

Інженерії машин, споруд і технологій

Харчової біотехнології і хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розробка житньої закваски для хліба з штамми
молочнокислих бактерій з впровадженням у технологію
виробництва житньо-пшеничного хліба**

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

(шифр і назва спеціальності)

| | | |
|-------------------|---------------------------------|---|
| | <u>Гудь В.І.</u> (підпис) | <u>Гудь В.І.</u> (прізвище та ініціали) |
| Керівник | <u>Вічко О.І.</u> (підпис) | <u>Вічко О.І.</u> (прізвище та ініціали) |
| Нормоконтроль | <u>.</u> (підпис) | <u>.</u> (прізвище та ініціали) |
| Завідувач кафедри | <u>Кухтин М.Д.</u> (підпис) | <u>Кухтин М.Д.</u> (прізвище та ініціали) |
| Рецензент | <u>Кравець О.І.</u> (підпис) | <u>Кравець О.І.</u> (прізвище та ініціали) |

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

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Гудю Володимиру Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Розробка житньої закваски для хліба з штамами
молочнокислих бактерій з впровадженням у технологію
виробництва житньо-пшеничного хліба**

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

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2023 року

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

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

– оцінити основну сировину – житнє борошно за фізико-хімічними та
мікробіологічними значеннями;

– приготувати закваски спонтанного бродіння із обдирного житнього борошна;

– провести ізоляцію та ідентифікацію молочнокислої мікробіоти із житньої закваски
спонтанного бродіння;

– дослідити антагоністичні властивості у представників лактобактерій виділених із
спонтанної закваски;

– створити закваски для житнього і житньо-пшеничного хліба з активними штамами
молочнокислих бактерій та оцінити їх біохімічну активність.

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

Студент

Гудь В. І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Вічко О.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

| | | |
|-------|--|----|
| | Реферат | 6 |
| | Вступ | 7 |
| 1 | Огляд літератури | 11 |
| 1.1 | Роль і властивості заквасочних молочнокислих мікроорганізмів у технології виробництва хліба | 11 |
| 1.2 | Склад та мікробіологічні особливості мікрофлори заквасок для різних видів бродінь | 14 |
| 1.2.1 | Протигрибкова активність хлібної закваски з вмістом молочнокислих бактерій | 16 |
| 1.3 | Вплив заквасочних мікроорганізмів (молочнокислих) на зниження вмісту токсинів у середовищі ферментації | 21 |
| 1.4 | Контроль та обмеження поглинання мікотоксинів через зв'язування з молочнокислими бактеріями закваски | 25 |
| 1.5 | Висновки з огляду літератури | 29 |
| 2 | Матеріали і методи досліджень | 31 |
| 2.1 | Етапи проведення досліджень | |
| 2.2 | Методи досліджень | |
| 3 | Результати дослідження та їх обговорення | 34 |
| 3.1 | Молочнокислі мікроорганізми заквасок – мікрофлора, яка зумовлює бажані ферментативні процеси та якість готових виробів | 34 |
| 3.2 | Оцінка основної сировини – житнього борошна за фізико-хімічними та мікробіологічними значеннями | 36 |
| 3.3 | Приготування закваски спонтанного бродіння із обдирного житнього борошна | 38 |
| 3.4 | Ізоляція та ідентифікація молочнокислої мікробіоти із житньої закваски спонтанного бродіння | 44 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.5 | Дослідження антагоністичних властивостей у представників лактобактерій виділених із спонтанної закваски | 46 |
| 3.6 | Створення закваски для житнього і житньо-пшеничного хліба з активними штамами молочнокислих бактерій | 49 |
| | Висновки і пропозиції виробництву | 55 |
| 4 | Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 56 |
| 4.1.1 | Основні заходи щодо запобігання травматизму та професійних захворювань | 56 |
| 4.1.2 | Право працівників на пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці | 57 |
| 4.2 | Захист підприємств харчової промисловості від пожеж | 59 |
| | Список літератури | 63 |
| | Додатки | 73 |

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 77 с., 9 рис., 3 табл., 87 джерел.

ЖИТНЯ ЗАКВАСКА, МОЛОЧНОКИСЛІ БАКТЕРІЇ, СПОНТАННЕ БРОДІННЯ, АКТИВНІСТЬ ЖИТНІХ ЗАКВАСОК.

Об'єкт дослідження: житнє борошно, молочнокислі бактерії, технологія виробництва житніх заквасок, показники активності заквасок.

Мета роботи – ізолювати з житніх заквасок спонтанного бродіння молочнокислі бактерії та удосконалити біохімічну активність житніх заквасок під час їх оновлення.

Методи дослідження: пошукові (аналітичний огляд наукових публікацій щодо мікробіоти житніх заквасок, методів їх виділення та застосування під час виведення житніх заквасок); мікробіологічні (методи ізоляції мікробіоти з житніх заквасок, оцінка мікрофлори житнього борошна) фізико-хімічні та біохімічні (підймна сила спонтанних та виведених заквасок, вологість, титрована кислотність, редуктазні); статистичні.

Встановлено, що основні біохімічні процеси у заквасках для житнього і житньо-пшеничного хліба відбуваються за участі та ферментативної діяльності трьох видів лактобактерій: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum*, які становлять основу її мікробіоти – 85,4 % від виділених молочнокислих бактерій. Культури *Lactobacillus fermentum* й *Lactobacillus brevis* виявилися найсильнішими продуцентами антагоністичних речовин, що вказує на перспективність і можливість їх використовувати при виведенні закваски для житнього чи житньо-пшеничного хліба. Уведення у склад житньої закваски суспензії *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum* у кількості 10^7 – 10^8 КУО/мл сприяє швидшим бродильним процесам. Запропоновано для прискорення біохімічних процесів під час виведення житньої закваски додавати виділені штами молочнокислих бактерій *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum* у кількості 10^7 – 10^8 КУО/мл.

Вступ

Актуальність теми. Погіршення екології, раціону харчування, значне вживання продуктів приготовленої із напівфабрикатів сприяє виникнення у населення проблем із травленням. Унаслідок чого широкого значення набувають продукти, які в своєму складі містять корисні інгредієнти функціонального призначення, що мають на меті покращити стан здоров'я. До таких продуктів належать продукти, або харчові добавки, які мають у своєму складі активні корисні пробіотичні мікроорганізми. Вживання даних продуктів сприяє покращенню мікробіому кишечника, тим самим піднімається імунітет та загальний стан споживачів. Враховуючи даний факт, все частіше технологи харчової продукції стараються виробляти нові види продуктів в основі виробництва яких лежать ферментативні (бродильні) процеси за участь молочнокислої мікрофлори. Одним із продуктів хлібопекарської галузі в основі виробництва якого застосовують закваски із молочнокислих та пропіоновокислих бактерій являється житньо-пшеничний хліб. Виробництво даного виду хліба передбачає більш складний технологічний процес, порівнюючи із хлібом виробленим з використанням дріжджів. Однак, перед використанням заквасочних мікроорганізмів чи пробіотичних молочнокислих бактерій перш за все слід звернути увагу на безпечність їх для споживачів. Десятиліттями основним принципом використання заквасочних мікроорганізмів й пробіотиків було те, що вони приносять здоров'ю людини більше користі, ніж шкоди. Тим не менш, поява певних проблем із добробутом, особливо через зростання кількості пробіотичних штамів, викликала необхідність перевірки їх безпечності [25]. Зокрема, що стосується занепокоєння щодо виду штаму, можна з упевненістю сказати, що мікробний штам, який використовується для виготовлення різного роду заквасок чи ферментованих продуктів, має відповідати особливим вимогам, які висуваються до складу даного продукту.

Як наслідок, вибір відповідного заквасочного штаму для конкретного харчового застосування необхідно проводити з врахуванням наукових досліджень, щодо біохімічної активності даних штамів та джерела його виділення. Тому вибір штаму з сильними технічними властивостями буде обов'язковою вимогою з точки зору його застосування в певній технології [29]. Однак, коли справа доходить до вибору штаму з точки зору впливу на організм, то тут висувається ряд вимог, зокрема він повинен бути людського походження, має бути виділений із шлунково-кишкового тракту людини, не повинен проявляти вірулентні властивості, добре приживлятися в кишечнику [1, 34]. Отже, в технології виробництва ферментованих продуктів необхідно проводити дослідження з визначення активності штамів молочнокислих бактерій заквасок.

Мета і завдання досліджень.

Мета роботи – ізолювати з житніх заквасок спонтанного бродіння молочнокислі бактерії та удосконалити біохімічну активність житніх заквасок під час їх оновлення.

Для виконання запланованої мети визначені наступні завдання:

- оцінити основну сировину – житнє борошно за фізико-хімічними та мікробіологічними значеннями;
- приготувати закваски спонтанного бродіння із обдирного житнього борошна;
- провести ізоляцію та ідентифікацію молочнокислої мікробіоти із житньої закваски спонтанного бродіння;
- дослідити антагоністичні властивості у представників лактобактерій виділених із спонтанної закваски;
- створити закваски для житнього і житньо-пшеничного хліба з активними штамми молочнокислих бактерій та оцінити їх біохімічну активність.

Об'єкт дослідження: житнє борошно, молочнокислі бактерії, технологія виробництва житніх заквасок, показники активності заквасок.

Предмет дослідження: біохімічна активність ізольованих із спонтанної житньої закваски молочнокислої мікробіоти під час технології виведення нової закваски.

Методи дослідження: пошукові (аналітичний огляд наукових публікацій щодо мікробіоти житніх заквасок, методів їх виділення та застосування під час виведення житніх заквасок); мікробіологічні (методи ізоляції мікробіоти з житніх заквасок, оцінка мікрофлори житнього борошна) фізико-хімічні та біохімічні (підйомна сила спонтанних та виведених заквасок, вологість, титрована кислотність, редуцтазні); статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено, що основні біохімічні процеси у заквасках для житнього і житньо-пшеничного хліба відбуваються за участі та ферментативної діяльності трьох видів лактобактерій: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum*, які становлять основу її мікробіоти – 85,4 % від виділених молочнокислих бактерій. Культури *Lactobacillus fermentum* й *Lactobacillus brevis* виявилися найсильнішими продуцентами антагоністичних речовин, що вказує на перспективність і можливість їх використовувати при виведенні закваски для житнього чи житньо-пшеничного хліба. Уведення у склад житньої закваски суспензії *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum* у кількості $10^7 - 10^8$ КУО/мл сприяє швидшим бродильним процесам.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновано для прискорення біохімічних процесів під час виведення житньої закваски додавати виділені штами молочнокислих бактерій *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum* у кількості $10^7 - 10^8$ КУО/мл.

Особистий внесок здобувача. Магістрант самостійно проводив пошукові дослідження щодо мікробіоти житніх заквасок, методів їх виділення та застосування під час виведення житніх заквасок, сформувала мету і завдання необхідних експериментів, освоїв методи й методики мікробіологічних та біохімічних досліджень, провів планування й виконав експерименти, написав кваліфікаційну роботу та подав до захисту.

Апробація результатів. Виступ на VII Міжнародній науково-технічній конференції «Стан та перспективи харчової промисловості» 28-29 вересня 2023 року / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 28-29 вересня 2023 р.). (Додаток А).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано одну наукову працю у тезах: Гудь В.І. (2023). Оцінка заквасочних мікроорганізмів для житнього хліба. VII Міжнародній науково-технічній конференції «Стан та перспективи харчової промисловості» (м. Тернопіль, 28-29 вересня р.), М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – С. 32. (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з: вступу, розділів основної (експериментальної) частини, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, переліку літератури та додатків. Магістерська робота має 77 стор. та містить 3 таблиць, 9 рисунків. Перелік літератури складається з 87 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль і властивості заквасочних молочнокислих мікроорганізмів у технології виробництва хліба

Серед несировинних факторів, що впливають на технологічну якість житньо-пшеничний хліба, спосіб протікання процесу бродіння за участі заквасок належить до найважливіших [19, 29]. У традиційних технологічних умовах цей процес має стихійний характер і відбувається в результаті життєдіяльності популяції мікроорганізмів, що розвивається, накопиченої ними молочної кислоти та кількісного вмісту бактерій і дріжджів. Зміни, що відбуваються в заквасках і, особливо, завдяки накопиченій молочної кислоти, сприятливі для гелеутворення крохмалю й спрямовані зробити тісто більш еластичним і здатним утримувати вуглекислий газ, що виробляється дріжджами [29]. Біологічний процес вироблення молочної кислоти забезпечує підкислення тіста збагачує хліб легкозасвоюваними білковими сполуками, вітаміни групи В [31] і речовинами, що надають аромату хлібу.

Серед активних мікроорганізмів у житньо-пшеничному тісті основну групу складають штами *Lactobacillaceae* і серед них гомо- та гетероферментативні палички *Lactobacillus* [31, 33]. Рідше зустрічаються *Streptococcus*, *Pediococcus* та *Leuconostoc* [19, 35]. Дріжджі представлені меншою кількістю видів, здебільшого, з яких *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulopsis holmii* та *Candida krusei* й вважаються також важливою мікрофлорою [31, 33]. Більшість заквасочних мікроорганізмів – молочнокислі бактерії та дріжджів не конкурують між собою за джерелами вуглеводів, однак створюють певні продукти метаболізму, а також інші компоненти необхідні для симбіотичного співіснування обох фізіологічних груп. Умовою отримання хліба належної якості є врівноважений молочнокисло-спиртовий хід бродіння заквасок [19, 35]. У промислових

умовах виробництва хліба основна мета – це досягти збагачення закваскової мікрофлори чистими культурами активних молочнокислих бактерій [29].

Закваски для виробництва хліба вважаються багатим джерелом ендогенних молочнокислих бактерій. Подовжений термін зберігання хліба на заквасці з молочнокислих бактерій пояснюється великою кількістю органічних кислот і низькомолекулярних метаболітів, які утворюються під час процесу бродіння. Різні види мікроорганізмів, що належать до групи молочнокислих бактерій, головним чином *Lactobacillus* і *Leuconostoc*, все більше привертають увагу як можливі засоби для пригнічення росту цвілі в кормах для тварин і в харчових продуктах для людини. Крім того, було виявлено, що деякі штами молочнокислих бактерій, які виділені із заквасок для виробництва житньо-пшеничного хліба, також знижують концентрацію мікотоксинів у забруднених продуктах шляхом зв'язування або розкладання останніх в борошні та тісті.

Загально визнано, що грибкова мікрофлора найчастіше спричиняє псування харчових продуктів за їх зберігання незалежно від застосованих температур і це псування називається пліснявінням. Це обумовлено певними фізіологічними і біохімічними процесами розвитку і життєдіяльності даних мікроорганізмів.

Гриби – це всюдисущі мікроорганізми, які проникають у різні харчові та кормові товари з різним складом і активністю води (водна активність продукту). Низька водна активність продукту, яка зазвичай утворює природний бар'єр для росту бактерій, не впливає на життєдіяльність грибової групи мікроорганізмів. За даними дослідників (Mishra та ін., 2009; Nevarez та ін., 2008) фактично, ріст грибів був зареєстрований лише при водній активності 0,61 [1, 2]. Зростання грибків на харчових продуктах має кілька шкідливих наслідків, включаючи фізичні пошкодження, несприйнятність споживачами, зниження поживних речовин і, нарешті, що найважливіше, надмірна присутність мікотоксинів (Dutton and Kinsey, 1995; Naicker et al., 2007) [3, 4]. За останні 30 років було виявлено понад 400 різних

мікотоксинів (Hoogenboom et al., 2001; Kuiper-Goodman, 1995) [5, 6]. Деякі з них є високотоксичними, канцерогенними та можуть викликати гострі та хронічні наслідки як у людини, так і у тварин. П'ять найбільш поширених мікотоксинів, важливих для сільського господарства – це афлатоксини, фумонізени, охратоксин А (OTA), зеараленон (ZEN) і дезоксиніваленол (DON) (Coker et al., 2000; Smith et al., 1995; Wild and Gong, 2010) [7, 8, 9]. З точки зору безпечності, сторонні бактерії є єдиною небезпекою, яка перевищує забруднення мікотоксинами в їжі людини, тоді як мікотоксини становлять найбільшу загрозу в кормах для тварин (Mashinini and Dutton, 2006) [4]. За оцінками, понад 4,5 мільярда людей, які живуть у країнах, що розвиваються, постійно піддаються впливу великої неконтрольованої кількості мікотоксинів (Vasanthi and Bhat, 1998; Williams et al., 2004) [10, 11].

Занепокоєння споживачів щодо безпечності хімічних консервантів (таких як бензойна, пропіонова та сорбінова кислоти), які використовуються для боротьби з грибками, стимулювало пошук потенційних альтернатив, таких як природні молочнокислі бактерії у феномені, який сьогодні широко відомий як «біоконсервація». Використання молочнокислих бактерій загалом визнано безпечними (GRAS) мікроорганізмами, і, що більш важливо, вони знайшли свій шлях до харчового ланцюга людини з доісторичних часів завдяки століттям емпіричного використання в ферментації харчових продуктів (Settanni and Corsetti, 2008) [13, 14]. Мікроорганізми родів *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* і *Pediococcus* беруть участь у багатьох процесах бродіння під час виробництва їжі [15, 16, 17]. Як *Lactobacillus*, так і *Bifidobacterium* вважаються частиною нормальної кишкової мікрофлори людини, яка, як вважають, позитивно впливає на здоров'я людини (Daly et al., 1996) [18, 19, 20].

За останні кілька років було опубліковано безліч статей і оглядів, пов'язаних з антимікробними та протигрибковими сполуками, які продукують молочнокислі бактерії під час ферментації різної сировини чи використання їх у якості пробіотиків. З дослідженнями про дані властивості

можна ознайомитися в наступних публікаціях (Montalban-Lopez та ін., 2011; Зендо, 2013) [21, 22, 23, 24, 25].

1.2. Склад та мікробіологічні особливості мікрофлори заквасок для різних видів бродінь

Закваски – це симбіотичні культури молочнокислих бактерій і дріжджів, які традиційно використовуються у технологіях виробництва закваски для хліба. Історично склалося так, що хліб із закваски був найбільш поширеним у Європі та виготовлявся з житнього борошна через несприятливі кліматичні умови в північній та східній частинах Європи, які ускладнюють вирощування пшениці (De Vuyst and Vancanneyt, 2007; Moroni et al., 2009) [26, 27]. Житнє борошно не містить багато глютену, тому структура житнього хліба базується на желатинізованому крохмалі (Hammes and Tichaczek, 1994) [28]. Хліб на заквасці має дуже характерний смак, головним чином завдяки вмісту молочної кислоти, що виробляється молочнокислими бактеріями під час процесу бродіння перед випіканням [29].

