб та після зберігання протягом 4 діб (рис. 3.9).

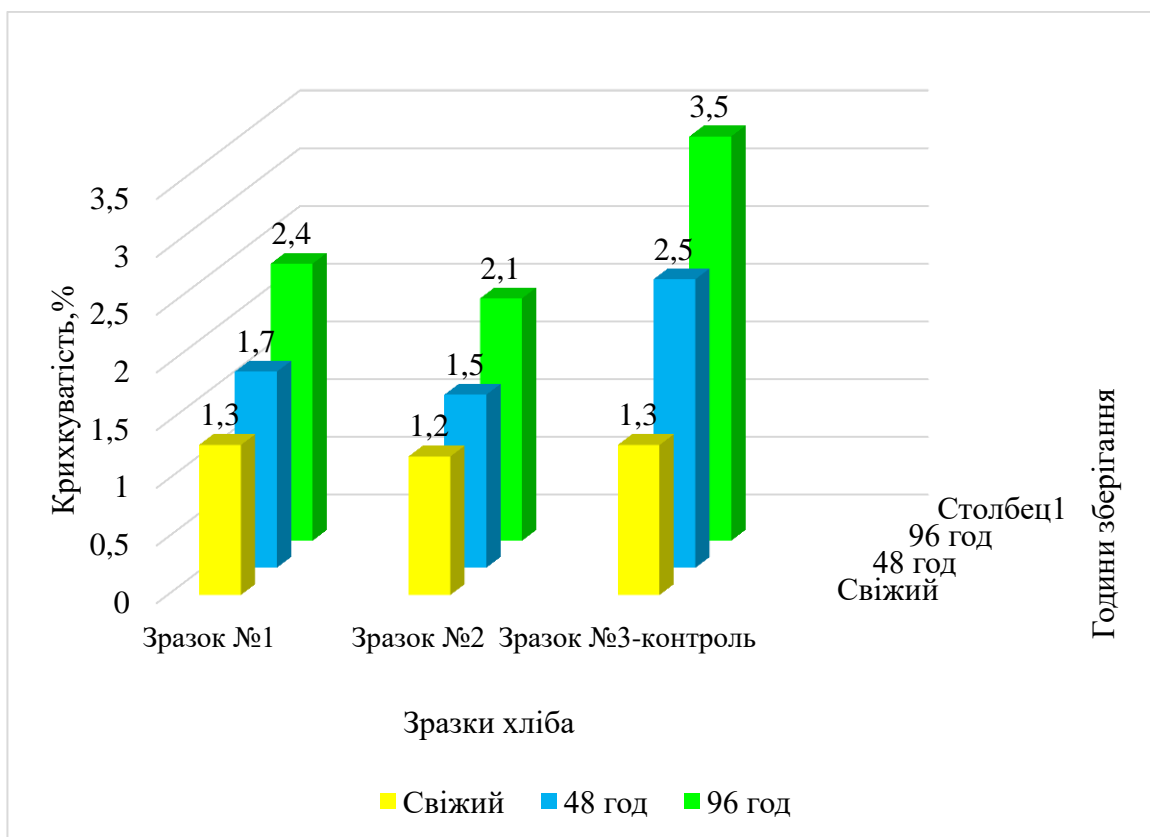


Рис. 3.9. Крихкуватість свіжого пшенично-житного хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями та за зберігання за кімнатної температури

Значення крихкуватості свіжовипеченого хліба не відрізнялися між собою у двох дослідних зразках та в контрольному виробі й становили $1,25 \pm 0,05$ %. Проте, умови зберігання за кімнатної температури зразків хліба вплинули найінтенсивніше на контрольний зразок, так як у ньому відсоток крихт через дві доби був найбільший – 2,5 %, тобто кількість крихт збільшилася в 1,9 раза. У дослідному зразку № 1, в опару якого було додано молочнокислі бактерії кількість крихт протягом двох діб зберігання збільшилася в 1,3 раза до 1,7 %, а в зразку з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями кількість крихт була 1,5 %.

У наступні дві доби витримки борошняних виробів крихкуватість посилювалася, проте в закономірності, яка була виявлена в перші доби. Зокрема у контролі кількість крихт сягнула до 3,5 %, тобто в 2,7 раза від початку зберігання. У зразках хліба з пропіоновими бактеріями (№2) вміст крихт був 2,1 %, а в хлібі №1 – 2,4 %, тобто збільшилася в 1,7 та 1,8 раза, відповідно до вмісту крихт у свіжоспеченому хлібі.

Отже, додавання пропіоновокислих й молочнокислих бактерій до опари під час замішування пшенично-житнього хліба сприяє утворенню в 1,7 раза меншої кількості крихт за 96 год зберігання, порівняно з таким хлібом без даних видів мікроорганізмів. Тобто наші зразки хліба будуть менше черствіти.

Одночасно з визначенням утворення крихт у хлібі пшенично-житньому за зберігання, ми оцінювали його вологість, через те що вологість має прямий вплив на черствіння й утворення крихт. Водночас хліб із значною вологою має схильність до мікробного псування та втрачає свою поживність, оскільки виробник замість виробу продає вологу (рис. 3.10).

За визначений час зберігання розроблених нами виробів вологість зазнавала втрат (рис. 3.10), однак найповільніші темпи були у пшенично-житньому хлібі бродіння тіста якого відбувалося за рахунок пропіоновокислих й молочнокислих мікроорганізмів (№2). Так у цьому виробі на четверту добу дослідження вміст вологи зменшився на 5,1 % і

становив $41,6 \pm 0,4$ %, у хлібі з молочнокислими бактеріями тенденція була аналогічна, проте у контрольному виробі на 5,6 %. Водночас у всіх трьох зразках пшенично-житнього хліба показники вологості ще були на нижньому рівні допустимої межі, близько 40 %. Такі результати узгоджуються з публікаціями [2], які пропонують введення у технологію чистих штамів молочнокислих бактерій певних видів для вирішення ряду технологічних завдань: скорочення часу бродіння, боротьба з бактеріями, які можуть викликати вади, зниження процесів черствіння, тощо.

