

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд і технологій

(назва факультету)

Харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Удосконалення технології виробництва булочок
«Молочні» стійких до зберігання**

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Хижнюк Я. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Вічко О. І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Покотило О.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Пилипець О.М.

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль
2022

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Покотило О.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

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

1. Тема роботи **Удосконалення технології виробництва булочок «Молочні» стійких до зберігання**

Керівник роботи Вічко Олена Іванівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 14 » 10 2022 року № 4/7-818

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2022 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) Здійснити аналіз літературних джерел щодо застосування можливих інгредієнтів для подовження терміну зберігання булочок.
 - 2) Визначити причини, які обумовлюють швидке виникнення черствіння хлібобулочних виробів
 - 3) Провести оцінку запропонованих інгредієнтів щодо впливу на фізико-хімічні та мікробіологічні показники тіста для виробництва булочок «Молочні».
 - 4) Удосконалити технологію виробництва булочок «Молочні» із застосованими добавками для подовження термінів зберігання.
 - 5) Оцінити вплив доданих інгредієнтів доданих до тіста на технологічні властивості свіжих виробів.
 - 6) Оцінити вплив доданих інгредієнтів доданих до тіста на свіжість булочок «Молочні» за їх зберігання упродовж визначеного терміну.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) рисунки, 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	24.01.22 р. – 23.05.22 р.	
2.	Складання схеми досліджень	20.06.22 р. – 27.06.22 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	30.06.22 р. – 08.07.22 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	06.07.22 р. – 25.07.22 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	29.08.22 р. – 19.09.22 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	20.09.22 р. – 03.10.22 р.	
7.	Закінчення написання розділів	05.10.22 р. – 28.11.22 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	01.12.22 р.	

Студент

(підпис)

Хижнюк Я. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вічко О. І.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	10
1.1	Тенденції щодо виробництва хліба і хлібобулочних виробів та фактори, які впливають на їх стійкість	10
1.2	Перспективні напрямки збільшення термінів зберігання хлібобулочних виробів	12
1.3	Харчова цінність та економічні втрати на хлібобулочні вироби	13
1.4	Мікробне псування хлібобулочних виробів	15
1.5	Фізичні чинники, які впливають на ріст мікробіоти у хлібобулочних виробках	18
1.6	Контролювання активності мікроорганізмів у хлібобулочних виробках	22
	Висновки з огляду літератури	29
2	Матеріали і методи досліджень	30
2.1	Етапи проведення досліджень	30
3	Результати дослідження та їх обговорення	33
3.1	Технології та засоби, які спрямовані на зменшення втрат від грибкового псування борошняних виробів	33
3.2	Опис застосованої технології виробництва булочок «Молочні» із вмістом консерванту	35
3.3	Технологічна оцінка бродильних процесів в тісті та його органолептичні властивості	38
3.4	Дослідження експериментальних взірців готових виробів булочні «Молочні»	45
3.5	Дослідження експериментальних взірців булочок «Молочні» за зберігання	49
	Висновки і пропозиції виробництву	54

4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	55
4.1.1	Особливості ураження електричним струмом	55
4.2.1	Організація цивільного захисту на об'єктах переробної промисловості, ліквідація наслідків можливих надзвичайних ситуацій на підприємствах харчової промисловості	58
	Список літератури	63
	Додатки	72

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 75 с., 10 рис., 3 табл., 87 джерел.

БУЛОЧКИ МОЛОЧНІ, ТЕХНОЛОГІЯ БУЛОЧОК, КОНСЕРВАНТ, СОРБАТ КАЛІЮ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ.

Об'єкт дослідження: рецептура булочок молочних, бродильні процес в тісті, технологічні властивості тіста і булочок, стійкість упродовж зберігання.

Мета роботи – удосконалити технологію виробництва булочок «Молочні» із застосуванням консерванту сорбату калію для підвищення стійкості до грибкового псування. **Методи дослідження:** аналітичні, органолептичні; технологічні, статистичні.

У роботі обгрунтовано доцільність застосування консерванту у рецептурі булочки «Молочні». Розроблено та досліджено за комплексом технологічних параметрів експериментальні зразки булочок «Молочні», які містять у рецептурі консервант сорбат калію. За кількості сорбату калію 0,26 % від маси борошна відмічалось зниження бродильних процесів в тісті через 210 хв, оскільки кислотність була на 0,4 – 0,2 град нижча, ніж у контрольному тісті. Також у такому тісті сповільнюється виділення вуглекислого газу, так як його кількість була на 30 см.куб менше, ніж у тісті в контрольного зразку. Для використання сорбату калію у даній концентрації необхідно збільшити тривалість бродіння на 15 – 20 хв. Дослідження готових виробів виявило, що у всіх експериментальних взірцях булочок пористість не була нижче стандартного значення 72 %, а за вмістом вологи не перевищувала 38 % (норма за стандартом). Найбільшу стійкість до зберігання за кількістю грибів мали взірці булочок з 0,14 % та 0,26 % консерванту, так як навіть упродовж п'ятидобового зберігання у них кількість грибів не перевищувала 1×10^2 КУО/г. Контрольні булочки молочні зберігати довше, ніж упродовж чотри доби не бажано, оскільки розпочинається процес пліснявіння. Запропоновано для підвищення стійкості до мікробного псування застосовувати у булочках консервант сорбат калію у кількості 0,26 %.

Вступ

Актуальність теми. Хлібобулочні вироби є важливою складовою збалансованого харчування, і сьогодні на полицях супермаркетів можна знайти широкий вибір таких виробів. Сюди входять несолодкі продукти (хліб, булочки, торти, кекси та рогалики), солодкі продукти (млинці, пончики, вафлі та печиво) і продукти з начинкою (фруктові та м'ясні пироги, булочки з сосисками, тістечка, сендвічі, кремові торти, піца та лаваш). Однак хлібобулочні вироби, як і багато інших харчових продуктів, піддаються фізичному, хімічному та мікробіологічному псуванню [20].

Отже, хлібобулочні вироби мають дуже короткий термін зберігання. Їх якість залежить від інтервалу часу між випіканням і вживанням [1]. Псування хлібобулочних виробів в основному спричинене розвитком плісняви, головних видів, що належать до родів *Aspergillus*, *Fusarium* і *Penicillium*, а також через розрідження хліба, спричинене *Bacillus sp.*, особливо *B. subtilis* і *B. licheniformis* [2]. Свіжість булочок залежить від ряду показників, основні з яких смак, зовнішнього вигляду, крихкуватість, твердість та об'єму. Смак хлібобулочних виробів, однак вважається найважливішою характеристикою для споживачів, як критерій прийнятності продукту [6]. Під час зберігання відбувається зниження свіжості усіх хлібобулочних продуктів, яке характеризується збільшенням твердості м'якушки, крихкуватості, зменшення вологи, що призводить до втрати прийнятності для споживачів зовнішнього вигляду, тобто процес відомий як черствіння [5].

Існує кілька фізичних методів збереження харчових продуктів: термічна обробка, холодне зберігання, зберігання в модифікованій атмосфері, сушіння та сублімаційне сушіння [12]. Захист хлібобулочних виробів від псування пліснявою досягається в першу чергу шляхом іннактивації забруднюючих цвілевих грибів і спор за допомогою інфрачервоного опромінення, застосуванням бактерицидних консервантів для грибів, таких як етанол і пропіонова, сорбінова, бензойна і оцтова кислоти та їх солі [5].

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – удосконалити технологію виробництва булочок «Молочні» із застосуванням консерванту сорбату калію для підвищення стійкості до грибкового псування.

Для виконання запланованої мети визначені наступні завдання:

1) Провести аналіз технологій та засобів, які спрямовані на зменшення втрат від грибкового псування хлібобулочних виробів.

2) Здійснити опис застосованої технології виробництва булочок «Молочні» із вмістом консерванту.

3) Провести технологічну оцінку бродильних процесів у тісті та його органолептичних властивостей.

4) Дослідити експериментальні взірці готових виробів булочні «Молочні» з консервантом.

5) Дослідити експериментальні взірці булочок «Молочні» упродовж зберігання.

Об'єкт дослідження: рецептура булочок молочних, бродильні процес в тісті, технологічні властивості тіста і булочок, стійкість упродовж зберігання.

Предмет дослідження – зміни мікробіологічних та технологічних властивостей у тісті, готових булочках та за їх зберігання за впливу консерванта сорбату калію.

Методи дослідження: аналітичні, органолептичні; технологічні, статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано, що найбільшу стійкість до зберігання за кількістю грибів мали взірці булочок з 0,14 % та 0,26 % консерванту, так як навіть упродовж п'ятидобового зберігання у них кількість грибів не перевищувала 1×10^2 КУО/г. Контрольні булочки молочні зберігати довше, ніж упродовж чотири доби не бажано, оскільки розпочинається процес пліснявіння.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновано для підвищення стійкості до мікробного псування застосовувати у булочках консервант сорбат калію у кількості 0,26 %.

Особистий внесок здобувача. Здобувачка-магістрантка здійснила аналіз електронних і друкованих літературних даних щодо консервантів для пригнічення життєдіяльності цвілевих грибів – збудників псування хлібобулочних виробів, сформувала мету і завдання до роботи, склала план, підбрала методи, провела дослідження за темою, виконала інженерно-графічну частину, оформила отримані результати.

Апробація результатів. Виступ на XI міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів « Актуальні задачі сучасних технологій » 7-8 грудня 2022 року /Тернопіль: ТНТУ (м. Тернопіль, 7-8 грудня 2022 р.). (Додаток А).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано одну наукову працю у тезах: Хижнюк Я. Ю., Лісовська Т.О., Вічко О.І, Розширення спектру використання нетрадиційних видів сировини в технології борошняних виробів: Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні задачі сучасних технологій» / Тернопіль: ТНТУ, 2022, С. 110 (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота має такий зміст: вступ, три розділи основної частини, розділ інженерно-графічний, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки та пропозиції виробництву, перелік літератури та додатки. Магістерська робота має 75 сторінок та містить 10 рисунків та 3 таблиці. Перелік літератури складається з 87 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Тенденції щодо виробництва хліба і хлібобулочних виробів та фактори, які впливають на їх стійкість

Хлібобулочні вироби є основними продуктами харчування в більшості країн світу. Хлібобулочні вироби та крупи є цінним джерелом поживних речовин у нашому раціоні, забезпечуючи більшу частину калорій і приблизно половину потреби в білку [1, 2].

Зернові культури були основною їжею людини ще з доісторичних часів і споживалися задовго до того, як виникло хлібопечення. За останні десятиліття зріс обсяг продажу різноманітного хліба та інших хлібобулочних виробів. Поживними речовинами хлібобулочних виробів є вуглеводи, білки, ліпіди, вітаміни та мінеральні речовини [3].

Хлібопекарська промисловість в світі займає перше місце серед усіх галузей переробної промисловості. Хліб і печиво є основними хлібобулочними продуктами, на які припадає понад 80 відсотків загального обсягу хлібобулочних виробів, які виробляються в світі. Хлібобулочні вироби, які раніше вважалися дієтою для хворої людини, тепер стали основними продуктами харчування переважної більшості населення. Хоча хлібобулочна промисловість існує здавна, справжні тістичка та булочки з'явився лише наприкінці 20 століття. Сприяючими факторами були урбанізація, що призвело до збільшення попиту на готові до споживання продукти за розумною ціною тощо. Важливість хлібобулочних виробів розширилася, особливо завдяки використанню цільного та натурального зерна та інших натуральних інгредієнтів. Крім того, хлібобулочні вироби вважаються джерелом вуглеводів, оскільки крохмаль є основним хімічним компонентом [1, 2].

У комерційно виробленого хліба, який правильно обробляється, зазвичай не вистачає достатньої кількості вологи, щоб інтенсифікувати ріст будь-яких мікроорганізмів, крім плісняви. Оскільки звичайна температура приготування знищує спори грибків, тому слід запобігати забруднення спорами після виробництва виробів із повітря, також їх контакту із забрудненими поверхнями [4, 5]. До нитчастих грибів, що спричиняють найчастіше псування хлібобулочних виробів, належать *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*, *Eurotium sp.*, *Aspergillus sp.* і *Monilia sitophilia* [6, 7, 8]. Таким чином хлібобулочні вироби піддаються зазвичай псуванню за неналежного та тривалого зберігання. До них належать фізичні, хімічне та мікробне псування. Оскільки найпоширенішим чинником хлібобулочних виробів є активність води, мікробіологічне псування, зокрема ріст цвілі, є основною вадою, що завдає економічних збитків хлібобулочним виробам. Тому псування цвіллю борошняних виробів є серйозною та дорогою проблемою для пекарень у кожній державі [9, 10, 11].

Одним із найпоширеніших видів грибів є *Rhizopus stolonifer*, який часто називають «хлібною пліснявою» [12]. Зберігання хліба в умовах низької вологості затримує розвиток плісняви. На додаток до економічної втрати, пов'язані з хлібобулочними виробами, інше занепокоєння викликає можливість виробництва мікотоксинів. Види *Eurotium* зазвичай є першими грибами, які здатні використовувати вільну воду хлібних виробів, що дозволяє в подальшому розвитку іншим видам цвілі, таким як *Aspergillus* і *Penicillium*, які можуть виробляти токсини під час росту [13]. В загальному втрати хлібобулочних виробів від псування пліснявою коливаються в межах 1-5% залежно від пори року, виду виробів і способів обробки [12].

Представники роду *Bacillus* викликають бактеріальне псування хліба, відомого як картопляна хвороба [14, 15, 16]. Це економічно важливо для хлібопекарської промисловості. Дана вада борошняних виробів, яка є найважливішою після плісняви псування, виникає особливо влітку, коли кліматичні умови сприяють розмноженню бактерій. В основному це

викликається *Bacillus subtilis*, але *Bacillus licheniformis*, *Bacillus magaterium* і *Bacillus cereus* також асоціювали з «картопляним» хлібом [17, 18]. Ймовірно, зростання за останні кілька років кількості випадків псування пшеничного хліба, спричиненого бактеріями роду *Bacillus*, оскільки більше хліба виробляється без консервантів і часто додається сировина, така як висівки та насіння. Псування хліба через утворення клейковинистої консистенції може становити ризик для здоров'я, адже велика кількість *Bacillus subtilis* і *Bacillus licheniformis* у харчових продуктах може спричинити легку форму харчової хвороби [19, 20]. Споживання хліба з картопляною вадою було асоціації з хворобами харчового походження в звітах з Канади та Сполученого Королівства [12].

1.2. Перспективні напрямки збільшення термінів зберігання хлібобулочних виробів

Стійкість хлібобулочних виробів до ураження грибками в основному зумовлена консервантами. Консерванти допомагають зменшити або запобігти втратам їжі через псування, спричинене мікроорганізмами. Тривалий термін зберігання дає змогу отримати більшу різноманітність продуктів для зберігання в магазині та вдома [21]. Софос і Буста (1991) [22] повідомили, що хімічні консерванти можуть контролювати ріст цвілі, запобігаючи метаболізму, денатуруючи білок клітини або спричиняючи фізичне пошкодження клітинної мембрани. До цих консервантів відносяться пропіонова і сорбінова кислоти або їх солі, які, як було показано, збільшують термін зберігання хлібобулочних виробів. Пропіонова кислота і пропіонат кальцію зазвичай використовуються в концентраціях 0,1 і 0,2 відсотка відповідно. На цих рівнях цвіль може бути пригнічена протягом 2 днів або більше, і можна запобігти утворенню вадів [25]. Сорбінова кислота ефективна для контролю розвитку цвілі в хлібобулочних виробах на рівні від 0,125 % до 0,3 % [23].

Проблеми псування хліба через наявність дріжджів зазвичай виникають через забруднення після випікання, джерелами яких були визначені машини для нарізки, охолоджувачі хліба, конвеєрні стрічки та стелажі. Псування через вплив дріжджів характеризується видимим зростанням на поверхні продуктів. Найпоширенішими дріжджами, що викликають занепокоєння, є *Pichia butonii*, відома як «крейдяна цвіль» [12]. Ці дріжджі можуть швидко розмножуватися на хлібі, при цьому видиме зростання часто стає очевидним за деякий час до появи цвілі [26]. Стійкість хлібобулочних виробів до ураження грибками в основному зумовлена через наявність у них консервантів. Консерванти допомагають зменшити або запобігти втратам їжі через псування, викликане мікроорганізмами. Довший термін зберігання дозволяє зберігати більший асортимент продуктів у магазині та вдома.

1.3. Харчова цінність та економічні втрати на хлібобулочні вироби

Хлібобулочні вироби є важливим джерелом поживних речовин, а саме енергії, білка, заліза, кальцію та деяких вітамінів. Торговий хліб і печиво містять приблизно від 7,5 до 7,8 відсотків білка відповідно. Хлібобулочні вироби є хорошими джерелами для збагачення клітковиною, оскільки зниження споживання клітковини в раціоні європейців частково пов'язане з очищенням злаків. Більшість тверджень щодо вмісту клітковини стосується власне клітковини, яка наявна у цільнозерновому борошні. Ці розчинні волокна природно містяться в багатьох овочах, включаючи пшеницю, жито, цибулю, топінамбур, і структурно близькі до сахарози, тому поведуться як цукор з точки зору технології [12].

Економічні збитки, пов'язані з хлібобулочними виробами, ще однією проблемою через здатність виробництва мікотоксинів. Хант і Роббінс (2009) [27] стверджують, що хлібобулочні вироби становлять приблизно 9 відсотків

загальних витрат на продукти харчування, причому найбільше серед борошняних виробів припадає на хліб. Однак споживання білого хліба має тенденцію до зниження за останні два десятиліття в західних суспільствах, тоді як продажі хліба з пшеничними висівками зросли через проблеми зі здоров'ям. Продажі плоского хліба, особливо лаваша, зростають у західних суспільствах через міграцію культур і суспільств [12]. Для класифікації хлібобулочних виробів можна використовувати декілька методів, зокрема способи бродіння, обсяг хліба та активність води [28].

За останні кілька років сектор хлібобулочних виробів та борошняних кондитерських виробів став свідком особливо інтенсивного технологічного прогресу, який приніс чіткі та відчутні зміни не лише з точки зору комерційних та якісних характеристик продукції, але й з точки зору інноваційних процесів. Зазвичай хлібобулочні вироби упаковують у пластикову плівку після випікання та охолодження, і їх споживають протягом 1 або 2 місяців після процесу випікання, в такому випадку забруднення мікроорганізмами є неминуче [29]. Хлібобулочні вироби класифікуються як продукти з проміжним вмістом вологи, з іншого боку, харчовий склад різних хлібобулочних виробів буде відрізнятися і впливати на ріст грибків. Зараження ксерофільними організмами в продуктах такого типу зазвичай відбувається в період охолодження після випікання, оскільки температура приготування зазвичай достатня для усунення попереднього забруднення [30, 31].

Хлібобулочні вироби є важливою частиною харчових витрат. Споживання хлібобулочних виробів падає після закінчення Другої світової війни в деяких промислово розвинутих країнах, таких як США, Канада, Великобританія та Австралія. За даними Ханта та Роббінса (2009) [32] хлібобулочні вироби становили 9 відсотків середнього тижневого споживання їжі. Аліу (2000) [33] оцінив, що споживання хліба у Великобританії все ще становило 41,5 кг на людину в 1990 році. Баур (2001) [34] оцінив ринок хліба в Західній Європі в 23 000 мільйонів французьких

франків. Протягом кількох тисяч років людина використовувала пшеницю та інші злаки для виробництва хліба із середнім споживанням приблизно 65 кг хліба на душу населення на рік у Європі, він залишається важливою складовою збалансованого здорового харчування [35].

