

Інженерії машин, споруд і технологій

Харчової біотехнології і хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Дослідження впливу різної кількості
дріжджів на мікробіологічні показники кефіру
з проектуванням цеху кисломолочного продукту**

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

(шифр і назва спеціальності)

	<hr/>	Дзюрбас Л.С. (прізвище та ініціали)
	(підпис)	
Керівник	<hr/>	Кравченко Х. Ю. (прізвище та ініціали)
	(підпис)	
Нормоконтроль	<hr/>	Покотило О.С. (прізвище та ініціали)
	(підпис)	
Завідувач кафедри	<hr/>	Кухтин М. Д. (прізвище та ініціали)
	(підпис)	
Рецензент	<hr/>	Кравець О.І. (прізвище та ініціали)
	(підпис)	

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 Дзюрбас Людмила Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження впливу різної кількості
дріжджів на мікробіологічні показники кефіру з проектуванням
цеху кисломолочного продукту

Керівник роботи Кравченко Христина Юріївна, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «13» 10 2023 року № 4/7-974

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2023 року

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

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

1. Провести аналіз мікробіоти кефіру та її роль в ферментативному процесі виробництва кефіру .

2. Оцінити кефір різних виробників на відповідність основним вимогам якості й безпечності згідно ДСТУ 4417:2005.

3. Дослідити кінетику ферментації суміші для кефіру з різним вмістом дріжджів.

4. Визначити вплив різної кількості дріжджів на технологічні показники експериментальних зразків кефіру за його зберігання.

5. Провести характеристику експериментальних зразків кефіру за органолептичним властивостями з різною кількістю дріжджів за його зберігання.

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

Дзюрбас Л.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Кравченко Х.Ю.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	10
1.1	Ферментовані молочні продукти, як джерело есенціальних речовин	10
1.2	Кефір як кисломолочний продукт: історія походження, властивості, корисність	11
1.3	Пробіотичні характеристики мікроорганізмів, що складають кефірний грибок	16
1.4	Опис мікробіоти кефірного грибка	17
1.5	Хімічний та харчовий склад кефіру	20
1.6	Біологічні можливості дріжджів у складі кефірного грибка	21
1.7	Технологічні аспекти виробництва кефіру	25
1.7	Підсумки з огляду	28
2	Матеріали і методи досліджень	30
2.1	Загальна методика дослідження	32
2.2	Кинетика визначення підкислення сквашувальної суміші та готового кефіру за зберігання	32
2.3	Підрахунок бактерій і дріжджів	32
2.4	Статистичний аналіз	33
3	Результати дослідження та їх обговорення	34
3.1	Інновації щодо технологій виробництва кефіру тривалого терміну	34
3.2	Оцінка кефіру різних виробників на відповідність основним вимогам якості й безпеки згідно ДСТУ 4417:2005	36
3.3	Дослідження кінетики ферментації суміші для кефіру з різним вмістом дріжджів	38

3.4	Вплив різної кількості дріжджів на технологічні показники експериментальних зразків кефіру за його зберігання	46
3.5	Характеристика експериментальних зразків кефіру за органолептичним властивостями з різною кількістю дріжджів за його зберігання	50
3.6	Висновки і пропозиції	56
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	57
4.1	Повітряне середовище та його роль у створенні сприятливих умов праці	57
4.2	Застосування спеціальних способів кулінарної обробки для зниження вмісту радіонуклідів в молочних продуктах	60
	Список літератури	63
	Додатки	72

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 77 с., 13 рис., 3 табл., 81 джерел.

КЕФІР, ДРІЖДЖОВА МІКРОБІОТА, ТИТРОВАНА КИСЛОТНІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЯ КЕФРУ, ТЕРМІН ЗБЕРІГАННЯ

Об'єкт дослідження – дріжджова мікробіота кефіру, ферментативні процеси в кефірі, термін зберігання кефіру, вади кефіру.

Мета роботи – визначити вплив кількості дріжджової мікробіоти на формування технологічних показників кефіру та термін зберігання кисломолочного продукту.