Ці сорти хліба приблизно вдвічі кисліші за звичайний хліб через наявність молочної та оцтової кислот. Помірне зниження кислотності (підвищення рН) зазвичай відбувається під час випікання, але остаточний рН дозрілої закваски все ще буде між 3,6 і 4,0 од. Низький рН сприяє не тільки подовженню терміну зберігання кінцевого продукту, але й фактично впливає на утворення ароматичних сполук під час процесу випікання, що надає виразного смаку хлібу на заквасці. Дослідники Guerzoni та ін. (2007) [30] показали, як зниження кислотності в цьому хлібі призводить до підвищення концентрації певних ароматичних сполук, таких як середньоланцюгові жирні кислоти та ізовалеріанова кислота, ключовий ароматизатор у різних ферментованих продуктах. Той самий принцип, який використовувався в минулому для приготування житнього хліба (з низьким вмістом глютену), сьогодні успішно використовується для виробництва продуктів без глютену,

які є комерційно доступними для пацієнтів з целиакією (Di Cagno та ін., 2008; Routanen та ін., 2009) [32, 33].

З точки зору мікробіології, процес бродіння закваски є складним і водночас захоплюючим. Зовсім нещодавня стаття вивчала динаміку такого процесу за допомогою методів секвенування наступного покоління ДНК і 16S рРНК і відстежувала різні види, які переважали під час процесу бродіння (5 – 7 днів розмноження), корелюючи ці види зі зрілістю закваски. Під час приготування пшенично-житньої закваски кількість життєздатних молочнокислих бактерій, співвідношення між молочнокислими бактеріями і дріжджами та швидкість підкислення постійно змінюється. Що ще важливіше, мікробна екологія під час процесу підготовки продовжує розвиватися. У своєму дослідженні Ерколіні та ін. (2013) [31] продемонстрували, що початкове борошно спочатку було заражене видами *Acinetobacter*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Comamonas*, *Enterobacter*, *Erwinia* та *Sphingomonas*, і чисельність цих видів змінювалася залежно від джерела борошна. Однак незабаром і протягом одного дня після процесу ферментації популяції більшості цих видів бактерій були знищені, крім групи *Enterobacteriaceae*, і замінені грампозитивними бактеріями, представленими молочнокислими бактеріями, які спочатку були присутні в дуже низькій й проміжній кількості. Було припущено, що борошняний тип також сприяє бактеріальному біорізноманіттю.

Наприклад, у житньому борошні представники *Leuconostocaceae* (такі як *Weissella sp.*) були домінуючими видами протягом усього процесу розмноження, щоб пізніше бути фланкованими групою *Lactobacillus sakei*. З іншого боку, види, які досягли успіху протягом 10 днів розмноження в пшеничних заквасках, коливалися між домінуючою та субдомінуючою популяціями *L. sakei*, *Leuconostoc sp.*, *Weissella sp.* та *Lactococcus lactis*, навіть якщо інші субдомінантні види, такі як *Lactobacillus plantarum* були виявлені протягом усього процесу розповсюдження. З боку дріжджів, *Saccharomyces cerevisiae* був найбільш домінуючим видом і зустрічався у всіх

заквасках зі стабільним співвідношенням молочнокислих бактерій і дріжджів приблизно приблизно 100:1 на момент завершення ферментації.

По суті, потрібен лише один цикл бродіння, щоб повністю перетворити різноманіття мікробів у заквасці з переважно протеобактерій на *Firmicutes* і спростити початкове різноманіття мікробів до більш адаптованих видів, які залишаються постійними після цього.

1.2.1. Протигрибкова активність хлібної закваски з вмістом молочнокислих бактерій

Молочнокислі бактерії, як згадувалося раніше, мають потенціал для використання в методах біоконсервування, оскільки, по-перше, вони безпечні для споживання; по-друге, вони природно домінують у мікрофлорі багатьох харчових продуктів під час зберігання чи ферментації; і по-третє, вони виробляють метаболіти, які здатні пригнічувати ріст грибів у нативних умовах росту.

Молочнокислі бактерії зазвичай конкурують з іншими мікроорганізмами шляхом виділення антагоністичних сполук і модифікації навколишнього мікрооточення такими метаболітами. Останніми роками було охарактеризовано декілька активних сполук та способів їх дії (Ahmad Rather та ін., 2013; Andersson та ін., Crowley та ін., 2013; Fhoula та ін., 2013; Motta та ін., 2008; Pangsomboon та ін., 2006) [34 – 39]. Ці протимікробні та протигрибкові метаболіти, що виробляються закваскою із вмістом молочнокислих бактерій, загалом можна розділити на дві групи: 1) низькомолекулярні сполуки (нижче 1000) і 2) бактеріоцини (30–60 амінокислотних залишків). Бактеріоцини мають інгібуючу дію лише на близькоспоріднені види, і багато з них добре охарактеризовані, а деякі вже знайшли свій шлях до промислового використання. З іншого боку, біологічно активні низькомолекулярні сполуки, що утворюються за допомогою молочнокислої мікрофлори, погано охарактеризовані, хоча про існування таких сполук часто повідомлялося (Ahmad Rather et al., 2013; Ray et al., 2000;

Van Belkum and Stiles, 2000) [35, 40 – 43]. Ці речовини відрізняються від бактеріоцинів широким спектром дії як на грампозитивні, так і на грамнегативні бактерії та гриби (включаючи деякі дріжджі).

Велика кількість опублікованих робіт приписує протигрибкову активність молочнокислим бактеріям завдяки продукуванню органічних кислот (таких як молочна, оцтова, капронова, мурашина, пропіонова та масляна), що утворюються під час бродіння, що призводить до зниження значень рН та підвищення кислотності (Cabo et al., 2002; Lind et al., 2005), які пізніше пригнічують ріст цвілі [44, 45].

Під час комерційного застосування роллю таких органічних кислот зазвичай нехтують на користь інших сполук. У складному підході Zhang et al. (2010) [46] досліджували можливість використання двох ефективних продуцентів пропіонату, *Lactobacillus buchneri* та *Lactobacillus diolivorans*, для консервування хліба. Утворення пропіонової кислоти коливалося від 9 до 48 мМ, що корелювало з вмістом золи в приготовлених заквасках. Підвищені концентрації пропіонату призвели до пригнічення росту цвілі протягом більше ніж 12 днів у порівнянні з контрольними зразками, інокульованими *Aspergillus clavatus*, *Cladosporium spp.*, *Mortierella spp.* або *Penicillium roquefortii*.

Інші недавні дослідження продемонстрували наявність нових кислот, які утворюються під час процесу бродіння та відповідальні за спостережувану протигрибкову активність незалежно від їх впливу на загальне значення рН закваски. Lavermicossa та ін. (2000) [47] виділили штами молочнокислих бактерій з культур закваски, які показали сильну протигрибкову активність під час тестування за допомогою аналізу проростання конідій. Один із досліджуваних штамів повністю інгібував *Penicillium roqueforti*, *P. expansum*, *Aspergillus niger*, *A. flavus* та *Fusarium graminearum*. Дві нові протигрибкові сполуки, фенілочна кислота і 4-гідроксифенілочна кислота, були ідентифіковані у фільтратах культури. Пізніше ці дослідження були розширені, і фенілочна кислота була виявлена в

надосадовій рідині культур *Lactobacillus plantarum*, які показали найбільшу інгібіторну активність щодо досліджуваних грибів. Для досягнення 90 % пригнічення росту всіх досліджуваних грибів було потрібно менше 7,5 мг фенілочна кислота на мл. Подібні висновки про вплив фенілочна кислота на спороношення нитчастих грибів і інгібування радіального росту були нещодавно підтверджені (Svanstrom et al., 2013) [48].

Дослідники досліджували можливість підвищення протигрибкової ефективності культур молочнокислих бактерій шляхом додавання фенілаланіну в поєднанні з обмеженням тирозину. Зазвичай це призводить до збільшення кількості фенілочної кислоти і 4-гідроксифенілочної кислоти. Автори припустили, що вибір штамів молочнокислих бактерій, які демонструють високу здатність перетворювати такі попередники в активні сполуки, може бути основою для майбутнього застосування таких штамів на промисловому рівні. Іншим доказом участі метаболітів молочнокислих бактерій є нещодавнє дослідження, яке вказало на роль гідроксигирних кислот (у результаті перетворення лінолевої кислоти) у контролі росту цвілі (Black et al., 2013) [49, 50]. Утворення моногідроксиоктадецевої кислоти, наприклад, одним штамом *L. hammesii*, виявило протигрибкову дію на отриманий хліб із закваски.

Подібним чином Ryan et al. (2011) [51] повідомили про виділення кількох протигрибкових сполук, отриманих у середовищах, інокульованих *Lactobacillus amylovorus DSM19280*. Повідомлений список містив карбонові та жирні кислоти на додаток до різних циклічних дипептидів. Незважаючи на те, що деякі з ідентифікованих хімічних речовин виглядають багатообіцяючими, можливе використання деяких інгібіторних сполук, зазначених у списку, як інгібіторів грибків, що «використовуються окремо», є сумнівним (з мінімальними інгібіторними концентраціями (МІК) >50–200 мг мл⁻¹). Висока мінімально інгібуюча концентрація деяких із цих інгібіторів не повинна підривати їхню значимість у майбутніх синергічних застосуваннях. Наприклад, Ryan et al. (2008) [51] досліджували синергічний

підхід до використання протигрибкових заквасок у поєднанні з пропіонатом кальцію для зменшення кількості хімічних добавок під час консервування хліба. Синергічний ефект був достатньо сильним, щоб пригнічувати ріст деяких стійких спор *Penicillium roqueforti*, на які раніше не впливали ні протигрибкові закваски, ні пропіонат кальцію, коли кожен з них був включений окремо.

Загалом, виділення та ідентифікація білкових інгібіторних сполук для заквасок, які входять до кола інтересів, є технічно складним через той факт, що гриби чутливі до звичайних побічних продуктів метаболізму молочнокислих бактерій, особливо до оцтової та молочної кислот. Для вивчення протигрибкової активності молочнокислих бактерій використовували різні середовища. Деякі з цих середовищ є цілком придатними для максимізації виробництва чи секреції протигрибкових сполук у надосадовій рідині шляхом імітації умов, у яких спочатку можуть рости молочнокислі закваски. Прикладом такого середовища є гідролізат пшеничного борошна (Lavermicossa et al., 2000) [47]. Було виявлено, що інші середовища, які використовувалися в попередніх дослідженнях для підрахунку молочнокислих бактерій, такі як де MRS, заважають надійній оцінці протигрибкової активності, оскільки це збільшує шанси вибору хибнопозитивних результатів (Stiles et al., 2002) [52]. Для того, щоб зменшити такі ризики, перед скринінгом на молочнокислі бактерії було запропоновано змінити формулу середовища MRS шляхом виключення ацетату натрію, який є протигрибковим агентом (Stiles et al., 2002) [52]. Таким чином, досліджувані середовища слід ретельно розглядати та вибирати, щоб підвищити можливість вибору активних інгібіторів і мінімізувати неправильну інтерпретацію.

Незважаючи на труднощі, пов'язані з такими дослідженнями, Garofalo et al. (2012) [53] ідентифікували суміш пептидів в активній протигрибковій фракції одного ізоляту молочнокислих бактерій, а саме *Lactobacillus rossiae* LD108, після скринінгу 216 культур лактобактерій, отриманих із тіста для

хліба на запанетованих заквасоках, проти *Eurotium repens*, *Aspergillus japonicus* та *Penicillium roseopurpureum*. Пептиди, проаналізовані за допомогою мас-спектроскопії MALDI-TOF, відповідали фрагментам протеолізу α -гліадину пшениці та мали сильні протигрибкові властивості при дослідженні проти *A. japonicus* у інгібіторних біотестах.

З'являється краще розуміння ролі різних сумішей визначених і невизначених пептидів, які мають протигрибкові властивості. Загалом, ці пептиди виробляються під час фази ферментації, встановленої певними ізолятами молочнокислих бактерій, такими як чотири різні пептиди, про які повідомляють Rizzello et al. (2011) [54]. Повідомлені пептиди були результатами бродіння закваски двома штамми *Lactobacillus* (*L. plantarum* LB1 і *L. rossiae* LB5) і призвели до помітного інгібування різних грибків, виділених з італійських пекарень. Інгібуючий ефект цих пептидів був доповнений наявністю мурашиної кислоти в суміші, як повідомляють автори.

У подальшому дослідженні, проведеному тією ж групою (Coda та ін., 2011) [55], вони оцінили протигрибкові властивості заквасок, ферментованих *Lactobacillus plantarum* 1A7 або *Wickerhamomyces anomalus* LCF1695. Було виявлено, що розчинні у воді та солі екстракти з широким інгібіторним спектром містять кілька нових протигрибкових пептидів на додаток до етанолу та етилацетату. Виробництво хліба шляхом включення обох цих мікроорганізмів на стадії бродіння встановлює контрольоване зараження грибами пізніше ніж 28 днів зберігання.

З цією ж метою про протигрибковий ефект деяких білкових сполук/пептидних сумішей також повідомляли раніше Coda et al. (2008) [55]. У цьому випадку інгібіторні водорозчинні екстракти були отримані з ферментованих *Lactobacillus brevis* AM7 заквасок, при цьому мінімальна інгібуюча концентрація була близька до 40 мг пептиду/мл.

Загалом, вищезазначені дослідження вказують на можливість виділення штамів молочнокислих бактерій, які мають широкий або вузький спектр протигрибкової дії. Пізніше ці ізоляти матимуть потенціал для

використання для консервування харчових продуктів. Методи тестування та оцінки слід ретельно вивчати, щоб ретельно відібрати штами з високим потенціалом і зменшити кількість хибнопозитивних результатів. Основний механізм інгібування більшості зареєстрованих протигрибкових сполук все ще досліджується, і, на нашу думку, його слід вивести на молекулярний рівень, щоб обережно зрозуміти спосіб дії для найкращого використання в харчовій промисловості. Це особливо вірно, оскільки деякі ізоляти можуть фактично пригнічувати візуальний ріст грибів, але водночас спричиняти підвищені рівні секреції мікотоксинів як частину природного захисту стресових грибів через обмежені умови росту.

1.3. Вплив заквасочних мікроорганізмів (молочнокислих) на зниження вмісту токсинів у середовищі ферментації

Ще однією цікавою властивістю молочнокислих бактерій, яка була помічена в останні два десятиліття, є їх здатність детоксикувати мікотоксини, які вже присутні в навколишньому середовищі. Ця діяльність потрапила в центр уваги після помітного прогресу методів хімічного та імунологічного аналізу (особливо високоефективної рідинної хроматографії та твердофазного імуноферментного аналізу (ELISA), що дозволяє надійно вимірювати мікотоксини, після розвитку молочнокислих культур (He та ін., 2007, 2009; Tangni та ін., 2011) [56, 57]. Різні методи видалення та детоксикації мікотоксинів, включаючи фізичні та хімічні підходи, досліджувалися в минулому, але не дуже успішно через високу вартість, пов'язану з цими методами, або через виробництво екологічно нешкідливих побічних продуктів, або просто через те, що отримані продукти мали деякі проблеми, пов'язані з безпекою або придатністю до продажу. Із зростанням світової торгівлі та, отже, кількості імпортованих/експортованих зернових між країнами (Wu, 2006; Wu and Guclu, 2012) [58, 59], горизонт досліджень детоксикації мікотоксинів знову почав з'являтися знову з великою кількістю

практичних застосувань, які очікують на розробку та адаптацію надійних і відтворюваних методів детоксикації. У той час як деякі фізичні та хімічні методи детоксикації виглядають багатообіцяючими, останнім часом увага перемістилася до біологічних методів головним чином через (а) м'які умови реакції без необхідності екстремальних рН/температур, (б) можливість включення таких етапів детоксикації в будь-який час та точку обробки харчових продуктів (до або після збору врожаю), (с) специфічність продукту, оскільки більшість цих реакцій є ферментативними, і, нарешті, (d) високий рівень сприйняття споживачами кінцевих продуктів порівняно з іншими методами детоксикації [60].

У галузі біологічної детоксикації мікотоксинів уже досліджено різні шляхи, включаючи трансформацію симбіотичної мікрофлори, а також використання молочнокислих мікроорганізмів у ферментації сировини під час виробництва різної категорії продуктів.

Загалом, діяльність закваски з вмістом молочнокислих мікроорганізмів для видалення мікотоксинів можна класифікувати в основному за двома механізмами: 1) біодеградація й біоконверсія мікотоксинів; 2) зв'язування мікотоксинів.

Дослідники Kiessling та ін. (1984) [61] вивчали вплив мікроорганізмів шлунково-кишкового тракту тварин на шість різних мікотоксинів, включаючи афлатоксин В₁, ОТА, ZEN, Т-2 токсин, діацетоксицирпенол і DON. З мікотоксинів, які інкубували з неушкодженою рідиною шлунка, чотири були повністю метаболізовані: ОТА розщеплювався до охратоксину альфа та фенілаланіну; ZEN був відновлений до альфа-зеараленолу та меншою мірою до бета-зеараленолу; а діацетоксицирпенол і Т-2 токсин були деацетильовані до моноацетоксицирпенолу і НТ-2 токсину відповідно. У подібному дослідженні Swanson et al. (1988) [62] продемонстрували роль фекальної та кишкової мікрофлори на метаболізм трихотеценів. Суспензії мікрофлори, отримані з фекалій коней, великої рогатої худоби, собак, щурів, свиней, курей, інкубували анаеробно з діацетоксицирпенолом. Мікрофлора,

отримана від щурів, великої рогатої худоби та свиней, повністю трансформувала діацетоксіцирпенол насамперед у диепоксимоацетоксисцирпенол і деепоксисцирпентріол. Цей експеримент чітко показав, що роль кишкової мікрофлори полягає не тільки в зв'язуванні діацетоксіцирпенолу. Подібне відкриття було отримано щодо здатності курячих кишкових мікробів розкладати трихотеценові мікотоксини (Young et al., 2007) [63]. Для цієї мікрофлори спостерігалось два шляхи: деацилювання (переважне) і глибоке окислення досліджуваних мікотоксинів.