1.4. Мікробне псування хлібобулочних виробів

1.4.1. Псування спричинене бактеріями

Мікробіологічне псування часто є основним фактором, що обмежує термін придатності хлібобулочних виробів. Псування від росту мікробів спричиняє економічні втрати як для виробників, так і для споживачів. Ці втрати можуть бути спричинені багатьма окремими випадками, такими як упаковка, санітарна практика на виробництві, умови зберігання та оборотності продукції. Рейчел Нідхем та ін. (2004) [36] встановили, що смак і свіжість значною мірою визначають привабливість хлібобулочних виробів і, як очікується, залишаються рушійними факторами для купівлі хлібобулочних виробів.

При цьому було перевірено мікробне псування, викликане бактеріями, дріжджами та грибами, і ферментне псування, спричинене ліпоксигеназою, яке можна відрізнити одне від одного та від незіпсованих аналогів хліба через 48 годин за допомогою кластерного аналізу до появи ознак видимого псування. Аналіз аналогів хліба за допомогою мас-спектрометрії газової хроматографії виявив леткі речовини, що виробляються різними типами псування, порівняно з незіпсованими аналогами хліба. Мікробний аналіз показав, що рівні кожного використовуваного мікроорганізму зростали з часом. Франческа Валеріо та ін. (2009) [38] охарактеризували 125 імовірних ізолятів молочнокислих бактерій за допомогою полімеразної ланцюгової реакції ПЛР та аналізу послідовності гена 16s рРНК, що призвело до ідентифікації таких видів: *Weissella confusa*, *Weissella cibaria*, *Leuconostoc citreum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus rossiae* і *Lactobacillus plantarum*. Результати ПЛР окреслили 17 різних моделей,

кластерний аналіз яких чітко диференціював *Weissella cibaria* від ізолятів *Weissella confusa*.

Бактерії також можуть забруднювати хлібобулочні вироби, хоча їх ріст більше обмежений низькою активністю води та низьким рН. Спори *Bacillus subtilis*, наприклад, термостійкі; 55 відсотків залишаються активними в амілазі після 20 хвилин при 65 °С. Цей мікроорганізм, який присутній у сирих інгредієнтах, наприклад, борошні, цукрі та дріжджах, викликає у хлібі картопляну хворобу [39]. Хліб з цією вадою характеризується зміною кольору від коричневого до чорного, виділенням запаху гнилих фруктів і надзвичайно вологим, тягучим м'якушем [40]. Ця проблема зазвичай виникає в літній сезон, коли клімат теплий і вологий [39]. Клейковитість може розвиватися дуже швидко в теплих і вологих умовах. Так, це поширена проблема в країнах з теплим кліматом середземноморських країн, Африки та Австралії [41, 42]. Основним джерелом зараження *Bacillus* є сирі інгредієнти, тому було б ідеально для пекарів використовувати тільки інгредієнти з низьким рівнем забруднення. Картопляний хліб викликається в основному *Bacillus subtilis*, але інші види бацил здатні викликати порушення структури, зокрема *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium* і *Bacillus cereus* [42, 43]. Псування хліба в першу чергу виявляється по запаху, схожому на запах ананаса. Пізніше м'якуш знебарвлюється, стає м'яким і липким на дотик, що робить хліб неїстівним. Погіршення консистенції хліба відбувається через утворення слизу в результаті комбінованої дії протеолітичних і амілолітичних ферментів, що виробляються деякими штамми *Bacillus*, що призводить до утворення слизу. Для профілактики даної проблем необхідно дотримання суворих санітарних норм, а також належної виробничої практики, спрямованої на контроль спор *Bacillus*. Зазвичай для усунення цієї проблеми можна використовувати консерванти, наприклад пропіонат [44].

Staphylococcus aureus – один із видів бактерій, які, як відомо, забруднюють начинку для булочок. Це мікроорганізм також був причетний до спалахів харчових отруєнь від хлібобулочних виробів з вершковою

начинкою [45]. Інші інгредієнти хлібобулочних виробів, такі як шоколад, сушений кокос і какао-порошок, були виявлені зараженими сальмонелою [46]. Наприклад, заморожена піца була значно уражена *Salmonella typhimurium* [47].

1.4.2. Псування спричинене дріжджами

Проблеми з дріжджами виникають у хлібобулочних виробках при розвитку диких дріжджів, які включають *Trichosporon variable*, *Saccharomyces*, *Pichia* та *Zygosaccharomyces*. *Saccharomyces* sp.. Утворення білих плям на хлібі може призвести до терміну «крейдовий хліб». Встановлено [48], що проблеми з дріжджами в хлібобулочних виробках можна розділити на два типи: (а) видимі дріжджі, які ростуть на поверхні хліба білими або рожевими плямами, і (б) псування, пов'язане з бродінням, з запахом спирту та есенції і, через осмофільні дріжджі. Дріжджі, які викликають поверхнєве псування хліба, – це в основному *Pichia burtonii* («Крейдяна цвіль»). Забруднення продуктів осмофільними дріжджами зазвичай відбувається через нечистий посуд та обладнання. Таким чином, дотримання належної виробничої практики зведе до мінімуму забруднення осмофільними дріжджами.

1.4.3. Псування спричинене цвілью

Псування цвілью є серйозною та дорогою проблемою для пекарень, тому використання консервантів є привабливим засобом для зменшення псування та гарантувати безпечність харчових продуктів. Однак сьгоднішні споживачі не прихильно ставляться до добавок як консервантів, і в пекарській промисловості існує прагнення зменшити їх кількість [49]. Зростання цвілі на сьгоднішній день є головним фактором, що обмежує термін зберігання високоякісних хлібобулочних виробів. Загалом, більшість цвілевих грибів віддають перевагу високим значенням a_w ($>0,8$), тоді як деякі ксерофільні цвілі віддають перевагу зростанню при низьких значеннях a_w до 0,65. Поява цвілі на хлібобулочних виробках є серйозною проблемою, яка призводить до економічних втрат. Крім того, втрати продукції через

псування пліснявою становлять від 1 до 5 відсотків залежно від виду продукції, пори року та способу обробки [50]. Вказується [51], що втрати через псування цвіллю в хлібопекарській промисловості середньому близько 200 мільйонів фунтів продукції щороку.

Спори цвілі, як правило, гинуть у процесі випікання свіжого хліба та інших хлібобулочних виробів [11]. Тому, щоб хліб запліснявів, він повинен бути забруднений повітрям на пекарні, з обладнанням, особами, що займаються обробкою продукту, або сирими інгредієнти після випічки під час операцій охолодження, нарізання або загортання. Це означає, що всі проблеми зі псуванням, спричинені пліснявою, мають виникнути після випічки. Кількість спор плісняви вища в літні місяці, ніж взимку, через повітряне зараження за теплої погоди та більш вологих умов зберігання. Крім того, конденсація вологи на поверхні продукту через упаковку до повного охолодження може сприяти розвитку цвілі. Дослідники [52] виявив, що псування цвілі викликає небажані запахи та часто зустрічається на поверхні продукту. Найпоширенішими цвілями, які зустрічаються в хлібобулочних виробках, є: *Rhizopus sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Monilia sp.*, *Mucor sp.* і *Eurotium sp.*

1.5. Фізичні чинники, які впливають на ріст мікробіоти у хлібобулочних виробках

1.5.1 Вплив температури, рН і активності води

Фізичні чинники є важливим фактором, що визначає термін зберігання хлібобулочних виробів без цвілі. Це відіграє вирішальну роль, коли цвіль конкурує з бактеріями, щоб зіпсувати продукти з високим вмістом вологи [53]. Цвіль, як правило, менш вибагливі у своїх відносинах до величини рН, ніж бактерії. Як правило, цвіль стійка до кислотних умов і віддає перевагу кислому рН (3,5–5,5). Тому харчові продукти зі значенням рН <4,5 зазвичай не псуються бактеріями, але більш чутливі до псування цвіллю. Абеллана та

співавтори [54] отримали метод для дослідження росту ксерофільних грибів на хлібобулочних виробках, а також для визначення впливу активності води (a_w), температури та їх взаємодія на ріст міцелію *Eurotium sp.* Результати показали, що існують відмінності між ізолятами ($P= 0,001$) через активність води (a_w), температуру. Встановлено оптимальний ріст усіх ізолятів у температурному діапазоні активності води (a_w), зокрема оптимум при 0,90 a_w і 30 °C, з інтервалом швидкості росту 3,8-5,1 мм d-1 при 0,75 a_w , ріст становив менше 0,15 мм. d-1. Температура відіграє домінуючу роль у зростанні плісняви та проростанні спор. Більшість плісняви розвивається в діапазоні температур 18,3 – 29,4 °C [16], коли температура хлібобулочних виробів знижується від оптимальної температури. Виявлено [55] повідомив, що зниження температури зберігання з 27 °C до 21 °C подвоїло термін зберігання торта без цвілі, і підкреслив необхідність обережності під час розподілу та зберігання.

Абеллана та ін. (2001) [56] порівняли вплив температури та активності води та їх взаємодії на швидкість росту міцелію *Penicillium aurantiogriseum*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium corylophilum* і *Aspergillus flavus* на аналогії бісквіта. Як і очікувалося, темпи зростання показали залежність від a_w і температура. Однак істотних відмінностей у швидкості росту різних ізолятів не спостерігалось. Мінімальні значення a_w для росту *Penicillium sp.* становив 0,85 – 0,90. *Aspergillus flavus* міг рости при 0,90 a_w при температурі вище 15,8 °C. Вони показали, що зростання грибків цими видами на бісквітному аналогії зі складом, подібним до звичайних хлібобулочних виробів, можна було запобігти, якщо підтримувати a_w на рівні 0,85.

Vytřasová та ін. (2002) [57] виділили та ідентифікували ксерофільні гриби *Eurotium amstelodami*, *Eurotium chevalieri*, *Eurotium herbariorum*, *Eurotium rubrum* і *Wallemia sebi*, які були стійкими до підвищеного показника активності води.

1.5.2. Досліджено впливу температури та консервантів на ріст цвілі.

Було встановлено, що *Eurotium sp.* були більш стійкими, ніж *Wallemia sebi*. Захист від ксерофільних грибів був більш ефективним за допомогою сорбінової кислоти, ніж пропіонату кальцію.

Guynot та ін. (2003) [58] використали аналог бісквіту для дослідження рН, активності води (a_w) і рівня вуглекислого газу (CO_2) на ріст семи видів грибів, які зазвичай викликають псування хлібобулочних виробів (*Eurotium amstelodami*, *Eurotium herbariorum*, *Eurotium repens*, *Eurotium rubrum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* і *Penicillium corylophilum*). Активність води, CO_2 та їх взаємодія були основними факторами, які значно впливали на ріст грибів. Активність води на рівнях від 0,80 до 0,90 a_w мала значний вплив на ріст грибів і визначала концентрацію CO_2 , необхідну для запобігання псуванню аналогічного торта. На дуже високому рівні 0,85 a_w фази затримки збільшувалася вдвічі, коли рівень CO_2 у просторі над поверхнею збільшувався від 0 до 70 відсотків. Загалом не спостерігалось зростання грибків протягом 28 днів інкубації при 25 °С, коли зразки були упаковані зі 100-відсотковим CO_2 , незалежно від рівня a_w .

Олена Гіно та ін. (2005) [59] вивчали ріст цвілі на аналогах ферментованих хлібобулочних виробів з двома різними рН (4,5 і 5,5), різними рівнями активності води (a_w) (0,80-0,90) і концентраціями сорбату калію (0-0,3%). За допомогою семи плісняви, які зазвичай викликають псування хлібобулочних виробів (*Eurotium sp.*, *Aspergillus sp.* і *Penicillium corylophilum*). Для опису росту грибів як функції a_w , концентрації сорбату калію та рН були розроблені 10-членні поліноміальні моделі. Моделювання дозволяє передбачити псування під час зберігання як функцію факторів, що впливають на ріст грибів. При рН 4.5 концентрація сорбату калію може бути певною мірою знижена лише при низьких рівнях a_w , тоді як при рН 5,5 зростання грибків спостерігалось навіть при додаванні 0,3 відсотка сорбату калію.

Маріона Арройо та ін. (2008) [61] досліджували асиміляцію поживних речовин двома мікотоксикогенними грибами псування (*Penicillium*

verrucosum, *Aspergillus ochraceus*) та використали ще чотири інші грибки, що псують харчові продукти (*Penicillium corylophilum*, *Penicillium roqueforti*, *Cladosporium herbarum*, *Eurotium repens*), джерел С у пшеничному хлібі по відношенню до біотичних факторів наявності води, рН і температури, а також наявності/відсутності консерванту, сорбату калію. Ці дослідження мали зрозуміти відносне потенційне співіснування, розподіл поживних речовин і виключення ніші в матрицях на основі хліба. Розмір ніші значно зменшився зі зниженням доступності води, температури та рН. Були й значні взаємодії між рН і консервантом. Дані були використані для визначення індексів перекриття ніш (NOI) конкуруючих грибів відносно двох охратоксигенних видів. Вони показали, що *Penicillium verrucosum* і *Aspergillus ochraceus* за поживністю домінував над іншими видами.

1.5.3 Вплив солепереносності на активність цівілі в хлібобулочних виробках

Самапундо та ін. (2010) [62] оцінили вплив NaCl і різних замінників NaCl (CaCl_2 , MgCl_2 , KCl і MgSO_4) на ріст *Penicillium roqueforti* та *Aspergillus niger* при 22 °C. Крім того, були проведені провокаційні тести на білому хлібі, щоб визначити наслідки зменшення NaCl з частковою заміною або без неї на ріст *Penicillium roqueforti*. Отримані результати показали, що при еквівалентних концентраціях водної фази ізоляти виявляли різну чутливість до солей, які оцінювали за допомогою NaCl і MgCl_2 , які мали найбільшу інгібіторну дію на ріст *Aspergillus niger* і *Penicillium roqueforti* відповідно. Найменшу протигрибкову активність мав MgSO_4 . При еквівалентній молярності CaCl_2 мав загалом найбільшу протигрибкову активність. Незважаючи на те, що вплив досліджуваних сполук на зниження активності води (a_w) відіграє важливу роль у поясненні спостережуваних тенденцій, було виявлено, що при еквівалентних концентраціях водної фази MgCl_2 має менший інгібуючий ефект на *Aspergillus niger*, ніж очікується від його пригнічувального ефекту a_w . Провокаційні тести показали, що ніяких

відмінностей у зростанні *Penicillium roqueforti* на стандартному білому хлібі, хлібі з 30% меншим вмістом NaCl і хлібі, в якому 30% NaCl було частково замінено на суміш KCl і підсолі не виявлено.

1.6. Контролювання активності мікроорганізмів у хлібобулочних виробках

Для контролю розвитку цвілі на хлібобулочних виробках можна використовувати кілька методів, зокрема зменшення кількості вільної води (a_w), заморожування та найчастіше, використання консервантів.

1.6.1. Зменшення у продуктах вільної води (a_w)

Передбачає зменшення кількості доступної води, наприклад, a_w у хлібобулочних виробках для отримання більш тривалого терміну зберігання. Зменшення вільної води продукту a_w може бути досягнуто дегідратацією, або шляхом випаровування, або сублімаційного сушіння, або за допомогою високоосмотично активних добавок наприклад, цукру та солі, що додаються безпосередньо в їжу. Ступінь зниження a_w має практичне значення для того, щоб харчові продукти не псувалися [63]. Вода, що міститься в розчинах цукрів і солі, стає недоступною для мікробів через підвищену концентрацію кристалоїду. Крім того, мікроби безпосередньо пошкоджуються осмотично через концентрації цих речовин. Цей ефект може бути наслідком несприятливого впливу зниженої доступності води на весь метаболізм мікробної клітини, оскільки всі хімічні реакції клітин потребують водного середовища. Контроль розвитку цвілі в хлібобулочних виробках зазвичай залежить від підтримки достатньо низького a_w . Наприклад, a_w 0,75 може подовжити термін зберігання без цвілі на 6 місяців. Більш високі рівні a_w , наприклад, вище 0,77 призведуть лише до короткого продовження терміну зберігання. Однак, оскільки низький a_w може негативно вплинути на якість продукту та спричинити зміни у формі та текстурі, необхідно бути обережним при зниженні a_w продукту [63].

1.6.2. Замороження

Заморожування використовується для тривалого зберігання хлібобулочних виробів, зокрема виробів з кремовою начинкою. Швидке заморожування є важливим для контролю утворення кристалів льоду. Великі кристали льоду утворюються, коли швидкість замерзання нижча; великі кристали можуть порушити мембрани та внутрішні клітинні структури [64].

Торти, печиво, тістечка та млинці зазвичай заморожують і продають у замороженому вигляді. Хліб зберігається свіжим протягом багатьох місяців при температурі мінус 22 °С [64]. На відміну від свіжого хліба, який черствіє менше ніж за тиждень, заморожений хліб черствіє дуже повільно. Тому чим нижче температура, тим повільніше він черствіє. Встановлено [64], що хліб, заморожений швидко після випічки та витриманий протягом одного року при мінус 18°С, був еквівалентним м'якості свіжого хліба, який витримували протягом двох днів при 20 °С.

1.6.3. Консерванти

Консерванти найчастіше використовуються для боротьби з цвіллю у випічці. Європейські нормативні документи визначають консерванти «як антимікробний засіб, що використовується для збереження харчових продуктів шляхом запобігання росту мікроорганізмів і подальшого псування». Існує дві класифікації консервантів: хімічні та природні. До хімічних інгібіторів плісняви в хлібі відносяться оцтова, сорбінова, пропіонова кислоти та їх солі. Натуральні харчові консерванти, такі як культивовані продукти, родзинки, оцет, ідентифікуються за загальною назвою у відомості про інгредієнти [65].

Марін та ін. (2002) [66] використовували підхід технології бар'єрів для запобігання росту грибків найпоширеніших контамінантів хлібобулочних виробів, включаючи ізоляти, що належать до родів *Eurotium*, *Aspergillus* і *Penicillium*. Були використані у досліді кілька концентрацій (0,003 %, 0,03 % і 0,3 %) пропіонату кальцію, сорбату калію та бензоату натрію та проаналізовано на модельній агаровій системі в повнофакторному

експериментальному плані, в якому іншими аналізованими факторами були рН середовища (4,5, 6 і 7,5 од) і водна активність (a_w) (0,80, 0,85, 0,90 і 0,95).

Сорбат калію виявився більш придатним консервантом для використання поєднання із загальними рівнями рН і a_w . При цьому використання сорбату калію є найефективнішим у запобіганні грибковому псуванню хлібобулочних виробів у максимальній випробуваній концентрації (0,3%) незалежно від a_w . Така сама концентрація пропіонату кальцію та бензоату натрію була ефективною лише при низьких рівнях a_w . З іншого боку, активність сорбату калію була дещо знижена при рН середовища 5,5 од і концентрації 0,3 відсотка були ефективними лише при 0,80 a_w .