Методи досліджень: аналітичні (пошук і огляд джерел літератури про технологію кефіру, роль грибкової мікробіоти у формуванні смакових властивостей та вплив її на термін зберігання); мікробіологічні (кінетика дріжджової, молочнокислої мікробіоти за ферментації кефіру та за його зберігання) фізико-хімічні (кінетика титрованої кислотності), органолептичні (бальна оцінка продукту), статистичні.

Встановлено, що внесення у суміш на сквашування дріжджової закваски з розрахунку 51 ± 5 КУО/см³ дріжджів, після завершення ферментації (на дев'яту годину) отримуємо кефір з кількістю дріжджів 2814 ± 179 КУО/см³; водночас збільшення внесення дріжджових мікроорганізмів до 120 ± 15 КУО/см³ суміші на сквашування, отримуємо кефір з необхідною нормативною кількістю уже на шосту годину ферментації, а на дев'яту їх кількість сягала 12845 ± 542 КУО/см³; за найбільшого внесення дріжджових клітин у молоко для сквашування 341 ± 28 КУО/см³ на дев'яту годину ферментації реєстрували кількість дріжджів 22555 ± 1057 КУО/см³ свіжого кефіру. Кефір з початковим вмістом дріжджів 3,1 тис. КУО/см³ можна зберігати десять діб без зміни органолептичних властивостей. Кефірі за початкової кількості дріжджової мікробіоти 16,5 тис. КУО/см³ можна зберігати сім діб, а за початкової кількості дріжджів 23,4 тис. КУО/см³ не більше три доби.

Вступ

Актуальність теми. Збалансоване харчування людини потребує природних продуктів, щоб забезпечити організм корисними молочнокислими бактеріями, необхідними для оптимальної роботи травної системи. Кефір, який є ферментованим напоєм, відомий своїми пробіотичними властивостями та широким споживанням у різних країнах світу, користується популярністю завдяки своїм багатим на антибактеріальні та протипухлинні властивості, а також здатністю сприяти підтримці кишкового мікробіому [1].

При вивченні мікробіологічних характеристик кефіру важливо враховувати мікробіоту, яка повинна мати певну кількість молочнокислих мікроорганізмів та дріжджів. Хоча максимальна кількість дріжджів у кефірі не регулюється, важливо уникати мікробіологічних дефектів під час зберігання, які можуть виникати через різні мікроорганізми. Протягом останнього десятиріччя дослідження, пов'язані з використанням пробіотиків у складі заквасок, набули значної популярності, і пошук нових пробіотичних штамів стає актуальним з кожним наступним роком. Попит на пробіотики зростає як у галузі медицини, так і в харчовій промисловості, оскільки вони стали важливою складовою функціональних продуктів харчування [2, 4]. Мікроорганізми відкривають практично нескінченний потенціал для пошуку пробіотичних штамів. Важливо відзначити, що пробіотичні властивості зазвичай більше характерні для бактерій, ніж для еукаріотичних мікроорганізмів. Однак дріжджі представляють собою одну з перспективних груп серед еукаріотичних мікроорганізмів, і деякі види можуть стати пробіотиками майбутнього [4]. Кефірний грибок є одним з джерел таких потенційних пробіотичних дріжджів [1]. Втім досліджень, які б вказували на виникнення смако-ароматичних чи змін пов'язаних із консистенцією у кефірі за різного вмісту дріжджової мікробіоти упродовж регламентованого стандартом часу у доступній нами літературі не виявлено. Тому перспективними є експерименти, які розкривають суть ферментативних процесів за участі дріжджової мікрофлори у технології кефіру та з'ясування

можливих змін органолептичного характеру за участю цієї мікробіоти упродовж терміну зберігання.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – визначити вплив кількості дріжджової мікробіоти на формування технологічних показників кефіру та термін зберігання кисломолочного продукту.