Що стосується обробки хлібобулочних виробів молочнокислою мікрофлорою, Valle-Algarra et al. (2009) [64] відстежували рівні OTA, DON, 3-ацетилдезоксиніваленол (3-ADON) і ніваленолу під час традиційного приготування хліба. Пшеничне борошно з добавками молочнокислих бактерій продемонструвало значне зниження рівня OTA в діапазоні від 29,8 % до 33,5 % під час процесу бродіння. Процес випічки додав ще один рівень значного зниження рівнів OTA, NIV, 3-ADON і DON на 32,9 %, 76,9 %, 65,6 % і 47,9 % відповідно. Інше пілотне дослідження (Samar et al., 2001) [65] оцінювало стабільність природного мікотоксину на стадії бродіння в процесі виробництва хліба. Два різні продукти, французький хліб і віденський хліб, були приготовані з природним забрудненням пшеничного борошна (150 мг/кг) у контрольованих експериментальних умовах. Тісто ферментували при 50 °C відповідно до стандартних процедур, які застосовуються в аргентинських низькотехнологічних пекарнях. Зниження на 56 % і 41 % спостерігалось для віденського і французького хліба відповідно. Дослідження прийшло до висновку, що частина детоксикації мікотоксину відбувається під час етапу бродіння, тоді як решта зменшення може бути пов'язана з термічним розкладанням під час етапу випічки.

Доля діацетоксіцирпенолу та його кон'югатного дезоксиніваленол-3-глюкозиду в інфікованих зразках пшениці була нещодавно відстежена, а вплив технологій помелу та випікання було ретельно вивчено (Kostelanska et al., 2011) [66]. Фракціонування 3-ацетилдезоксиніваленол і

діацетоксіцирпенолу під час помелу було подібним, і тестоване борошно містило приблизно 60 % рівнів мікотоксинів, порівнюючи з необробленими зернами пшениці. Ефект бродіння в цьому дослідженні на рівні цих двох мікотоксинів був мінімальним порівняно з випіканням. Було помічено лише незначне зниження рівнів 3-ацетилдезоксиніваленолу і діацетоксіцирпенолу (10 % і 13 %, відповідно). Всупереч висновкам Kostelanska (Kostelanska et al., 2011) [66], нещодавнє дослідження (Vidal et al., 2014) [67] викликало занепокоєння щодо долі -ацетилдезоксиніваленолу під час фаз бродіння тіста й випікання виробів, оскільки результати, хоча й попередні, припускали що рівні цього замаскованого мікотоксину дійсно були підвищені. Крім того, те саме дослідження показало, що рівні ОТА були досить стабільними без істотного зниження протягом усього процесу приготування закваски.

По суті, мікроорганізми, які можуть модифікувати мікотоксини та метаболізувати їх, дійсно існують, але виявилось, що важко точно визначити відповідальні ферменти або задіяні метаболічні шляхи. З усіма останніми досягненнями в галузі геноміки, молекулярної біології та доступністю химерних мікроорганізмів; ідентифікація генів, відповідальних за біодетоксикацію мікотоксинів, сьогодні більш можлива. У недавньому дослідженні Poppenberger та ін. (2003) [68]] повідомили про детоксикацію діацетоксіцирпенолу за допомогою UDP-глюкозилтрансферази, виділеної з *Arabidopsis thaliana*. Фермент каталізує перенесення глюкози від UDP-глюкози до гідроксильної групи при вуглеці 3 (C3) діацетоксіцирпенолу. Цей фермент, позначений як дезоксиніваленол-глюкозилтрансфераза або DOGT1, також був здатний детоксикувати ацетильоване похідне діацетоксіцирпенолу, 15-ацетилдезоксиніваленол (15-ADON). Також повідомлялося, що ген TRI101 діє на той самий вуглець (C3), що призводить до ацетильовання приєднаної групи та значного зниження токсичності вихідної сполуки (100-кратне зниження токсичності) (Garvey et al., 2008) [69].

Takahashi-Ando та ін. (2002) [70] повідомили про очищення ферменту, відповідального за детоксикацію зеаренолу. Фермент природно виробляється

Clonostachys rosea IFO 7063. Команда очистила фермент із зазначеного ізоляту гриба до однорідності та секвенувала його внутрішні поліпептидні ланцюги. На основі отриманої послідовності кодуєчий ген був клонований у *Schizosaccharomyces pombe* та *Escherichia coli*, які пізніше виявили здатність руйнувати зеаренол. Такі методи клонування та введення генів у химерні мікроорганізми, можливо, можуть відкрити двері для нової ери генетично модифікованих молочнокислих бактерій, які можуть бути включені в процес бродіння та підкислення харчових продуктів і в той же час мають здатність розкладати мікотоксини, які можуть бути присутні в середовище росту.

1.4. Контроль та обмеження поглинання мікотоксинів через зв'язування з молочнокислими бактеріями закваски

У контексті елімінації мікотоксинів Oatley et al. (2000) [71] припустив, що іншим потенційним методом зменшення несприятливого впливу мікотоксинів на здоров'я людини є блокування їх поглинання шляхом зв'язування з бактеріями, які або складають нормальну кишкову флору, або у великій кількості присутні у ферментованих продуктах. Оскільки різні штами біфідобактерій зв'язують мікотоксини *in vitro*, вони досліджували афінність зв'язування великої кількості штамів біфідобактерій за допомогою ELISA. Було виявлено, що їхні ізоляти зв'язують значну кількість мікотоксину у межах від 25 % до майже 60 % доданого токсину.

Подібне дослідження, проведене Peltonen et al. (2001) [71] досліджували афінність зв'язування мікотоксину (AFB1) використовуючи 20 різних комерційних молочних штамів, що належать до *Lactobacillus*, *Lactococcus* і *Bifidobacterium*. Усі досліджувані штами були здатні зв'язувати частину AFB1, присутнього в розчині, але відсоток відрізнявся від одного штаму до іншого в межах від 5,6 % до 59,7 %. Було встановлено, що три найкращі ізоляти (вилучено щонайменше 50 % токсину) належать до роду

Lactobacillus (*Lactobacillus amylovorus* і *Lactobacillus rhamnosus*). У цьому дослідженні слід звернути увагу на два важливі висновки.

По-перше, зв'язування токсину (AFB1) відбувається швидко: від 52,6 % до 76,9 % токсину зв'язується з бактеріями протягом 10 – 15 хв.

По-друге, зв'язаний мікотоксин може бути вивільнений назад у мийні розчини за допомогою багаторазових інтенсивних промивань. Це дослідження пояснювало видалення мікотоксинів зв'язуванням із клітинною стінкою цих ізолятів, а не ферментативною деградацією.

Було також досліджено взаємодію між зеараленолом та його похідним альфа-зеараленолом з двома харчовими штамами *Lactobacillus* (El-Nezami et al., 2002) [72]. Ці токсини інкубували або зі штамом *Lactobacillus rhamnosus* GG, або зі штамом *L. rhamnosus* LC-705. Значні пропорції обох мікотоксинів (38 – 46 %) були виділені з бактеріального осаду, і жодних продуктів розпаду еараленолу або альфа-зеараленолу не було виявлено за допомогою газорідинної хроматографії, ні в супернатанті культурального середовища, ні в метанольних екстрактах бактеріального осаду. Як термічно оброблені, так і оброблені кислотою бактерії були здатні видаляти токсини, що вказує на те, що зв'язування, а не метаболізм був механізмом, за допомогою якого видалялися обидва мікотоксини.

El-Nezami et al., 2002 [72] додатково піддали ці два штами (GG і LC-705) різним хімічним і фізичним обробкам, щоб побачити, як це впливає на афінність зв'язування. Виявлено, що ізоляти, які піддавалися впливу етанолу, УФ-обробці, ультразвуковій обробці, рН, соляній кислоті та термічній обробці показали обнадійливі результати щодо зв'язування токсинів. Проте найвищий результат був отриманий, коли бактеріальні гранули обох штамів були оброблені соляною кислотою, що значно підвищило їх зв'язувальну здатність. Це свідчить про те, що молочнокислі бактерії, швидше за все, зв'язують більше мікотоксинів, коли вони проходять через шлунок моногастричних тварин і людей, де вони зазнають низького рН і високої кислотності в шлунку (зі значенням рН близько 1). Подальші механістичні

дослідження Haskard et al. (2000) [73] між штамми *L. rhamnosus* GG і *AFB1* показали, що життєздатні бактерії, вбиті теплом і кислотою, реагують однаково. Вплив пронази E, ліпази та м-періодату на здатність до зв'язування та вивільнення мікотоксинів свідчить про те, що зв'язування переважно відбувається з вуглеводним компонентом клітинних стінок бактерій, тоді як ефект сечовини вказує на те, що гідрофобні взаємодії можуть відігравати важливу роль у поясненні механізму цього зв'язування.

Незважаючи на те, що різноманітні молочнокислі бактерії заквасок є дуже багатим джерелом біологічно-активних речовин та володіють унікальними генетичними та фізіологічними характеристиками. Закваски (загалом) та бактеріальні ізоляти (зокрема), отримані з таких заквасок, безумовно, недостатньо вивчені щодо їх здатності до біотрансформувати чи зв'язувати мікотоксини. Лише кілька досліджень досліджували здатність такої багатой мікрофлори усувати мікотоксини.

Fazeli та ін. (2009) [74] повідомили про зменшення мікотоксину *AFB1* у рідких середовищах за допомогою автохтонних молочнокислих бактерій (*Lactobacillus casei*, *L. plantarum* і *L. fermentum*), які були виділені з традиційного іранського хліба. Усі ідентифіковані штами були здатні видаляти мікотоксин *AFB1* у діапазоні 25 % до 61 % від початкової концентрації, що залежно від штаму, причому *L. casei* був сильним зв'язувачем порівняно з двома іншими штамми. Процес видалення був швидким: *L. fermentum* і *L. plantarum* миттєво поглинули приблизно 61% і 56 % токсину відповідно. Зв'язування мало оборотний характер, і деяка частина зв'язаного мікотоксину була вивільнена назад у середовище шляхом повторного центрифугування та повторного суспендування бактеріальних гранул.

Подібні дослідження були описані щодо здатності одного штаму молочнокислих бактерій, *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans*, який був ізольований із закваски для хліба адсорбувати мікотоксини (Hassan and Bullerman, 2008) [75]. Інше дослідження показало, що поверхневе

зв'язування, а не ферментативна біотрансформація є рушійною силою спостережуваного значного зниження концентрації DON (Hassan and Bullerman, 2013) [76].

Сім трихотеценів (DON, NIV, HT-2 токсин, T-2 токсин, 15 - і 3-ADON і фузаренон-X) були нещодавно відстежені в ланцюгах виробництва хліба (зерна пшениці, проміжні продукти, зібрані під час помелу та випічки хліба) (Lancova та ін., 2008) [79]. Найвищі рівні діацетоксіцирпенолу були виявлені у фракції висівок, а найнижчі – у відновленому борошні. У процесі бродіння відбулося значне зниження діацетоксіцирпенолу – приблизно від 38 % до 46 % від початкового вмісту, але, як і очікувалося, випікання при 210 °C протягом 14 хвилин не вплинуло на загальні рівні токсину діацетоксіцирпенолу.

Наявність мікотоксину не тільки становить ризик для здоров'я споживачів, але також впливає на хлібопекарські властивості пшеничного борошна. У зразках пшениці, що зберігалися під оптимальним режимом, із вмістом діацетоксіцирпенолу в діапазоні від 820 до 12 000 мкг/кг було досліджено на властивості приготування тіста та хліба (Antes et al., 2001) [80]. Незважаючи на те, що лише надзвичайно високі концентрації діацетоксіцирпенолу у деяких зразках пшениці призвели до незначного зниження вмісту білків клейковини, нижчі рівні вплинули на реологічні властивості тіста з такого борошна, зменшивши їх максимальну стійкість. Для порівняння, забруднення пшениці *Aspergillus i Penicillium* призвело до більшого зниження білків глютену, що призвело до зниження стійкості тіста та дуже низького об'єму хліба. Подібним чином Lancova та ін. (2008) [79] виявили, що реологічні властивості, такі як час розстоювання та стабільність тіста, були гіршими у зразках, які містили вищий рівень мікотоксину діацетоксіцирпенолу, що підтверджує попередні спостереження.

Оскільки в різних частинах світу існують різні практики приготування крохмалистих продуктів, традиційний метод нікстамалізації для приготування тіста (маса) для кукурудзяних коржів був оцінений на предмет

детоксикації афлатоксинів. Процес знизив рівні мікотоксину AFB1 на 94 %, афлатоксину M1 (AFM1) на 90 % і афлатоксину B(1)-8,9-дигідродіолу на 93 % відповідно (Elias-Orozco et al., 2002) [81]. Зменшення вищевказаного мікотоксину пояснюється використанням як вапна, так і перекису водню в процесі нікстамалізації (0,3 % вапна та 1,5 % перекису водню). Незважаючи на передбачувані результати детоксикації афлатоксинів у кукурудзяних коржах, високий вміст вапна та перекису водню негативно вплинув на смак і аромат кінцевих продуктів.

У подібному дослідженні Palencia et al. (2003) [82] відстежували рівні фумонізину B1 у кукурудзі під час приготування тіста. Дослідження показало загальне зниження фумонізинів на 50 % порівняно з початковими концентраціями. Вони пов'язали це зменшення зі стадією нікстамалізації, яку використовують з використання вапна, що призводить до втрати бічних ланцюгів трикарбалілової кислоти та утворення гідролізованих побічних продуктів.

Загалом виявляється, що зв'язування є однією з основних сил здатності молочнокислих бактерій детоксикувати мікотоксини, але це не заперечує існування певних штамів, які можуть біотрансформувати мікотоксини ферментативно. Можливе використання таких мікроорганізмів має бути детально розглянуто та додатково вивчено для з'ясування й підтвердження відповідних механізмів.

Висновки з огляду літератури

Молочнокислі мікроорганізми, які виділені з різних джерел, особливо перші хлібні закваски, демонструють багатообіцяючі протигрибкові властивості та властивості зв'язування й детоксикації мікотоксинів, які заслуговують на подальше дослідження. Виділення штамів молочнокислих бактерій, які мають здатність пригнічувати ріст мікотоксикогенних грибів, оптимізація умов обробки для забезпечення максимального інгібуючого ефекту та розуміння молекулярних механізмів, що стоять за таким

інгібуванням, безумовно, призведе до численних застосувань у боротьбі з грибами, що покращить нашу здатність виробляти безпечнішу їжу і звести до мінімуму руйнівні щорічні втрати сільськогосподарської продукції через зараження грибами, забруднення та присутність мікотоксинів. Крім того, такі ізоляти відкривають двері для багатопрофільних підходів до зменшення проблем, пов'язаних із грибами, у нашому харчовому ланцюзі. До того ж дані літератури вказують, що використання молочнокислих заквасок у технології хліба підвищує його біологічну цінність та стійкість до зберігання. Проте необхідно підбирати у закваску мікроорганізми, які проявляють максимальну активність і благополучно впливають на якість і технологічні властивості готового виробу.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Усі наукові дослідження за вибраною темою було проведено в лабораторії «Технологій, аналізу та експертизи харчової продукції і води» кафедри ХБ ТНТУ ім. І. Пулюя.

На основі аналізу наукової літератури щодо технології виведення спонтанних заквасок та чинників, які можуть пришвидшити біохімічні зміни у заквасках та тісті та актуальності використання молочнокислих бактерій у заквасках для хліба нами було визначено тему, мету й завдання кваліфікаційного дослідження. Зокрема мета полягала щоб ізолювати з житніх заквасок спонтанного бродіння молочнокислі бактерії та удосконалити біохімічну активність житніх заквасок під час їх оновлення.

Об'єкт дослідження: житнє борошно, молочнокислі бактерії, технологія виробництва житніх заквасок, показники активності заквасок.

Предмет дослідження: біохімічна активність ізолюваних із спонтанної житньої закваски молочнокислої мікробіоти під час технології виведення нової закваски.

Методи дослідження: пошукові (аналітичний огляд наукових публікацій щодо мікробіоти житніх заквасок, методів їх виділення та застосування під час виведення житніх заквасок); мікробіологічні (методи ізоляції мікробіоти з житніх заквасок, оцінка мікрофлори житнього борошна) фізико-хімічні та біохімічні (підйомна сила спонтанних та виведених заквасок, вологість, титрована кислотність, редуцтазні); статистичні.

2.1. Етапи проведення досліджень

Комплексна кваліфікаційна робота була умовно розділена на чотири частини – етапи (рис. 2.1), які дозволили системно підійти до виконання роботи та вирішити поставлені завдання. Так, перший – аналітичний розділ розкрив питання ролі і властивостей заквасочних молочнокислих мікроорганізмів у технології виробництва хліба.



Рис. 2.1. Схема дослідження магістерського завдання

Про склад та мікробіологічні особливості мікрофлори заквасок для різних видів бродіння; про протигрибкову активність хлібної закваски з вмістом молочнокислих бактерій та здатність молочнокислих бактерій утилізувати у харчових субстратах токсини продуковані грибами.

У двох наступних експериментальних розділах нами наведено методику дослідження та застосовані методи для реалізації мети, також наводяться результати, які були отримані за проведення досліджень.

2.2. Методи досліджень

Під час визначення забруднення мікробіотою обдирного борошна житнього використовували методики для визначення спороутворюючої мікробіоти, мезофільної та грибової відповідно до стандартів та методів, які наведено у практикумі [25, 29]. Зокрема МАФАНМ оцінювали з використанням живильного середовища поживний агар (ПА), гриби з середовища Сабуро, споротвірні - на ПА після прогрівання за 85 °С протягом 15 хв.

Мікробіологічні дослідження щодо ізоляції молочнокислої мікробіоти з спонтанних житніх заквасок проводили з використанням середовища MRS, але попередньо проби підготовлювали (проведення десятикратних розведень) згідно [25]. Ідентифікація молочнокислих бактерій та перевірка їх антагоністичної дії відбувалася згідно [25, 15].

Визначення вологості, титрованої кислотності, підйомної сили, біохмічної активності спонтанних і експериментальних зразків заквасок було здійснено відповідно методик, як наведено у статтях [19, 26, 29].