Valerio та ін. (2009) [67] охарактеризували сімнадцять штамів грибів за допомогою іншої моделі REP-PCR, були перевірені на їх протигрибкові властивості. Їх вирощували в середовищі на основі борошна, яке можна порівняти з реальною системою харчування, і в результаті продукти бродіння були протестовані проти видів грибів, які зазвичай забруднюють хлібобулочні вироби *Aspergillus niger*, *Penicillium roqueforti* та *Endomyces fibuliger*. Результати дослідження вказують на сильну інгібіторну активність штамів молочнокислих бактерій проти найпоширеніших контамінантів хлібобулочних виробів *Penicillium roqueforti*, яку можна порівняти з тією, що отримана звичайним консервантом пропіонатом кальцію (0,3 % мас./об.). Скринінг також підкреслив невивчену протигрибкову активність *Lactobacillus citreum*, *Lactobacillus rossiae* та *Weissella cibaria*, яка пригнічувала всі штами грибів такою ж або більшою мірою порівняно з пропіонатом кальцію.

Сорбінова кислота ($\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOH}$) та її калієва сіль визнані ефективними засобами проти цвілі та історично вважаються безпечними для використання в харчових продуктах. Сорбінова кислота та сорбат калію «загалом вважаються безпечними» (GRAS) для використання в харчових продуктах. Цю кислоту або її калієві солі використовували для сповільнення мікробного розвитку у різноманітних харчових продуктах.

Основні групи харчових продуктів, у яких сорбат використовується комерційно через його протимікробну дію, включають хлібобулочні вироби, сир, торти, шоколадні глазурі, рибні продукти, фрукти, масло, салат, овочі та вино. Корисність сорбінової кислоти як інгібітора цвілі в хлібобулочних виробках, таких як тістечка, суміші для тортів, пироги, начинка для пирогів, пончики тощо, продемонстрував ще в Гортон (1999) [68]. Загалом сорбінова кислота ефективна проти бактерій, особливо цвілі та дріжджів. Основне комерційне використання сорбату як фунгістатик. Кілька досліджень продемонстрували пригнічувальну дію сорбату калію на ріст цвілі в харчових продуктах. Рей і Буллерман (2012) [69] повідомили, що сорбат калію демонструє великий вплив на ріст видів *Aspergillus niger* і *Penicillium*. Sauer і інші дослідники [70] спостерігали, що цвіль пригнічувалась протягом 2 тижнів за допомогою 0,3 % сорбату калію.

Рівень сорбату, що використовується в хлібобулочних виробках, коливається від 0,001 до 0,3 відсотка [71]. Ці концентрації не мають значного впливу на якість їжі, але більш високі рівні можуть спричинити небажані зміни смаку та запаху. Сорбати більш ніж вдвічі ефективніші за пропіонати в пригніченні розвитку цвілі в хлібобулочних виробках, але мають негативний вплив на дріжджі, зменшуючи об'єм буханки та роблячи тісто липким та важко піддається обробці. Цю проблему можна подолати шляхом розпилення сорбату на поверхню виробу після випічки або змішування ангідратів сорбінової кислоти з жирними кислотами, такими як пальмітинова. Крім того, сорбойлпальмітат також був успішним у контролюванні росту цвілі без втручання в процес бродіння. Тепло процесу випічки гідролізує сорбопальмітат і вивільняє сорбінову кислоту, яка пригнічує утворення цвілі під час зберігання [67]. Сорбат діє синергічно з хлоридом натрію, пропіонатом кальцію, пропіонатом натрію, лимонною кислотою та сахарозою, забезпечуючи довший термін зберігання.

Пропіонова кислота, амінокарболова кислота ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-COOH}$), є природною органічною кислотою і являє собою маслянисту рідину зі злегка

різким, неприємним прогірклим запахом. Її солі – білі сипучі порошки з легким сирним смаком [71]. Пропіонати були обрані на основі того, що жирні кислоти з вищою молекулярною масою мали вищий антимікробний ефект. Цю кислоту або її сіль можна використовувати для запобігання бактеріальному псуванню хліба, відомому як «картопляна хвороба», викликаному деякими видами *Bacillus*. Кілька досліджень також повідомляли про вплив пропіонової кислоти та її солей на ріст цвілі. Повідомлялося про концентрації пропіонату від 8 до 12 відсотків, які ефективними, порівняно з контролем, де відмічали ріст цвілі на поверхні хлібобулочних виробів [72]. Однак не всі цвілі однаково чутливі до інгібуючої дії пропіонату. Наприклад, при 0,3 % пропіонату кальцію ріст *Monilia sitophila* та *Pencillium viridiicatum* у хлібі пригнічувався на 2 дні та 0,5 дня відповідно у хлібобулочному виробі. Було розглянуто підхід технології запобігання мікробному псуванню хлібобулочних виробів, у якому факторами, крім консервантів, є рН і активність води. Сорбат калію виявився найефективнішим у запобіганні грибкового псування такого роду продуктів при максимальній випробуваній концентрації (0,3%). Субоптимальні дози (0,03 %) усіх протестованих консервантів призвели до посилення росту ізолятів *Aspergillus* [12]. Досліджували вплив сорбінової кислоти та сорбату калію на ріст різних ізолятів цвілі при додаванні до аналога хлібобулочних виробів і тестували в різних умовах середовища. Водну активність продуктів доводили до значень у діапазоні 0,75-0,90, а температуру зберігання в діапазоні 15-30 °С. Консерванти додавали в концентраціях від 0,025 % до 0,2 %. Було помічено, що концентрації 0,025% і 0,05% завжди посилювали ріст ізолятів, тоді як 0,1% мала консервуючий ефект. Нарешті, навіть найвища концентрація (0,2%) була непридатною, оскільки вона контролювала ріст грибів лише за певних рівнів активності води та температури.

Suhr and Nielsen (2004) [73] досліджували інгібування мікроорганізмів, що викликають псування у хлібобулочних виробках консервантами слабкої пропіонової кислоти в концентраціях 0 %, 0,003 %, 0,03 % і 3% (маса/об'єм)

експериментально на субстратному середовищі з активністю води (a_w) і рН у діапазоні від (a_w 0,80-0,95, рН 4,7-7,4). Результати показали, що найвища концентрація пропіонату (0,3 %) при всіх умовах окрім високого a_w (0,97) і високого рН (4,8), повністю пригнічував ріст грибів протягом 2 тижнів, за винятком *Penicillium roqueforti*, *Penicillium commune* і *Eurotium rubrum*.

1.6.4. Біоконсерванти

В останні роки біоконсервант (використання мікроорганізмів та їх метаболітів для запобігання псуванню та продовження терміну придатності харчових продуктів) набуває все більшого інтересу через вимоги споживачів. Молочнокислі бактерії (МКБ) як біоконсервація – це організми, які становлять особливий інтерес [16]. Століттями їх використовували як заквасочні культури в харчовій промисловості, які здатні виробляти різні види біоактивних молекул, таких як органічні кислоти, жирні кислоти, перекис водню та бактеріоцини. Протигрибкова активність МКБ задокументована [74] багатьма вченими, як вивчали вплив двох різних заквасок, вироблених з *Lactobacillus plantarum* і *Lactobacillus alimentarius*, з антимікробною активністю на інгібування тягучоутворюючих штамів *Bacillus* у пшеничному хлібі. Додавання 15 відсотків або 20 % закваски з низьким рівнем рН (рН 3,5–4,0) до хлібного тіста, яке було виготовлено з використанням двох штамів (*Lactobacillus plantarum* і *Lactobacillus alimentarius*) окремо, запобігало утворенню видимої тягучості, викликаній *Bacillus subtilis* і *Bacillus licheniformis*. Однак додавання 10 відсотків закваски було недостатнім, щоб запобігти утворенню видимої тягучості. При повторенні із заквасками з вищим рН (рН > 4) добавки у кількості 10 або 15 відсотків не перешкоджали утворенню тягучості, тоді як 20-відсоткові добавки запобігали утворенню тягучої вади виробів, викликаній, як *Bacillus subtilis*, так і *Bacillus licheniformis*.

У дослідженнях [75] досліджено тридцять зразків мікрофлори ферментованого пшеничного тіста з різних пекарень. Сорок відсотків зразків

містили приблизно 10^6 КУО/г мезофільних аеробних бактерій (МAB). У мікрофлорі цих зразків домінували молочнокислі бактерії (МКБ) і дріжджі. Вони варіювалися від 10^5 до 10^8 КУО/г. Співвідношення МКБ/дріжджі, що впливає з кількості мікробів, коливалося від 1/1 до 200/1. Більше 50 % проаналізованих зразків були позбавлені *Enterococcus sp.* Вміст контамінуючої мікрофлори, наприклад коліформних та мезофільних паличок коливався від 10^2 до 10^4 КУО/г. Співвідношення між МКБ і коліформами за оцінками, приблизно 26 відсотків проаналізованих зразків. Це співвідношення більш важливо між МКБ і мезофільною паличкою. Співвідношення МКБ / mesophilic *Bacillus* становило приблизно 10^4 для 45 відсотків проаналізованих зразків. Проте ентерококи були відсутні у всіх зразках.

Райан та ін. (2008) [76] дослідили, що закваска, яка ферментована протигрибковими штамами *Lactobacillus plantarum* була досліджена на здатність пригнічувати ріст звичайних грибів, що псують хліб. Дослідження проведено в системі *in vitro*, і в системі пшеничного хліба на заквасці, встановлено, що протигрибкові закваски значно впливали на ріст спор *Aspergillus niger*, *Fusarium culmorum* або *Penicillium expansum*. Проте, на пшеничному хлібі розростання спор *Penicillium roqueforti* не вплинуло. Щоб зменшити кількість хімічних добавок у хлібі, були використані протигрибкові закваски, які використовували в комбінації з пропіонатом кальцію і оцінювали можливі синергічні ефекти. Наявність 3000 ppm пропіонату кальцію у хлібі не вплинула на ріст *Penicillium roqueforti*, тоді як на ріст інших грибів впливало інгібуюче. Спостерігався сильний синергічний ефект, коли пропіонат кальцію і протигрибкові закваски були об'єднані в рецептурі хліба, і це вплинуло на ріст *Penicillium roqueforti*.

Gerez та ін. (2009) [77] оцінили здатність молочнокислих бактерій пригнічувати *Aspergillus*, *Fusarium* і *Penicillium*, основні забруднювачі хліба. Лише чотири штами (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri* та *Lactobacillus brevis*) з 95 протестованих штамів виявили протигрибкову

активність. Основними протигрибковими сполуками були оцтова та фенілочна кислоти. Коефіцієнт ферментації ($FQ = 2.0$) і об'єм закваски (80 см) тіста з *Lactobacillus brevis* і дріжджами були вищими, ніж тісто без *Lactobacillus brevis*. Встановлено, що включення протигрибкових штамів МКБ в закваску дозволило знизити концентрацію хімічного консерванту пропіонату кальцію на 50 відсотків.

Висновки з огляду літератури

Проведений огляд свідчить про переважну ефективність консервантів у хлібобулочних виробках. Псування цвіллю все ще є основною проблемою, яка обмежує термін придатності багатьох хлібобулочних виробів з високою та середньою вологістю. Збитки через псування цвіллю є основними, що призводить до втрати доходу для хлібопекарської промисловості.

Отже, методи контролю розвитку цвілі та продовження терміну зберігання хлібобулочних виробів мають велике економічне значення для хлібопекарської промисловості, де зростає попит у світовому споживанні. Проте інші заходи, такі як хороша гігієна в пекарнях і, якщо необхідно, додаткова термічна обробка після пакування або модифікована атмосферна упаковка є найкращою альтернативою застосування консервантам.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Усі експерименти та теоретичні розрахунки за темою даної кваліфікаційної роботи було проведено в ТНТУ ім. І. Пулюя в різних лабораторіях кафедри харчової біотехнології і хімії.

Під час аналізування літературних джерел за темою впливу консервантів на цвільову мікрофлору хлібобулочних виробів зверталось увагу на з'ясування застосування синтетичних консервантів, які активно пригнічують мікроорганізмів та не чинять негативного впливу на технологічні параметри виробництва булочок і організм споживачів. Тому сформовано відповідну тему магістерської роботи – удосконалити технологію виробництва булочок «Молочні» із застосуванням консерванту сорбату калію для підвищення стійкості до грибкового псування, та обрано об'єкт і предмет дослідження.

Об'єкт дослідження: рецептура булочок молочних, бродильні процес в тісті, технологічні властивості тіста і булочок, стійкість упродовж зберігання.

Предмет дослідження – зміни мікробіологічних та технологічних властивостей у тісті, готових булочках та за їх зберігання за впливу консерванта сорбату калію.

Методи дослідження: аналітичні, органолептичні; технологічні, статистичні.

2.1. Етапи виконання

Для реалізації сформованої мети було поставлено завдання, які схематично наведено у блок-схемі рисунка 2.1.

Як бачимо основана частина робота побудована з чотирьох блоків, виконання яких дозволило оформити цілісне магістерське дослідження. Основні найважливіші блоки це дослідження змін у тісті за застосування

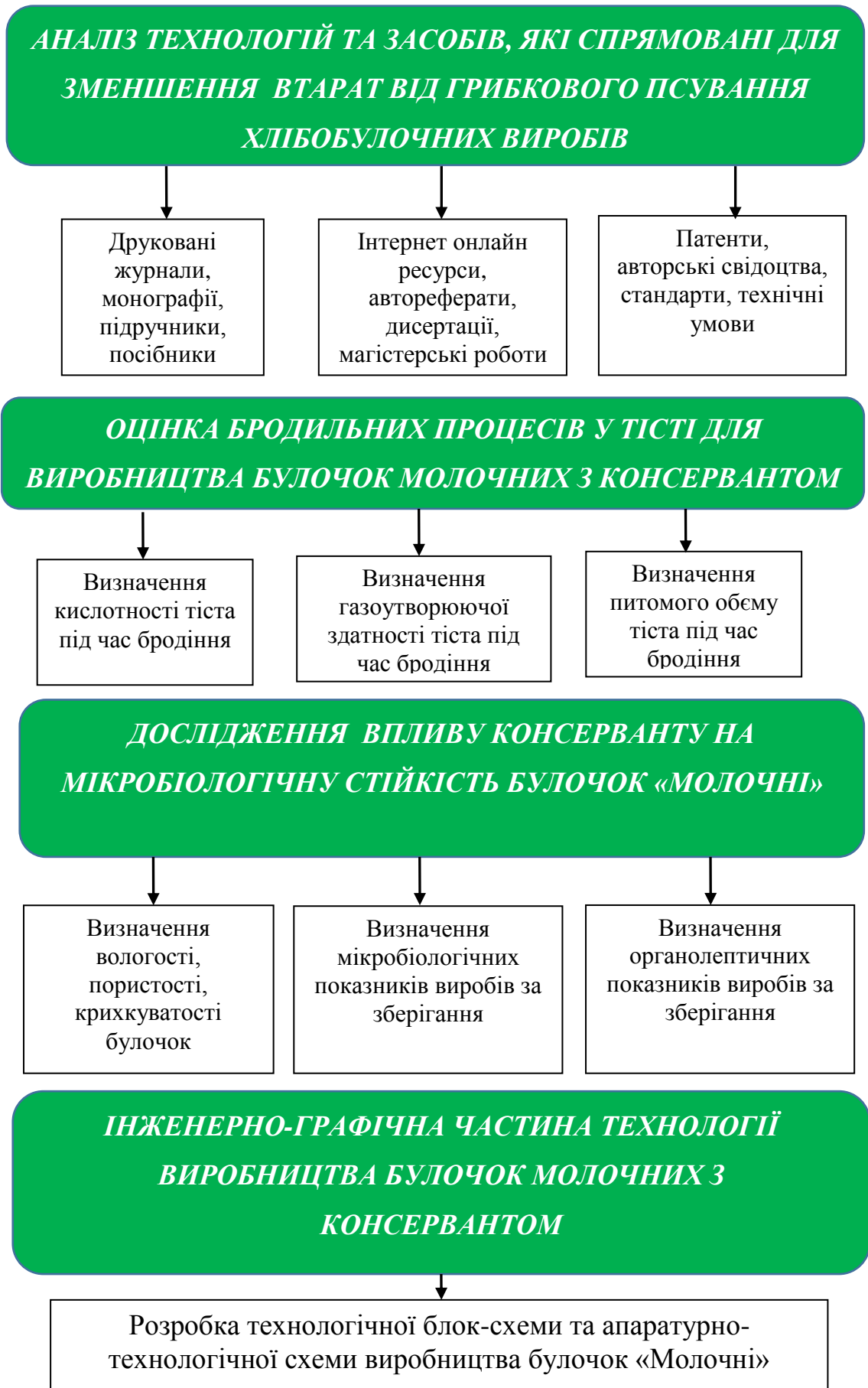


Рис. 2.1. Схема виконання розділів кваліфікаційного дослідження

трьох концентрацій консерванту сорбату калію, зокрема найнижчої 0,07 %, середньої 0,14 % та найвищої – 0,26 %. Тобто ми досліджували чи не впливають консерванти на ферментативні процеси спричиненні дріжджовою мікрофлорою. Під час виконання було сформовано три експериментальних взірців булочок «Молочні» з вище наведеними концентраціями сорбату калію та один взірець досліджено як контрольний. Дослідження проведено у трьох разовій повторності. У даному розділі використано для дослідження тіста стандартні методики, що описано авторами у лабораторному практикумі [82] та довіднику з технології хлібопекарського виробництва [81].

У третьому розділі наведено дослідження технологічних та органолептичних параметрів свіжих експериментальних взірців булочок «Молочні» з консервантами та найбільш вагомі показники, які характеризують процеси черствіння та пліснявіння за їх зберігання (крихкуватість, вологість, кількість цвілевих грибів). У дослідженнях застосовано технологічні методи класичні згідно практикуму [82], а грибкову мікрофлору згідно мікробіологічного практикуму [16]. Кожне дослідження проводилося у трьох повторностях.

Усі дані були виражені як середні значення. Статистичний аналіз був виконаний за допомогою одностороннього дисперсійного аналізу (ANOVA), за тестом Duncan's Multiple Range Test, де $P \leq 0,05$ вважається статистично значущим за допомогою програми SAS (SAS, 2001).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Технології та засоби, які спрямовані на зменшення втрат від грибкового псування борошняних виробів

Псування цвіллю та дріжджами є серйозною проблемою, яка впливає на термін зберігання виробів приготовлених із борошна, таких як хлібобулочні вироби [79].

Харчові добавки – це речовини, які навмисно додають до харчових продуктів, щоб збільшити термін зберігання продукту та покращити або змінити його властивості, включаючи зовнішній вигляд, смак або структуру, за умови, що це не погіршує його поживну цінність. Речовини можуть бути природного або синтетичного походження, як правило, без помітної поживної цінності, які додаються до харчових продуктів у невеликих кількостях під час виробництва (промислові зміни або під час пакування) [78].

Відповідно до норм ЄС, консерванти – це харчові добавки, які захищають від дії мікроорганізмів (грибків та/або бактерій) і тим самим подовжують термін придатності харчових продуктів [78]. Використання слабкої органічної кислоти як консерванту допускається в кислих харчових продуктах, насамперед як інгібіторів цвілі.