Для виконання запланованої мети визначені наступні завдання:

1. Провести аналіз мікробіоти кефіру та її роль в ферментативному процесі виробництва кефіру
2. Оцінити кефір різних виробників на відповідність основним вимогам якості й безпеки згідно ДСТУ 4417:2005
3. Дослідити кінетику ферментації суміші для кефіру з різним вмістом дріжджів
4. Визначити вплив різної кількості дріжджів на технологічні показники експериментальних зразків кефіру за його зберігання
5. Провести характеристику експериментальних зразків кефіру за органолептичними властивостями з різною кількістю дріжджів за його зберігання

Об'єкт дослідження – дріжджова мікробіота кефіру, ферментативні процеси в кефірі, термін зберігання кефіру, вади кефіру.

Предмет дослідження – ферментативні процеси за участі дріжджової мікробіоти у кефірі, органолептичні зміни у кефірі.

Методи досліджень: аналітичні (пошук і огляд джерел літератури про технологію кефіру, роль грибової мікробіоти у формуванні смакових властивостей та вплив її на термін зберігання); мікробіологічні (кінетика дріжджової, молочнокислої мікробіоти за ферментації кефіру та за його зберігання) фізико-хімічні (кінетика титрованої кислотності), органолептичні (бальна оцінка продукту), статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено, що упродовж десятидобового зберігання кефіру за режиму $t...+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, технологічні або органолептичні властивості кефіру можуть змінюватися через процеси

розвитку дріжджової мікробіоти. При цьому кінетика розвитку їх залежала від початкового вмісту у свіжому продукті.

Практичне значення отриманих результатів. Для збільшення терміну зберігання кефіру рекомендовано максимальну кількість дріжджів у свіжому готовому продукті не більше 5 тис. КУО/см³.

Особистий внесок здобувача. Магістранта самостійно проводила аналітичні дослідження з пошуку і огляду джерел літератури про технологію кефіру, роль грибкової мікробіоти у формуванні смакових властивостей та вплив її на термін зберігання, сформувала мету і визначила завдання експериментів, провела планування і розробила схему дослідної частини роботи, опанувала методики, провела експерименти та розробила інженерно-графічну частину, оформила роботу.

Апробація результатів. Виступ на УІІ 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: Дзюрбас Л. С. (2023). Пробиотичні мікроорганізми, які використовуються в технології виробництва кисломолочних продуктів. УІІ 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. 91. (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з: вступу, розділів експериментальної, інженерно-графічної частини, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, переліку літератури та додатків. Магістерська робота має 79 стор. та містить 3 таблиці, 13 рисунків. Перелік літератури складається з 81 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Ферментовані молочні продукти, як джерело есенціальних речовин

Молочні продукти, також відомі як лактицинії, – це харчові продукти, виготовлені з молока [23]. Ці продукти містять основні елементи, необхідні для людського організму, оскільки є хорошим джерелом кальцію, вітаміну D, білків та інших необхідних поживних речовин. Крім того, він також служить джерелом фосфору, калію, магнію і різних вітамінів. вітамін А (ретиноли), вітамін В12 (ціанокобаламін), рибофлавін [24]. Молоко та його похідні є найважливішим компонентом дієти, особливо в дитинстві та підлітковому віці, оскільки воно сприяє розвитку м'язів, неврологічного розвитку та розвитку скелета, і його споживають кілька мільйонів людей у всьому світі [25]. Зокрема, жирна частина молока, яка складається з насичених жирних кислот і їх незначних компонентів, особливо кальцію та олігосахаридів, була предметом активних досліджень щодо їх перспективної ролі в галузі здоров'я [23]. Існують різні типи кислого молока та похідних продуктів, які виробляються в усіх частинах світу, кожен зі своєю характерною історією та природою залежить від попередньої обробки молока, типу молока, що використовується, таких факторів, як температура, клімат, умов, необхідних для бродіння, та на відповідних технологічних обробках [27].