Отримані дані оброблялися біометрично відповідно до методів статистичної обробки з використання програмного забезпечення, вірогідні значення були за умови $P \leq 0,05$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Молочнокислі мікроорганізми заквасок – мікрофлора, яка зумовлює бажані ферментативні процеси та якість готових виробів

Останніми роками біоконсервування (використання мікроорганізмів та/або їх метаболітів для запобігання псуванню та продовження терміну придатності харчових продуктів) набуває все більшого інтересу через вимоги споживачів до споживання екологічних нешкідливих харчових продуктів, особливо тих у виробництві, яких проходять ферментативні процеси за участі мікроорганізмів.

Молочнокислі бактерії, як біоконсервні організми становлять особливий інтерес для переробної харчової галузі, оскільки вони століттями використовувалися, як закваски в харчовій промисловості та здатні виробляти різні види біологічно активних молекул, таких як органічні кислоти, жирні кислоти, перекис водню і бактеріоцини. До того ж протигрибкова активність молочнокислих бактерій у харчових системах документально підтверджена багатьма вченими з різних країн (Hassan and Bullerman, 2008 [76], Gerez, 2009 [84], Kukhtyn [83], та ін.). Дослідники також повідомили, що штами молочнокислих бактерій, які входять у склад заквасок для хліба, кисломолочних продуктів, у пробіотичні перпарати здатні пригнічувати ріст цвілі у хлібобулочних виробакх та молочних продуктах [29, 83, 84,]. До того ж використання бактеріальних заквасок у технології виробництва житнього чи житньо-пшеничного хліба має досить позитивний вплив на його корисні показники (поживна цінність) та споживчі (крихкуватість, пористість, черствіння) та сійкість до грибкового псування,

очевидно через накопичення у хлібі біологічних бактеріоцінів активних щодо збудників технічно-щкідливої грибкової мікрофлори [23, 29].

Проте, більшість досліджень, які проводяться з визначення біологічної активності молочнокислих бактерій, які наявні у заквасках враховують їхні властивості виконані в умовах «in vitro», і не завжди розглядалося застосування цих штамів у бродінні тіста, а також не була описана якість кінцевого продукту – свіжо випеченого та за зберігання хліба.

У наших дослідженнях ми поставили за мету провести оцінку біологічного потенціалу молочнокислих бактерій, які виділені із заквасок для житньо-пшеничного хліба, а також пригнічувати даними штамми ріст плісняви й цвілі, як у лабораторних умовах, так й в готовому хлібі за його зберігання, тобто як біоконсерванту у виробництві хліба.

Адже, псування хлібобулочних виробів в основному відбувається через зростання грибків, основними видами, яких є *Aspergillus*, *Fusarium* і *Penicillium* (Motta et al. 2008) [39]. Дані види мікобіоти хліба завдають великих економічних втрат, спричинених наявністю плісняви, до того ж ще однією проблемою є потенційне утворення мікотоксинів, які можуть спричинити проблеми зі здоров'ям у споживачів при вживанні таких виробів (Ercolini et al. 2013) [31].

У хлібопекарській галузі застосовують різні превентивні заходи щодо зараження пліснявою борошна, технологічного обладнання тіста, виробів і хліба. Зокрема активно використовують бактерицидні лампи, які опромінюють товари інфрачервоними променями або застосовують обробку мікрохвилями, такош широкого використовують модифіковане атмосферне повітря під час пакування або додаючи хімічні консерванти, такі як пропіонова кислота, сорбат калію, тощо (Ahmad Rather et al. 2013) [35]. Максимальна концентрація пропіонату, яка дозволена міжнародною організацією з охорони здоров'я (ВООЗ) для більшості видів для упакованого нарізаного хліб, становить 0,4 % (маса/маса). Саме таку концентрацію

більшість пекарень у країні використовують, як верхню дозволена межу для сповільнення грибкового псування хліба.

3.2. Оцінка основної сировини – житнього борошна за фізико-хімічними та мікробіологічними значеннями

Роль молочнокислих мікроорганізмів у технології виробництва хлібобулочних виробів направлена на активізацію молочного бродіння, пригнічення розвитку диких дріжджів та продукцію різного кількості органічних кислот та біологічно-активних сполук. При цьому під час випікання хлібобулочних виробів температурний режим є несприятливий для виживання даних молочнокислих мікроорганізмів і вони всі гинуть, тобто в свіжоспеченому хлібі даної мікробіоти немає. Разом з тим у технології виробництва кисломолочних продуктів, твердих сирів, пробіотиків, молочнокислі мікроорганізми є основною специфічною мікробіотою як під час ферментації, так і протягом усього терміну його зберігання. Тому в першому випадку молочнокислі бактерії тільки приймають участь у ферментативних процесах під час бродіння тіста.

Отже, на першому етапі цього дослідження ми визначили якість борошна, яке буде використане для виготовлення житньої закваски спонтанного бродіння. У роботі використано борошно житнє обдирне, яке мало наступні показники (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Показники борошна житньо-обдирного

| Борошно | Житнє обдирне | Вимоги ДСТУ 8791-2018 |
|--------------------------------|---------------|-----------------------|
| МАФAM (КУО/г) | 1611,3 ± 83,2 | < 1000 |
| Молочнокислі бактерії, (КУО/г) | 1227,9 ± 75,6 | – |
| Гриби, (КУО/г) | 134,1 ± 12,5 | – |

| | | |
|-----------------------------|-------------|--------|
| Спори бактерій (КУО/г) | 17,8 ± 4,4 | < 200 |
| Зольність, % | 0,93 ± 0,01 | ➤ 0,75 |
| Автолітична активність, % | 42,3 ± 0,2 | – |
| Вологість, % | 7,4±0,1 | < 15,0 |
| Титрована кислотність, град | 4,1 ± 0,1 | |

Мікрофлора житнього борошна кількісно була представлена (табл. 3.1) мезофільними бактеріями в кількості $1611,3 \pm 83,2$ КУО/г, це вказує, що дане борошно вироблено за добрих санітарних умов. Молочнокислі бактерії у борошні становили $1227,9 \pm 75,6$ КУО/г, саме їх кількісний вміст й розвиток у заквасці буде впливати на процеси бродіння, їх вміст має бути достатній для швидкого наростання підкислення спонтанної закваски, а потім і тіста.

Грибів у 1 г борошна було $134,1 \pm 12,5$ КУО/г, дана кількість не становить небезпеку, оскільки гриби не нормують у борошні. Проте, зазвичай існує думка серед дослідників, що чим менше грибкове обсінення борошна, тим краще для технології виробництва хліба чи будь яких борошняних виробів. У склад грибової мікробіоти борошна входять «дикі» дріжджі, які приймають участь у ферментативних процесах, як за технології створення закваски, так і під час бродіння тіста. Дані дріжджі вважаються технічно шкідливими, оскільки продукують органічні сполуки, які надають небажаного аромату та смаку готовому хлібі. Разом з тим вони можуть проявляти стійкість під час режиму випікання і на стадії зберігання хліба проявляти небажану активність, яка проявляється у ваді як «дріжджовий смак».

Спорова мікробіота хліба відіграє неабияке значення за виробництва хліба з пшеничного борошна, так як спорові бактерії є збудниками картопляної хвороби саме пшеничного хліба. Дослідники вважають, що борошно відноситься до високої якості, якщо у ньому вміст

спороутворюючих бактерій не буде перевищувати кількість у 200 КУО/г. Ці бактерії є термостійкими через здатність продукувати спори, які є небезпечними у готовому продукті.

Отже, забруднення борошна житнього основними групами мікробіоти, яка може вплинути на розвиток мікрофлори заквасок є природним для даної сировини.

Із фізико-хімічних показників можна відзначити величину автолітичної активності та вологість борошна, які становили $42,3 \pm 0,2$ % та $7,4 \pm 0,1$ % відповідно. Саме з автолітичною активністю і вологістю борошна пов'язують інтенсивність розвитку молочнокислих мікроорганізмів спонтанної закваски. Через те що під час бродіння у водно-борошняній суспензії у розчинному стані буде вища кількість необхідних для розвитку молочнокислої мікробіоти живильних речовин. Більша кількість даних речовин буде краще впливати, як на характеристики закваски, так і на стан мікрофлори.

Отже, з аналізу фізико-хімічних показників житнього борошна відмічаємо, що воно за якістю повністю придатне для виробництва спонтанної закваски.

3.3. Приготування закваски спонтанного бродіння із обдирного житнього борошна

Із житнього обдирного борошна було виведено закваску спонтанного бродіння. Адже даний сорт борошна найбільш поширений і містить у своєму складі певну частину неочищених висівок, які обсіяні молочнокислими бактеріями. Завдяки хімічному складі й структурі каркасу житнього борошна воно добре підходить для виробництва спонтанних заквасок. При цьому використовували наступні стадії поновлення заквасок, адже дослідження показують, що якісна закваска має мати наступні показники: вологість в межах 48 – 50 %, піднімальну силу – за методом кульки не більше 25 хв й

кислотність в діапазоні 13 – 16 град. Саме на такі показники спонтанної закваски ми орієнтувалися.

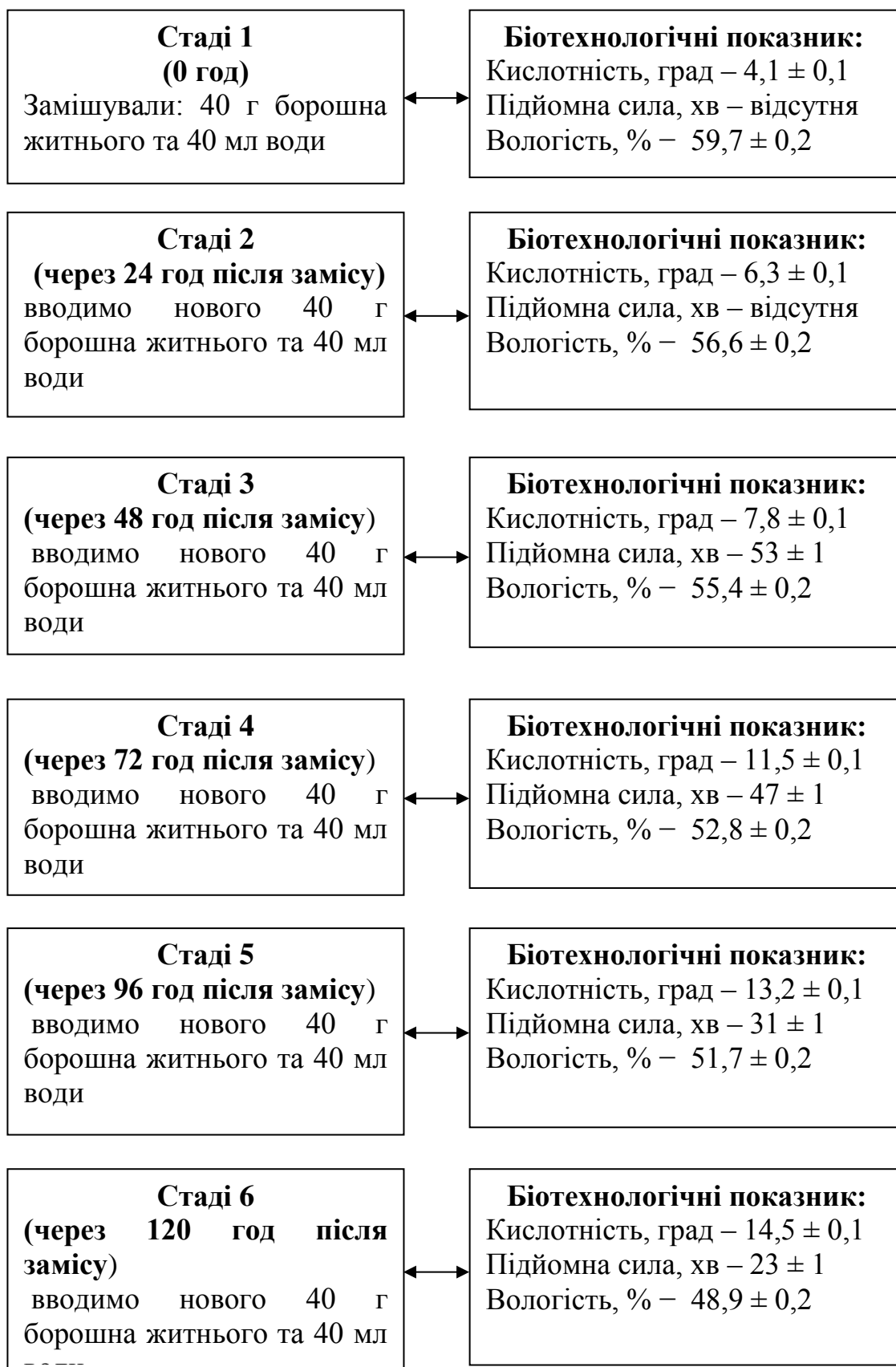


Рис. 3.1. Векторна схема виведення спонтанної закваски із обдирного житнього борошна

Було приготовлено закваску із борошна житнього і води у таких пропорціях і за наступною векторною схемою (рис. 3.1).

Зі схеми (рис.3.1) видно, що ми брали борошно житнє обдирне у кількості 40 г і воду питну за температури 20 ± 2 °С, замішували та ставили на ферментацію у термостат за температури $+ 26 - 28$ °С на 24 год. – це була перша стадія виведення спонтанної житньої закваски.

Через 24 год після замісу на другій стадії закваску поновлювали додаючи 40 г борошна та 40 мл води питної. На цій стадії реєстрували такі біотехнологічні показники титрована кислотність зросла до $6,3 \pm 0,1$ град (на $1,8$ град), вологість зменшилася на $3,1$ % до $56,6 \pm 0,2$ %, що є свідченням розвитку мікрофлори та розчинення поживних речовин, в той же час на даний момент підйомна сила була ще відсутня.

На третій стадії (через 48 год після замісу) біотехнологічного процесу виведення спонтанної закваски проводили аналогічні операції поновлення, як і на попередній стадії. На цій стадії реєстрували наступні показники активності закваски: кислотність зросла на $1,5$ град до $7,8 \pm 0,1$ град, підйомна сила закваски вже появилася і вона становила 53 ± 1 хв, а величина вологості знизилася до $55,4 \pm 0,2$ % тобто в середньому на $1,2$ град.

При дослідженні якості закваски на четвертій стадії – через 72 год після замісу її реєстрували наступні біотехнологічні величини: кислотність стрімко почала зростати й становила $11,5 \pm 0,1$ град (збільшення на $3,7$ раза, проти третьої стадії), що є вважається показником розвитку молочнокислої мікробіоти; час підйомної сили також зменшився до 47 ± 1 хв, що приблизно на 6 хв менше, порівнюючи з попередньою стадією виведення закваски; вологість закваски також знизилася на $2,8$ % і становила $52,8 \pm 0,2$ %. Така тенденція щодо зміни визначених показників під час стадій оновлення заквасок відповідає традиційній схемі виведення спонтанної закваски із обдирного борошна житнього доброї поживної якості.

На п'ятій стадії (96 год від початку замісу) проводили аналогічні операції з оновлення закваски як і на попередніх стадіях. При цьому отримали наступні біотехнологічні параметри спонтанної закваски: титрована кислотність зросла на 1,7 град до 13,2 град, що є свідченням відповідності закваски нормативним значенням від 13 до 16 град; найбільш суттєво знизився час підйомної сили закваски з 47 ± 1 хв (четверта стадія) до $31 \pm$ хв, тобто на 16 хв знизився час; вологість у спонтанній заквасці становила $51,7 \pm 0,2$ %, тобто зменшилася на 1,1 град, порівнюючи з попередньою стадією.

На останній (шостій) стадії виведення спонтанної закваски через 120 год від моменту замісу біотехнологічні показники її відповідали нормативним значенням й становили: кислотність – $14,5 \pm 0,1$ град; час підйомної сили – 23 ± 1 хв; вологість – $48,9 \pm 0,2$ %. Такі показники на даній стадії виведення закваски характеризують її як біохімічно-активну і придатну до подальшого використання в технології виробництва хліба.

Біохімічну активність закваски (розвиток молочнокислої мікробіоти) можна оцінити за часом знебарвлення окисно-відновленого індикатора, при цьому чим швидше йде процес відновлення тобто зміна кольору метиленового синього, тим розвиток і продукування окисно-відновних ензимів відбувається більше. Метиленовий синій змінює свій колір під час відновлення з синьо-зеленого до безбарвного як у контролі. За часом відновлення забарвлення барвника активність закваски поділяється на низької активності – час зміни кольору в межах 90 – 100 хв; високої активності – знебарвлення проходить від 35 до 50 хв; і дуже високої до 30 хв. Показники зміни біохімічної активності молочнокислої мікрофлори за часом знебарвлення індикатору наведено на рис. 3.2.

З аналізу рисунка спостерігаємо тенденцію підвищення активності спонтанної житньої закваски зі збільшенням стадії оновлення, тобто час на відновлення індикатору метиленового синього стрімко скорочується, що є результатом продукування мікробіотою великої кількості ферментів. Так,

при дослідженні часу відновлення барвника протягом перших трьох стадій, активність житньої закваски була слабкою, оскільки час знебарвлення становив більше 100 хв, тобто у заквасці у цей час наявна незначна кількість молочнокислої мікробіоти.