Серед консервантів, що використовуються в даний час, хлорид натрію (відомий як сіль) є, ймовірно, найдавнішим консервантом. Органічні кислоти, такі як оцтова кислота (E260), бензойна кислота (E210), пропанова кислота (E280) і сорбінова кислота (E200) також є консервантами, які широко використовуються в продуктах з низьким рН. Нітрати та нітроти зазвичай застосовуються для інгібування *Clostridium botulinum* у харчових продуктах, що містять сире м'ясо, наприклад ковбаса, шинка, бекон і селямі. Діоксид сірки (E220) і сульфіти (E221 - E226 і 224 - 228) широко додаються для

контролю росту мікроорганізмів у сухих фруктах, соках і винах. Нізин (E234) і натаміцин (E235) є антибіотиками, які використовуються для пригнічення росту бактерій і грибків у різних харчових продуктах [78].

Різні консерванти також можна використовувати окремо або одночасно. Наприклад, Цитрол (R) є протимікробним консервантом, що поєднує синергетичну дію двох компонентів, щоб перешкоджати розвитку цвілі. Являє собою спиртовий розчин лимонної кислоти (E330) і сорбінової кислоти (E200). Цитрол – це консервант, який можна використовувати в хлібобулочні вироби (форми для хлібців, м'які булочки для «хот-догів» або гамбургерів), тісто для піци та інше для бісквітів [78, 80].

Фунгіцидна дія кислот з лінійним ланцюгом відома протягом деякого часу. Серед них ненасичені кислоти мають більш відомий ефект. Сорбінова кислота (2,4-гексадієнова кислота) є ненасиченою карбоною кислотою $pK = 4,76$, часто використовується як харчовий консервант (E 200), перевага цієї речовини полягає в тому, що вона не має запаху та смаку при застосуванні у відповідних умовах. Концентрація (0,3%) [79]. Сорбінову кислоту можна отримати з ягід горобини (*Sorbus aucuparia*) або синтезувати хімічним шляхом. Ця добавка може бути у вигляді безбарвних голок або білих порошоків із легким характерним запахом (FAO, 2006).

Антимікробна активність сорбінової кислоти ефективна проти дріжджів, грибків і слабша проти бактерій. Цю добавку можна використовувати в багатьох харчових продуктах, а саме в напоях (фруктові соки, вино та сидр), випічці та частково приготованій випічці, сирах, фруктах та овочах, маринуваних або цукатах, оливках, джемах та желе, горіхах, маргарині, м'ясних продуктах, соуси, продукти на основі риби та яєць, варені креветки, жувальні гумки, ароматизовані молочні продукти, готові салати, солодощі та сиропи. Окрім сорбінової кислоти, також можна використовувати солі сорбінової кислоти натрію, калію та кальцію (E201, E202 та E203 відповідно). Солі мають широке застосування, завдяки аналогічним антимікробним ефектам, будучи більш розчинними у воді. У

промислових масштабах виробництва хлібобулочних виробів використання природних компонентів, таких як заквасочних бактерій є проблематичним, тому технологія виготовлення булочок та тістечок зазвичай передбачає застосування безпечних консервантів. Це допомагає зменшити втрати нереалізованої продукції, що значно підвищує рентабельність виробництва, особливо проблема гостро стоїть за умови світової продовольчої кризи. Тому всебічна оцінка виробів із вмістом синтетичних консервантів є постійно актуальною та завжди вимагає досліджень щодо терміну придатності даних виробів.

3.2. Опис застосованої технології виробництва булочок «Молочні» із вмістом консерванту

Для виробництва булочки «Молочної» було взято класичу технологію, але для уповільнення процесу черствіння та пліснявіння уведено у склад консервуючу субстанцію – солі сорбінової кислоти (сорбат калію), який є активний відносно грибкових мікроорганізмів. Сорбінова кислота та її похідні зазвичай використовуються для пригнічення росту цвілі та подовження терміну зберігання деяких харчових продуктів через фізіологічну нешкідливість для споживачів та органолептичну нейтральність до інших компонентів виробів [78]. При цьому відповідно до норм ЄС даний консервуючий агент можна вводити у максимальній концентрації до 0,3 %, що залежить від складу мікробіоти субстрату до якого уводять сорбат калію. Зараз практично усі хлібобулочні вироби із різними начинками промислового виробництва містять у своєму складі речовини консервуючої дії для зменшення черствіння і безпечності булочок за зберігання.

У нашому випадку, літературні дані повідомляють, що основними мікробіологічними вадами булочок під час їх тривалого зберігання є цвільова мікробіота. Тому було проведено дослід із з'ясуванням впливу мінімальних концентрацій сорбату калію (0,07 %) відповідно до нашого дослідження, та

максимальної (0,25 %) до маси борошна, яке використовується за рецептурою.

Таблиця 1

Експериментальні взірці булочок «Молочні» на 10 кг

п/н взірця	Кількість сорбату калію, від маси борошна	Кількість борошна пшеничного вищого сорту
1	0,7 г (0,07 %)	9629,3 г
2	1,4 г (0,14 %)	9628,6 г
3	2,6 г (0,26 %)	9627,4 г
Контроль (4)	–	9630,0 г

Тобто отримано три експериментальні взірці булочок (табл. 1) та один взірець узято для порівняння виготовлених без консерванта – контроль.

У відповідності до визначених у таблиці 3.1 концентрацій сорбату калію було розроблено та здійснено опис технологічної схеми виготовлення булочки «Молочна» 0,05 кг. Технологічна схема представлена нижче на рис. 3.1.

За схемою борошно просіюють за допомогою просіювача «Каскад» [81]. Тісто готують безопарним способом. Здійснивши підготовку сировини, у діжу тістомісильної машини періодичної дії Призма-300 [81] дозують молоко, дріжджову суспензію, розчин солі та борошно. Тісто замішують протягом 10-15 хв. Початкова температура тіста 28-29 °С, вологість тіста 38 %.

Бродіння тіста відбувається в діжі. Тривалість бродіння 3,5 год. Також проводять одноразову обминку тіста. Після завершення бродіння, тісто з діжі перекидають в тістоподільно-округлювальну машину Dr Robot Variomatic [81]. Там відбувається поділ тіста на шматки масою 0,058 кг та їх округлення. Всі операції відбуваються автоматично.

Вироби укладаються на листи швом вниз для остаточного вистоювання. Витримка сформованих тістових заготовок булочки «Молочна» відбувається у вистоювальній шафі Revent 7012 [81]. Вистоювання проходить при температурі 35-45 °С та відносній вологості повітря 70-85 %. Тривалість остаточного вистоювання 20-25 хв.

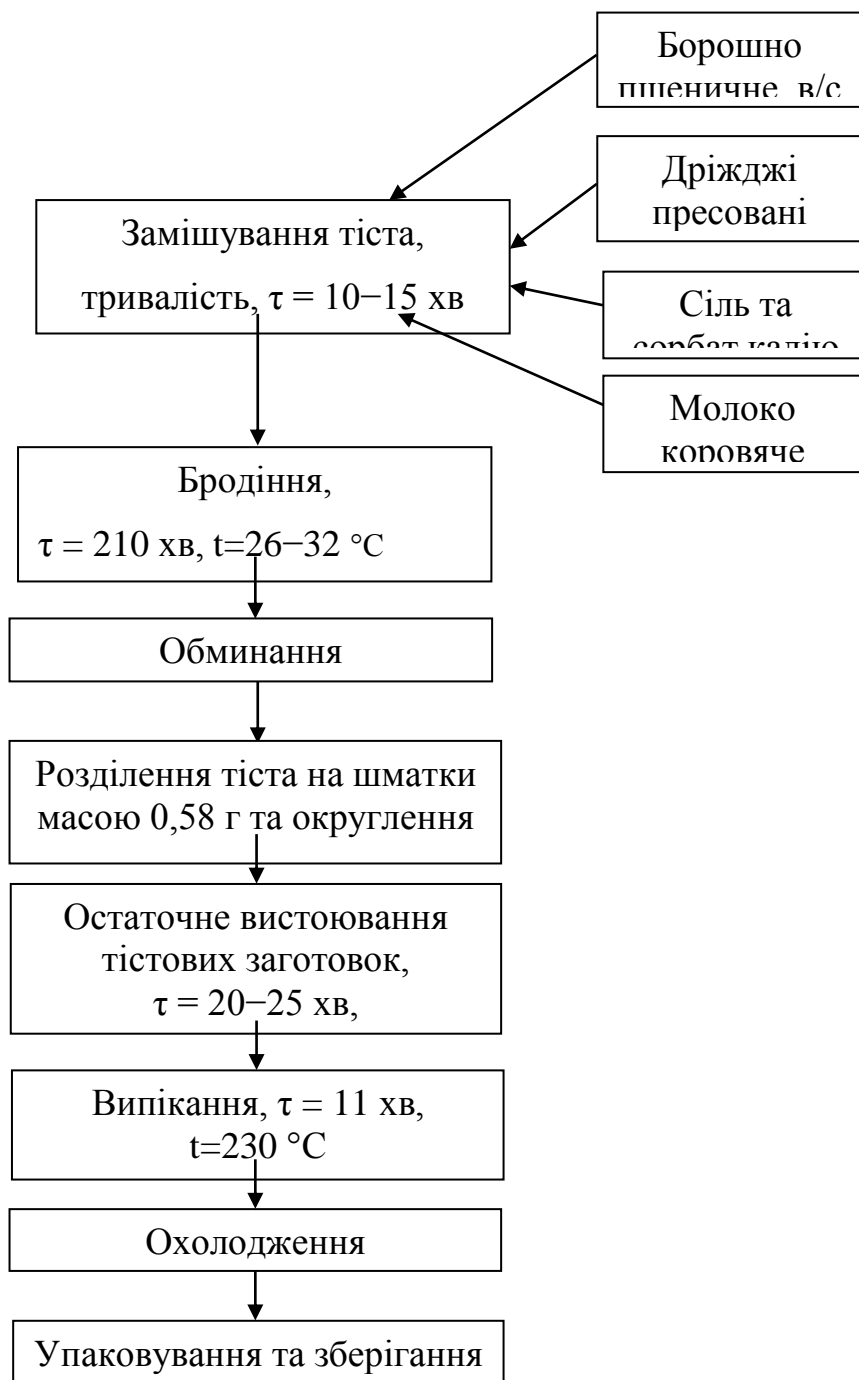


Рисунок 3.1. Технологічна схема виготовлення булочки «Молочна» 0,05 кг

Випікання булочних виробів відбувається в ротаційній печі Imprex Rotor [81]. Тривалість випікання 11 хв при температурі 230 °С та відносній вологості 80-85 %. Після випікання булочні вироби охолоджують до 27 °С в лотках на стелажах в остигальному відділенні. Вологість у цьому відділенні 75-80 %. Вироби знаходяться на відстані 15-25 см.

Після остигання вироби упаковують за допомогою упаковочної машини «Гарячий стіл» TW-450E [81]. Упаковані вироби транспортуються в торгову мережу.

3.3. Технологічна оцінка бродильних процесів в тісті та його органолептичні властивості

Технологія виробництва булочок «Молочні» передбачає використання пекарських дріжджів, тому застосування консервантів може вплинути на активність даних мікроорганізмів, а тим самим на метаболічні та ферментативні зміни у тісті. Це може проявлятися тривалішим процесом бродіння субстрату (тіста), зменшенням питомого об'єму, що в загальному вплине на технологічний процес і якість самого виробу. Це спонукало нас провести дослідження активності дріжджів і зміни біохімічних і органолептичних властивостей у експериментальних взірцях тіста. Таким чином нам необхідно додати даний консервант у такій пропорції до тіста, щоб він не знижував інтенсивність мікробіологічних змін за участі дріжджів, водночас макисмально інгібував активність «диких» дріжджів, пліснявих грибів і цвілі. Також ми розглядали можливість додавання похідних сорбатів у визначеній експериментально пропорціях на завершальному процесі бродіння, однак дану технологічну операцію неможливо застосувати через нерівномірність розподілення консерванту у тісті. До того ж цікавим на думку нашу є операція обробки поверхні булочок булочок консервантом для уповільнення розвитку цвілі на поверхні, адже вона добре аерується. Дослідження величини кислотності тістового середовища для булочок

«Молочні» від початку бродіння з різним вмістом похідних сорбату калію відмічено на рис. 3.2.

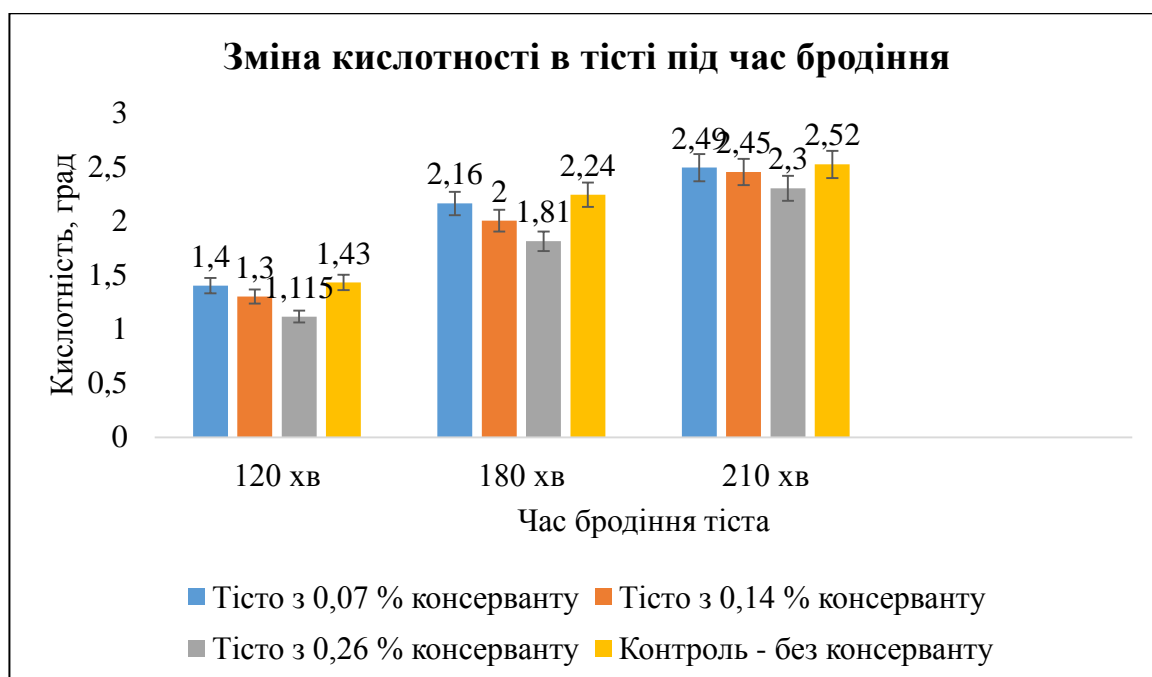


Рис. 3.2. Величина кислотності тіста для булочок «Молочні» під час бродіння з консервантами

Аналізуючи отримані дані (рис. 3.2), відзначаємо вплив доданого консерванту на бродильні процеси, що відбуваються в експериментальних зірцях тіста з консервуючими речовинами. При цьому інтенсивність бродіння у тісті чітко залежала від доданої концентрації сорбату калію у рецептурний склад експериментальних зірців булочок «Молочні». Так як, вірогідно вища кислотність упродовж усього процесу бродіння тіста реєструвалася нами на 120 хв, 180 хв та 210 хв ферментації. Зокрема, через 120 хв кислотність у тісті з найбільшим вмістом консерванту становила $1,15 \pm 0,2$ град., така величина на $0,3$ град менша, якщо порівнювати з тістом у контрольному зірці. У тісті з $0,07\%$ та $0,140\%$ сорбату калію вірогідної різниці, щодо величини кислотності у даний період бродіння не відзначали.

У експериментальних зірцях тіста через три години бродіння тенденція зберігала подібну динаміку, при якій найвища величина кислотності $2,24 \pm 0,2$ град також відмічена у тісті до якого не додавали сорбат калію. У тісті,

яке містило у рецептурі 0,26 % сорбату калію від маси борошна кислотність відзначалася найменша – $18,1 \pm 0,2$ град, що на $0,43 \pm 0,1$ град менше за кислотність у контролі. Взірці з 0,07 % та 0,140 % сорбату калію мали кислотність у даний час бродіння – $2,16 \pm 0,2$ та $2,0 \pm 0,1$ град, відповідно, що не значно менше від тіста у контролі.

Через 210 хв бродіння тіста кислотність тіста без сорбату калію була $2,52 \pm 0,1$ град (відповідає вимогам стандарту 2,5 град), а взірці з найвищою концентрацією хімічного консерванта – $2,3 \pm 0,1$ град, що вже на 0,2 град менше. Очевидно через три з половиною години бродіння дріжджова мікрофлора у тісті з консервантом адаптувалася до таких концентрацій, так як різниця в значенні кислотності постоупово зменшується. У взірцях тіста з консервантом 0,07 % та 0,140 % вірогідної різниці між величинами кислотності не відзначено між собою та порівняно з контрольним взірцем без солей сорбату.

Отже, дослідження відзначають, що за додавання сорбату калію у максимально регламентованій (вимоги ЄС [78] до 0,3 %) кількості 0,26 % від маси борошна кислотність упродовж трьох годин бродіння вірогідно нижча ніж у контролі. Однак через 210 хв бродіння цей показник не мав суттєвого значення, якщо порівняти з контрольним тістом. У тісті з 0,07 % та 0,140 % сорбату калію, бродильні процеси хоч і були слабші, ніж у тесті – контролі, проте вони не мали вірогідного значення.

Про характер мікробіологічних та бродильних змін у експериментальних взірцях тіста, які відбуваються упродовж технології ферментації булочок молочних (210 хв) вказують результати про виділення вуглекислого газу тобто газоутворювальна здатність тіста. Під час забезпечення дріжджів необхідними поживними речовинами (в основному вуглеводами, крохмалем, протеїнами та різними макроелементами, які наявні у борошні) дріжджі проходять декілька стадій свого розвитку від голодування (наявність голодних) до повного насичення (наявність вгодованих дріжджів). Саме на завершальних стадіях бродіння відбувається

виділення мікроорганізмами значної кількості вуглекислого газу. Це є свідченням їх активності та добрими ферментативними властивостями, відповідно тісто добре виброжене. Дані про газоутворювальну здатність дріжджів приведено на рис. 3.3.