Найбільшим у світі виробником молока вважається Індія, на яку припадає 22 відсотки світового виробництва, за нею йдуть Сполучені Штати Америки, Китай, Пакистан і Бразилія [28]. Країни з найбільшим виробництвом молока - Нова Зеландія, Сполучені Штати Америки, Німеччина, Франція, Австралія та Ірландія. Найбільш дефіцитними є Китай, Італія, Російська Федерація, Мексика, Алжир, Індонезія [29]. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН стверджує, що різні вікові групи, як

діти, дорослі, люди похилого віку, школярі та підлітки, а також вагітні жінки, потребують різних мікроелементів у молоці. Кальцій, магній, вітамін А та вітамін В12 є основними мікроелементами, необхідні дітям 41 – 57 %, 28 – 46%, 22 – 25% і 60 – 139% відповідних мікроелементів[23].

Мікроорганізми важливі для виробництва молочних продуктів, таких як йогурт *Lactobacillus* грампозитивна бактерія є однією з ферментуючих бактерій [23]. Незважаючи на те, що в молочних продуктах не повинно бути таких патогенів, як *Listeria monocytogenes* і *Salmonella*. Кисломолочні продукти доступні споживачам у широкому асортименті. Більшість цих кисломолочних продуктів виробляється промислово і невелика частина цієї продукції є домашньою [30]. Виробництво цих продуктів стало дуже важливою частиною економічної стабільності в усьому світі, і попит на ці продукти зростає з кожним днем. Перший в історії приклад ферментованого молока був заснований на припущеннях і, як відомо, був випадково виготовлений кочівниками під впливом різних мікроорганізмів молоко скисало і згорталось. На щастя, він показав нетоксичні, нешкідливі та підкислювальні бактерії [4]. Природа кисломолочних продуктів залежить головним чином від попередньої обробки молока, типу молока, що використовується, умов, необхідних для бродіння, температури та забезпеченої промислової обробки. З молочних продуктів найчастіше вживаються сир, йогурт, сир, кефір, кумис [14].

1.2. Кефір як кисломолочний продукт: історія походження, властивості, корисність

Ринок кисломолочних продуктів багатий різноманіттям продуктів, однак фаворитом можна назвати кефір, частка якого складає близько 60 % від всієї кисломолочної продукції [31].

Для більшості країн Європи, термін "кефір" - це повсякденне слово, але варто зауважити, що деякі культури в Африці, Австралії та східній частині

Азії ніколи не чули про нього і не мали можливості спробувати цей напій. До кінця XIX століття сам термін "кефір" не був широко вживаним у повсякденному мовленні, втім ферментовані молокопродукти, а саме сквашене молоко, кумис, айран ряжанка, тощо, були популярними у цих регіонах. "Кефір" походить з татарської мови і перекладається як "прокисле молоко". Для жителів Європи даний молокопродукт залишався невідомим приблизно до 1880 р. Його походження пов'язане із Приельбрусем, гірськими територіями Північного Кавказу, де був розроблений спосіб тривалого зберігання молока-сировини, що дозволяв йому самозброджуватися протягом кількох діб. Тамтешні жителі швидко оцінили привабливий специфічний присмак та корисний вплив на функцію травлення. З того часу цей метод трансформації свіжого молока став популярним на Північній півкулі [25].

Технологія виготовлення кефіру на Кавказі довгий час була засекречена, як сімейна таємниця, схоже на те, як у Європі сім'ї сироварів берегли секрети виробництва сиру і передавали їх з покоління на покоління. Приготування кефіру серед карачаївців виглядало так: парне коров'яче молоко (іноді козяче або вівчарське) наливали у шкіряний бурдюк та додавали невелику кількість кефірних грибків для закваски. Протягом дня бурдюк виставляли на сонці на вулиці або біля дороги, а вночі переносили в будинок та підвішували над дверима. Кожна людина, яка проходила повз бурдюк, повинна була трохи струшувати його, щоб змішати вміст. До кінця XIX століття в багатьох сім'ях була практика мати свій власний запас сухих кефірних грибків для приготування напою. Проте, якщо цей запас закінчувався, отримати нові грибки було надзвичайно складно через табу, що забороняло передавати грибки іншим господарям. Це створювало виклик у відтворенні або отриманні нових культур грибків, що використовуються для створення кефіру.