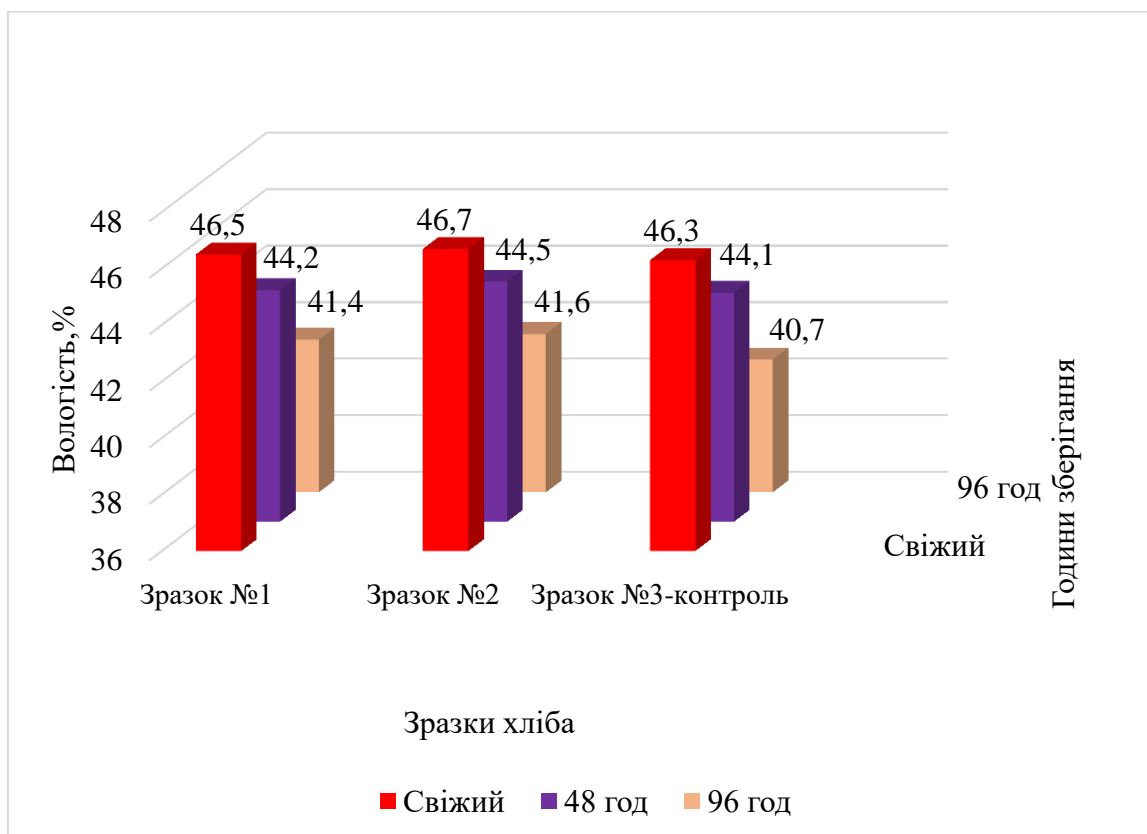


Рис. 3.10. Вологість свіжого пшенично-житнього хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями та за зберігання за кімнатної температури

Отже, вологість пшенично-житнього хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями під час зберігання втрачається повільніше, ніж такого хліба тільки на дріжджовій опарі.

На заключному етапі даного дослідження було проведено органолептичні показники у свіжих пшенично-житніх виробках та через

чотиридобового зберігання за умов кімнатного режиму температури (рис.3.11)

Попередньо було встановлено бальну шкалу з максимальною кількістю 10 балів, де кожен показник мав свою градацію оцінювання. Найбільше це смак і консистенція. Виявлено, що оцінююча дегустаційна група свіжоспечені вироби оцінила в однакову кількість балів 4,8.

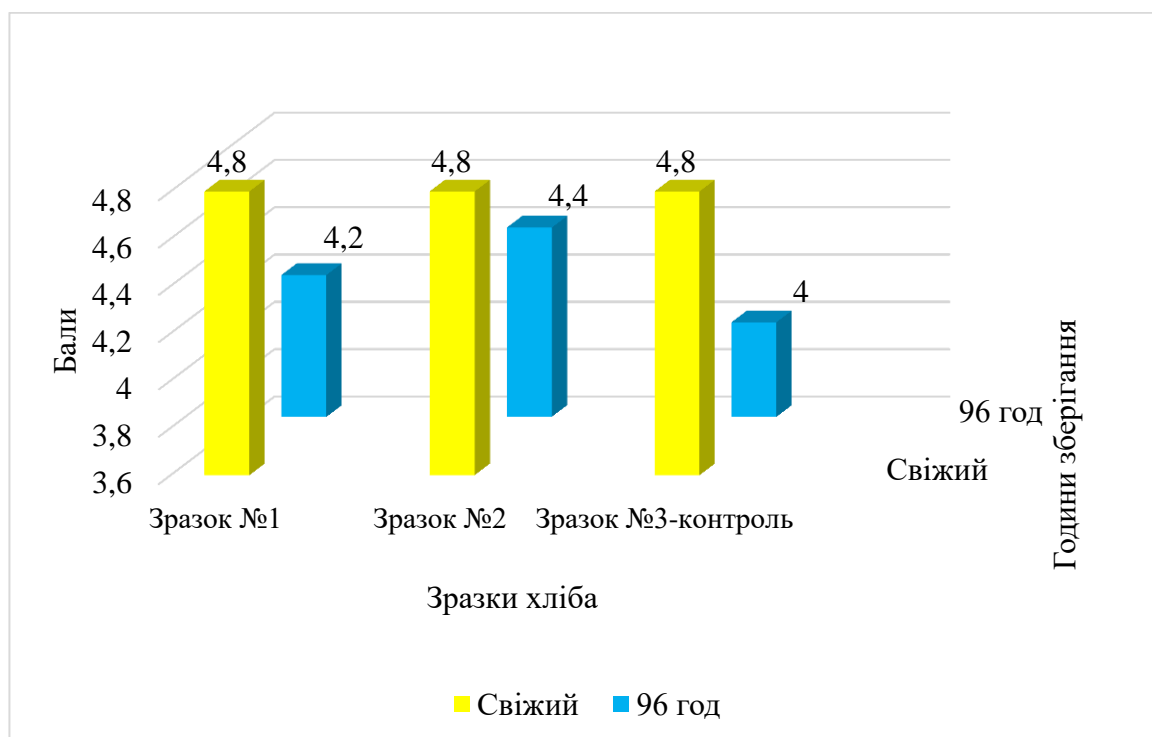


Рис. 3.11. Органолептичні показники свіжого пшенично-житного хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями та за зберігання за кімнатної температури

Втім при зберіганні даних виробів органолептична бальна шкала оцінювання змінювалася в сторону зменшення у всіх зразках. Але найменшу кількість балів через 96 год зберігання було виявлено у пшенично-житньому хлібі, а найбільшу у хлібі з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями зразки №2 й №3. Це на нашу думку перш за все обумовлено меншою втратою вологості та зменшенням крихкуватості мякушки.

Як підсумок з даного дослідження відзначається перспективність поєднання молочнокислих та пропіоновокислих бактерій у технології приготування борошняної опари для виробництва пшенично-житнього хліба.

Тісто у таких виробів швидше бродить, питомий об'єм буханки більший й менше піддається черствінню.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Проведено порівняльний аналіз двох видів борошна виявив значно більший вміст клейковини у пшеничному борошні, водночас за іншими технологічними показниками житнє борошно було сприятливіше для хлібопечення. Тому поєднання двох видів борошна у технології хліба цілком оправданим.