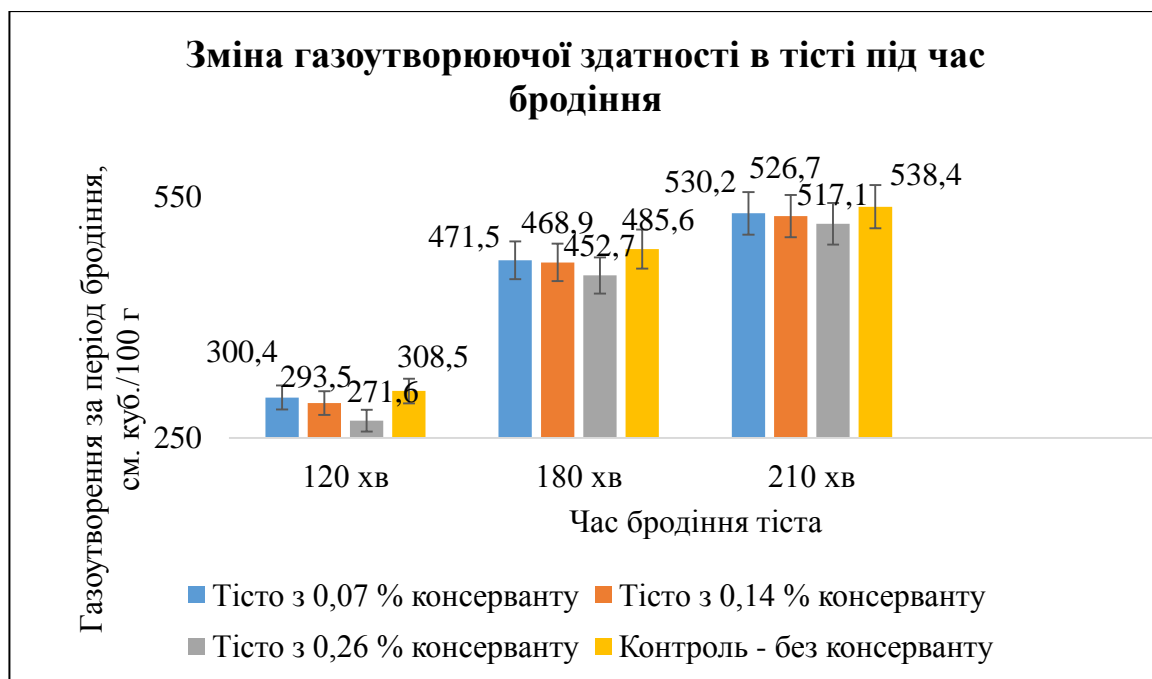


Рис. 3.3. Динаміка газоутворюючої здатності у експериментальних взірцях тіста для булочок «Молочні» під час бродіння з консервантами

За аналізу рисунка 3.3 бачимо динаміку, яка притаманна у тісті за доброго процесу бродіння – у контрольному взірці без сорбату калію в рецептурі. До зменшеного виділення вуглекислого газу у взірцях тіста, які мали у своєму складі консервант- сорбат калію. При цьому через 120 хв бродіння у взірці (контролі) кількість виділеного вуглекислого газу була найбільша – $308,5 \pm 3,6$ см. куб./100 г, дана кількість була в середньому на 38 см.куб газу більша, якщо порівняти з взірцем з найвищою кількістю сорбату калію (0,26 %). Взірці тіста з 0,07 % та 0,140 % сорбату калію у складі рецепту болочок, під час бродіння виділялася менша кількість вуглекислого газу, зокрема вона становила $300,4 \pm 2,4$ см.куб та $293,5 \pm 2,3$ см.куб, тобто на 8 і на 45 см.куб вуглекислого газу меншен виділялося, ніж у контрольному тісті.

Через 180 хв бродіння загальна тенденція зберіглася щодо продукування вуглекислого газу дріжджами. Так як найбільша їх кількість у контрольному тісті булочок молочних становила $485,6 \pm 5,2$ см.куб, у взірці тіста з 0,07 % сорбату калію кількість виділеного газу вірогідно не була меншою – $471,5 \pm 5,0$ см.куб, а з 0,140 % консерванту – $468,9 \pm 4,8$ см.куб., і найменша кількість виілялася газу це у зразку з найвищим вмістом консерванту – $452,7 \pm 4,5$ см.куб, що в середньому на 30 см.куб менше, ніж у тісті класичному без похідних сорбінової кислоти.

Через 210 хв тобто по завершенню технологічної операції бродіння кількість вуглекислого газу становила у контрольному тісті $538,4 \pm 7,9$ см.куб і на 30 см.куб менше у зразку з найвищою кількістю сорбату калію в рецептурі. Два інших взірці з 0,07 % та 0,14 % сорбату калію продукували вуглекислтий газ на 8 та 12 см.куб менше, що практично не є вірогідним при порівнянні з контрольним взірцем.

Отже, з даних досліджень відзначаємо, що в газоутворювальна здатність відображає активність дріжджової мікробіоти у тісті. При цьому за додавання консервуючої речовини дещо гальмується розвиток дріжджів у тісті і відповідно їх метаболітична активність. Проте дані застосовані нами концентрації сорбату калію у рецептурі булочок «Молочні» не суттєво гальмували розвиток дріжджів і відповідно накопичення вуглекислого газу відбувалося в межах допустимих вимог для даного виробу. При цьому суттєвого зниження виділення газу не реєструється.

Питомий об'єм хлібобулочних виробів вважається дуже важливою характеристикою, через те що від даного показника залежить величина випеченого продукту. Питомий об'єм булочок разом із газоутворюючою здатністю – це два показники, які характеризують інтенсивність бродильних процесів та стан структурних властивостей борошна, його протеїно-вуглеводної фракції. Відповідно якщо питомий об'єм експериментальних взірців булочок «Молочні» буде менший за контрольний взірець, то такі вироби після випікання будуть мати менший об'єм. Результати отриманих

даних відносно питомого об'єму експериментальних взірців булочок приведено на рис. 3.4.

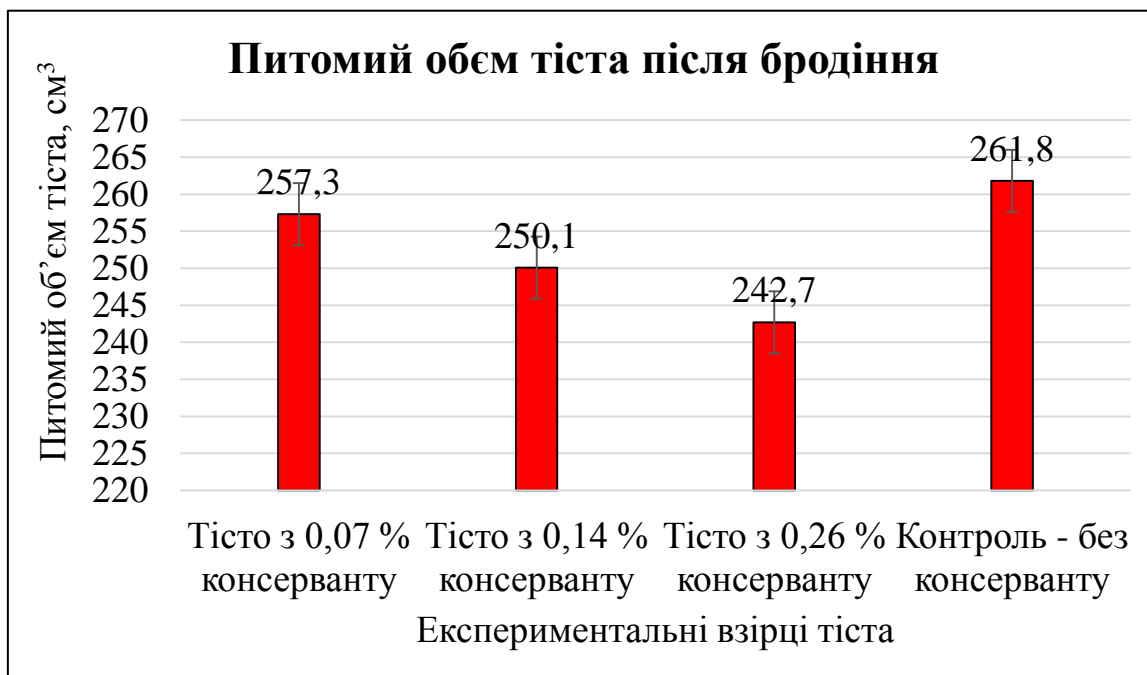


Рис. 3.4. Питомий об'єм у експериментальних взірцях тіста для булочок «Молочні» після бродіння з консервантами

З аналізованих результатів (рис. 3.4) відзначаємо поступове зменшення показника питомого об'єму тіста із збільшенням у його рецептурному складі консерванту. У тісті без сорбату калію питомий об'єм тіста становив $261,8 \pm 2,5$ см³, а у експериментальному взірці з найменшою кількістю (0,07 %) консерванту становив $257,3 \pm 2,3$ см³, що не має статистично вірогідної різниці. У взірці з концентрацією сорбату калію 0,14 % питомий об'єм тіста через 210 хв бродіння становив $250,1 \pm 2,2$ см³, що на $11,7 \pm 0,2$ см³ менший, ніж у контролі. Найбільша різниця порівнюючи з контролем була у взірці тіста з 0,26 % консерванту $19,1$ см³. Це вказує, що для забезпечення об'єму тіста, який наявний у контролі, необхідно збільшити час бродіння тіста ду взірці тіста з найбільшою концентрацією сорбату калію.

Отже, питомий об'єм тіста для булочок молочних з консервантом сорбатом калію з концентрацією 0,14 % істотно не відрізняється від

контрольного тіста. При додаванні 0,26 % сорбату калію до рецептурного складу булочок необхідно змінювати технологічну іструкцію щодо тривалості бродіння тіста.

Характеристика тіста за органолептичними показниками на завершення бродіння наведена на рис. 3.5.

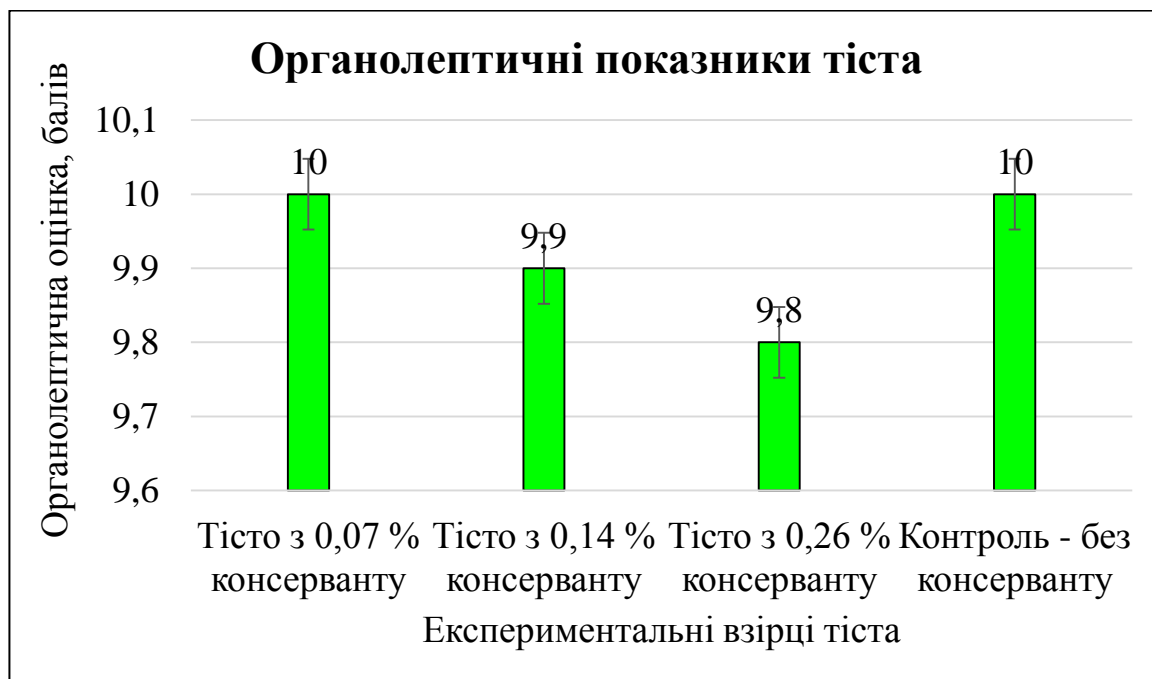


Рис. 3.5. Органолептичні властивості у експериментальних взірцях тіста для булочок «Молочні» після бродіння з консервантами

Оцінку тіста проводили за наступною градацією: колір і зовнішній вигляд – максимум у три бали; консистенція і структура – максимум у п'ять балів та запах – максимум у 2 бали. Загальна сума усіх балів може бути 10.

З аналізованих результатів (рис. 3.5) відзначаємо, що контрольне тісто та тісто з 0,07 % консерванту мало найбільшу кількість балів – 10. Із збільшенням у рецептурі концентрації сорбату калію знижується загальна бальна оцінка тіста, так за 0,14 % консерванту вона була менша 0,1 бала, якщо порівнювати з контролем, а у взірці з 0,26 % бала на 0,2 % бала. Дане зниження було пов'язане з більшою липкістю тіста, особливо те яке містило 0,26 % сорбату калію. Проте усі взірці тіста не мали змін зовнішнього

вигляду та відносно запаху, що вказує на можливість їх використання для виробництва булочок «Молочні».

3.4. Дослідження експериментальних зрізів готових виробів булочні «Молочні»

Відповідно до технології на булочки «Молочні» нами випечено з експериментальних зрізів тіста булочки, які в подальшому були дослідженні за показниками якості. У булочках визначали вологість виробів, пористість та органолептичні властивості, тобто ті які описані в стандарті. Вимоги стандарту передбачають, щоб вологість у булочок «Молочні» була не більше 38 %, а за величиною пористість не менше 72 %.

Результати дослідження величини масової частки води у експериментальних зрізах булочок наведено на рис. 3.6. При цьому експериментальні зрізи містили консервант.

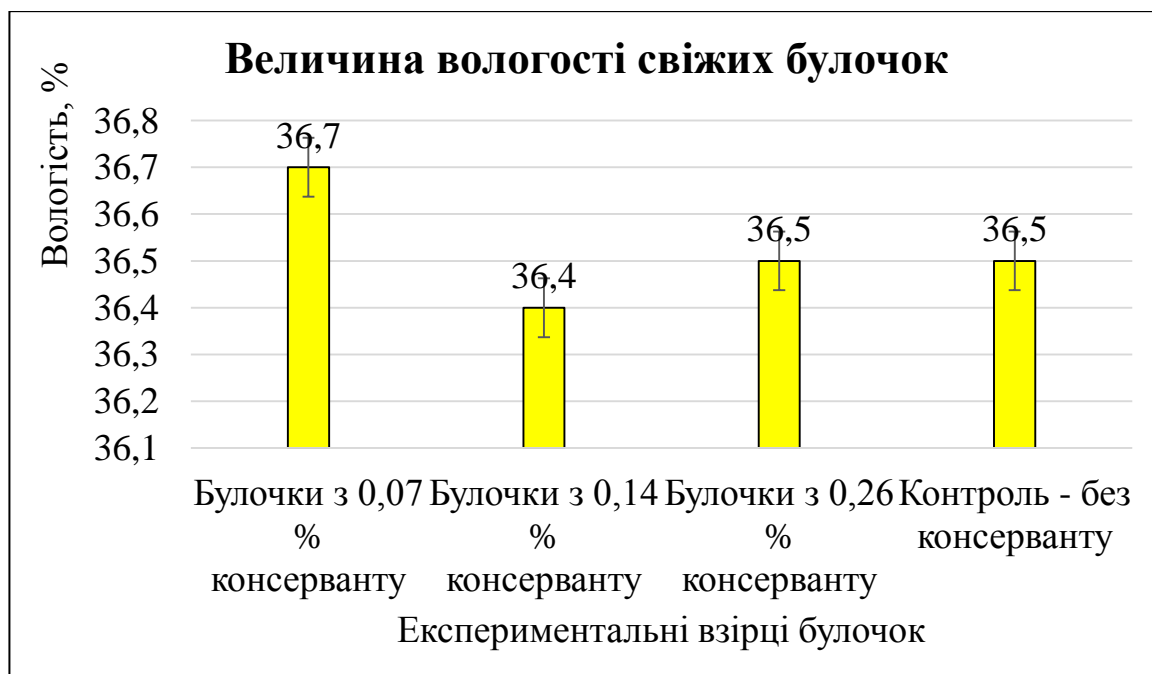


Рис. 3.6. Величина масової частки води у експериментальних зрізах свіжих булочок «Молочні» з консервантом

Вологість як показник якості булочок відноситься до осовних показників, так як характеризує їх пропеченість, енергетичну і харчову цінність, дотримання технології, та використання доброякісної сировини. Надмірно вологі булочки мають нижчу поживну цінність з однієї сторони та більш піддатливі до мікробного псування через вищий показник активності води. У таких виробках відбувається швидший процес черствіння, розвиток цвілевих грибів та різних видів бактерій. Булочки швидко черствіють та стають не товарного вигляду.

З аналізованих результатів (рис. 3.6) відзначаємо, що усі випечені експериментальні взірці булочок з вмістом консерванту за масовою часткою вологи статистично вірогідно не відрізнялися від контрольних булочок. При цьому вологість у булочках становила від $36,4 \pm 0,2$ % до $36,7 \pm 0,2$ %, що не перевищує показник визначений стандартом у 38 %. Тому можемо стверджувати, що за цим показником булочки були виготовлені з дотримання рецептури і випеченні згідно технологічних режимів відповідно зі блок-схемою (рис. 3.1).

У стандарті на булочки «Молочні» наведений показник пористості не менше 72 %, це є ознакою того, що наявні у борошні крохмаль, протеїни піддалися ферментному гідролізу за участі дріжджів. Булочки з такою величиною пористості швидко засвоюються організмом, оскільки вуглеводи перебувають у легко засвоюваній формі. Про показники пористості свіжих булочок з консервантами вказують дані на рис. 3.7.

З аналізованих результатів (рис. 3.7) відзначаємо зменшення значення пористості у експериментальних взірцях булочок молочних із збільшенням концентрації консерванту у їх рецептурі. При цьому у контрольних булочках пористість характеризувалася найвищим значенням – $74,6 \pm 0,1$ %. Взірець молочної булочки з 0,07 % сорбату калію мав величину пористості $74,2 \pm 0,1$ %, тобто на 0,4 % меншу від контрольних булочок. Збільшення сорбату калію у рецептурі до 0,14 % сприяло зниженню пористості на 0,6 % до $74,0 \pm 0,1$ %, а в булочках з найвищою концентрацією консерванту зниження

становили на 0,9 %, порівнюючи з булочками виготовленими за класичною схемою. Водночас у всіх експериментальних взірцях булочок пористість не була нижче, як передбачено стандартом.