Зазвичай вважалося, що передача кефірних зерен іншій людині може призвести до втрати частини цих грибків, тому сусіди приховували їх один

від одного. Пастухи з інших стад, щоб отримати кефірні зерна, проводили магичний обряд, відомий як "гипи урлау" або "викрадення кефіру". Вони вірили, що цей обряд допоможе їм обдурити злого духа та уникнути негативних наслідків, пов'язаних з позбавленням грибків. Така віра спричинила цікавий обряд, який допомагав людям відчувати себе захищеними від можливих негараздів [1].

Завдяки цим традиціям, кефір тривалий час залишався практично невивченим об'єктом для етнографічних досліджень. Відомий дослідник 19 століття, В. Ігнат'єв, вказував: "До останнього часу видобути ці кефірні зерна вважалося дуже складним завданням" [32].

Перша офіційна згадка про кефір як про цілющий напій відноситься до 1867 року, і це відкриття викликало інтерес вчених за кордоном. Промислове виробництво кефіру розпочалося у 1909 році, і першим споживачем цього продукту стала Боткінська лікарня в Москві [33]. Пізніше кефір використовували в дитячих садках, робітничих їдальнях, санаторіях та пансіонатах.

У сучасний час виробництво кефіру регулюється міжнародними та національними нормативними документами. Згідно з Codex Standard 243-2003, у кефірній заквасці повинні бути присутні різні групи бактерій, включаючи дріжджі (гриби, які розщеплюють лактозу, такі як *Kluuveromyces marxianus*, та ті, що не використовують лактозу для ферментації, наприклад, *Saccharomyces unisporus*, *S. cerevisiae* і *S. exiguus*, разом з бактеріями, такими як молочнокислі коки *Lactococcus* і *Leuconostoc*, а також види молочнокислих паличок, такі як *Lactobacillus kefir* і *Lactobacillus casei*, ацетобактери *Acetobacter aceti*. Кефір є багатим на пробіотики, спеціальні бактерії, що природно заселяють кишківник і сприяють його здоровому функціонуванню. У складі кефіру зустрічається досить велика кількість (до 30) різних видів еукаріотів та дріжджів, це надає його надзвичайно цінним середовищем про біотичних мікроорганізмів. Зокрема вважається, що в 1 дм³ кефіру наявна близько 10 трильйонів специфічних про біотичних

мікроорганізмів, водночас у йогурті такий вміст обмежується трьома мільярдами [38]. Крім цього, кефір містить у своєму складі багато інших поживних речовин, що надають сили й бадьорості та енергію [33]

Природно у натуральному молоці міститься лактоза, яка не всіма людьми засвоюється належним чином, може спричиняти здуття, діарею або блювоту. Однак у кефірі цей вуглевод трансформований у молочну кислоту і тому легше перетравлюється організмом без негативних наслідки [64].

Важливою рисою кефіру є також наявність невеликої кількості спиртів, які утворюються внаслідок природних процесів бродіння. Зазвичай вміст етанолу в ньому становить 0,6%.

Кефір має однорідну, в'язку консистенцію і може бути з або без згустку (залежно від методів виробництва). Трохи відокремлена сироватка також може бути допустимою. Однією з особливостей цього молочного напою є наявність газу, який утворюється під час життєдіяльності мікроорганізмів кефірної закваски. Щодо смаку, кефір має легкий кислинковатий присмак, без сторонніх післясмаків, і приємний, чистий кисломолочний запах [15].