2. У рецептурний склад пшенично-житнього хліба введено пропіоновокислі бактерії штаму *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* та молочнокислі види *Lactobacillus plantarum* й *Lactobacillus brevis*. Вище наведені штами мікроорганізмів додавали в опарну суспензію у кількості 10^3 КУО/мл суспензії.

3. Застосування пропіоновокислих бактерій одночасно з молочнокислими та дріжджовими мікроорганізмами спричиняє синергічну інтенсифікацію бродильних змін внаслідок чого у тісті, приблизно на 30 хв швидше накопичуються органічні метаболіти ферментації, що скоротить процес виробництва.

4. Приготування опари на штаммах пропіоновокислих, молочнокислих бактерій вірогідно впливає на зростання кислотності хліба, оскільки вона була на 0,8 град більша, ніж у хліба на дріжджах. До того у цьому хлібі пористість на 7 % більша, та питомий об'єм на $0,4 \text{ см}^3/\text{г}$ більший, ніж у контролі.

5. Додавання пропіоновокислих й молочнокислих бактерій до опари під час замішування пшенично-житнього хліба сприяє утворенню в 1,7 раза меншої кількості крихт за 96 год зберігання, порівняно з таким хлібом без даних видів мікроорганізмів. Тобто наші зразки хліба будуть менше черствіти. Запропоновано вносити у опару для житньо-пшеничного хліба пропіоновокислі бактерії штаму *Propionibacterium freudenreichii subsp.*

freudenreichii та молочнокислі види *Lactobacillus plantarum* й *Lactobacillus brevis*.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

4.1.1. Пожежна техніка і первинні засоби пожежогасіння.

Пожежні засоби поділяються на такі:

пожежні автомобілі, пожежні машини; первинні засоби пожежогасіння (пожежний немеханізований інвентар, інструмент, вогнегасники тощо); пожежну сигналізацію; установки автоматичного пожежогасіння.

Пожежні машини призначені для виготовлення вогнегасних речовин: газу, повітряномеханічної піни, аерозольних сумішей, порошків, снігоподібної маси. Вони можуть бути стаціонарними або пересувними.

Пожежні автомобілі використовують для ліквідації пожеж на значних відстанях від їх осередків. Широко використовуються автомобілі, оснащені пожежними машинами з використанням води. Ними переважно оснащені регіональні пожежні частини та пожежні частини великих підприємств.

Мотопомпа — це пожежна машина, призначена для створення великого струменя води під тиском, із забором її з водоймища. Мотопомпи бувають стаціонарні або пересувні.

Первинні засоби пожежогасіння: внутрішні крани з пожежними рукавами і стовбурами; вогнегасники піняві, вуглекислотні, порошкові тощо; ящики з піском, бочки з водою; простирадла азбестові, повстяні, брезентові; ручний пожежний інструмент.

Вогнегасник — переносний чи пересувний пристрій для гасіння пожеж вогнегасною речовиною, яку він випускає після приведення його в дію.

За мобільністю та масою виділяють такі типи вогнегасників: переносними (вага яких не перевищує 20 кг); пересувними (вага яких становить не менше 20 кг, але і не більш 270 кг). Цей вид вогнегасників, зазвичай, облаштований

емністю для заливу протипожежної рідини, змонтованою безпосередньо на візку.

За видом вогнегасної речовини вогнегасники поділяються на: водяні (із зарядом води чи води з домішками); водопінні (із зарядом водяного розчину піноутворюючих домішок); вуглекислотні (із зарядом діоксиду вуглецю); порошкові (із зарядом вогнегасного порошку); хладонові (із зарядом вогнегасної речовини на основі галогенізованих вуглеводнів);

У назві вогнегасника: перша літера В – вогнегасник, друга – вид вогнегасної речовини (В – водяний, ВП – водопінний, ВПА – водопінний аерозольний, ВК – вуглекислотний, П – порошковий, Г – газовий). Цифра після великих літер означає масу вогнегасної речовини у кілограмах, що міститься у його корпусі.

Тривалість дії більшості переносних вогнегасників складає від декількох секунд до 1 хв., тому при користуванні ними необхідно діяти швидко і рішуче.

клас А - горіння твердих речовин, що супроводжується (підклас А1) або не супроводжується (підклас А2) тлінням;

клас В - горіння рідких речовин, що не розчиняються (підклас В2) у воді;

клас С - горіння газів;

клас Д - горіння металів та їх сплавів

клас Е - горіння електроустановок під напругою.

Як вогнегасний засіб у вогнегасниках використовують хімічну або повітряномеханічну піну, діоксид вуглецю (у рідкому стані), аерозольні сполуки й порошки, що містять бром. Вогнегасники бувають: хімічні пінні, повітряно-пінні, вуглекислотні, порошкові, хладонові.

Переносні вогнегасники використовують для ліквідації невеликих пожеж.

Пересувні вогнегасники змонтовані на візку.

Рідинний вогнегасник — це вогнегасник, який заправляється чистою водою або водою з домішками.

Хімічний пінний вогнегасник — це вогнегасник, заряд якого складається з двох частин: кислотної та лужної.

Вогнегасник ВХП-10 (рис. 13) має вигляд звареного сталевого корпусу (1), який заповнений лужним розчином. У ньому встановлений поліетиленовий стакан (2) з кислотною сполукою. При повороті ручки (6) понад 1800 шток (7) піднімається і відкриває горловину стакана (2). При перекиданні вогнегасника догори дном сполуки переміщуються, отримана піна з діоксидом вуглецю викидається назовні через отвір випрiskyвання (10). П[^]-. ред використанням вогнегасника за допомогою голки (15) слід проколоти мембрану (11) і прочистити отвір випрiskyвання. Довжина струменя — 6 м, термін дії — 60 с. *Не можна застосовувати при гасінні електроустановок, що перебувають під напругою.*

Повітрянопінний вогнегасник — це вогнегасник, у якому використовується 5-6 %-ний водяний розчин піноутворювача. Він застосовується для гасіння твердих речовин, крім речовин, що горять без доступу повітря.

Вуглекислотний вогнегасник — це прилад багаторазової дії з зарядом вуглекислоти. Його доцільно застосовувати в бібліотеках, архівах, лабораторіях, музеях, для електроустановок.

Вогнегасник ВВ-2 (рис. 14) має вигляд сталевого балона (1), до горловини якого на конусній різьбі вкручено вентиль (3), з сифонними трубками (4). Запорний вентиль має запобіжну мембрану (2). Розтруби (5) вогнегасників ВВ-2 та ВВ-5 з'єднані з корпусом вентиля шарнірами. Використовують як ручні вогнегасники (ВВ-2, В-5 тощо), так і у транспортному виконанні (рис. 15). Балон заповнений зрідженою вуглекислотою під тиском 7 МПа. При відкриванні вентиля зріджена вуглекислота викидається з балона, випарюється, сильно охолоджується і виходить назовні вигляді снігу. Довжина струменя — 2-3 м, термін дії — 30-40 с. Застосовується в електроустановках, що знаходяться під напругою. Щоб запобігти обмороженню, не можна доторкатися до розтруба оголеними частинами тіла. Перевіряють вуглекислотні вогнегасники зважуванням.