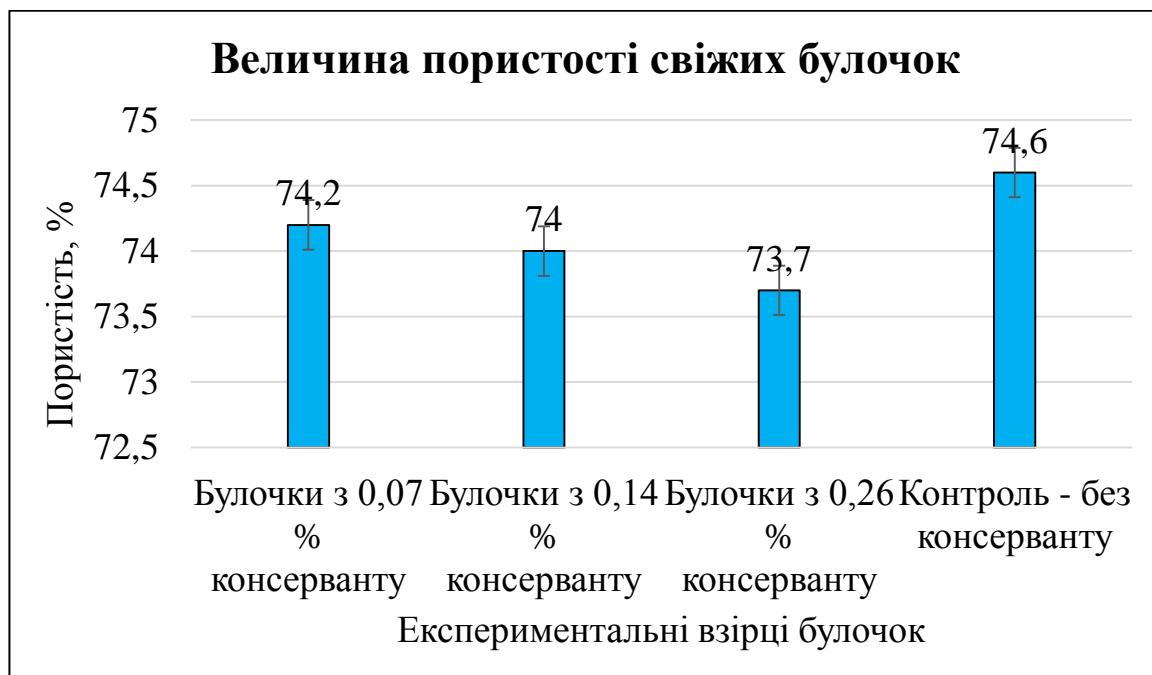


Рис. 3.7. Величина пористості у експериментальних взірцях свіжих булочок «Молочні» з консервантом

Споживачі під час вибору кондитерських виробів найперше надають перевазі значенням органолептики. Тобто зовнішній вигляд, колір – це ті значення, які найшвидше привертають увагу потенційного споживача. Як наслідок технологи при виробництві нового виду продукту особливо надають перевазі його органолептичним показникам. Тому у свіжовипечених виробках – булочки «Молочні», які у своєму складі містять різне співвідношення консерванту до маси борошна, нами визначено загальні показники органолептики. Дані представлені в таблиці 3.1.

При аналізуванні даних представлених в табл. 3.1, відзначаємо відсутність суттєвих відмінностей у експериментальних трьох взірцях булочок молочних (за органолептикою), порівняно з булочками у контрольному взірці виготовленому за класичною технологією. Деяка відмінність щодо об'єму була у булочок з 0,26 % консерванту, оскільки вони

дещо мали менший розмір (об'єм), але за іншими показниками вони не відрізнялися від булочок у контрольному взірці.

Таблиця 3.1

Оцінка експериментальних взірців булочок «Молочні» за органолептичними властивостями, n=5

Взірці булочок	Параметри для оцінки			
	Зовнішній вигляд і колір	Консистенція	Запах	Смак
Контроль, булочка «Молочна»	Симетрична кругла форма, забарвлення - золотисто- жовте, поверхня гладка, тріщини відсутні	Еластич- ий мякуш, пропечен- ий, пори рівномі- рні, однаково- го розміру	Відповідає молочним булочкам	Відповідає молочним булочкам
Булочка 3 0,07 % консерванту			Відповідає булочкам «Молочні», без сторонніх присмаків	Відповідає булочкам «Молочні», без сторонніх присмаків
Булочка 3 0,14 % консерванту				
Булочка 3 0,26 % консерванту				

Отже, за підсумками досліджень вологості, пористості та органолептичних властивостей булочок молочних можна відмітити, що у всіх експериментальних взірцях булочок пористість не була нижче, як передбачено стандартом 72 %. Також за масовою часткою вологи не відрізнялися від контрольних булочок, оскільки вона не перевищувала 38 % (норма за стандартом). Органолептичні показники експериментальних взірців також не мали суттєвих відмінностей, що дає змогу до споживання їх.

3.5. Дослідження експериментальних взірців булочок «Молочні» за зберігання

Основна ідея і мета даного дослідження була спрямована на удосконаленні технології і визначенні тривалості зберігання булочок «Молочні» з різною концентрацією консервуючої речовини. Адже у багатьох випадках вважається, що відсутність видимих змін (наявність цвілі) у булочних виробках вони є придатними до споживання. При цьому не звертається на мікробіологічні показники, а тільки на ті, які мають на меті вказати на їх черствіння. Тому було визначено зміни, які характеризують процеси черствіння у експериментальних взірцях упродовж семидобового терміну зберігання. Взірці зберігали за температури $18 \pm 1^\circ\text{C}$ вологості повітря $72,4 \pm 0,2 \%$. За зберігання оцінювали за крихкуватістю, кількістю цвілей, та органолептичними властивостями. Оцінка за мікробіологічним зростанням грибів наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Динаміка обсіяння цвілевими грибами булочок «Молочні» з консервантом упродовж зберігання, $n=4$, $M \pm m$

Взірці булочок	Кількість грибів (КУО/г) за зберігання упродовж			
	1 доба	3 доби	4 доби	5 діб
Контроль, булочка «Молочна»	$3,1 \pm 0,3$	$38,5 \pm 1,9$	$78,8 \pm 5,7$	$257,9 \pm 14,1$
Булочка з 0,07 % консерванту	$2,8 \pm 0,3$	$32,7 \pm 2,1$	$62,3 \pm 4,2^*$	$162,5 \pm 9,6^*$
Булочка з 0,14 % консерванту	$2,6 \pm 0,3$	$24,3 \pm 1,7^*$	$35,6 \pm 3,1^{**}$	$77,4 \pm 5,7^{**}$
Булочка з 0,26 % консерванту	$2,4 \pm 0,3$	$14,1 \pm 1,3^{**}$	$20,3 \pm 1,9^{**}$	$37,6 \pm 2,8^{**}$

Примітка: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,001$ – щодо кількості у контрольних булочках

При аналізуванні результатів представлених в табл. 3.2, відзначаємо закономірно бажаний процес від застосування у рецептурі булочок консервуючої речовини – сорбату калію. Оскільки за наявності вищої концентрації у рецептурі консерванту спостерігається менша кількість цвілевих грибів. Також упродовж зберігання динаміка зростання цвілевих грибів у булочках з найбільшою концентрацією консерванту виявилася найменшою, якщо порівняти з булочками у контролі. Зокрема, в експериментальних булочках з концентрацією сорбату калію 0,14 % та 0,26 %, через три доби витримування, кількість цвілевих грибів була вірогідно меншою в 1,6 та 2,7 рази, відповідно, ніж у булочках у контролі. Що є свідченням інгібуючого впливу даного синтетичного консерванта на грибкову мікрофлору.

У дослідженнях на четверту добу зберігання динаміка щодо консервуючої дії спостерігалася як на третю, водночас інтенсивність розвитку цвілевих грибів у контролі була суттєво вища, ніж у експериментальних взірцях з консервантом. Так, у контрольних булочках кількість цвілі збільшилася в 2,0 рази у взірці з 0,07 % консерванту в 1,9 рази, в булочках з 0,14 % сорбату – 1,5 рази та в булочках з найбільшою кількістю сорбату в 1,4 рази, якщо порівнювати з кількістю цвілей на третю добу.

У дослідженнях на п'яту добу зберігання булочок, інтенсивність розвитку цвілевих грибів значно посилилася, особливо в контрольних булочках, оскільки їх збільшення становило в 3,2 рази (до $257,9 \pm 14,1$ КУО/г), при порівнянні з четвертою добою. У експериментальних взірцях з консервантом інтенсивність розвитку цвілей упродовж цього часу була вірогідно нижча, так у булочках з 0,07 % консерванту збільшення було в 2,6 рази (до $162,5 \pm 9,6$ КУО/г), з 0,14 % – в 2,2 рази (до $77,4 \pm 5,7$ КУО/г) та з найбільшою кількістю 0,26 % в 1,8 рази (до $37,6 \pm 2,8$ КУО/г). Якщо прийняти, що за нормативними вимогами допустима кількість грибів до 1×10^2 КУО/г, то найбільшу стійкість до зберігання за кількістю грибів мали взірці булочок з 0,14 % та 0,26 % консерванту, так як навіть упродовж

пятидобового зберігання у них кількість грибів не перевищувала вище наведений показник. Контрольні булочки молочні зберігати довше, ніж упродовж чотри доби не бажано, оскільки розпочинається процес пліснявіння.

Крихкуваість та влогість булочок – це величини, значення яких характеризують розвиток процесів черствіння упродовж усього терміну зберігання. Відповідно упродовж зберігання булочки усихають, а отже крихкуватість борошняних виробів зростає і навпаки зменшується вміст у булочках вологи. Ці два взаємопротилежні показники характеризують один процес – черствіння. Тому нами оцінено експериментальні взірці булочок «Молочні» упродовж пятидобового зберігання на наявність процесів черствіння (дані представлено на рис. 3.8 та 3.9).

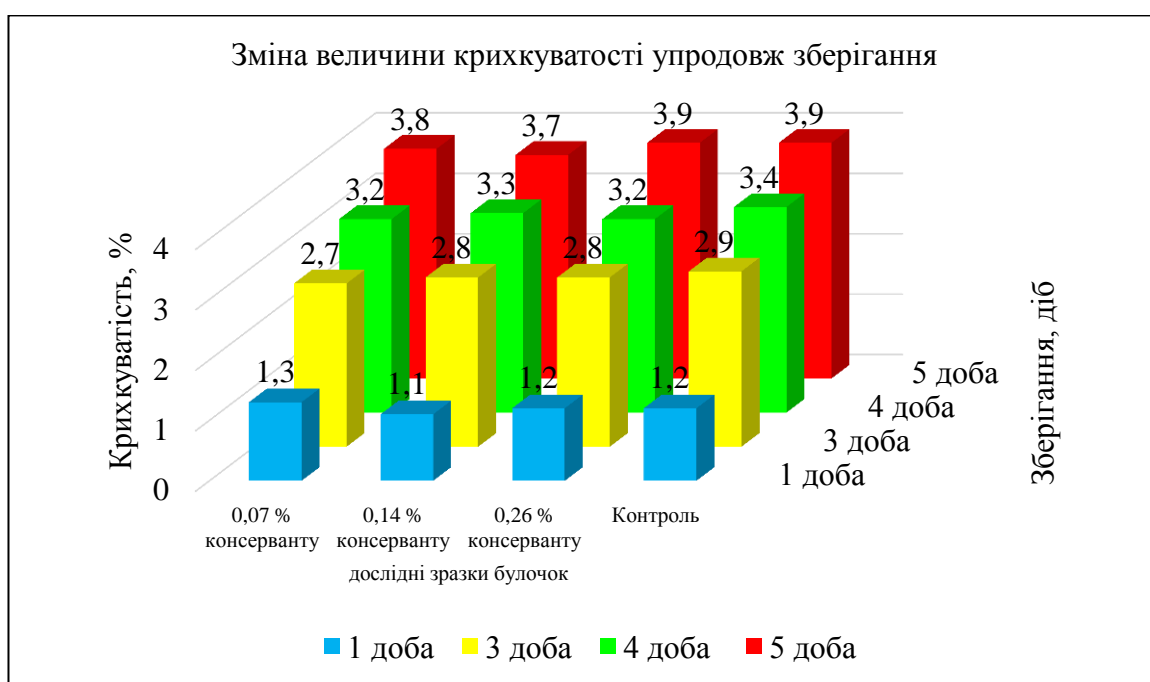


Рис. 3.8. Величина крихкуватості булочок «Молочні» з сорбатом калію упродовж зберігання

За аналізування рис. 3.8 відзначаємо помірне зростання величини крихкуватості як у контрольних булочок, так і в експериментальних взірцях з консервантами упродовж запланованого терміну зберігання. При цьому тенденції щодо статистично-вірогідної різниці за значеннями

крихкуватості між експериментальними збірцями булочок з найменшим та найбільшим вмістом консерванту в булочках не виявлено, як на третю, так і на п'яту добу зберігання. Не виявлено відмінності у значеннях крихкуватості також між контрольними булочками та експериментальними збірцями, оскільки середнє відхилення на третю і п'яту добу між усіма збірцями булочок не перевищувала 0,1 %. Це є свідченням, що консервуюча речовина сорбати калію, у булочках, не впливає на величину крихкуватості за зберігання виробів.

Дослідження кількісних змін величини вологості в булочках «Молочні» з консервантом представлено на рис. 3.9.

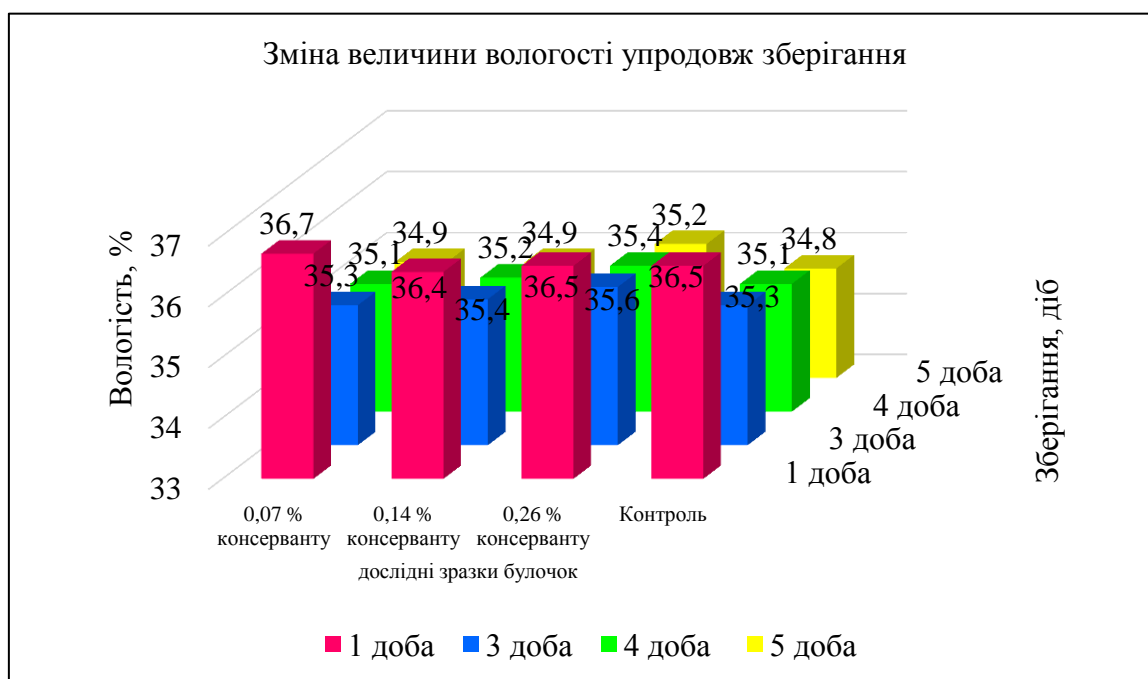


Рис. 3.9. Величина вологості булочок «Молочні» з сорбатом калію упродовж зберігання

За аналізування рис. 3.9 відзначаємо стабільну тенденцію зі зменшенням вологи у експериментальних збірцях булочок за їх п'ятидобового зберігання. Втрати вологи за цей період не перевищували 2 %, хоча у збірці з найбільшим вмістом сорбату калію (0,26 %) втрата вологи у булочках була найменша становила $1,3 \pm 0,1$ %, при порівнянні у контрольних булочках за цей час зменшення вологості було $1,7 \pm 0,1$ %.

Тобто це свідчить, що відбувається значно менша втрата вологи у булочках «Молочні» з консервантом сорбат калію.

Узагальнюючи результати розділу про вплив консервантів у рецептурі булочок «Молочні» на показники черствіння за берігання, відзначено, що за концентрації сорбату калію 0,26 % від маси борошна спостерігається зниження, в середньому в 3 рази розвитку цвілевих грибів, порівняно з булочками у контролі. При цьому булочки з таким вмістом консерванту можна зберігати упродовж п'ять діб без видимих ознак пліснявіння. Водночас наявність консерванту не впливала на показник крихкуватість булочок за цей час зберігання. Також виявлено деяке сповільнення процесів усихання булочок з найбільшою концентрацією сорбату калію у рецептурі булочок.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Розроблено та досліджено за комплексом технологічних параметрів експериментальні зразки булочок «Молочні», які містять у рецептурі консервант сорбат калію у кількості 0,07 %, 0,14 % та 0,26 %.

2. За кількості сорбату калію 0,26 % від маси борошна відмічалось зниження бродильних процесів в тісті через 210 хв, оскільки кислотність була на 0,4 – 0,2 град нижча, ніж у контрольному тісті. Також у такому тісті сповільнюється виділення вуглекислого газу, так як його кількість була на на 30 см.куб менше, ніж у тісті в контрольного зразку. Для використання сорбату калію у даній концентрації необхідно збільшити тривалість бродіння на 15 – 20 хв. При цьому за бальною оцінкою органолептичних властивостей експериментальні зразки тіста вірогідно не відрізнялися між собою.

3. Дослідження готових виробів виявило, що у всіх експериментальних взірцях булочок пористість не була нижче стандартного значення 72 %, а за вмістом вологи не перевищувала 38 % (норма за стандартом). Органолептичні показники експериментальних взірців також не мали суттєвих відмінностей.

4. Найбільшу стійкість до зберігання за кількістю грибів мали взірці булочок з 0,14 % та 0,26 % консерванту, так як навіть упродовж п'ятидобового зберігання у них кількість грибів не перевищувала 1×10^2 КУО/г. Контрольні булочки молочні зберігати довше, ніж упродовж чотри доби не бажано, оскільки розпочинається процес пліснявіння.

5. Запропоновано для підвищення стійкості до мікробного псування застосовувати у булочках консервант сорбат калію у кількості 0,26 %.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

4.1.1. Особливості ураження електричним струмом

Електробезпека – це система організаційних, технічних заходів і засобів, які забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики [84].

Електротравматизм – це явище, що характеризується певною сукупністю електротравм [85].

Електротравма – це травма, викликана впливом електричного струму або електричної дуги [85].

Електротравматизм порівняно з іншими видами травматизму має деякі відмінні особливості. Електротравматизм складає близько 1 % від загальної кількості усіх нещасних випадків на виробництві. Але серед нещасних випадків зі смертельними наслідками електротравми складають близько 40 %, посідаючи одне з перших місць, причому близько 90 % смертельних уражень електричним струмом трапляється в електроустановках з напругою 127-380 В.

Основними причинами нещасних випадків, пов'язаних з обслуговуванням електричних мереж і електроустановок, вважають:

- допуск до роботи осіб, які не мають кваліфікаційної групи з електробезпеки;
- допуск до роботи осіб, які не знають приміщень і зовнішніх установок за ступенем небезпеки ураження електрострумом;
- роботу на електроустановках і електроінструментом без заземлення, занулення, без перевірки опору ізоляції в мережах споживачів електроструму;

- роботу без зняття напруги, без засобів колективного та індивідуального захисту;
- роботу без наряду-допуску;
- нерегулярне навчання та переатестацію персоналу, який обслуговує електромережі та електроустановки;
- допуск до роботи осіб без медичного огляду;
- початок роботи без попередньої перевірки відсутності напруги, розширення зони робочого місця [84, 85].

До нещасних випадків призводить також застосування в особливо небезпечних приміщеннях і приміщеннях підвищеної небезпеки напруги понад 42 В.