У кефірі обов'язково вимірюють вміст молочнокислих бактерій, яка повинна бути не меншою за 1×10^7 КУО/см³, і кількість дріжджів, яка має бути не меншою за 1×10^3 КУО/см³. Важливо відзначити, що в Європейському Союзі (ЄС) кількість дріжджів на останній день зберігання продукту регулюється відповідно до стандарту IDF і повинна бути не меншою за 10^4 КУО/см³, але національні стандарти різних країн можуть встановлювати різні вимоги щодо цього показника. Наприклад, у Польщі - 10^2 КУО/см³, в Литві - 10^3 КУО/см³ [36].

Життєвоважливий характер кефіру значною мірою обумовлюється різноманітністю чинників, таких як вміст сировини та умови ферментації. Зокрема, у готовому продукті вміст молочної кислоти коливається між 0,8 % і 1,5 %, етанолу між 0,05 % і 2,00 %, а вуглекислого газу до 0,2 %. Кефір також насичений різноманітним спектром метаболітів, які утворюються під впливом мікрофлори, таких як органічні кислоти (оцтова, пропіонова та

мурашина), унаслідок великої протеолітичної активності лактобацил, у продукті накопичуються різноманітні ароматичні сполуки, щільні екзополімери та інші речовини. Ця активність сприяє нагромадженню вільних амінокислот, включаючи незамінні. Завдяк життєдіяльності дріжджів у кефірі з'являються вітаміни B1, B2, K, фолієва кислота і біотин [39].

Кефір добре відомий своїми функціональними властивостями, такими як здатність боротися з широким спектром бактерій, покращення процесу травлення та підтримання імунної системи. Основні продукти обміну речовин у дріжджів та молочнокислих бактерій, які природно присутні в кефірних грибках і заквасках, такі як спирт і молочна кислота, наряду із особливими антибактеріальними речовинами, допомагають запобігати росту небажаних мікроорганізмів [36]. Спільна взаємодія цих факторів значно посилює особливості, які характеризують функціональність кисломолочного напою, а також присутність бактеріоцинів та біологічно активних полісахаридів, які виробляються деякими мікроорганізмами, надає кефіру статус комплексного пробіотика [41].

Подібним чином до кефірного гриба діє чай чайний гриб, який є застосовують в аеробно ферментованих напоях, до того ж вперше його почали вживати на північному сході Китаю близько 220 р. до н.е. Пізніше він був завезений до Японії, потім у росію та Східну Європу, і зараз набуває популярності в Сполучених Штатах в результаті активного руху за функціональне харчування. Його популярність ймовірно через результат його передбачуваних переваг для здоров'я та поточного наукового та модного дослідження впливу пробіотиків на здоров'я людини [42]. Грибкові ферментовані напої містять велике різноманіття мікроорганізмів і дріжджів з численними впливами на здоров'я [9, 10]. Дійсно, стверджується, що кефірний і чайний гриб має протизапальну, антиоксидантну, антипостпрандіальну активність, гіперглікемічну, антимікробну,

протидіабетичну, протипухлинну, антигіпертензивну, гепатопротекторну, гіпохолестеринемічну та пробіотичну дії [43, 44].

З огляду на корисний вплив кефіру та кумису, логічно припустити, що ці два харчові продукти можуть впливати на діяльність хворих на ревматичні захворювання. Кишково-суглобова вісь добре працює, тому пацієнтам із ревматичними захворюваннями було запропоновано різні харчові втручання або уникання [45, 47]. Цікаво, що споживання кефіру чи чайного гриба може мати вплив на хронічні захворювання людини та здоров'я суглобів [48, 49]. Виявляється, що кишкові симптоми, еко-події кишкового просвіту, кишкова та суглобова патологія багатьох ревматичних станів можуть бути змінені або навіть полегшені спеціальними дієтами та харчовими добавками, де кефір і чайний гриб є одними з них [50].

1.3. Пробіотичні характеристики мікроорганізмів, що складають кефірний грибок

Пробіотичні властивості мікроорганізмів кефірного грибка стосуються специфічних характеристик традиційного кефіру, який вирізняється завдяки своїй унікальній заквасці [51]. Для виготовлення природного кефіру використовується особливий симбіоз мікроорганізмів, відомий як кефірний грибок або кефірні зерна [1].