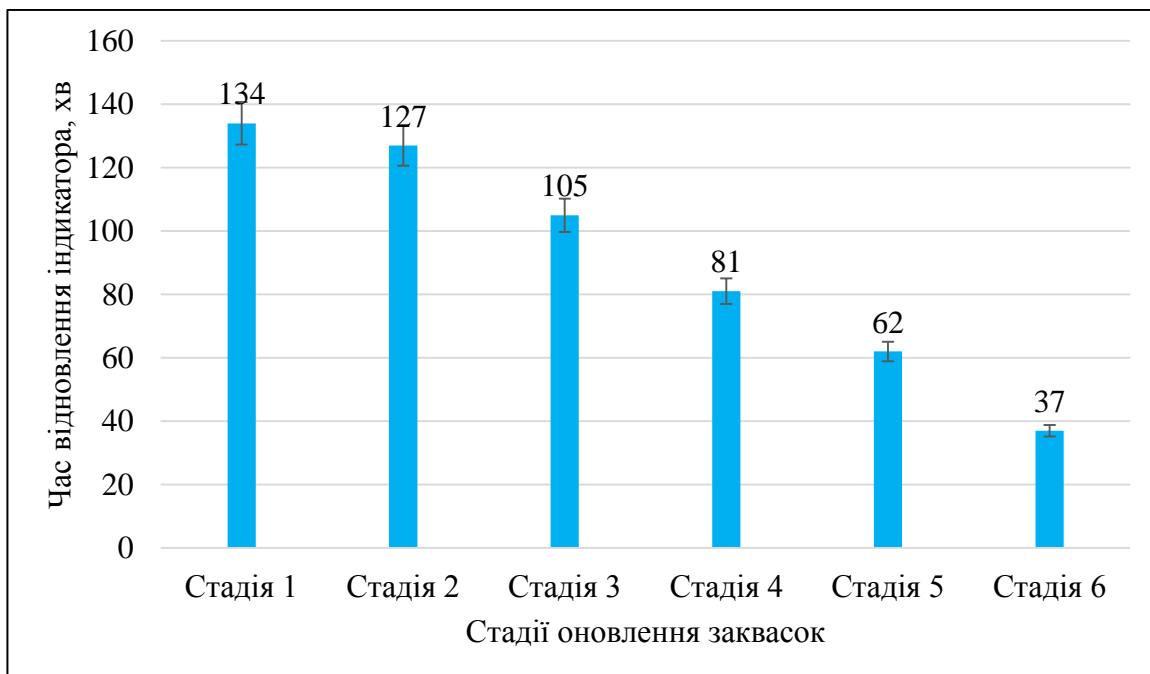


Рис. 3.2. Оцінка активності спонтанної житньої закваски під час її виведення

На четвертій стадії оновлення біохімічна активність мікробіоти житньої спонтанної закваски була середньої сили, так як час знебарвлення становив 81 та 62 хв, відповідно. Найбільша активність молочнокислої заквасочної мікробіоти житньої закваски була на шостій стадії її оновлення, оскільки час знебарвлення метиленового синього, в середньому становив 37 хв. Напіфабрикат з таким часом знебарвлення індикатора характеризується як високої біохімічної активності.

Отже, з даного експерименту підсумовуємо, що збільшення стадій оновлення спонтанної житньої закваски сприяє підвищенню біохімічної активності молочнокислої мікробіоти наявної у її складі, внаслідок чого час зміни індикатору суттєво знижується.

Найпростішим методом оцінки спонтанної закваски під час її виведення є проведення органолептичного дослідження з визначення запаху, кольору та консистенції. Ми також визначили органолептичні зміни в заквасці під час її оновлення на кожній стадії (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Органолептичні властивості спонтанної закваски за її виведення протягом 120 год

| Стадії оновлення закваски | Запах | Консистенція | Колір |
|--|---|---|---|
| Стаді 1 (0 год) | Запах житнього борошна | Вязка, щільна, без слизу | Специфічний для житнього тіста |
| Стаді 2 (через 24 год після замісу) | Запах житнього борошна, ледь кисло-молочний | Вязка, злегка слизиста, помірно щільна й пориста | Специфічний для житнього тіста |
| Стаді 3 (через 48 год після замісу) | Приємний із запахом житнього борошна, злегка кисло-молочний | Помірно вязка та щільна, злегка пориста й слизька | Специфічний для житнього тіста, без плісені |
| Стаді 4 (через 72 год після замісу) | Приємний із запахом житнього хліба, злегка кисло-молочний | Помірно вязка, злегка пориста й слизька | Специфічний для житнього тіста, без плісені |
| Стаді 5 (через 96 год після замісу) | Приємний із запахом житнього хліба, злегка кисло-молочний та ледь спиртовий | Слизиста, вязка, пориста, помірно щільна | Специфічний для житнього тіста, без плісені |

| | | | |
|--|---|---|---|
| Стаді 6 (через 120 год після замісу) | Приємний із запахом житнього хліба, кисло- молочний та ледь спиртовий | Слизиста, вязка, пориста, помірно щільна | Специфічний для житнього тіста, без плісені |
|--|---|---|---|

З даних табл. 3.2 спостерігається зміна органолептичних показників спонтанної житньої закваски на кожній стадії її оновлення. Однак на п'ятій та шостій стадії виведення закваски досліджувані нами органолептичні характеристики відповідали бажаним для даного напівфабрикату вимогам. Зокрема, закваска характеризувалася приємним запахом притаманому житньому хлібу мала у міру кисло-молочний та ледь спиртовий аромат. Консистенція була слизиста, вязка, пориста, помірно щільна, а колір специфічний тілесний для житнього тіста, без плісені.

Таким чином органолептичні показники житньої спонтанної закваски були притаманні для неї на 120 год оновлення тобто через шість стадій. Отже, застосувавши стадійне виведення спонтанної закваски з борошна обдирного сіяного нами отримано напівфабрикат, який можна використовувати для виділення та ідентифікації корисної молочнокислої мікрофлори з метою удосконалення часу виведення закваски.

3.4. Ізоляція та ідентифікація молочнокислої мікробіоти із житньої закваски спонтанного бродіння

Біохімічні зміни у заквасці та у тісті під час виробництва хліба на заквасках залежать від якості та активності молочнокислої мікрофлори, яка виконує основну роль у даному процесі. Спонтанні житні закваски густої консистенції у своєму мікробіологічному складі мають, в основному гетероферментативну молочнокислу мікробіоту, яка представлена такими важливими видами: *Lactobacillus brevis* і *Lactobacillus plantarum*. Дані види є

базовими у житній заквасці та продукують приблизно 70 % молочної кислоти й до 20 % інших органічних кислот (оцтова, пропіонова, тощо), також виділяють діоксид вуглецю у значних кількостях. Серед дріжджової мікробіоти у житніх спонтанних заквасках переважає вид *Saccharomyces minor*, який є спирто та кислотостійким, не вибагливий до джерел азотного живлення і вмісту вітамінів, добре розвивається за температури характерних для більшості дріжджів 24 – 28 °С. Враховуючи такі властивості даних мікроорганізмів актуальним є виділення та ідентифікація даної мікробіоти з природньої закваски, вивчення її біохімічних властивостей та підібрати ті представники молочнокислої мікрофлори, які будуть найефективнішими й оптимально будуть підходити для технології виробництва заквасок з вмістом молочнокислих бактерій.

Виділення молочнокислої мікробіоти проводили із заквасок отриманих на шостій стадії виробництва для цього висівали на живильне середовище субстрат, інкубували в чашках Петрі, підраховували колонії і за принципом «все підряд» виділяли чисті культури, проводили їх ідентифікацію за різними біохімічними тестами. Мікробний склад молочнокислих бактерій ідентифікованих з житньої спонтанної закваски наведено на рис. 3.3.

З результатів рис. 3.3 спостерігаємо, що основні представники молочнокислої мікрофлори житньої спонтанної закваски були сформовані із видів *Lactobacillus plantarum* – 33,7 % займали від ідентифікованих видів. У дещо меншій кількості були виділені та ідентифіковані два види *Lactobacillus brevis* – 27,2 % та *Lactobacillus fermentum* – 24,5 %. Тобто на цих три види молочнокислої мікробіоти припадало більше дві третіх (85,4 %) виділених молочнокислих бактерій.

У незначній кількості присутні у спонтанній заквасці такі види лактобактерій, як *Lactobacillus buchneri* та *Lactobacillus casei* на частку яких припадало 4,4 та 3,1 %, відповідно від усіх ізольованих та ідентифікованих нами мікроорганізмів.

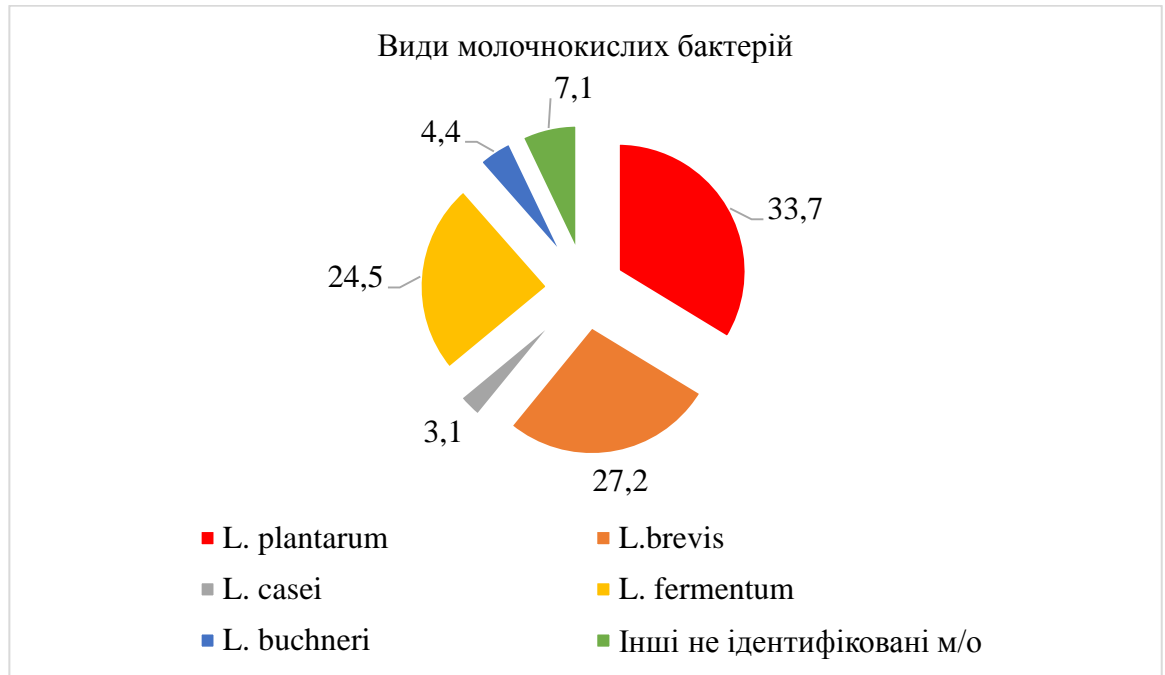


Рис. 3.3. Мікробний склад ідентифікованих молочнокислих бактерій з житньої спонтанної закваски

Отже, можна відзначити, що основні біохімічні процеси у заквасках для житнього і житньо-пшеничного хліба відбуваються за участі та ферментативної діяльності трьох видів лактобактерій: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum*. Тому доцільно виділяти і додавати у закваску під час її оновлення саме ці види, які будуть прискорювати біохімічні процеси і сприятливо впливати на показники тіста й хліба в подальшому. Однак перед тим, як додавати дані види бактерій у технологію виробництва закваски потрібно визначити їх антагоністичну та ферментативну активність у лабораторних умовах *in vitro*, а потім провести експериментальне створення закваски.

3.5. Дослідження антагоністичних властивостей у представників лактобактерій виділених із спонтанної закваски

Молочнокислі мікроорганізми розвиваючись у середовищі продукують різноманітну кількість біологічно-активних речовин завдяки яким створюється сприятливе середовище для відновлення мікробіоценозу у кишечнику. До того ж вони ферментують складні органічні речовини субстрату на більш доступні й корисніші для засвоєння організмом споживачів. Також однією із властивостей молочнокислих бактерій є вироблення речовин, які мають антагоністичну дію відносно шкідливих та патогенних мікроорганізмів. Саме завдяки функції пригнічувати технічно-шкідливу мікрофлору харчових продуктів (гриби, дріжджі, протеолітичні та ліполітичні мікроорганізми) та бактерії, які можуть бути збудниками аліментарних інфекцій проявляється позитивна дія молочнокислої мікрофлори у харчових системах та у шлунково-кишковому тракті людини.

Нами було визначено антагоністичні властивості у лактобактерій (1 - *Lactobacillus fermentum*; 2 - *Lactobacillus plantarum*; 3 - *Lactobacillus buchneri*; 4 - *Lactobacillus brevis*) ізольованих з спонтанної житньої закваски до найбільш поширених мікроорганізмів псування хлібобулочних виробів – дріжджів та санітарно-показових – бактерій групи кишкових паличок. Результати даних досліджень наведено в табл. 3.3 та на рис.3.3.

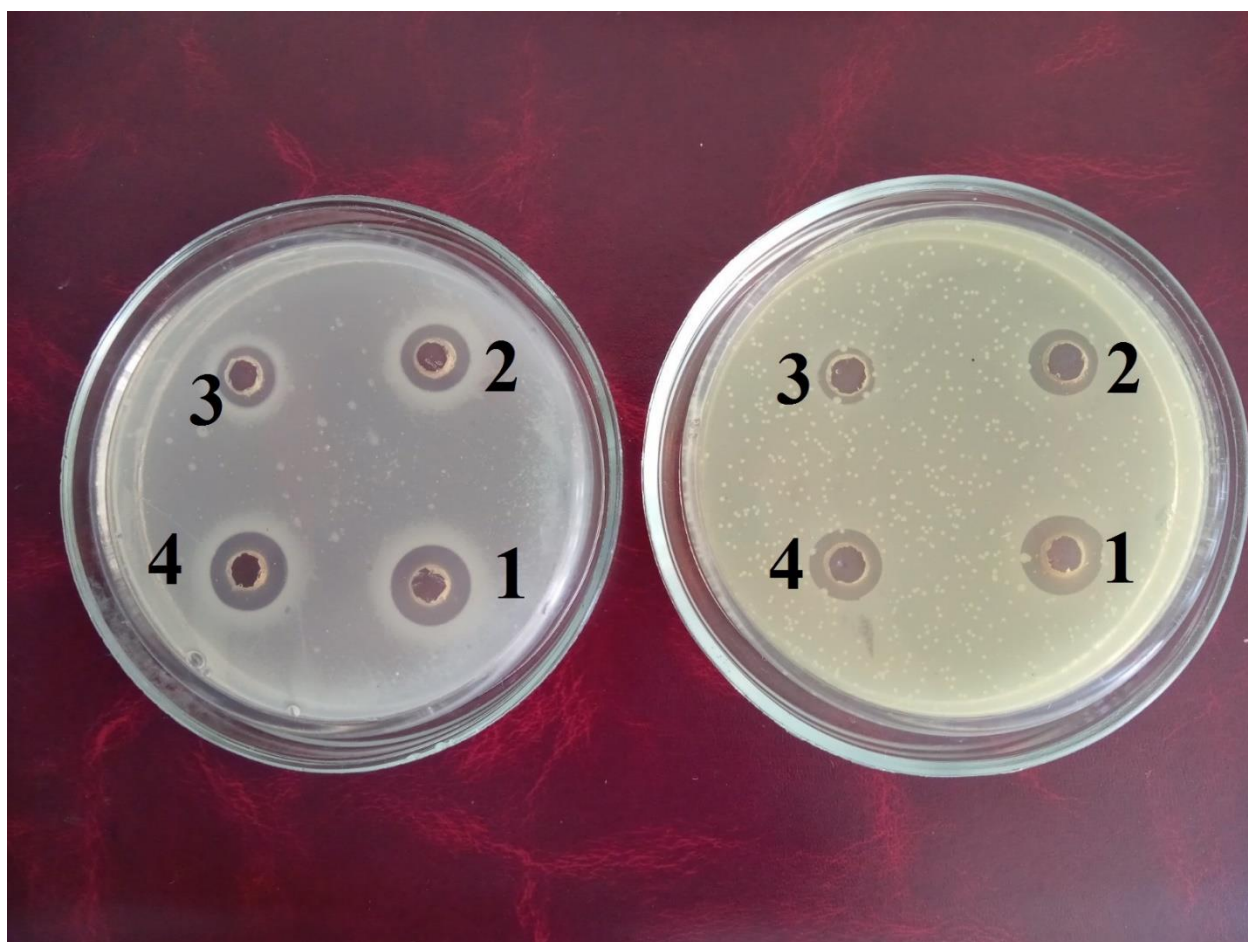
Таблиця 3.3.

Оцінка антагоністичних властивостей у молочнокислої мікробіоти житніх заквасок, $M \pm m$, $n=4$

| Виділені молочнокислі лактобактерії | Затримакa росту дріжджів і бактерій, діаметр зон, мм | |
|--|---|-----------------|
| | дріжджі | кишкова паличка |
| <i>Lactobacillus fermentum</i> | 18 ± 1 | 19 ± 1 |
| <i>Lactobacillus plantarum</i> | 15 ± 1 | 14 ± 1 |
| <i>Lactobacillus buchneri</i> | 13 ± 1 | 12 ± 1 |
| <i>Lactobacillus brevis</i> | 16 ± 1 | 15 ± 1 |

З даних табл. 3.3 видно, що серед лактобактерій, які ізольовані з спонтанної житньої закваски антагоністичні речовини щодо дріжджів і кишкової палички найсильніше виробляли штами *Lactobacillus fermentum* діаметер зон затримки обох мікроорганзмів становив $18,5 \pm 1$ мм. На другому місці серед виділених штамів лактобактерій щодо антимікробної дії були культури *Lactobacillus brevis* – зона затримки становила 16 мм для дріжджів і 15 мм для кишкової палички.

Lactobacillus plantarum також проявляла доволі стабільну антагоністичну активність, так як зона затримки становила 15 мм та 14 мм для дріжджів і кишкової палички, відповідно. Найменшу антагоністичну дію виявили у штамів *Lactobacillus buchneri* – 13 мм та 12 мм до дріжджів і кишкової палички, відповідно.



а) активність щодо дріжджів б) активність щодо кишкової палички

1 - *Lactobacillus fermentum*; 2 - *Lactobacillus plantarum*; 3 - *Lactobacillus buchneri*; 4 - *Lactobacillus brevis*.

Рис. 3.3. Антагоністичні властивості лактобактерій виділених з спонтанної закваски щодо представників умовно-патогенних і грибкової мікрофлори

З рис. 3.3 спостерігаємо зони просвітління навколо лунок, які містили суспензію штамів лактобактерій у кількості 10^7 КУО/мл. Чим більша зона просвітління тим більше дифундує у середовище речовин, які затримують розвиток тест-культур: дріжджів (чашка Петрі а) та кишкової палички (чашка Петрі б).

Отже, дослідження вказує, що культури *Lactobacillus fermentum* й *Lactobacillus brevis* виявилися найсильнішими продуцентами антагоністичних речовин, що вказує на перспективність і можливість їх використовувати при виведенні закваски для житнього чи житньо-пшеничного хліба. Однак для введення даних штамів лактобактерій, у склад житньої закваски, необхідно провести ґрунтовніші дослідження щодо їх активності.