Особливості електротравматизму:

- організм людини не наділений властивістю, за допомогою якої можна було б визначити наявність електроструму;
- електротравма може виникнути без безпосереднього контакту зі струмопровідниками, частинами устаткування (ураження через електричну дугу, крокову напругу тощо);
- електричний струм, проходячи через тіло людини, діє не тільки в місцях контактів і на шляху проходження через організм, а й на центральну нервову систему, що спричинює ураження внутрішніх органів (порушення нормальної діяльності серця, зупинку дихання тощо) [85].

Вплив електричного струму на організм людини

Дія електричного струму на організм людини супроводжується зовнішнім ураженням тканин та органів у вигляді механічних ушкоджень, електричних знаків електрометалізації шкіри, опіків [84].

Електричний струм, проходячи через організм людини, спричинює термічну, електролітичну та біологічну дії [85].

Термічна дія струму виявляється в опіках окремих ділянок тіла, ураженні внаслідок високої температури кровоносних судин, нервових

клітин, серця, мозку, що призводить до серйозних функціональних розладів [85].

Електролітична дія струму виявляється в розкладанні органічної рідини та крові, що призводить до значних порушень їх фізико-хімічного складу.

Біологічна дія струму виявляється у подразненні й збудженні живої тканини організму, що супроводжується мимовільним скороченням м'язів.

Тривалість проходження струму через організм впливає на кінцевий результат ураження: чим довше проходження струму, тим більша можливість тяжкого і смертельного наслідку [84, 85].

Види ураження електричним струмом

Розрізняють два види ураження електричним струмом: електричні травми та електричні удари [85].

Електричні травми – це ураження тканин і органів внаслідок проходження струму чи впливу променів електродуги на людину.

Серед електротравм умовно виділяють місцеві електротравми.

Місцева електротравма – це локальне ушкодження цілісності тканин тіла, кісток під впливом електроструму чи електродуги.

Характерними видами місцевих електротравм є такі: електричні опіки; електричні знаки; електрометалізація шкіри; електроофтальмія; механічні пошкодження.

Електричні опіки можуть бути поверхневими та внутрішніми [85].

Поверхневі опіки – це ураження шкіри. Внутрішні – ураження внутрішніх органів і тканин тіла. Електричні опіки виникають внаслідок нагрівання тканин тіла людини струмом понад 1 А під час різних коротких замикань, які супроводжуються іскрінням, сильним нагрівом провідників, загоранням електричної дуги. Електричні опіки можуть мати різні ступені важкості (1-4).

Електричні знаки – плями сірого або блідо-жовтого кольору у вигляді мозолі на поверхні шкіри в місці контакту зі струмопровідними елементами. Електричні знаки безболісні й через деякий час зникають [84].

Електрометалізація шкіри – це просочування поверхні шкіри частками металу за його випаровування чи розбризкування під впливом електричного струму. Уражена ділянка шорстка на дотик і має характерне для металу забарвлення. Електрометалізація шкіри є відносно безпечною (за винятком потрапляння металу в очі) й з часом зникає [84].

Електроофтальмія – запалення очей внаслідок дії значного потоку ультрафіолетових променів. [84]

Механічне пошкодження виникає під час різкого мимовільного скорочення м'язів під впливом струму, що проходить через людину. Внаслідок цього рветься шкіра, кровоносні судини, нервові тканини, можливі вивихи суглобів і навіть переломи кісток.

Електричний удар – це збудження електричним струмом живих тканин у вигляді судорожних скорочень м'язів. Залежно від уражень, ступінь негативної дії на організм електричного удару може бути різним. У найгіршому випадку електричний удар може призвести до порушень діяльності й навіть повної зупинки легенів та серця [84].

Електричні удари можуть бути таких видів: удари, що призвели до судорожних скорочень м'язів без знепритомнення; удари, що призвели до судорожних скорочень м'язів зі знепритомненням, але з роботою органів дихання і серця; удари зі знепритомненням й порушенням діяльності органів дихання і серця; удари, що викликали клінічну смерть [84].

Особа, яка надає долікарську допомогу, повинна визначити вид удару і вже залежно від цього вирішувати, що потрібно робити.

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1. Організація цивільного захисту на об'єктах переробної промисловості, ліквідація наслідків можливих надзвичайних ситуацій на підприємствах харчової промисловості

Нині відповідальність за безпечність харчових продуктів згідно Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових

продуктів» покладено на виробників. Роль держави у цьому випадку зводиться до системного контролю за дотримання показників безпеки у готовому продукті шляхом впровадження відповідних гігієнічних та технологічних вимог, які зводяться до наступного:

- встановлення обов'язкових параметрів безпеки для харчових продуктів;
- встановлення мінімальних специфікацій якості харчових продуктів у технічних регламентах;
- встановлення санітарних заходів і ветеринарно-санітарних вимог для потужностей (об'єктів) та осіб, які зайняті у процесі виробництва, продажу (постачання), зберігання харчових продуктів;
- встановлення стандартів для харчових продуктів з метою їх ідентифікації;
- забезпечення наявності у харчових продуктах для спеціального дієтичного споживання, функціональних харчових продуктах і дієтичних добавках заявлених особливих характеристик та їх безпеки для споживання людьми, зокрема особами, які мають особливі дієтичні потреби;
- інформування та підвищення обізнаності виробників, продавців (постачальників) і споживачів стосовно безпеки харчових продуктів та належної виробничої практики;
- встановлення вимог щодо знань та умінь відповідального персоналу виробників, продавців (постачальників);
- встановлення вимог щодо стану здоров'я відповідального персоналу виробників, продавців (постачальників); участі у роботі відповідних міжнародних організацій, які встановлюють санітарні заходи та стандарти харчових продуктів на регіональному і світовому рівнях;
- здійснення державного контролю на потужностях (об'єктах), де виробляються та переробляються продукти, що становлять значний ризик для здоров'я і життя людей;

- здійснення державного нагляду з метою перевірки виконання виробниками та продавцями (постачальниками) об'єктів санітарних заходів вимог цього Закону;

- виявлення порушень цього Закону та здійснення необхідних заходів щодо притягнення до відповідальності осіб, які не виконують положення цього Закону.

Захист сировини та продуктів харчування

Захист продуктів на об'єктах переробної промисловості від радіоактивних і отруйних речовин, бактеріологічних (біологічних) засобів при зберіганні, в процесі їх технологічної переробки, транспортування і реалізації, а також вододжерел і систем водопостачання від РР, ОР і БЗ є однією з важливих задач цивільного захисту в усіх ланках, де розв'язуються ці питання. Це обумовлюється тим, що з зараженими продуктами і водою радіоактивні отруйні речовини і бактеріальні засоби можуть потрапити в організм людини і викликати небезпечні захворювання і ураження [86, 87].

Радіоактивні продукти ділення і радіоактивні речовини (РР), що утворилися в момент аварії на АЕС і ядерного вибуху, випадають із радіоактивної хмари на місцевість у вигляді опадів і заражають усе, що знаходиться на ній. Якщо запаси продовольства виявляться неукритими або буде порушена цілісність тари і упаковки, то радіоактивні речовини безпосередньо заразять продукти харчування або будуть занесені в їжу з забруднених поверхонь тари, кухонного інвентарю і обладнання, одягу і рук при обробці продуктів [86, 87].

Найбільшу небезпеку створює потрапляння радіоактивних речовин всередину організму: з забрудненою їжею і водою, тому що потрапляння їх у кількостях, більших за встановлені, викликає променеву хворобу. Таким чином, щоб зберегти від зараження радіоактивними, отруйними речовинами і бактеріальними засобами продукти харчування, фураж і воду, необхідно перш за все максимально ізолювати їх від зовнішнього середовища. У домашніх умовах основним засобом захисту продуктів

харчування і від забруднення є: герметизація квартир, будинків, комор, зберігання продуктів у герметичній тарі або упаковці із захисних матеріалів, яка за своїми захисними властивостями поділяється на три категорії: вища, перша і друга [86, 87].

До вищої категорії належать тара, що захищає від радіоактивних, отруйних речовин і бактеріальних засобів. Це герметично закрита металева, скляна тара і деякі види дерев'яної і полімерної тари: фляги з гумовою кільцевою прокладкою; діжки сталеві зварювальні і дерев'яні заливні; банки для консервів; банки із кришкою, що знімається, і прокладкою із фольги, яка прокатана; труби алюмінієві; банки скляні, закатні жерстяними кришками; пляшки з вузькою шийкою, герметичне закриті металевими капсулами або закупорені щільними корковими (поліетиленовими) пробками і алюмінієвими ковпачками; пакети із комбінованого матеріалу, паперу, фольги, поліетилену.

Тара першої категорії, що захищає продовольство від бактеріальних засобів і радіоактивних речовин: діжки дерев'яні сухотарні; ящики дощаті з поліетиленовими вкладишами, банки і пакети із комбінованого матеріалу (для пакування концентратів круп, молока); пляшки з поліхлорвінілу для рослинної олії та ін [86, 87]..

До другої категорії тари, що захищає продовольство тільки від радіоактивних речовин, належать: ящики; барабани дерев'яні без поліетиленових вкладишів, багат шарові паперові мішки тощо. Найбільш перспективною як покривальний матеріал є відносно дешева плівка із поліетилену високого тиску (низької густини) [86, 87].

При герметизації складів сільськогосподарських підприємств слід добре затулити всі щілини в фундаменті, підлозі, стелі, стінах, дверях, перегородках і покрівлі. Ушкоджене скло треба замінити новим. Ще краще прикрити вікна щільними дерев'яними щитами, обшитими толем, а зайві віконні прорізи закласти цеглою. Двері необхідно обшити з внутрішнього

боку повстю, а зовні – клейонкою, між дверима і коробкою набити гуму або смужки тканини, вати, повсті, зробити пристрої притискування [86, 87].

Важливі заходи по захисту вододжерел і систем водозберігання проводять інженерна і комунально технічна служби цивільного захисту та їх формування.

Заражені радіоактивними, хімічними речовинами і бактеріальними засобами сільськогосподарська продукція і фураж підлягають обов'язковому обеззаражуванню і контролю ступеню зараження до відповідних допустимих величин.

Велике значення має сучасна підготовка до проведення знезараження продовольства і харчової сировини, у тому числі підготовка об'єктних лабораторій до проведення контролю за зараженістю продуктів, комплектування їх спеціальними приладами і обладнанням, створення і навчання невоєнізованих формувань по знезараженню [86, 87].

Після виникнення надзвичайних ситуацій передбачаються необхідні заходи щодо знезараження продовольства і фуражу, а також щодо їх знищення у тих випадках, коли вони не підлягають знезараженню [86, 87].

Чимала роль у виконання завдань по захисту продовольства і фуражу належить органам управління і об'єктам агропромислового комплексу. Саме в галузях, що входять до агропромислового комплексу, розв'язується ця проблема на етапах виробництва, переробки, зберігання і транспортування.

Висновок

У розділі було розглянуто і встановлено заходи захисту продуктів, харчової сировини, в тому числі борошна на підприємствах хлібопереробної галузі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Valerio, F., De Bellis, P., Lonigro, S. L., Visconti, A., & Lavermicocca, P. (2008). Use of *Lactobacillus plantarum* fermentation products in bread-making to prevent *Bacillus subtilis* ropy spoilage. *International journal of food microbiology*, 122(3), 328-332.
2. Kent, N. L. (1994). *Kent's Technology of Cereals: An introduction for students of food science and agriculture*. Elsevier.
3. 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 Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14–19.
4. Behling, R. G., Eifert, J., Erickson, M. C., Gurtler, J. B., Kornacki, J. L., Line, E., ... & Yan, Z. (2010). Selected pathogens of concern to industrial food processors: infectious, toxigenic, toxico-infectious, selected emerging pathogenic bacteria. In *Principles of microbiological troubleshooting in the industrial food processing environment* (pp. 5-61). Springer, New York, NY.
5. Войтко, Х., & Кухтин, М. Д. (2021). Вплив хімічних засобів на збудників хвороб хліба. *Тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції „Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти “*, 48-48.
6. Карпук, Н., 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
7. Вічко, О., Кухтин, М., Бергілевич, О., Горюк, Ю., & Горюк, В. (2016). Main Microbiological and Biological Properties of Microbial Associations of “*Lactomyces tibeticus*”.

8. 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.
9. Heyndrickx, M. (2011). The importance of endospore-forming bacteria originating from soil for contamination of industrial food processing. *Applied and Environmental Soil Science*, 2011.
10. Voysey, P. A., & Hammond, J. C. (1993). Reduced-additive breadmaking technology. In *Technology of reduced-additive foods* (pp. 80-94). Springer, Boston, MA.
11. Хмеляр, А., & Кухтин, М. Д. (2021). Дослідження активності житньо-пшеничної закваски з екстрактом базилику. *Тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції „Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти “*, 30-30.
12. Saranraj, P., & Geetha, M. (2012). Microbial spoilage of bakery products and its control by preservatives. *International Journal of Pharmaceutical & biological archives*, 3(1), 38-48.
13. Aydin, A., Paulsen, P., & SMULDERS, F. J. M. (2009). The physico-chemical and microbiological properties of wheat flour in Thrace. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(5), 445-454.
14. Needham, R., Williams, J., Beales, N., Voysey, P., & Magan, N. (2005). Early detection and differentiation of spoilage of bakery products. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 106(1), 20-23.
15. Fangio, M. F., Roura, S. I., & Fritz, R. (2010). Isolation and identification of *Bacillus* spp. and related genera from different starchy foods. *Journal of food science*, 75(4), M218-M221.
16. Бергілевич, О. М., Касянчук, В. В., Власенко, І. Г., & Кухтін, М. Д. (2010). Мікробіологія молока і молочних продуктів. *Суми: Університетська книга*.

17. Iurlina, M. O., Saiz, A. I., Fuselli, S. R., & Fritz, R. (2006). Prevalence of *Bacillus* spp. in different food products collected in Argentina. *LWT-Food Science and Technology*, 39(2), 105-110.
18. Kukhtyn, M., Vichko, O., Kravets, O., Karpyk, H., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Biochemical and microbiological changes during fermentation and storage of a fermented milk product prepared with Tibetan Kefir Starter. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 68(4).
19. Рудь, А., Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. (2021). Нові види борошна в технології виробництва хліба і хлібобулочних виробів. *Тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції „Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти“*, 29-29.
20. Fadda, C., Sanguinetti, A. M., Del Caro, A., Collar, C., & Piga, A. (2014). Bread staling: Updating the view. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 473-492.
21. Setlow, P. (2006). Spores of *Bacillus subtilis*: their resistance to and killing by radiation, heat and chemicals. *Journal of applied microbiology*, 101(3), 514-525.
22. Sofos, J. N., & Busta, F. F. (1991). Antimicrobial activity of sorbate. *Journal of Food Protection*, 44(8), 614-622.
23. Dewettinck, K., Van Bockstaele, F., Kühne, B., Van de Walle, D., Courtens, T. M., & Gellynck, X. (2008). Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 243-257.
24. Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., Horyuk, Y. V., Horyuk, V. V., & Stravsky, Y. S. (2016). Bacterial biofilms formation of Cattle mastitis pathogens. *Journal for veterinary medicine, biotechnology and biosafety*, (2, Iss. 4), 30-32.
25. Seiler, D. (2004). Preservation of bakery products. *Proceedings of the Institute of Food Science and Technology*, 17, 31-9.
26. Zhang, J. L., Aziz, M., Qiao, Y., Han, Q. Q., Li, J., Wang, Y. Q., ... & Paré, P. W. (2014). Soil microbe *Bacillus subtilis* (GB03) induces biomass

accumulation and salt tolerance with lower sodium accumulation in wheat. *Crop and Pasture Science*, 65(5), 423-427.

27. Hunt, L., & Robbins, L. (2009). Food expenditure patterns of Canadian Consumers. *Food Market Commentary*, 11, 42-51.

28. Sakalauskas, S., Kačergius, A., Janušauskaitė, D., & Čitavičius, D. (2014). Bacteria with a broad-spectrum of antagonistic activity against pathogenic fungi of cereals. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101(2), 185-192.

29. Taglieri, I., Sanmartin, C., Venturi, F., Macaluso, M., Zinnai, A., Tavarini, S., ... & Angelini, L. G. (2020). Effect of the leavening agent on the compositional and sensorial characteristics of bread fortified with flaxseed cake. *Applied Sciences*, 10(15), 5235.

30. Roessler, P. F., & Ballenger, M. C. (1996). Contamination of an unpreserved semisoft baked cookie with a xerophilic *Aspergillus* species. *Journal of food protection*, 59(10), 1055-1060.

31. Карпик, Г. В., Вічко, О. І., Копчак, Н. Г., Швед, О. В. Особливості виробництва булочних виробів з *Rheum L.* / Хімія, технологія речовин та їх застосування. Розділ: Технологія бродіння, біотехнологія, – Львів: Львівська політехніка, Том 5, № 2, 2022. – С.136-141

32. Kukhtyn, M., Kozhyn, V., Horiuk, V., Malimon, Z., Horiuk, Y., Yashchuk, T., & Kernychnyi, S. (2021). Activity of Disinfecting Biocides and Enzymes of Proteases and Amylases on Bacteria in Biofilms. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 27(4), 495-502.

33. Lisovska, T., Stadnik, I., Piddubnyi, V., & Chorna, N. (2020). Effect of extruded corn flour on the stabilization of biscuit dough for the production of gluten-free biscuit. *Ukrainian Food Journal*, 9(1), 159-261. DOI: 10.24263/2304-974X-2020-9-1-14

34. Baur, J. (2001). La Boulangerie en Europe. *Industries des Cereals*, 73, 39-48.

35. Sievert, D., Hosney, R. C., & Delcour, J. A. (2000). Bread and other baked products. *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*.

36. Needham, R., Williams, J., Beales, N., Voysey, P., & Magan, N. (2005). Early detection and differentiation of spoilage of bakery products. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 106(1), 20-23.
37. Salata, V., Kukhtyn, M., Pekriy, Y., Horiuk, Y., & Horiuk, V. (2018). Activity of washing-disinfecting means “San-active” for sanitary treatment of equipment of meat processing enterprises in laboratory and manufacturing conditions. *Ukrainian journal of veterinary and agricultural sciences*, 1(1), 10-16.
38. Valerio, F., Favilla, M., De Bellis, P., Sisto, A., de Candia, S., & Lavermicocca, P. (2009). Antifungal activity of strains of lactic acid bacteria isolated from a semolina ecosystem against *Penicillium roqueforti*, *Aspergillus niger* and *Endomyces fibuliger* contaminating bakery products. *Systematic and Applied Microbiology*, 32(6), 438-448.
39. Brul, S., van Beilen, J., Caspers, M., O'Brien, A., de Koster, C., Oomes, S., ... & Ter Beek, A. (2011). Challenges and advances in systems biology analysis of *Bacillus* spore physiology; molecular differences between an extreme heat resistant spore forming *Bacillus subtilis* food isolate and a laboratory strain. *Food microbiology*, 28(2), 221-227.
40. Rosenkvist, H., & Hansen, Å. (1995). Contamination profiles and characterisation of *Bacillus* species in wheat bread and raw materials for bread production. *International journal of food microbiology*, 26(3), 353-363.
41. Martínez-Castaño, M., Lopera-Idarraga, J., Pazmiño-Arteaga, J., & Gallardo-Cabrera, C. (2020). Evaluation of the behaviour of unripe banana flour with non-conventional flours in the production of gluten-free bread. *Food Science and Technology International*, 26(2), 160-172.
42. Voysey, P. A., & Hammond, J. C. (1993). Reduced-additive breadmaking technology. In *Technology of reduced-additive foods* (pp. 80-94). Springer, Boston, MA.
43. Taglieri, I., Sanmartin, C., Venturi, F., Macaluso, M., Zinnai, A., Tavarini, S., ... & Angelini, L. G. (2020). Effect of the leavening agent on the

compositional and sensorial characteristics of bread fortified with flaxseed cake. *Applied Sciences*, 10(15), 5235.