Порошковий вогнегасник — прилад, заряд якого — *порошок*, який до осередку пожежі подають стиснутим повітрям, що знаходиться у балончику під тиском 15 МПа (*мегапаскаль*), запобіжний клапан спрацьовує при тиску 0,8 МПа, термін гасіння — 30 с. Такий вогнегасник застосовується для *гасіння твердих матеріалів, лужних металів, електроустановок, приміщень лабораторій, складів.*

Хладоновий вогнегасник — прилад для гасіння пожежі, який створює *аерозольний струмінь, що складається з дрібнодисперсних крапель. Заряд — галоїдні вуглеводні.* Такі вогнегасники застосовують для гасіння пожеж, що виникають на електроустановках під напругою до 380 В, твердих речовин, металів, карбідів, тліючих і здатних горіти без доступу повітря речовин.

Водяний вогнегасник використовується для гасіння твердих горючих матеріалів і тліючих предметів (пожежі класу А). Він добре гасить дерево, вугілля, папір, текстиль, деякі види пластику та синтетичних матеріалів. Водою не можна гасити ЛЗР, речовини, що виділяють горючі гази під час взаємодії з водою, електроустановки під напругою, цінні папери та устаткування.

Переваги:

низька вартість гасильного агента; ефективне охолодження вогнища горіння; екологічна чистота і безпека для людей; можливість струменем (до 6 м) досягати об'єкти, які горять на висоті.

Недоліки:

не можна гасити устаткування під напругою; вузькі межі застосування; «боїться» низьких температур внаслідок замерзання води; не рекомендується застосовувати в приміщеннях де зберігаються цінності, які просочуються водою;

Вуглекислотний вогнегасник призначений для гасіння рідких і газоподібних речовин (класи В, С).

Переваги:

компактність; ефективність гасіння, особливо на початковій стадії пожежі; широкі температурні межі використання і зберігання; незамінний при гасінні приміщень з дорогими і раритетними речами.

Недоліки:

зниження рівня кисню в приміщенні, де був використаний вогнегасник, надає токсичну дію на людину, спричиняє задиху; небезпека «холодного опіку» при дотику до металевого розтруба; високий тиск робить чутливим вогнегасник до ударів; найважчий в порівнянні з іншими вогнегасниками.

Порошковий вогнегасник використовується для первинного гасіння пожеж класу А (тверді речовини), В (тверді речовини, що плавляться при високій температурі або ГР) і С (горючі гази) та електроустановок напругою до 1000 В. простота, висока ефективність роботи, широка вогнегасна здатність, найкраще співвідношення ціна – якість гасіння; зручність при гасінні, за рахунок відносно невеликої ваги і розмірів; безпека при гасінні електроустановок з напругою до 1000 В; широкий робочий температурний діапазон від -40 до + 50°C.

Недоліки:

заборонено використовувати при гасінні матеріалів, горіння яких може відбуватися без доступу повітря (лужних і лужноземельних металів); немає охолоджуючого ефекту, тому можливе повторне займання на погашених ділянках пожежі від різних нагрітих конструкцій та обладнання; можливий вихід з ладу обладнання чутливого до порошкового забруднення (комп'ютерне обладнання, оптика тощо); через високу летючість порошку в приміщенні знижується видимість, відповідно знижується ефективність гасіння.

Технічне обслуговування вогнегасника полягає у: – перевірці тиску робочого газу – один раз на рік; – перевірці стану вогнегасного порошку – один раз на 5 років; – повторному огляді балона – через кожні 5 років.

Перевірка тиску газу проводиться візуально за індикатором (манометром).

Стрілка індикатора повинна перебувати в зеленому секторі шкали

манометра. При переміщенні стрілки до червоного сектору шкали вогнегасник необхідно заправити газом.

Приведення в дію порошкового вогнегасника:

- а) вогнегасник порошковий необхідно наблизити на максимальну, але безпечну відстань до вогнища спалаху, для гасіння пожежі, при цьому необхідно врахувати, що максимальна довжина струменя вогнегасної речовини досягає 3 м в довжину;
- б) зірвати пломбу, розташовану у верхній частині порошкового вогнегасника, на запірно - спусковому пристрої;
- в) на запірно - спусковому пристрої висмикніть чеку з гнізда;
- г) звільніть насадку шланга і направте її на вогнище загоряння;
- д) натисніть на важіль подачі вогнегасної речовини з вогнегасника;
- е) слід почекати три - п'ять секунд, до того моменту, коли вогнегасник буде приведений в готовність;
- ж) як тільки струмінь вогнегасної речовини почне виходити з вогнегасника, направити його для гасіння, на вогнище пожежі чи загоряння.

Якщо порошковий вогнегасник застосовувався у закритому або маленькому приміщенні або просторі, відразу після погашення вогнища займання, необхідно провітрювання приміщення бо в приміщенні можливе утворення загазованості, запиленості простору, що може негативно позначитися на людському здоров'ї.

Пожежний інвентар – сукупність пристосувань (предметів) для боротьби з пожежами.

До них належать покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні рукава, крани тощо.

Пожежний інструмент – це інструмент для розкриття і розбирання конструкцій та проведення аварійно-рятувальних робіт при гасінні пожежі.

До них належать: гак (багор), лом, сокира, відра, лопати різних видів, ножиці для різання металу.

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Підвищення стійкості роботи підприємств харчової промисловості в воєнний час

Заходи з підвищення стійкості планують з урахуванням місцевих умов, важливості об'єкта, його географічного положення, економічної доцільності проведення заходів. На мирний час планують головним чином трудомісткі заходи, які потребують значних матеріальних витрат і часу, а на період загрози нападу противника - такі заходи, що не потребують багато часу чи проведення яких не є доцільним у мирний час.

Заходи, що проводяться за мирного часу

Усі заходи з підвищення стійкості роботи об'єкта поділяють на організаційні, інженерно-технічні й технологічні (зміни технології виробництва на воєнний час).

У мирний час повинні проводитися тільки інженерно-технічні й організаційні заходи. Вони включають такі напрямки:

- захист робітників, службовців та членів їх сімей;
- підвищення стійкості будівель і споруд;
- захист технологічного обладнання;
- підвищення надійності систем електро-, водо-, та газопостачання;
- захист сировини, напівфабрикатів і готової продукції від зараження радіоактивними, сильнодіючими отруйними речовинами та бактеріальними засобами;
- виключення або обмеження ураження вторинними факторами;
- забезпечення стійкого матеріально-технічного постачання;

- підвищення надійності керування;
- раціональне розміщення запасів матеріальних засобів;
- підготовка до відновлення зруйнованого виробництва.