Кефірні зерна виглядають подібно до дрібних суцвіть капусти або зерен рису, і мають середній розмір від 2 до 20 мм. Кефірні зерна не розчиняються у воді, але добре розчиняються в молоці, утворюючи в'язкий, желеподібний білий продукт. Зазвичай вони мають білий або слабкий відтінок жовтого кольору та гладку блискучу поверхню [52]. Кефірні грибки складаються на 85 – 90 % з води, і решта сухої маси містить в собі до 57 % вуглеводів, 33 % білків, 4 % жирів та 6 % золи [53]. Важливо відзначити, що точні вмісти цих компонентів можуть коливатися в залежності від джерела походження кефірного грибка [52].

Дослідження за допомогою скануючої електронної мікроскопії показують, що структура кефірних зерен міцна і відзначається значним різноманіттям мікроорганізмів, зокрема, лактобацилів, які виробляють специфічні полісахариди, відомі як кефірани [53]. Кефірани сприяють згущенню білків навколо грибка і взаємодії з кальцієм, утворюючи білково-кальцієвий комплекс разом з біомасою мікрофлори. Цей процес є першим кроком у створенні нових кефірних зерен. Кефіран, в свою чергу, є одним із основних полісахаридів, що містить глюкозу та галактозу у співвідношенні 1:1 [51].

Кефірні зерна зазвичай видаляють після бродіння і можуть бути повторно використані. Після виділення їх із продукту, зерна зазвичай переміщують у холодну воду та зберігають при температурі 4 °C або сушать у марлі при кімнатній температурі протягом 48 годин, і після цього їх можна зберігати у сухому стані при температурі 4 °C [54].

Правильно висушені кефірні зерна залишаються активними протягом 12 - 18 місяців, в той час як при зберіганні у воді вони втрачають активність протягом тижня [4].

1.4. Опис мікробіоти кефірного грибка

В останні десятиліття велику увагу світові вчені-мікробіологи приділяли дослідженню мікробіологічного складу кефірних грибків та грибкової закваски. Встановлено, що ці грибки містять молочнокислі бактерії, зокрема лактококи та лактобацили, а також дріжджі і оцтовокислі бактерії. Склад кефірних зерен є змінним і значно впливається різними чинниками, такими як походження самого грибка, характеристики молока, методи його обробки, умови вирощування та зберігання [56].

Згідно з різними науковими дослідженнями, склад мікроорганізмів кефірних грибків визначається наступним чином: приблизно 83 – 90 % мікроорганізмів належать до молочнокислих бактерій (МКБ), тоді як решта,

що становить приблизно 10 – 17 %, представлена дріжджами та оцтовокислими бактеріями (ОКБ) [51]. Варіація в хімічному складі кефірного грибка і його походженні впливають на мікробіоту кефірних зерен, що підтверджується різними дослідженнями [57].

Мікрофлора кефірних грибків включає гомо- і гетероферментативні лактококи, термофільні і мезофільні лактобацили, дріжджі та оцтовокислі бактерії. Ці основні групи мікроорганізмів також присутні в грибковій заквасці та кефірі, хоча кількість деяких родів бактерій може варіюватися [58].

У головному співвідношенні видів у кефірних зернах виявлені такі представники: лактококи, такі як *Lactococcus lactis* (в середньому 30 %) та *Lactococcus lactis* (20%), а також лактобацили, такі як *Lactobacillus sp.* (20 %). Зокрема, серед лактобацилів, виділяються *Lactococcus cremoris* (приблизно 7 %) та *Leuconostoc sp.* (приблизно 7 %) [38].

Унікальний складовий співвідношення видів лактобацил включає: *Lactobacillus (Lb.) bulgaricus*, *Lb. acidophilus*, *Lb. lactis*, *Lb. helveticus*, *Lb. casei subsp. casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus brevis* [59].