44. Bailey, C. P., & Von Holy, A. (1993). Bacillus spore contamination associated with commercial bread manufacture. *Food Microbiology*, 10(4), 287-294.

45. 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.

46. 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.

47. Garkavenko, T. O., Gorbatyuk, O. I., Dybkova, S. M., Kozytska, T. G., Andriiashchuk, V. O., Kukhtyn, M. D., & Horiuk, Y. V. (2021). Screening of Epidemiologically Significant Mechanisms of Antibiotics to β -Lactams in Enterobacteriaceae-Pathogens of Zoonoses. *Journal of Pure and Applied Microbiology*.

48. Boukid, F., Zannini, E., Carini, E., & Vittadini, E. (2019). Pulses for bread fortification: A necessity or a choice?. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 416-428.

49. Faustino, M., Veiga, M., Sousa, P., Costa, E. M., Silva, S., & Pintado, M. (2019). Agro-food byproducts as a new source of natural food additives. *Molecules*, 24(6), 1056.

50. Taglieri, I., Sanmartin, C., Venturi, F., Macaluso, M., Zinnai, A., Tavarini, S., ... & Angelini, L. G. (2020). Effect of the leavening agent on the compositional and sensorial characteristics of bread fortified with flaxseed cake. *Applied Sciences*, 10(15), 5235.

51. Axel, C., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2017). Mold spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf life extension. *Critical Reviews in food science and nutrition*, 57(16), 3528-3542.

52. El Sheikha, A. F., & Mahmoud, Y. A. G. (2015). Bread fungal contamination: Risk of mycotoxins, protection of anti-fungal and need to fungal identification. *Bread and Its Fortification; Rosell, CM, Bajerska, J., El Sheikha, AF, Eds*, 160-172.

53. Smith, J. P., Daifas, D. P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J., & El-Khoury, A. (2004). Shelf life and safety concerns of bakery products—a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 44(1), 19-55.

54. Abellana, M., Magri, X., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (1999). Water activity and temperature effects on growth of *Eurotium amstelodami*, *E. chevalieri* and *E. herbariorum* on a sponge cake analogue. *International journal of food microbiology*, 52(1-2), 97-103.

55. Amigo, J. M., del Olmo Alvarez, A., Engelsen, M. M., Lundkvist, H., & Engelsen, S. B. (2016). Staling of white wheat bread crumb and effect of maltogenic α -amylases. Part 1: Spatial distribution and kinetic modeling of hardness and resilience. *Food chemistry*, 208, 318-325.

56. Abellana, M., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2001). Effect of water activity and temperature on growth of three *Penicillium* species and *Aspergillus flavus* on a sponge cake analogue. *International journal of food microbiology*, 71(2-3), 151-157.

57. Vytřasová, J., Přibáňová, P., & Marvanova, L. (2002). Occurrence of xerophilic fungi in bakery gingerbread production. *International Journal of Food Microbiology*, 72(1-2), 91-96.

58. Guynot, M. E., Marin, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2003). Modified atmosphere packaging for prevention of mold spoilage of bakery products with different pH and water activity levels. *Journal of Food Protection*, 66(10), 1864-1872.

59. Guynot, E., Marin, S. M., Sanchis, V., & Ramos, A. (2005). Low intermediate moisture bakery product by Mudelling *Eurotium* sp. *Aspergillus* sp.

and *Penicillium corylophilum* growth. *International Journal of Food Microbiology*, 101, 169-177.

60. Kukhtyn, M., Salata, V., Horiuk, Y., Kovalenko, V., Ulko, L., Prosyanyi, S., & Kornienko, L. (2021). THE INFLUENCE OF THE DENITRIFYING STRAIN OF *STAPHYLOCOCCUS CARNOSUS* NO. 5304 ON THE CONTENT OF NITRATES IN THE TECHNOLOGY OF YOGURT PRODUCTION. *Slovak Journal of Food Sciences*, 15.

61. Arroyo, M., Aldred, D., & Magan, N. (2005). Environmental factors and weak organic acid interactions have differential effects on control of growth and ochratoxin A production by *Penicillium verrucosum* isolates in bread. *International Journal of Food Microbiology*, 98(3), 223-231.

62. Samapundo, S., Deschuyffeleer, N., Van Laere, D., De Leyn, I., & Devlieghere, F. (2010). Effect of NaCl reduction and replacement on the growth of fungi important to the spoilage of bread. *Food microbiology*, 27(6), 749-756.

63. Ding, S., Peng, B., Li, Y., & Yang, J. (2019). Evaluation of specific volume, texture, thermal features, water mobility, and inhibitory effect of staling in wheat bread affected by maltitol. *Food Chemistry*, 283, 123-130.

64. Kang, N., Reddy, C. K., Park, E. Y., Choi, H. D., & Lim, S. T. (2018). Antistaling effects of hydrocolloids and modified starch on bread during cold storage. *LWT*, 96, 13-18.

65. Yu, W., Xu, D., Li, D., Guo, L., Su, X., Zhang, Y., ... & Xu, X. (2019). Effect of pigskin-originated gelatin on properties of wheat flour dough and bread. *Food Hydrocolloids*, 94, 183-190.

66. Marín, S., Guynot, M. E., Sanchis, V., Arbonés, J., & Ramos, A. J. (2002). *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, and *Penicillium corylophilum* spoilage prevention of bakery products by means of weak-acid preservatives. *Journal of food science*, 67(6), 2271-2277.

67. Valerio, F., Favilla, M., De Bellis, P., Sisto, A., de Candia, S., & Lavermicocca, P. (2009). Antifungal activity of strains of lactic acid bacteria

isolated from a semolina ecosystem against *Penicillium roqueforti*, *Aspergillus niger* and *Endomyces fibuliger* contaminating bakery products. *32(6)*, 438-448.

68. Gorton, L. A. (1999). Sorbate solution triples bread's shelf life. *Baking Industry*, *144*, 20-21.

69. Ray, L. L., & Bullerman, L. B. (2012). Preventing growth of potentially toxic molds using antifungal agents. *Journal of Food Protection*, *45(10)*, 953-963.

70. Марцінішин С.П., Вічко О.І. Підвищення споживчої цінності хлібобулочних виробів з додаванням материнки. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції. (Тернопіль 22–23 вересня 2022 року) / М-во освіти і науки України, ТНТУ ім. І. Пулюя, Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – С.46

71. Розширення спектру використання нетрадиційних видів борошна в технології борошняних виробів / Я.Ю.Хижнюк, Т.О.Лісовська, О.І.Вічко // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XI міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 7-8 грудня 2022) Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. –2022. – С.110

72. Torrieri, E., Pepe, O., Ventorino, V., Masi, P., & Cavella, S. (2014). Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread. *LWT-Food Science and Technology*, *56(2)*, 508-516.

73. Suhr, K. I., & Nielsen, P. V. (2004). Effect of weak acid preservatives on growth of bakery product spoilage fungi at different water activities and pH values. *International journal of food microbiology*, *95(1)*, 67-78.

74. Hassan, Y. I., & Bullerman, L. B. (2021). Cell-surface binding of deoxynivalenol to *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* isolated from sourdough starter culture. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, *2021*, 2323-2325.

75. Sana, M. H., Mondher, M., & Moktar, H. (2007). Microflora distribution and species ratio of Tunisian fermented doughs for bakery industry. *African Journal of Biotechnology*, *6(18)*, 2122-2129.

76. Ryan, L. A. M., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. (2008). The use of sourdough fermented by antifungal LAB to reduce the amount of calcium propionate in bread. *International Journal of Food Microbiology*, 125(3), 274-278.

77. 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.

78. Silva, M. M., & Lidon, F. (2016). Food preservatives—An overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 366-373.

79. Guynot, M. E., Ramos, A. J., Sanchis, V., & Marín, S. (2005). Study of benzoate, propionate, and sorbate salts as mould spoilage inhibitors on intermediate moisture bakery products of low pH (4.5–5.5). *International Journal of Food Microbiology*, 101(2), 161-168.

80. Denkova, R., Ilieva, S., Denkova, Z., Georgieva, L., Yordanova, M., Nikolova, D., & Evstatieva, Y. (2014). Production of wheat bread without preservatives using sourdough starters. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 28(5), 889-898.

81. Дробот В.І, Довідник з технології хлібопекарського виробництва. – К.: Руслана, 1998. 416 с.

82. Дробот В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: навч. посіб. / за ред. Дробот В. І. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.

84. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

85. Основи охорони праці: Підручник. 21-е видання, доповнене та перероблене. / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К.: Основа, 2006 – 448 с.

86. Кучма М. М. Цивільна оборона (цивільний захист): Навчальний посібник. – Львів: «Магнолія плюс», 2009. – 360 с.

87. Стеблюк М.Л. Цивільна оборона: Підручник – 3-тє вид., перероб і доп. – К.: Знання, 2004р.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XI Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
7-8 грудня 2022 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2022

**СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ, БІО- ТА
НАНОТЕХНОЛОГІЙ**

УДК 664.641.4

Я.Ю.Хижнюк, Т.О.Лісовська, к.т.н., доцент, О.І.Вічко, к.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**РОЗШИРЕННЯ СПЕКТРУ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВИДІВ
БОРОШНА В ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ**

Ya.Yu.Hizhnyuk, T.O. Lisovska, Ph.D., Assoc. Prof., O.I.Vichko, Ph.D., Assoc. Prof.
**EXPANDING THE SPECTRUM OF USING NON-TRADITIONAL TYPES OF
FLOUR IN FLOUR PRODUCTS TECHNOLOGY**

Сьогодні розширення асортименту сировини за рахунок використання нетрадиційних видів борошна, що здатні повністю замінити пшеничне борошно з метою створення безглютенових видів борошняних виробів та різноманітних рослинних добавок функціонального призначення в хлібопекарській промисловості є актуальним. Використання нехлібопекарських видів борошна при виробництві хлібобулочних виробів дозволяє не лише урізноманітнити їх смакові якості, підвищити харчову цінність, розширити асортимент борошняних виробів, але й завдяки особливостям їх хімічного складу, вмісту розчинних і нерозчинних некрохмальних полісахаридів, знизити інтенсивність черствіння даної групи виробів, продовжити строки збереження свіжості. [1] Вирішенням даного питання є використання борошна, що пройшло певне попереднє оброблення та є джерелом модифікованого крохмалю, та містить білки, які не утворюють клейковину, і може бути застосоване у технології безглютенових виробів. Мета – дослідження шляхів розширення застосування нетрадиційних видів борошна в технології хлібобулочних виробів, збереження цінних природних якостей харчових продуктів та вдосконалення існуючих технологій виробництва.

Основною проблемою створення безглютенових борошняних виробів є імітація структурних властивостей, які мають борошняні вироби, що містять клейковину. Одним з прогресивних методів формування якості безглютенового хліба є застосування ферментних препаратів амілоглюкозидази, глюкозооксидази та трансглютамінази в технології хліба на основі кукурудзяного, рисового та гречаного борошна. Показано, що глюкозооксидаза та трансглютаміназа забезпечили найнижчі значення втрат ід час випікання порівняно з контролем. Амілоглюкозидаза дала хліб із питомим об'ємом, утричі більшим, ніж контрольний зразок [2]. Ще одним шляхом формування високих технологічних і якісних характеристик безглютенових виробів є застосування борошна, яке пройшло попереднє оброблення, зокрема текстурування [3]. Встановлено, для покращення загальної технологічної якості розробленого безглютенового хліба є застосування ферментних препаратів або попередньо обробленого – текстурованого борошна.

1. Карпик, Г. В., Вічко, О. І., Копчак, Н. Г., Швед, О. В. Особливості виробництва булочних виробів з Rheum L. / Хімія, технологія речовин та їх застосування. Розділ: Технологія бродіння, біотехнологія, – Львів: Львівська політехніка, Том 5, № 2, 2022. – С.112-118

2. Ebling, C. D., Thys, R. C. S., & Klein, M. P. (2022). Influence of amyloglucosidase, glucose oxidase, and transglutaminase on the technological quality of gluten-free bread. *Cereal Chemistry*, 1–9. <https://doi.org/10.1002/cche.10537>

3. Lisovska, T., Stadnik, I., Piddubnyi, V., & Chorna, N. (2020). Effect of extruded corn flour on the stabilization of biscuit dough for the production of gluten-free biscuit. *Ukrainian Food Journal*, 9(1), 159-261. DOI: 10.24263/2304-974X-2020-9-1-14

Додаток Б

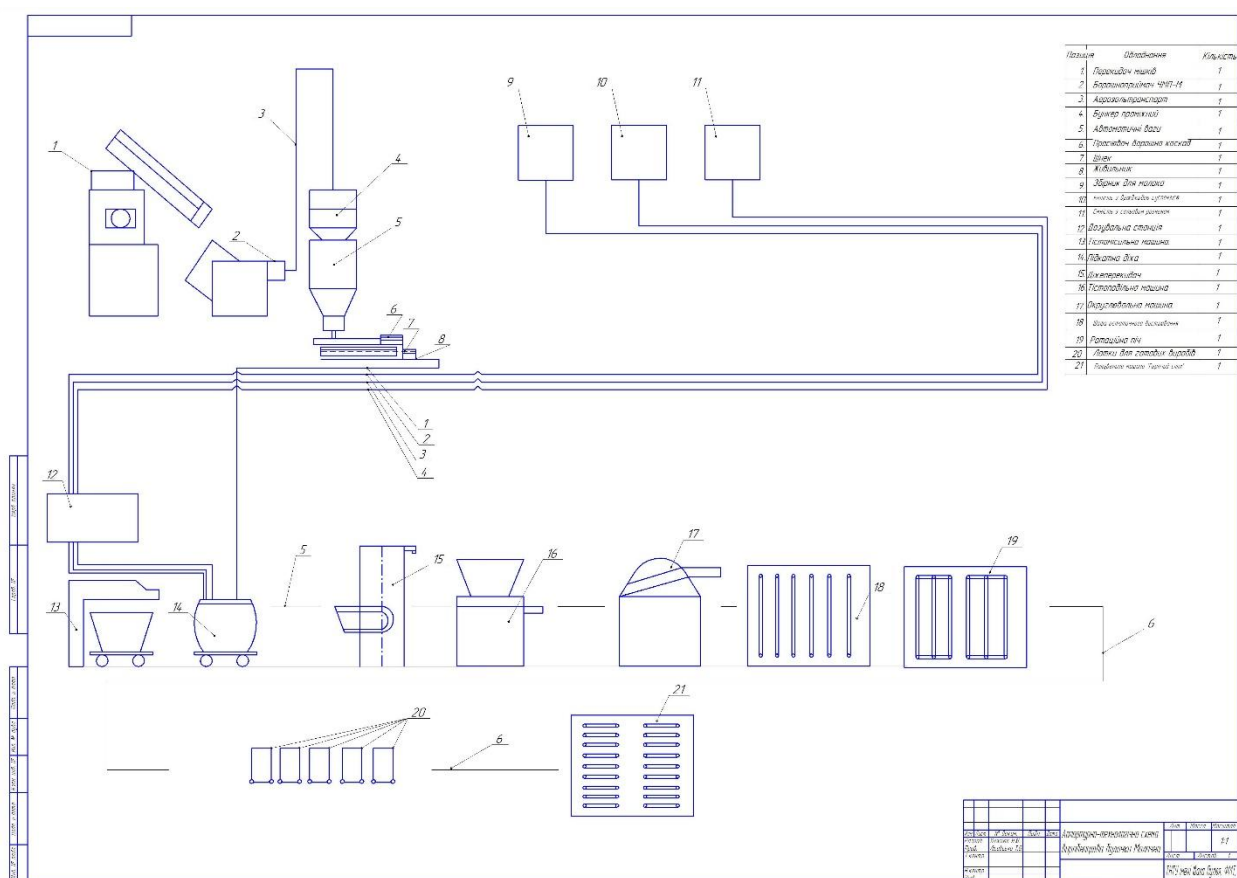


Рис. Додаток Б 1. Апаратурно технологічна схема виробництва булочок «Молочні»

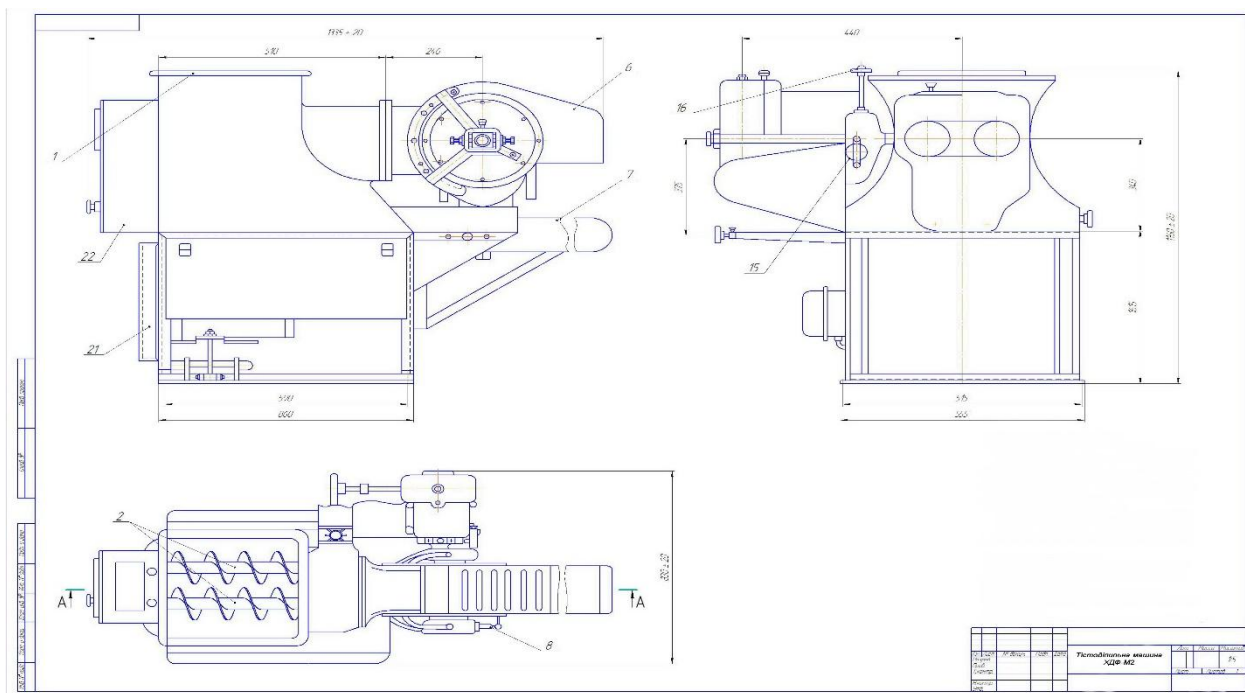


Рис. Додаток Б 2. Тістомішальна машина ХДФ-М2