3.6. Створення закваски для житнього і житньо-пшеничного хліба з активними штамми молочнокислих бактерій

Наступним етапом даної комплексної роботи було приготувати суспензію із виділеними штамми молочнокислих бактерій *Lactobacillus fermentum* й *Lactobacillus brevis* та ввести її у технологію виробництва житньої закваски. Для цього ми вирощували дані бактерії окремо кожен у колбах з живильним середовищем, потім відмивали клітини від середовища і готовили суспензію, щоб в 1 мл було від 10^6 до 10^7 КУО. Було приготовлено три зразки житньої закваски:

– у перший зразок додатково додавали культури бактерій *Lactobacillus fermentum* у вище зазначеній кількості;

– у другий зразок додатково додавали культури бактерій *Lactobacillus brevis*;

– у третій зразок додатково вводили обидві культури молочнокислих бактерій *Lactobacillus fermentum* й *Lactobacillus brevis* у співвідношенні 1:1.

Для приготування закваски із житнього борошна застосовували векторну схему, яка полягала в наступному (рис. 3.4).

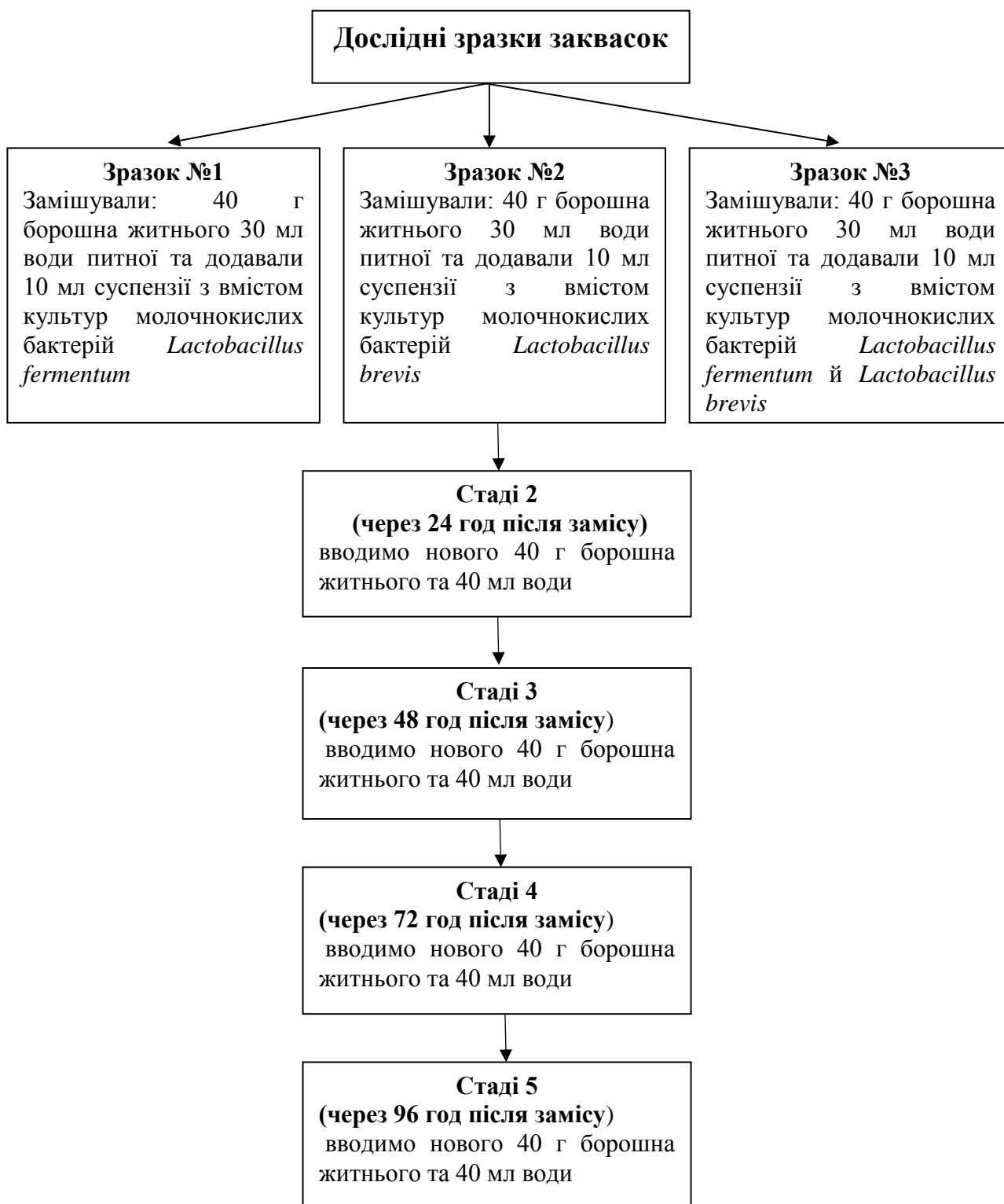


Рис. 3.4. Векторна схема виробництва житньої закваски з молочнокислими бактеріями

Відповідно до даної схеми було виведено три види заквасок та оцінено їх за технологічними показниками якості та активності, які наведено на рис. 3.5 – 3.7.

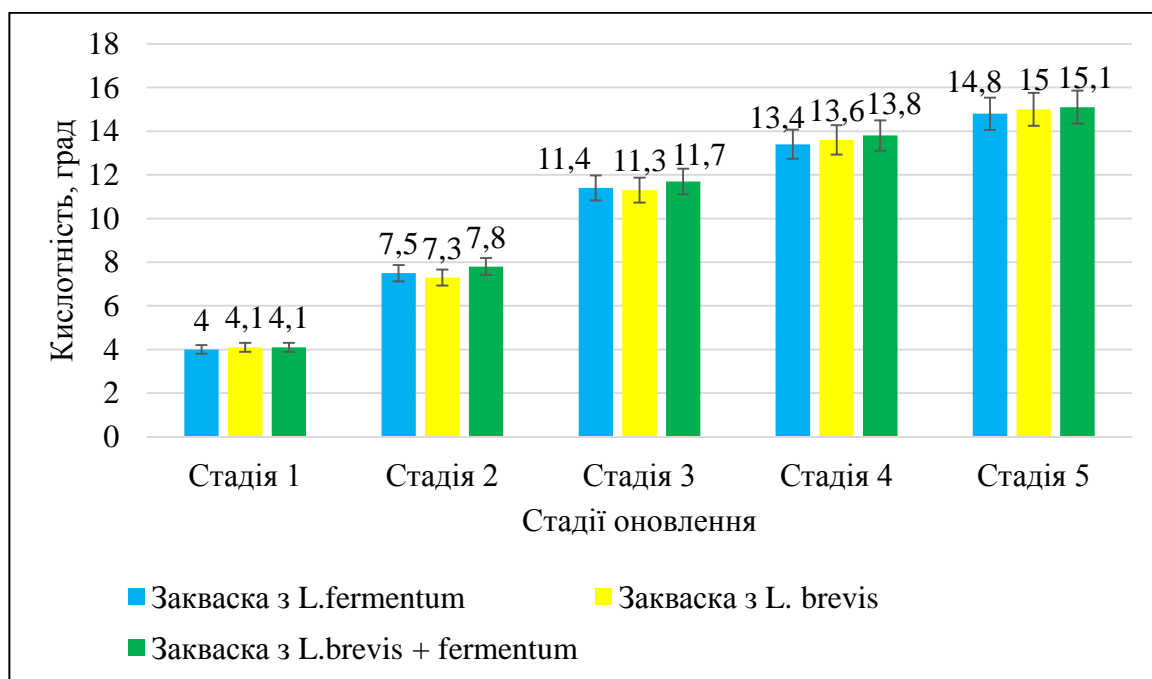


Рис. 3.5. Титрована кислотність у житній заквасці з додаванням чистих штамів молочнокислих бактерій

З рис. 3.5. спостерігаємо, що завдяки розвитку внесених молочнокислих бактерій під час виведення житньої закваски, титрована кислотність на усіх стадіях активно зростала і дана динаміка була на декілька градусів вища, ніж при оновленні житньої спонтанної закваски. Серед двох досліджених штамів *Lactobacillus fermentum* й *Lactobacillus brevis*, дещо активнішим був штам *Lactobacillus brevis*, так як за його додавання активна кислотність, в середньому на 0,3 град інтенсивніше збільшувалася. Однак виявлено, що при додаванні у склад житньої закваски суспензії двох лактобактерій у співвідношенні 1:1, результат отримували кращий, ніж за дії кожної лактобактерії окремо, що вказує на добрий синергізм між даними

видами бактерій. Проте, найвагоміша особливість під час виведення житньої закваски з додаванням лактобактерій була в тому, що на четвертій стадії (72 год від замісу) оновлення ми отримували значення кислотності у всіх трьох зразках в межах 13,4 – 13,8 град, що вже характерно для готової житньої закваски. Якщо порівняти ці дані із значеннями наростання кислотності у спонтанній житній заквасці під час її виведення (рис. 3.1), то спостерігаємо зменшення часу на отримання закваски з прийнятною кислотністю при додаванні виділених нами лактобактерій в середньому на одну – дві стадії (24 год.). Тобто закваска з вмістом лактобактерій була готова на 72 год за показником титрована кислотність.

Отже, введення у склад житньої закваски суспензії *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum* у кількості 10^7 – 10^8 КУО/г сприяє швидшим бродильним процесам й підкислення середовища.

На рис. 3.6 наведено дані щодо зміни вологості за виведення житньої закваски з вмістом лактобактерій.

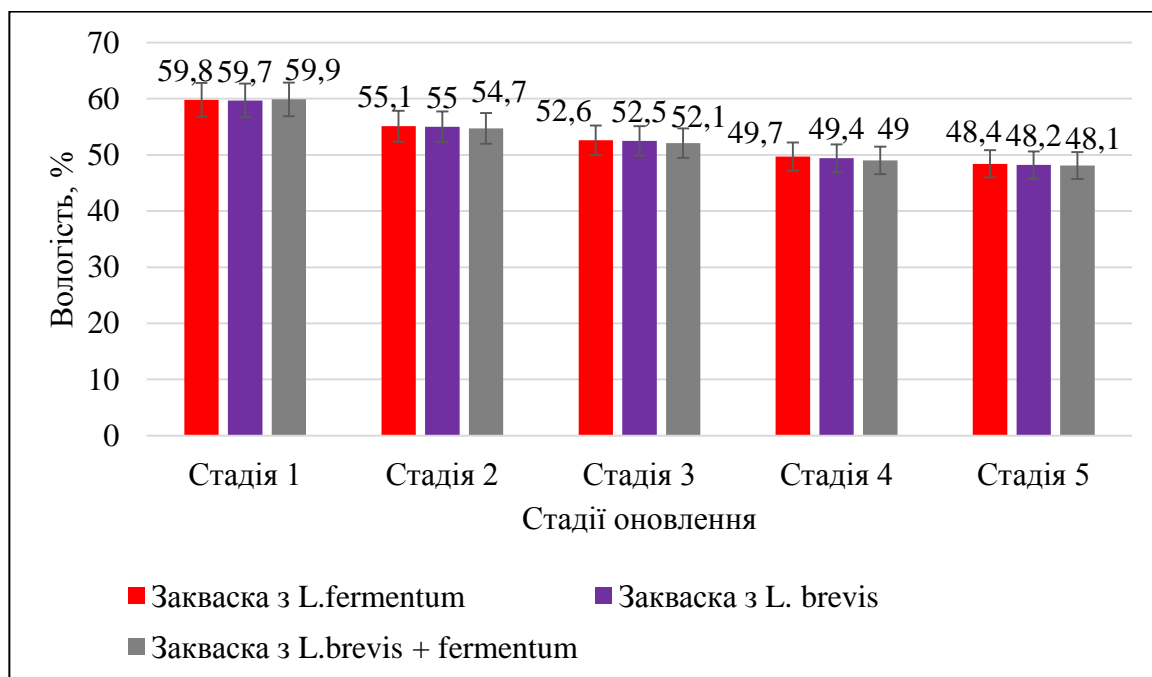


Рис. 3.6. Вилучина вологості у житній заквасці з додаванням чистих штамів молочнокислих бактерій

Величина вологості житньої закваски з вмістом лактобактерій також мала тенденцію до швидшого зменшення, якщо порівнювати із вологістю закваски житньої спонтанного бродіння. Уже на четвертій стадії оновлення закваски (на 72 год) в усіх трьох дослідних зразків з вмістом лактобактерій, вологість становила від $49,7 \pm 0,1$ % (збагачена *Lactobacillus fermentum*) до $49,0 \pm 0,1$ % (збагачена суспензією *Lactobacillus fermentum* й *Lactobacillus brevis*). Тобто через 72 год закваска відповідала значенням, які висуваються до неї. У житній заквасці спонтанного бродіння параметри вологості в межах 48 – 50 % забезпечувалися на шостій стадії виведення (рис. 3.1).

Таким чином введення під час виведення житньої закваски лактобактерій *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum* є важливим для скорочення терміну виведення активної закваски. При цьому час скорочення зменшується на 48 год за величиною вологості, порівнюючи з такою житньою закваскою але спонтанного бродіння.

На рис. 3.7 представлено результати щодо впливу внесених лактобактерій на час підйомної сили житньої закваски.

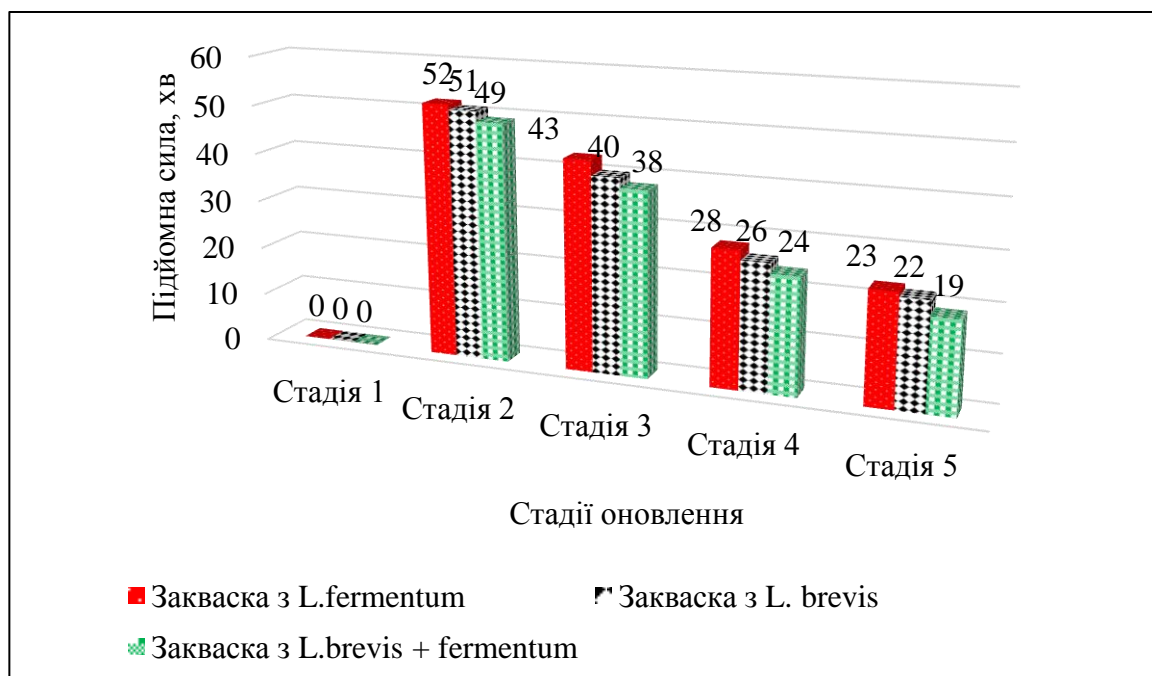


Рис. 3.7. Зміна підйомної сили у житній заквасці з додаванням чистих штамів молочнокислих бактерій

З аналізу рис. 3.7 спостерігається аналогічна картина як і за даних на рис. 3.5 – 3.6, яка характеризується суттєвим часом зменшення підйомної сили у житніх заквасках, які оновлювали з додатковим введенням молочнокислої мікрофлори. Зокрема, у заквасках зі вмістом *Lactobacillus brevis* та суміші *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum* підйомна сила становила приблизно 25 хв уже на четвертій стадії бродіння. У самій житній заквасці спонтанного бродіння таке значення підйомної сили забезпечувалося на шостій стадії її виведення.

Отже, підсумовуючи можна відзначити, що ізоляція з житньої спонтанної закваски молочнокислих лактобактерій та введення їх у технологію під час виведення дозволяє прискорити біохімічні процес у ній та зменшити час культивування в середньому на 24 – 40 год. Водночас більший вміст лактобактерій у заквасі буде сприяти інтенсивнішим процесам у тісті.

Апаратурно-технологічна схема підготовка сировини до виробництва та апаратурно-технологічна схема виробництва житньо-пшеничного хліба на заквасках з молочнокислими бактеріями наведені на рис. Додаток Б.1 та рис. Додаток Б.2.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Під час виведення спонтанної закваски через 120 год від моменту замісу біотехнологічні показники її відповідали нормативним значенням й становили: кислотність – $14,5 \pm 0,1$ град; час підйомної сили – 23 ± 1 хв; вологість – $48,9 \pm 0,2$ %, а час знебарвлення метиленового синього, в середньому становив 37 хв. Такі показники на даній стадії виведення закваски характеризують її як біохімічно-активну і придатну до подальшого використання в технології виробництва хліба..

2. Встановлено, що основні біохімічні процеси у заквасках для житнього і житньо-пшеничного хліба відбуваються за участі та ферментативної діяльності трьох видів лактобактерій: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum*, які становлять основу її мікробіоти – 85,4 % від виділених молочнокислих бактерій.

3. Культури *Lactobacillus fermentum* й *Lactobacillus brevis* виявилися найсильнішими продуцентами антагоністичних речовин, що вказує на перспективність і можливість їх використовувати при виведенні закваски для житнього чи житньо-пшеничного хліба.

4. Уведення у склад житньої закваски суспензії *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum* у кількості $10^7 - 10^8$ КУО/мл сприяє швидшим бродильним процесам. Тобто закваска з вмістом лактобактерій була готова на 72 год її оновлення за показником титрована кислотність, вологість та час підйомної сили, що в середньому на 24 – 40 год швидше, ніж при використанні житньої закваски спонтанного бродіння.