Захист робітників, службовців та їх сімей

Для надійного захисту робітників, службовців та членів їх сімей проводять такі заходи:

- завчасно будують захисні споруди на об'єкті (сховища) і в заміській зоні (ПРУ);
- створюють і підтримують у готовності системи сповіщення та зв'язку;
- забезпечують робітників і службовців засобами індивідуального захисту;
- проводять підготовку до евакуації в заміську зону;
- здійснюють навчання робітників, службовців та населення засобами захисту і діям за сигналами ЦЗ.

Підвищення стійкості будівель та споруд

Для підвищення стійкості будівель та споруд до дії вражаючих факторів проводять наступні заходи:

- зміцнення несучих, огорожуючих та інших конструкцій будівель та споруд (постановка додаткових колон, ферм, рам та ін);
- підсилення цокольного поверху прогонами, закладання віконних проїомів цеглою, щитами та ін.;
- встановлення допоміжних перекриттів, підкосів, розпірок тощо;
- підсилення конструкцій обкладкою лантухами з піском;
- встановлення додаткових зв'язків між окремими елементами споруди;
- закріплення відтяжками високих малостійких споруд;
- заглиблення споруд або створення захисних валів (обвалування споруд);
- заміна елементів конструкції, які згоряють, такими, що не займаються, використання вогнезахисних покриттів.

Захист технологічного обладнання

Захист технологічного обладнання входить до загального комплексу інженерно-технічних заходів з підвищення стійкості роботи і передбачає:

- розміщення важкого обладнання на нижніх поверхах будівлі;
- міцне закріплення обладнання на фундаментах;
- встановлення контрфорсів, які підвищують стійкість обладнання щодо перекидання його швидкісним напором ударної хвилі.

Підвищення стійкості роботи систем електро-, водо- та газопостачання

Стійкість постачання об'єкта електроенергією, газом і водою досягається проведенням як загальноміських інженерно-технічних засобів, так і заходів на об'єктах.

Загальними заходами для цих систем є:

- підключення об'єкта не менш як до двох джерел постачання;
- створення автономних резервних джерел (будівництво на об'єкті артезіанських свердловин та резервного водопостачання, використання рухомих електростанцій, підземних газосховищ);
- захист джерел постачання та їх розосередження на інтервалах безпеки;
- кільцювання систем постачання;
- пристосування об'єкта до роботи на різних видах палива (газ, вугілля, мазут) і створення резервних запасів палива;
- заглиблення комунікацій систем постачання;
- встановлення приладів автономного відключення зруйнованих ділянок систем постачання і переключення потоку постачання на діючі ділянки.

Захист запасів сировини, напівфабрикатів, готової продукції від забруднення радіоактивними, сильнодіючими та отруйними речовинами і бактеріологічними засобами

У мирний час здійснюють заходи, які спрямовані на забезпечення захисту запасів сировини, напівфабрикатів та готової 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 герметизації герметизованих транспортних засобів для транспортування продуктів і товарів, для надійного захисту продуктів харчування, харчової сировини та інших продовольчих товарів і їх запасів можна використовувати гірські виробки й заглиблені порожнини. У них будують складські приміщення, які внаслідок такого розміщення простіше захистити не тільки від зараження, а й від усіх інших вражаючих факторів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kukhtyn, M., Vichko, O., Berhilevych, O., Horyuk, Y., & Horyuk, V. (2016). Main microbiological and biological properties of microbial associations of "Lactomyces tibeticus". *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(6), 1266-1272.
2. Vaičiulytė-Funk, L., Žvirdauskienė, R., Šalomskienė, J., & Šarkinas, A. (2015). The effect of wheat bread contamination by the Bacillus genus bacteria on the quality and safety of bread. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102(3), 351-358.
3. Rollán, G., Gerez, C. L., Dallagnol, A. M., Torino, M. I., & Font, G. (2010). Update in bread fermentation by lactic acid bacteria. *Current research, technology and education, topics in applied microbiology and microbial biotechnology*, 2, 1168-1174.
4. Di Cagno, R., De Angelis, M., Auricchio, S., Greco, L., Clarke, C., De Vincenzi, M., ... & Gobbetti, M. (2004). Sourdough bread made from wheat and nontoxic flours and started with selected lactobacilli is tolerated in celiac sprue patients. *Applied and environmental microbiology*, 70(2), 1088-1096.
5. Salovaara, H. (2004). Lactic acid bacteria in cereal-based products. *Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects*, (Ed. 3), 431-452.
6. Gerez, C. L., Font de Valdez, G., & Rollan, G. C. (2008). Functionality of lactic acid bacteria peptidase activities in the hydrolysis of gliadin-like fragments. *Letters in applied microbiology*, 47(5), 427-432.
7. De Vuyst, L., & Neysens, P. (2005). The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1-3), 43-56.

8. De Bruyne, K., Franz, C. M., Vancanneyt, M., Schillinger, U., Mozzi, F., de Valdez, G. F., ... & Vandamme, P. (2008). *Pediococcus argentinicus* sp. nov. from Argentinean fermented wheat flour and identification of *Pediococcus* species by pheS, rpoA and atpA sequence analysis. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 58(12), 2909-2916.
9. Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14-19.
10. Karpyk, H., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 3-7.
11. Кухтин, М. Д. (2010). Концепція розробки та застосування нормативів для виробництва сирого молока гатунку „екстра” за вмістом мікроорганізмів. *Ветеринарна медицина України*, 10, 42-43.
12. Rollán, G., De Angelis, M., Gobbetti, M., & De Valdez, G. F. (2005). Proteolytic activity and reduction of gliadin-like fractions by sourdough lactobacilli. *Journal of Applied Microbiology*, 99(6), 1495-1502.
13. Gobbetti, M., Rizzello, C. G., Di Cagno, R., & De Angelis, M. (2007). Sourdough lactobacilli and celiac disease. *Food microbiology*, 24(2), 187-196.
14. Katina, K., Arendt, E., Liukkonen, K. H., Autio, K., Flander, L., & Poutanen, K. (2005). Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1-3), 104-112.
15. Horyuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Perkiy, Y. B., Horyuk, V. V., & Semenyuk, V. I. (2016). Identification of Enterococcus isolated from raw milk and cottage cheese “home” production and study of their sensitivity to antibiotics. *Scientific Messenger LNUVMBT named after SZ Gzhytskyj*, 18(3), 70.

16. Бергілевич О.М., Касянчук В.В., Власенко І.Г., Кухтін М.Д.. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Суми: Університетська книга. 2010. – 205 с.
17. Vogel, R. F., Knorr, R., Müller, M. R., Steudel, U., Gänzle, M. G., & Ehrmann, M. A. (1999). Non-dairy lactic fermentations: the cereal world. *Antonie van Leeuwenhoek*, 76, 403-411.
18. Hübner, E., Britton, R. A., Roos, S., Jonsson, H., & Hertel, C. (2008). Global transcriptional response of *Lactobacillus reuteri* to the sourdough environment. *Systematic and applied microbiology*, 31(5), 323-338.
19. De Vuyst, L., & Vancanneyt, M. (2007). Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria. *Food Microbiology*, 24(2), 120-127.
20. Vernocchi, P., Valmorri, S., Gatto, V., Torriani, S., Gianotti, A., Suzzi, G., ... & Gardini, F. (2004). A survey on yeast microbiota associated with an Italian traditional sweet-leavened baked good fermentation. *Food Research International*, 37(5), 469-476.
21. Corsetti, A., & Settanni, L. (2007). Lactobacilli in sourdough fermentation. *Food research international*, 40(5), 539-558.
22. Decock, P., & Cappelle, S. (2005). Bread technology and sourdough technology. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1-3), 113-120.
23. De Angelis, M., Mariotti, L., Rossi, J., Servili, M., Fox, P. F., Rollán, G., & Gobbetti, M. (2002). Arginine catabolism by sourdough lactic acid bacteria: purification and characterization of the arginine deiminase pathway enzymes from *Lactobacillus sanfranciscensis* CB1. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(12), 6193-6201.
24. Лялик, А. Т., Покотило, О. С., Кухтин, М. Д., & Добровольська, С. Я. (2020). Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією за різних умов зберігання. *Вестник Херсонського національного технічного університета*, (1-1 (72)), 109-116.

25. Gerez, C. L., Torino, M. I., Rollán, G., & de Valdez, G. F. (2009). Prevention of bread mould spoilage by using lactic acid bacteria with antifungal properties. *Food control*, 20(2), 144-148.

26. Guynot, M. E., Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2005). An attempt to optimize potassium sorbate use to preserve low pH (4.5–5.5) intermediate moisture bakery products by modelling *Eurotium* spp., *Aspergillus* spp. and *Penicillium corylophilum* growth. *International journal of food microbiology*, 101(2), 169-177.

27. Lavermicocca, P., Valerio, F., Evidente, A., Lazzaroni, S., Corsetti, A., & Gobbetti, M. (2000). Purification and characterization of novel antifungal compounds from the sourdough *Lactobacillus plantarum* strain 21B. *Applied and environmental microbiology*, 66(9), 4084-4090.

28. Кухтин, М. Д., Перкій, Ю. Б., Семанюк, В. І., & Мурська, С. Д. (2012). Сучасні погляди на санітарну обробку технологічного устаткування у харчовій промисловості. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, 14(3-3 (53)), 302-307.

29. Rouse, S., Harnett, D., Vaughan, A., & Sinderen, D. V. (2008). Lactic acid bacteria with potential to eliminate fungal spoilage in foods. *Journal of Applied Microbiology*, 104(3), 915-923.

30. Corsetti, A., & Settanni, L. (2007). Lactobacilli in sourdough fermentation. *Food research international*, 40(5), 539-558.

31. Dal Bello, F., Clarke, C. I., Ryan, L. A. M., Ulmer, H., Schober, T. J., Ström, K., ... & Arendt, E. K. (2007). Improvement of the quality and shelf life of wheat bread by fermentation with the antifungal strain *Lactobacillus plantarum* FST 1.7. *Journal of Cereal Science*, 45(3), 309-318.

32. Кухтин, М. Д. (2008). Мікробіологічні нормативи ефективності технологій одержання молока сирого екстра-гатунку. *Ветеринарна медицина України*, 2, 45-46.

33. Dal Bello, F., Clarke, C. I., Ryan, L. A. M., Ulmer, H., Schober, T. J., Ström, K., ... & Arendt, E. K. (2007). Improvement of the quality and shelf life of wheat bread by fermentation with the antifungal strain *Lactobacillus plantarum* FST 1.7. *Journal of Cereal Science*, 45(3), 309-318.
34. Gerez, C. L., Torino, M. I., Obregozo, M. D., & De Valdez, G. F. (2010). A ready-to-use antifungal starter culture improves the shelf life of packaged bread. *Journal of Food Protection*, 73(4), 758-762.
35. Zhang, C., Brandt, M. J., Schwab, C., & Gänzle, M. G. (2010). Propionic acid production by cofermentation of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus diolivorans* in sourdough. *Food microbiology*, 27(3), 390-395.
36. Horiuk, Y. V., Havrylianchyk, R. Y., Horiuk, V. V., Kukhtyn, M. D., Stravskyy, Y. S., & Fotina, H. A. (2018). Comparison of the minimum bactericidal concentration of antibiotics on planktonic and biofilm forms of *Staphylococcus aureus*: Mastitis causative agents. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(6), 616-622.
37. Coda, R., Rizzello, C. G., Nigro, F., De Angelis, M., Arnault, P., & Gobbetti, M. (2008). Long-term fungal inhibitory activity of water-soluble extracts of *Phaseolus vulgaris* cv. Pinto and sourdough lactic acid bacteria during bread storage. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(23), 7391-7398.
38. Gobbetti, M. (1998). The sourdough microflora: interactions of lactic acid bacteria and yeasts. *Trends in Food Science & Technology*, 9(7), 267-274.
39. Rizzello, C. G., De Angelis, M., Di Cagno, R., Camarca, A., Silano, M., Losito, I., ... & Gobbetti, M. (2007). Highly efficient gluten degradation by lactobacilli and fungal proteases during food processing: new perspectives for celiac disease. *Applied and environmental microbiology*, 73(14), 4499-4507.
40. Vermeulen, N., Pavlovic, M., Ehrmann, M. A., Gänzle, M. G., & Vogel, R. F. (2005). Functional characterization of the proteolytic system of *Lactobacillus sanfranciscensis* DSM 20451T during growth in sourdough. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(10), 6260-6266.

41. Thiele, C., Gänzle, M. G., & Vogel, R. F. (2002). Contribution of sourdough lactobacilli, yeast, and cereal enzymes to the generation of amino acids in dough relevant for bread flavor. *Cereal chemistry*, 79(1), 45-51.
42. Gänzle, M. G., Loponen, J., & Gobbetti, M. (2008). Proteolysis in sourdough fermentations: mechanisms and potential for improved bread quality. *Trends in food science & technology*, 19(10), 513-521.
43. Kukhtyn, M., Salata, V., Berhilevych, O., Malimon, Z., Tsvihun, A., Gutyj, B., & Horiuk, Y. (2020). Evaluation of storage methods of beef by microbiological and chemical indicators. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 602–611.
44. Fasano, A., Berti, I., Gerarduzzi, T., Not, T., Colletti, R. B., Drago, S., ... & Horvath, K. (2003). Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States: a large multicenter study. *Archives of internal medicine*, 163(3), 286-292.
45. Fasano, A., & Catassi, C. (2001). Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, 120(3), 636-651.
46. Lovis, L. J. (2003). Alternatives to wheat flour in baked goods. *Cereal Foods World*, 48(2), 61.
47. De Angelis, M., Coda, R., Silano, M., Minervini, F., Rizzello, C. G., Di Cagno, R., ... & Gobbetti, M. (2006). Fermentation by selected sourdough lactic acid bacteria to decrease coeliac intolerance to rye flour. *Journal of cereal Science*, 43(3), 301-314.
48. Di Cagno, R., Rizzello, C. G., Gagliardi, F., Ricciuti, P., Ndagijimana, M., Francavilla, R., ... & De Angelis, M. (2009). Different fecal microbiotas and volatile organic compounds in treated and untreated children with celiac disease. *Applied and environmental microbiology*, 75(12), 3963-3971.
49. Crowley, P., Schober, T. J., Clarke, C. I., & Arendt, E. K. (2002). The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *European Food Research and Technology*, 214, 489-496.