5. Запропоновано для прискорення біохімічних процесів під час виведення житньої закваски додавати виділені штами молочнокислих бактерій *Lactobacillus brevis* й *Lactobacillus fermentum* у кількості 10^7 – 10^8 КУО/мл.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

4.1.1. Основні заходи щодо запобігання травматизму та професійних захворювань

Основні заходи щодо запобігання травматизму передбачені в системі нормативно-технічної і нормативно-правової документації з безпеки праці; в організації навчання і забезпечення робочих безпечними методами та засобами роботи, раціональному плануванні коштів і визначенні економічної ефективності від запланованих заходів. Основна задача нормативно-технічної і нормативно-правової документації з безпеки праці сприяти попередженню виникнення небезпеки і прийняттю найбільш ефективних заходів до їх ліквідації або локалізації при проектуванні виробничих процесів і обладнання, будівель і споруд. Нормативно-технічна документація щодо безпеки праці розробляється з урахуванням характеру потенційно небезпечних факторів, ступеня їх небезпечності і зони поширення, психофізіологічних і антропометричних особливостей людини [85].

Заходи до запобігання виробничому травматизму включають якісне проведення інструктажу та навчання робітників, залучення їх до роботи за спеціальністю, здійснення постійного керівництва та нагляду за роботою; організація раціонального режиму праці і відпочинку; забезпечення

спецодягом, спецвзуттям, особистими засобами захисту і навчання правилам їх користування; виконання правил експлуатації обладнання; раціональне архітектурно-планувальне рішення при проектуванні і будівництві виробничих будівель у відповідності із санітарними, будівельними і протипожежними нормами і правилами; створення безпечного технологічного і допоміжного обладнання; правильний вибір і компонування обладнання у виробничих приміщеннях відповідно із нормами і правилами техніки безпеки і виробничої санітарії; проведення комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів, створення надійних технічних засобів запобігання аваріям, вибухам і пожежам на виробництві; розробка нових технологій, які виключають утворення шкідливих і небезпечних факторів та ін. [85].

Важливим у забезпеченні безпечної праці і запобіганні травматизму на виробництві є фактори особистого характеру: знання керівником робіт особистості кожного робітника: його психіки і особливості характеру; медичні показники і їх відповідність щодо виконуваної роботи; відношення до праці, дисциплінованості; задоволеність працею; засвоєння навиків безпечних заходів роботи; знання норм і правил з охорони праці і пожежної безпеки, ставлення робітника до інших робітників і всього колективу [85].

4.1.2. Право працівників на пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці

На харчових підприємствах розробляється комплекс заходів до охорони праці, які гарантують безпечні і здорові умови праці на робочому місці. Така не зовсім безпечна негарантована ефективність заходів пов'язана із відсутністю наукової та проектно-конструкторської розробки нових технологій, обладнання і відповідних рішень щодо безпечних умов праці. Тому на підприємствах в разі відшкодування дії небезпечних і шкідливих факторів на організм людини використовується система пільг і компенсацій особам, які працюють у важких умовах. До таких осіб відносяться кочегари

парових і водогрійних котлів, машиністи компресорних станцій та ін. Перелік виробництв, цехів, професій, посад із шкідливими умовами праці, які мають право на отримання пільг, затверджений Кабінетом Міністрів України, Міністерством праці та соціальної політики України і профспілками. Система пільг і компенсацій доповнює весь комплекс заходів щодо охорони праці по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на підприємстві. Ця система включає додаткову відпустку, скорочений робочий день, пільгове пенсійне забезпечення лікувально-профілактичне харчування і безкоштовну видачу молока, певні доплати до заробітної плати. Додаткова відпустка від 6 до 36 днів сприяє зняттю втоми організму внаслідок напруженої розумової і фізичної праці, сприяє зниженню накопичених в організмі токсичних і шкідливих речовин, відновленню порушених функцій, а також ліквідації несприятливих фізіологічних змін в органах людини [85]. Скорочення робочого дня лише на одну годину зменшує на один місяць фонд робочого часу на рік, а також тривалість періоду дії несприятливих, шкідливих і небезпечних факторів на робітника, підвищує його часовий заробіток на 16%,

Пільгове пенсійне забезпечення надається робітникам, які працюють у шкідливих умовах і гарячих цехах, а також зайнятим на роботах з важкими умовами праці. Воно містить в собі надання пенсії у молодшому віці при меншому стажу роботи і в більших розмірах [85].

Зниження пенсійного віку і стажу роботи скорочує тривалість дії на робітника шкідливих виробничих факторів, забезпечує більш раннє виведення із організму накопичених шкідливих речовин, більш швидке відновлення нормальної діяльності всіх систем життєзабезпечення людини. Лікувально-профілактичне харчування надається безкоштовно і є засобом підвищення опору організму людини впливу шкідливих виробничих факторів, зниження захворюваності і запобігання передчасному втопленню. Ця пільга надається працівникам на роботах з особливо важкими умовами праці. Доплата до заробітної плати визначається специфічними умовами праці на робочих місцях і становить 4...24% тарифної ставки. Вона

призначена для зміцнення організму робітника і підвищення його опору дії шкідливих виробничих факторів за рахунок поліпшення харчування та побутових умов. Безкоштовна видача молока має ціль підвищення опору організму робочого дії токсичних речовин, які викликають порушення функції печінки, білкового і мінерального обміну, подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів. Молоко нормалізує обмінні процеси і функції організму людини і сприяє більш швидкому відновленню нормальної діяльності всіх систем життєзабезпечення людини. Видача молока проводиться відповідно до рекомендацій Міністерства охорони здоров'я України [85].

Основною задачею охорони праці на підприємствах є поліпшення умов праці на робочих місцях, на цій основі зменшення частково або повністю всіх видів пільг і компенсацій [85].

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Захист підприємств харчової промисловості від пожеж

Пожежна профілактика – це комплекс заходів, спрямованих на попередження пожеж, запобігання розповсюдженню вогню, передбачення можливих шляхів евакуації людей, тварин і матеріальних цінностей та створення умов для швидкої ліквідації пожеж. До системи пожежного захисту відносяться технічні та організаційні заходи [86].

Технічні заходи - передбачення необхідної кількості виходів, коридорів потрібної ширини, застосування системи протидимового захисту, виконання будівельних робіт з вогнетривких матеріалів, дотримання протипожежної відстані між будівлями, обладнання об'єкту засобами пожежогасіння, влаштування пожежних драбин, веж спостереження, водоймищ, під'їздів до них і до будівель, пожежного зв'язку і сигналізації [87].

Організаційні заходи - це організація навчання працюючих та інших категорій населення правилам пожежної безпеки; розробка інструкцій про

правила роботи з пожежонебезпечними матеріалами та про дії персоналу під час пожежі [84]. Одним із принципів у системі попередження пожеж є положення про те, що пожежа можлива лише за наявності трьох факторів: горючої речовини, окислювача та джерела запалювання. Крім того, необхідно, щоб горюча речовина була нагріта до необхідної температури і знаходилась у відповідному кількісному співвідношенні з окислювачем, а джерело запалювання мало необхідну енергію для початкового імпульсу (запалювання). Окислювач разом з горючою речовиною утворює так зване горюче середовище [86].

Система попередження пожеж виключає два основних напрямки: запобігання формуванню горючого середовища і виникненню в цьому середовищі (чи внесенню в нього) джерела запалювання.

Запобігання формуванню горючого середовища досягається: застосуванням герметичного виробничого устаткування; максимально можливою заміною в технологічних процесах горючих речовин та матеріалів негорючими; обмеження кількості пожежо- та вибухонебезпечних речовин при використанні та зберіганні, а також правильним їх розміщенням; ізоляцією горючого та вибухонебезпечного середовища; організацією контролю за станом середовища в апаратах; застосуванням робочої та аварійної вентиляції; відведенням горючого середовища в спеціальні пристрої та безпечні місця; використанням інгібуючих (хімічно активні компоненти, що сприяють припиненню пожежі) та флегматизуючих (інертні компоненти, що роблять середовище негорючим) доповнювачів [86].

Запобігання виникненню в горючому середовищі джерела запалювання досягається: використанням устаткування та пристроїв при роботі яких не виникає джерел запалювання; використання електроустаткування, що відповідає за виконанням класу вибухонебезпечної суміші; обмеження щодо сумісного зберігання речовин та матеріалів; використання устаткування, що задовольняє вимогам електростатичної іскробезпеки; влаштуванням блискавкозахисту; організацією автоматичного контролю параметрів, що

визначають джерела запалювання; заземленням устаткування, видовжених металоконструкцій; використання при роботі з легко займистими речовинами інструментів, що виключають іскроутворення; ліквідацією умов для само спалахування речовин і матеріалів [87].

Вражаючі фактори, що діють на людей у зоні пожежі: висока температура і чадний газ [87].

Система пожежного захисту – це комплекс методів, заходів та засобів, які направлені на обмеження розповсюдження та локалізацію пожежі, виявлення пожежі, створення умов для ліквідації пожежі, захист людей і матеріальних цінностей [87].

Протипожежний захист - це комплекс інженерно-технічних заходів, спрямованих на створення пожежної безпеки об'єктів і споруд. Пожежний зв'язок та сигналізація відіграють важливу роль у запобіганні пожежам і сприяють своєчасному виклику пожежних підрозділів на місце загоряння. Системи сигналізації дозволяють без участі людей автоматично передати повідомлення про пожежу і її адресу на центральний пункт пожежного зв'язку, а також автоматично провести запуск стаціонарних вогнегасних установок [87].

Протипожежний режим на заводах консервної промисловості включає розробку ефективних, економічно доцільних і технічно обґрунтованих заходів і засобів попередження пожеж, виробленні заходів, що запобігають поширення пожежі, що виникла і заходів для її ліквідації

Керівники та інші працівники консервного заводу зобов'язані знати і виконувати правила пожежної безпеки, а в разі пожежі - вживати всіх залежних від них заходів для евакуації людей і гасіння пожежі. Відповідальність за пожежну безпеку на консервних заводах несуть їх керівники і уповноважені ними особи, які залежно від характеру порушень і наслідків несуть адміністративну, кримінальну та іншу відповідальність згідно з чинним законодавством [86].

Навчання та перевірка знань з питань пожежної безпеки проводиться один раз на три роки одночасно з перевіркою знань з питань безпеки життєдіяльності і охорони праці. Обов'язки щодо забезпечення пожежної безпеки, утримання та експлуатації засобів протипожежного захисту мають бути відображені у відповідних посадових інструкціях [87].

Для працівників охорони повинна бути розроблена інструкція, в якій слід визначити їхні обов'язки щодо контролю за додержанням протипожежного режиму, огляду території і приміщень, порядок дій в разі виявлення пожежі, спрацювання засобів пожежної сигналізації та автоматичного пожежогасіння, а також вказати, кого з посадових осіб мають викликати в нічний час у разі пожежі. У вихідні та святкові дні, а також у вечірні і нічні години, заступаючи на чергування черговий зобов'язаний перевірити наявність і стан засобів пожежогасіння, справність телефонного зв'язку, чергового освітлення і пожежної сигналізації; пересвідчитися, що всі шляхи евакуації не зашарашено, а двері евакуаційних виходів при потребі можуть бути без перешкод відчинені. Під час виявлення порушення протипожежного режиму і несправностей, внаслідок яких можливе виникнення пожежі, вжити заходів щодо їх усунення, а при потребі повідомити керівника або працівника, що його заміщує. Працівники охорони мають постійно мати при собі комплект ключів від дверей евакуаційних виходів та воріт, автомобільних в'їздів на територію установи, а також ручний електричний ліхтар [86].

На підприємстві повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим і порядок оповіщення людей про пожежу, з якими потрібно ознайомити всіх працівників. Територія заводу слід постійно утримувати в чистоті. Дороги, проїзди та під'їзди до будівлі, а також доступи до пожежного інвентарю та обладнання мають бути завжди вільними. На території заводу не дозволяється розкладання вогнищ, спалювання сміття

У кожному приміщенні повинна висіти табличка, на якій вказано прізвище відповідального за пожежну безпеку, номер телефону найближчої

пожежної частини, а також розміщена інструкція з пожежної безпеки Протипожежні системи, установки, устаткування приміщень, будівель та споруд (протидимовий захист, пожежна автоматика, протипожежне водопостачання та інші захисні пристрої) необхідно постійно утримувати у справному робочому стані [87].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Mishra AK, Mishra A, Kehri HK, Sharma B and Pandey AK. (2009). Inhibitory activity of Indian spice plant *Cinnamomum zeylanicum* extracts against *Alternaria solani* and *Curvularia lunata*, the pathogenic dematiaceous moulds. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials* 8: 9.
2. Nevarez L, Vasseur V, Le Dre'an G, Tanguy A, Guisle-Marsollier I and Houlgatte R. (2008). Isolation and analysis of differentially expressed genes in *Penicillium glabrum* subjected to thermal stress. *Microbiology* 154: 3752–3765.
3. Naicker D, Marais GJ, van den Berg H and Masango MG. (2007). Some fungi, zearalenone and other mycotoxins in chicken rations, stock feedstuffs, lucerne and pasture grasses in the communal farming area of Rhenosterkop in South Africa. *Journal of South African Veterinary Association* 78: 69–74.
4. Dutton MF and Kinsey A. (1995). Occurrence of mycotoxins in cereals and animal feedstuffs in Natal, South Africa 1994. *Mycopathologia* 131: 31–36.
5. Hoogenboom LA, Polman TH, Neal GE, Verma A, Guyomard C, Tulliez J, et al. (2001). Genotoxicity testing of extracts from aflatoxin-contaminated peanut meal, following chemical decontamination. *Food Additives & Contaminants* 18: 329–341.
6. Kuiper-Goodman T. (1995). Mycotoxins: Risk assessment and legislation. *Toxicology Letters* 82–83: 853–859.

7. Coker RD, Nagler MJ, Defize PR, Derksen GB, Buchholz H, Putzka HA, et al. (2000). Sampling plans for the determination of aflatoxin B1 in large shipments of animal feedstuffs. *Journal of AOAC International* 83: 1252–1258.

8. Smith JE, Solomons G, Lewis C and Anderson JG. (1995). Role of mycotoxins in human and animal nutrition and health. *Natural Toxins* 3: 187–192; discussion 221.

9. Wild CP and Gong YY. (2010). Mycotoxins and human disease: A largely ignored global health issue. *Carcinogenesis* 31: 71–82.

10. Williams JH, Phillips TD, Jolly PE, Stiles JK, Jolly CM and Aggarwal D. (2004). Human aflatoxicosis in developing countries: A review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. *American Journal of Clinical Nutrition* 80: 1106–1122.

11. Vasanthi S and Bhat RV. (1998). Mycotoxins in foods – Occurrence, health & economic significance & food control measures. *Indian Journal of Medical Research* 108: 212–224.

12. Settanni L and Corsetti A. (2008). Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology* 121: 123–138.

13. 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), 1-10.

14. Карпик Г. В., Вічко О. І., Копчак Н. Г., Швед О. В. Особливості виробництва булочних виробів з RHEUM L. *Chemistry, Technology and Application of Substances*. Vol. 5, No. 2, 2022, 136-141 с.

15. . Кухтин, М. Д., & Горюк, Ю. В. (2023). Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого: монографія. ТНТУ, 157 с.

16. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of

enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *RESEARCH JOURNAL OF PHARMACEUTICAL BIOLOGICAL AND CHEMICAL SCIENCES*, 9(2), 1128-1133.

17. Kukhtyn, M., Horiuk, Y., Yaroshenko, T., Laiter-Moskaliuk, S., Levytska, V., & Reshetnyk, A. (2018). Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in the process of pickling. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, (1 (11)), 69-75.

18. Daly C, Fitzgerald GF and Davis R. (1996). Biotechnology of lactic acid bacteria with special reference to bacteriophage resistance. *Antonie Van Leeuwenhoek* 70: 99–110.

19. Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14-19.

20. Horyuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Perkiy, Y. B., Horyuk, V. V., & Semenyuk, V. I. (2016). Identification of Enterococcus isolated from raw milk and cottage cheese “home” production and study of their sensitivity to antibiotics. *Scientific Messenger LNUVMBT named after SZ Gzhytskyj*, 18(3), 70.

21. Montalban-Lopez M, Sanchez-Hidalgo M, Valdivia E, Martí'nez-Bueno M and Maqueda M. (2011). Are bacteriocins underexploited? Novel applications for old antimicrobials. *Current Pharmaceutical Biotechnology* 12: 1205–1220.

22. Zendo T. (2013). Screening and characterization of novel bacteriocins from lactic acid bacteria. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 77: 893–899.

23. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.

24. Skril, Yu; Shved, O; Hubrii, Z; Vichko, O; Kupka, T. Analytical Review of Biotechnological Problem of Ukrainian Hard Cheeses. *Biotechnologia Acta* T. 16, No. 3, 2023. - P. 5-23

25. Бергілевич О.М., Касянчук В.В., Власенко І.Г., Кухтін М.Д.. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Суми: Університетська книга. 2010. – 205 с

26. De Vuyst L and Vancanneyt M. (2007). Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria. *Food Microbiology* 24: 120–127.

27. Moroni AV, Dal Bello F and Arendt EK. (2009). Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue? *Food Microbiology* 26: 676–684.

28. Hammes WP and Tichaczek PS. (1994). The potential of lactic acid bacteria for the production of safe and wholesome food. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und – Forschung* 198: 193–201.

29. Karpyk, H., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 3-7.

30. Guerzoni ME, Vernocchi P, Ndagijimana M, Gianotti A and Lanciotti R. (2007). Generation of aroma compounds in sourdough: Effects of stress exposure and lactobacilliyeast interactions. *Food Microbiology* 24(2): 139–148.

31. Ercolini D, Pontonio E, De Filippis F, Minervini F, La Stora A, Gobbetti M, et al. (2013). Microbial ecology dynamics during rye and wheat sourdough preparation. *Applied and Environmental Microbiology* 79: 7827–7836.

32. Di Cagno R, Rizzello CG, De Angelis M, Cassone A, Giuliani G, Benedusi A, et al. (2008). Use of selected sourdough strains of *Lactobacillus* for removing gluten and enhancing the nutritional properties of gluten-free bread. *Journal of Food Protection* 71: 1491–1495.

33. Poutanen K, Flander L and Katina K. (2009). Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective. *Food Microbiology* 26: 693–699.