50. Suomalainen, T. H., & Mäyrä-Makinen, A. M. (1999). Propionic acid bacteria as protective cultures in fermented milks and breads. *Le Lait*, 79(1), 165-174.
51. Al-Zoreky, N., Ayres, J. W., & Sandine, W. E. (1991). Antimicrobial activity of Microgard™ against food spoilage and pathogenic microorganisms. *Journal of Dairy Science*, 74(3), 758-763.
52. Tebben, L., Shen, Y., & Li, Y. (2018). Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough properties and bread quality. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 10-24.
52. Кухтин, М. Д. (2008). Динаміка мікробіологічного та біохімічного процесу в молоці сирому при зберіганні за різних температур. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, 10(3-3 (38)), 229-237.
53. USDHHS, U. (2015). Dietary guidelines for Americans 2015–2020.
54. Bakke, A., & Vickers, Z. (2007). Consumer liking of refined and whole wheat breads. *Journal of food science*, 72(7), S473-S480.
55. Heiniö, R. L., Noort, M. W. J., Katina, K., Alam, S. A., Sozer, N., De Kock, H. L., ... & Poutanen, K. (2016). Sensory characteristics of wholegrain and bran-rich cereal foods—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 47, 25-38.
56. Noort, M. W., van Haaster, D., Hemery, Y., Schols, H. A., & Hamer, R. J. (2010). The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality—Evidence for fibre–protein interactions. *Journal of Cereal Science*, 52(1), 59-64.
57. Hille, J. D., & Schooneveld-Bergmans, M. E. (2004). Hemicellulases and their synergism in breadmaking. *Cereal foods world*, 49(5), 283.
58. Dubois, D. K., & Vetter, J. L. (1987). White, Whole Wheat, Wheat and Multigrain Bread A Survey of Formulas and Processes. *AIB Technical Bulletin*, 9(2).
59. Hemdane, S., Jacobs, P. J., Dornez, E., Verspreet, J., Delcour, J. A., & Courtin, C. M. (2016). Wheat (*Triticum aestivum* L.) bran in bread making: A

critical review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 15(1), 28-42.

60. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *RESEARCH JOURNAL OF PHARMACEUTICAL BIOLOGICAL AND CHEMICAL SCIENCES*, 9(2), 1128-1133

61. Cappelli, A., Cini, E., Guerrini, L., Masella, P., Angeloni, G., & Parenti, A. (2018). Predictive models of the rheological properties and optimal water content in doughs: An application to ancient grain flours with different degrees of refining. *Journal of Cereal Science*, 83, 229-235.

62. De Boni, A., Pasqualone, A., Roma, R., & Acciani, C. (2019). Traditions, health and environment as bread purchase drivers: A choice experiment on high-quality artisanal Italian bread. *Journal of cleaner production*, 221, 249-260.

63. Cappelli, A., Guerrini, L., Cini, E., & Parenti, A. (2019). Improving whole wheat dough tenacity and extensibility: A new kneading process. *Journal of Cereal Science*, 90, 102852.

64. Li, J., Hou, G. G., Chen, Z., Chung, A. L., & Gehring, K. (2014). Studying the effects of whole-wheat flour on the rheological properties and the quality attributes of whole-wheat saltine cracker using SRC, alveograph, rheometer, and NMR technique. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 43-50.

65. Zanoletti, M., Marti, A., Marengo, M., Iametti, S., Pagani, M. A., & Renzetti, S. (2017). Understanding the influence of buckwheat bran on wheat dough baking performance: Mechanistic insights from molecular and material science approaches. *Food Research International*, 102, 728-737.

66. Gao, W., Chen, F., Wang, X., & Meng, Q. (2020). Recent advances in processing food powders by using superfine grinding techniques: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 2222-2255.

67. Kukhtyn M. et al. INVESTIGATION OF ZERANOL IN BEEF OF UKRAINIAN PRODUCTION AND ITS REDUCTION WITH VARIOUS TECHNOLOGICAL PROCESSING //Slovak Journal of Food Sciences. – 2020. – Т. 14.

68. Quayson, E. T., Marti, A., Bonomi, F., Atwell, W., & Seetharaman, K. (2016). Structural modification of gluten proteins in strong and weak wheat dough as affected by mixing temperature. *Cereal Chemistry*, 93(2), 189-195.

69. Su, X., Wu, F., Zhang, Y., Yang, N., Chen, F., Jin, Z., & Xu, X. (2019). Effect of organic acids on bread quality improvement. *Food Chemistry*, 278, 267-275.

70. Aljaafreh, A. (2017). Agitation and mixing processes automation using current sensing and reinforcement learning. *Journal of Food Engineering*, 203, 53-57.

71. Dziki, D. (2022). Rye flour and rye bran: New perspectives for use. *Processes*, 10(2), 293.

72. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. ТНТУ, 157с

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

74. ДСТУ 7045 – 2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико – хімічних показників. Держспоживстандарт України. Київ, 2009. 33 с.

75. Хімічний та мікробіологічний аналіз харчової продукції: навч. посібник / І. М. Кобаса, Л. М. Чебан, М. М. Воробець, В. Г. Юкало, М. Д. Кухтин. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т імені Юрія Федьковича, 2014. – 196 с.

76. Практикум з дисциплін «Основи охорони праці», «Охорона праці в галузі»: Навчальний посібник / М.П. Супрович, А.М. Марущак, М.А. Тиш,

К.В. Замойська. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2016. – 352

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

78. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона Навчальний посібник / За ред. полковника В.С. Франчука - 2 ге вид., доп - Львів, Афіша,-2001. – 336с.

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

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЯКІСТЬ ВОДИ: БІОМЕДИЧНІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ, АГРОПРОМИСЛОВІ І ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Збірник матеріалів
II Міжнародної науково-технічної
конференції
24-25 травня 2023 року



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

ISBN 978-617-7875-61-0

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Митник М. – к.т.н., доцент, ректор ТНТУ імені Івана Пулюя

Заступник голови

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

Наукові секретарі

Криськова Л. – асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

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

Члени програмного комітету

Покотило О.	Україна
Кухтин М.	Україна
Юкало В.	Україна
Лещук Р.	Україна
Корда М.	Україна
Тайлер В. ЛеБарон	США
Бриндза Ян	Словаччина
Вавренчик М.	Польща
Шинго Охта	Японія
Слезак Ян	Словаччина
Соколюк В.	Україна
Андрусина І.	Україна
Кривцова М.	Україна
Гудзь Н.	Україна

Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти:
Я45 Збірник матеріалів II Міжнародної науково-технічної конференції. (Тернопіль
24–25 травня 2023 року) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т
ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – 109 с.

ISBN 978-617-7875-61-0

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

© Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя, 2023
© ФОП Паляниця В. А., 2023

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ХЛІБА ДО ЗБЕРІГАННЯ	
Х.Ю., Кравченко, Р.Ю. Кравченко	37
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	
Н.Р. Бойко	38
ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗБАГАЧЕННЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ СЕЛЕРЕЮ	
І.П. Борсук	39
АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ У ЗАКВАСКАХ ДЛЯ ХЛІБА	
В.Р. Долинюк	40
ДЖЕРЕЛА ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ МОЛОЧНОКИСЛИХ МІКРООРГАНІЗМІВ	
Р.М. Дутка	41
ПІДБІР ЕФЕКТИВНИХ КОНСЕРВАНТІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ	
Х.Ю., Кравченко, Н.М. Свента	42
ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОЇ СИРОВИНИ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	
Г.В. Карник, В.Г. Юрчак, Л.В. Клим	43
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОДИ В МАКАРОННИХ ВИРОБАХ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
Н. Я. Дутчак	44
РОЛЬ МІКРОБІОТИ КЕФІРУ У ФОРМУВАНІ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ	
Н.І. Карабін, М.Д. Кухтин	45
РОЛЬ ФАГІВ МОЛОЧНОКИСЛИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА СИРУ І КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	
Г.В. Карник, К.І. Войтович	46
НЕТРАДИЦІЙНІ ВИДИ СИРОВИНИ ДЛЯ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ	
А.В. Тимків	47
ХАРЧОВІ ДОБАВКИ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЧЕРСТВІННЯ ХЛІБА	
Жанна Свергун	48
СПОСОБИ ДЕЗІНФЕКЦІЇ КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ	
Г.В. Карник, В.Г. Юрчак, А.Є. Грецук	49
ВПЛИВ РОСЛИННОГО СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧА НА КІЛЬКІСТЬ АДСОРБОВАНОЇ ВОЛОГИ В МАКАРОННОМУ НАПІВФАБРИКАТІ	
Г.С. Кочетова, В.З. Салата, М.Д. Кухтин	50
ДОСЛІДЖЕННЯ 17 β -ЕСТРАДІОЛУ У МОЛОЦІ	
Т. Лісовська, Л. Криськова, В. Стефанишин	51
ПОГЛЯД НА НОВІ ДЕСЕРТИ	
О.Б. Васильків, М.Д. Кухтин	52
ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІОФАГІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
К.Є. Дацишин, М.М. Чижевська	54
СИРОВАТКОВИЙ ФЕРМЕНТОВАНИЙ НАПІЙ ІЗ ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ БЛКА	
Г.В. Карник, М.В. Стасюк	55
РОЛЬ ВОДИ В УТВОРЕНІ ТІСТА ДЛЯ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ	
Ірина Назарко, Інна Салук, Галина Білецька	56
ВПЛИВ ЯКОСТІ ВОДИ НА ВИРОБНИЦТВО ЯКІСНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
	58

УДК 664

І. П. Борсук, студент

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ У ЗАКВАСКАХ ДЛЯ ХЛІБА

I. P. Borsuk, student

RELEVANCE OF USING LACTIC ACID BACTERIA IN BREAD YOURDENS

Молочнокислі бактерії широко використовуються у виробництві ферментованих харчових продуктів, як закваски. Ці бактерії є промислово важливими організмами та відіграють важливу роль у ферментації та збереженні харчових продуктів, як природна мікрофлора або як закваски, що додаються в контрольованих умовах. Види, які використовуються для ферментації сировини, належать до родів *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* і *Lactobacillus* [1]. Молочнокислі бактерії мають довгу історію використання у різноманітних процесах бродіння борошняного тіста, особливо у виробництві хлібобулочних виробів. Консервуюча дія заквасок харчових продуктів і напоїв пояснюється спільною дією низки антимікробних метаболітів, що утворюються під час процесу бродіння. Молочна кислота є домінуючим метаболітом молочнокислого бродіння. Основні антимікробні сполуки, що виробляються закваскою молочнокислих бактерій – це молочна та оцтова кислота, діацетил, ацетальдегід, перекис водню, вуглекислий газ і бактеріюцини [1]. Зазвичай вважається, що органічні кислоти проявляють свій антимікробний ефект, перешкоджаючи підтримці потенціалу клітинної мембрани, інгібування активного транспорту, зниження внутрішньоклітинного рН та інгібування різноманітних метаболічних функцій. Бактеріюцини, що виробляються молочнокислими бактеріями, представляють великий інтерес для індустрії ферментації харчових продуктів, як природні консерванти через їх здатність пригнічувати ріст багатьох бактерій, що псують харчові продукти, і патогенних бактерій [2].

Дослідження показують, що спороутворюючі бактерії *B. subtilis* та інші споровики завжди присутні у певній кількості у борошні різного виду та сорту, а відповідно наявність їх у тісті під час випікання хліба є неминуча [2]. За значного забруднення борошна даними мікроорганізмами, вони спричиняють вади готового продукту (ослизнення м'якуша, гнильний запах або кольорові плями), зазвичай пшеничного хліба під час зберігання. При цьому вади починають з'являтися вже з першої доби зберігання за кімнатної температури 19 ± 1 °C (легкі) та помірні за температури 30 ± 1 °C. За зберігання хліба в умовах холодильника вище наведені вади з'являються на 3 добу. При виробництві хліба на заквасках з використанням молочнокислих бактерій *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. acidophilus* і *L. casei subsp. casei* відмічали пригнічення росту спороутворюючих бактерій, а зберігання хліба за 18 ± 1 °C протягом 3 діб не спричиняло видимих ознак появи органолептичних змін. Отже, використання перевірених штамів лактобактерій у хлібопекарській промисловості є природним способом зменшення втрат від вибракування продукту.

Література:

1. Kukhtyn, M., Vichko, O., Berhilevych, O., Horyuk, Y., & Horyuk, V. (2016). Main microbiological and biological properties of microbial associations of "Lactomyces tibeticus". *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(6), 1266-1272.
2. Vaičiulytė-Funk, L., Žvirdauskienė, R., Šalomskienė, J., & Šarkinas, A. (2015). The effect of wheat bread contamination by the Bacillus genus bacteria on the quality and safety of bread. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102(3), 351-358.