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

35. Ahmad Rather I, Seo BJ, Rejish Kumar VJ, Choi UH, Choi KH, Lim JH, et al. (2013). Isolation and characterization of a proteinaceous antifungal compound from *Lactobacillus plantarum* YML007 and its application as a food preservative. *Letters in Applied Microbiology* 57: 69–76.

36. Andersson RE, Daeschel MA and Hassan HM. (1988). Antibacterial activity of plantaricin SIK-83, a bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum*. *Biochimie* 70: 381–390.

37. Crowley S, Mahony J and van Sinderen D. (2013). Broadspectrum antifungal-producing lactic acid bacteria and their application in fruit models. *Folia Microbiologica* 58: 291–299.

38. Fhoula I, Najjari A, Turki Y, Jaballah S, Boudabous A and Ouzari H. (2013). Diversity and antimicrobial properties of lactic acid bacteria isolated from rhizosphere of olive trees and desert truffles of Tunisia. *BioMed Research International* 2013: 405708.

39. Motta AS, Flores FS, Souto AA and Brandelli A. (2008). Antibacterial activity of a bacteriocin-like substance produced by *Bacillus* sp. P34 that targets the bacterial cell envelope. *Antonie Van Leeuwenhoek* 93: 275–284.

40. . 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.

41. Ray P, Sanchez C, O'Sullivan DJ and McKay LL. (2000). Classification of a bacterial isolate, from pozol, exhibiting antimicrobial activity against several gram-positive and gram-negative bacteria, yeasts, and molds. *Journal of Food Protection* 63: 1123–1132.

42. Van Belkum MJ and Stiles ME. (2000). Nonantibiotic antibacterial peptides from lactic acid bacteria. *Natural Product Reports* 17: 323–335.

43. Кухтин, М. Д. (2010). Концепція розробки та застосування нормативів для виробництва сирого молока гатунку „екстра” за вмістом мікроорганізмів. *Ветеринарна медицина України*, 10, 42-43.

44. Cabo ML, Braber AF and Koenraad PM. (2002). Apparent antifungal activity of several lactic acid bacteria against *Penicillium discolor* is due to acetic acid in the medium. *Journal of Food Protection* 65: 1309–1316.

45. Lind H, Jonsson H and Schnurer J. (2005). Antifungal effect of dairy propionibacteria—Contribution of organic acids. *International Journal of Food Microbiology* 98: 157–165.

46. Zhang C, Brandt MJ, Schwab C and Gañzle MG. (2010). Propionic acid production by cofermentation of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus diolivorans* in sourdough. *Food Microbiology* 27(3): 390–395.

47. Lavermicocca P, Valerio F, Evidente A, Lazzaroni S, Corsetti A and Gobbetti M. (2000). Purification and characterization of novel antifungal compounds from the sourdough *Lactobacillus plantarum* strain 21B. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 4084–4090.

48. Svanstrom A, Boveri S, Bostrom E and Melin P. (2013). The lactic acid bacteria metabolite phenyllactic acid inhibits both radial growth and sporulation of filamentous fungi. *BMC Research Notes* 6: 464.

49. Black BA, Zannini E, Curtis JM and Gañzle MG. (2013). Antifungal hydroxy fatty acids produced during sourdough fermentation: Microbial and enzymatic pathways, and antifungal activity in bread. *Applied and Environmental Microbiology* 79: 1866–1873.

50. Kukhtyn, M., Vichko, O., Berhilevych, O., Horyuk, Y., & Horyuk, V. (2016). Main microbiological and biological properties of microbial associations of " *Lactomyces tibeticus*". *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(6), 1266-1272.

51. Ryan LA, Dal Bello F and Arendt EK. (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.

52. Stiles J, Penkar S, Plockova M, Chumchalova J and Bullerman LB. (2002). Antifungal activity of sodium acetate and *Lactobacillus rhamnosus*. *Journal of Food Protection* 65: 1188–1191.
53. Garofalo C, Zannini E, Aquilanti L, Silvestri G, Fierro O, Picariello G, et al. (2012). Selection of sourdough lactobacilli with antifungal activity for use as biopreservatives in bakery products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60(31): 7719–7728.
54. Rizzello CG, Cassone A, Coda R and Gobbetti M. (2011). Antifungal activity of sourdough fermented wheat germ used as an ingredient for bread making. *Food Chemistry* 127(3): 952–959.
55. Coda R, Rizzello CG, Nigro F, De Angelis M, Arnault P and Gobbetti M. (2008). Long-term fungal inhibitory activity of water-soluble extracts of *Phaseolus vulgaris* cv. Pinto and sourdough lactic acid bacteria during bread storage. *Applied and Environmental Microbiology* 74(23): 7391–7398.
56. He J, Li XZ and Zhou T. (2009). Sample clean-up methods, immunoaffinity chromatography and solid phase extraction, for determination of deoxynivalenol and deepoxy deoxynivalenol in swine serum. *Mycotoxin Research* 25: 89–94.
57. Tangni EK, Motte JC, Callebaut A, Chandelier A, De Schrijver M and Pussemier L. (2011). Deoxynivalenol loads in matched pair wheat samples in Belgium: Comparison of ELISA VERATOX kit against liquid chromatography. *Mycotoxin Research* 27: 105–113.
58. Wu F. (2006). Mycotoxin reduction in Bt corn: Potential economic, health, and regulatory impacts. *Transgenic Research* 15(3): 277–289.
59. Wu F and Guclu H. (2012). Aflatoxin regulations in a network of global maize trade. *PLoS One* 7(9): e45151.
60. Wild CP and Gong YY. (2010). Mycotoxins and human disease: A largely ignored global health issue. *Carcinogenesis* 31: 71–82.
61. Kiessling KH, Pettersson H, Sandholm K and Olsen M. (1984). Metabolism of aflatoxin, ochratoxin, zearalenone, and three trichothecenes by

intact rumen fluid, rumen protozoa, and rumen bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 47: 1070–1073.

62. Swanson SP, Helaszek C, Buck WB, Rood HD Jr. and Haschek WM. (1988). The role of intestinal microflora in the metabolism of trichothecene mycotoxins. *Food and Chemical Toxicology* 26: 823–829.

63. Young JC, Zhou T, Yu H, Zhu H and Gong J. (2007). Degradation of trichothecene mycotoxins by chicken intestinal microbes. *Food and Chemical Toxicology* 45: 136–143.

64. Valle-Algarra FM, Mateo EM, Medina A, Mateo F, Gimeno-Adelantado JV and Jimenez M. (2009). Changes in ochratoxin A and type B trichothecenes contained in wheat flour during dough fermentation and breadbaking. *Food Additives & Contaminants Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment* 26: 896–906.

65. Samar MM, Neira MS, Resnik SL and Pacin A. (2001). Effect of fermentation on naturally occurring deoxynivalenol (DON) in Argentinean bread processing technology. *Food Additives & Contaminants* 18: 1004–1010.

66. Kostelanska M, Dzuman Z, Malachova A, Capouchova I, Prokinova E, Skerikova A, et al. (2011). Effects of milling and baking technologies on levels of deoxynivalenol and its masked form deoxynivalenol-3-glucoside. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 9303–9312.

67. Vidal A, Mari'n S, Morales H, Ramos AJ and Sanchis V. (2014). The fate of deoxynivalenol and ochratoxin A during the breadmaking process, effects of sourdough use and bran content. *Food and Chemical Toxicology* 68: 53–60.

68. Poppenberger B, Berthiller F, Lucyshyn D, Sieberer T, Schuhmacher R, Krska R and Kuchler K. (2003). Detoxification of the *Fusarium* mycotoxin deoxynivalenol by a UDP-glucosyltransferase from *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Biological Chemistry* 278: 47905–47914.

69. Garvey GS, McCormick SP and Rayment I. (2008). Structural and functional characterization of the TRI101 trichothecene 3-O-acetyltransferase from

Fusarium sporotrichioides and *Fusarium graminearum*: Kinetic insights to combating *Fusarium* head blight. *Journal of Biological Chemistry* 283: 1660–1669.

70. Takahashi-Ando N, Kimura M, Kakeya H, Osada H and Yamaguchi I. (2002). A novel lactonohydrolase responsible for the detoxification of zearalenone: Enzyme purification and gene cloning. *Biochemical Journal* 365: 1–6.

71. Oatley JT, Rarick MD, Ji GE and Linz JE. (2000). Binding of aflatoxin B1 to bifidobacteria in vitro. *Journal of Food Protection* 63: 1133–1136.

71. Peltonen K, el-Nezami H, Haskard C, Ahokas J and Salminen S. (2001). Aflatoxin B1 binding by dairy strains of lactic acid bacteria and bifidobacteria. *Journal of Dairy Science* 84: 2152–2156.

72. El-Nezami H, Polychronaki N, Salminen S and Mykkänen H. (2002). Binding rather than metabolism may explain the interaction of two food-grade *Lactobacillus* strains with zearalenone and its derivative alpha-zearalenol. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 3545–3549.

73. Haskard C, Binnion C and Ahokas J. (2000). Factors affecting the sequestration of aflatoxin by *Lactobacillus rhamnosus* strain GG. *Chemico-Biological Interactions* 128(1): 39–49.

74. Fazeli MR, Hajimohammadali M, Moshkani A, Samadi N, Jamalifar H, Khoshayand MR, et al. (2009). Aflatoxin B1 binding capacity of autochthonous strains of lactic acid bacteria. *Journal of Food Protection* 72: 189–192.

75. Hassan YI and Bullerman LB. (2008a). Antifungal activity of *Lactobacillus paracasei* ssp. *tolerans* isolated from a sourdough bread culture. *International Journal of Food Microbiology* 121: 112–115.

76. Hassan YI and Bullerman LB. (2013). Cell-surface binding of deoxynivalenol to *Lactobacillus paracasei* subsp. *Tolerans* isolated from sourdough starter culture. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 2: 2323–2325.

77. 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.

78. Кухтин, М. Д., & Касянчук, В. В. (2010). Контамінація доїльного устаткування і молока сирого бактеріями роду *Pseudomonas* в залежності від ефективності санітарної обробки. *Вісник Сумського національного аграрного університету*, 8, 56-59.

79. Lancova K, Hajslova J, Kostelanska M, Kohoutkova J, Nedelnik J, Moravcova H, et al. (2008). Fate of trichothecene mycotoxins during the processing: Milling and baking. *Food Additives & Contaminants Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment* 25: 650–659.

80. Antes S, Birzele B, Prange A, Kraemer J, Meier A, Dehne HW, et al. (2001). Rheological and breadmaking properties of wheat samples infected with *Fusarium* spp. *Mycotoxin Research* 17(Suppl 1): 76–80.

81. Elias-Orozco R, Castellanos-Nava A, Gaytañ-Martínez M, Figueroa-Cárdenas JD and Loarca-Piña G. (2002). Comparison of nixtamalization and extrusion processes for a reduction in aflatoxin content. *Food Additives & Contaminants* 19: 878–885.

82. Palencia E, Torres O, Hagler W, Meredith FI, Williams LD and Riley RT. (2003). Total fumonisins are reduced in tortillas using the traditional nixtamalization method of Mayan communities. *Journal of Nutrition* 133: 3200–3203.

83. 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.

84. 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.

85. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона
Навчальний посібник. Львів, Афіша, 2001. 336с.

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

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

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ
(Україна)
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
(Україна)
ІНСТИТУТ МЕДИЦИНИ ПРАЦІ ІМ. Ю.І. КУНДІЄВА
(Україна)
ВАРМІНСЬКО-МАЗУРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Польща)
СЛОВАЦЬКИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Словацьчина)
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
(Україна)
ПОЛЬСЬКА АКАДЕМІЯ ЗДОРОВ'Я
(Польща)

VII Міжнародна науково-технічна конференція
Стан і перспективи харчової науки та
промисловості

Тези доповідей

28 – 29 вересня 2023 р.

Тернопіль

УДК 001 + 664
С 76
ISBN 978-617-7875-66-5

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

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

Заступник голови

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

Наукові секретарі:

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

Криськова Л. – асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

Члени програмного комітету

| | |
|----------------|------------|
| Покотило О. | Україна |
| Кухтин М. | Україна |
| Юкало В. | Україна |
| Лещук Р. | Україна |
| Брицдза Ян | Словаччина |
| Вавренчик М. | Польща |
| Арсеньєва Л. | Україна |
| Вітенько Т. | Україна |
| Гавриляк В. | Україна |
| Грицак О. | Україна |
| Ковальчук В. | Україна |
| Крижовачук О. | Україна |
| Патика М. | Україна |
| Полтавченко Т. | Україна |
| Соколюк В. | Україна |
| Ткаченко О. | Україна |
| Шерстюк Р. | Україна |
| Цісарик О. | Україна |
| Гамрач В. | Україна |

С 76 Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доповідей VII
Міжнародної науково-технічної конференції. (Тернопіль 28–29 вересня 2023 року)
/ М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-тім. І. Пулюя [та ін.]. –
Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. 126 с.

УДК 001 + 664

ISBN 978-617-7875-66-5

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

| | |
|--|----|
| Гудь В.І., Вічко О.І. Оцінка заквасочних мікроорганізмів для житнього хліба | 32 |
| Осадца Д.А., Кравченко Х.Ю. Використання цибулі в технології виробництва соусів | 33 |
| Трачук Н.П., Покотило О.С. Розробка купажованої олії на основі конопляної | 34 |
| Юкало В.Г., Сторож Л.А., Черватий М.М. Біоактивні фосфопептиди з β -казеїну | 35 |
| Дейниченко Г.В. Доцільність використання дикорослої рослинної сировини у виробництві зефіру | 36 |
| Лялик А.Т., Божик Л.І. Фортифікація борошна | 38 |
| Роган І.Б., Вічко О.І. Джерела підвищення антиоксидантних властивостей хліба | 40 |
| Заставна А., Криськова Л. Конопляне молоко як заміна молочним продуктам | 41 |
| Скріль Ю.А., Швед О.В., Губрій З.В. Порівняльний аналіз та гармонізація ключових стадій технології розроблення та удосконалення твердих ферментних сирів в Україні | 42 |
| Надюк Р.О., Кравченко Х.Ю., Лісовська Т.О. Імбир в технології виробництва хлібобулочних виробів | 44 |
| Лялик А.Т., Бейко Л.А., Голик О.В. Соя в харчуванні людини | 45 |
| Мультан Р.О., Вічко О.І. Інноваційні можливості фітодобавок у виробництві хлібобулочних виробів | 47 |

СЕКЦІЯ: ХАРЧОВА ХІМІЯ, БІОХІМІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ

| | |
|--|----|
| Андрусишина І.М. Модифікація флуорометричного методу визначення вітаміну Е (α -токоферолу) | 48 |
| Чвалюк Г.В., Грубінко В. В. Біологічно активні добавки з водоростей | 51 |
| Singh R B Food consumption pattern and risk of mortality due to non-communicable diseases | 54 |
| Бабієнко В.В., Мокієнко А.В. Обґрунтування перспектив використання діоксиду хлору в харчовій промисловості | 58 |
| Юсіна Г.Л., Бородіна Я.О., Чекой К.В. Визначення вмісту антиоксидантів у різних видах чаю | 60 |

УДК 664

В.І. Гудь; О.І. Вічко, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ОЦІНКА ЗАКВАСОЧНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ ДЛЯ ЖИТНЬОГО ХЛІБА

P.I. Hud; O.I. Vichko, Ph.D., Assoc.Prof.

EVALUATION OF FERMENTING MICROORGANISMS FOR RYE BREAD

Погіршення екології, раціону харчування, значне вживання продуктів приготовленої із напівфабрикатів сприяє виникнення у населення проблем із травленням. Унаслідок чого широкого значення набувають продукти, які в своєму складі містять корисні інгредієнти функціонального призначення, що мають на меті покращити стан здоров'я. До таких продуктів належать продукти, або харчові добавки, які мають у своєму складі активні корисні пробіотичні мікроорганізми. Вживання даних продуктів сприяє покращенню мікробіому кишечника, тим самим підвищується імунітет та загальний стан споживачів. Враховуючи даний факт, все частіше технологи харчової продукції стараються виробляти нові види продуктів в основі виробництва яких лежать ферментативні (бродильні) процеси за участь молочнокислих мікрофлори. Одним із продуктів хлібопекарської галузі в основі виробництва якого застосовують закваски із молочнокислих та пропіоновокислих бактерій являється житньо-пшеничний хліб. Виробництво даного виду хліба передбачає більш складний технологічний процес, порівнюючи із хлібом виробленим з використанням дріжджів. Однак, перед використанням заквасочних мікроорганізмів чи пробіотичних молочнокислих бактерій перш за все слід звернути увагу на безпечність їх для споживачів. Десятиліттями основним принципом використання заквасочних мікроорганізмів й пробіотиків було те, що вони приносять здоров'ю людини більше користі, ніж шкоди. Тим не менш, поява певних проблем із добробутом, особливо через зростання кількості пробіотичних штамів, викликала необхідність перевірки їх безпечності [1]. Зокрема, що стосується занепокоєння щодо виду штаму, можна з упевненістю сказати, що мікробний штам, який використовується для виготовлення різного роду заквасок чи ферментованих продуктів, має відповідати особливим вимогам, які висуваються до складу даного продукту. Як наслідок, вибір відповідного заквасочного штаму для конкретного харчового застосування необхідно проводити з врахуванням наукових досліджень, щодо біохімічної активності даних штамів та джерела його виділення. Тому вибір штаму з сильними технічними властивостями буде обов'язковою вимогою з точки зору його застосування в певній технології [2]. Однак, коли справа доходить до вибору штаму з точки зору впливу на організм, то тут висувається ряд вимог, зокрема він повинен бути людського походження, має бути виділений із шлунково-кишкового тракту людини, не повинен проявляти вірулентні властивості, добре приживлятися в кишечнику [1, 3]. Отже, в технології виробництва ферментованих продуктів необхідно проводити дослідження з визначення активності штамів молочнокислих бактерій заквасок.

Література:

1. Бергілевич ОМ, Касянчук ВВ, Власенко ІГ, Кухтін МД. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Суми: Університетська книга. 2010. – 205 с
2. Карпук Н., Кукічтын М., Селський В., Назарко І., Покотило О., & Хайдмака М. (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.
3. Кухтін, М. Д. (2008). Мікробіологічні нормативи ефективності технологій одержання молока сирого екстра-гатунку. *Ветеринарна медицина України*, 2, 45-46.