Мікробіота кефірних бактерій включає *Acetobacter aceti*, які становлять до 3% загальної кількості мікроорганізмів у кефірному грибку, та дріжджі, які складають 10% складу. Дріжджі в кефірі поділяються на дві групи. Перша категорія включає види, що мають здатність бродити лактозу, такі як *Kluveromyces marxianus var. Marxianus* [31], *Kluveromyces marxianus var. lactis*, *Brettanomyces anomalus* і *Debaryomyces hansenii*. Вони розщеплюють лактозу шляхом спиртового бродіння, при цьому продукують спирт та CO₂. Друга група складається з дріжджів родів *Saccharomyces* і *Pichia*, які засвоюють лактозу, не призводячи до утворення газу та накопичення великих кількостей метаболічних продуктів. Більше цих дріжджів зустрічається у складі кефірних зерен та у заквасці [1].

З стародавніх часів відомі корисні властивості природного кефіру. Саме турецьке слово "кефір" має походження "keyif," що перекладається як "гарне відчуття" [60]. У сучасній добі активно проводяться дослідження, спрямовані на вивчення різних лікувально-властивостей як симбіозу, так і готового природного кефіру, які є продуктами життєдіяльності мікроорганізмів кефірного грибка. Крім широкого спектру пробіотиків, які знаходяться у складі кефіру, цей напій містить різноманітні біологічно активні сполуки, характерні саме для нього. Також кефір має високу харчову цінність, що робить його функціональним продуктом [51].

На основі даних видовий склад мікрофлори грибкової закваски подібний до складу кефірного грибка. Переважають ароматоутворювальні лактококи *L. diacetylactis* (приблизно 45 %) і гомоферментативні *L. lactis* (приблизно 35 %) [32]. Відносний вміст інших представників мікрофлори значно менший, наприклад, частка лактобацил не перевищує 12 %, а інших бактерій, таких як лейконостоків та термофільних стрептококів, менше 1%. Дріжджі в грибковій заквасці становлять лише 0,5% від загальної чисельності мікроорганізмів [61].

Кількість лактококів у заквасці та кефірі у чисельному вираженні становить $10^8 - 10^9$ КУО/см³, що вище на 0,5 – 1,0 порядок, ніж у кефірному грибку [63]. Проте чисельність дріжджів і оцтовокислих бактерій у кефірі значно менша в порівнянні з грибковою закваскою через повільну швидкість їхнього росту в молоці [64].

Баланс росту дріжджів, молочнокислих та оцтовокислих бактерій зумовлений їхніми симбіотичними відносинами. Під час росту дріжджі збагачують середовище метаболітами, що покращують розмноження молочнокислих бактерій. Крім того, утворений спирт сповільнює швидкість розмноження клітин молочнокислих мікроорганізмів, дозволяючи їм зберігати активність довше [65].

З іншого боку, дріжджі мають переваги у відносинах з молочнокислими бактеріями. Вони володіють більш потужною системою

протеолітичних ферментів, що допомагає розщеплювати білки молока, надаючи дріжджам доступ до азоту [66].

На додачу до перерахованих властивостей, мікроорганізми кефірного грибка також виявляють антимікробні властивості, здатність боротися з грибковими інфекціями, виробляти екзополісахариди, які мають важливі функції для організму, виявляють протипухлинну активність, сприяють модуляції імунної системи, формують біоплівки та мають здатність інгібувати ангіотензин перетворюючі ферменти [59].

1.5. Хімічний та харчовий склад кефіру

Кефір вважається добре засвоюваним продуктом і має такий хімічний склад: вміст води складає (89 – 90) %, жирів – 0,2 %, білка – 3,0 %, вуглеводів - 6,0 %, золи - 0,7 %, а також вміст молочної кислоти і спирту на рівні 1,0 % [67].

Таблиця 1.1

Хімічна структура кефіру виготовленого з коров'ячого молока [67]

Склад	Цифрове значення
Суша речовина (г/100 г)	11,15
Жири (г/100 г)	3,5
Білки (г/100 г)	3,47
Лактоза (г/100 г)	4,0
Зола (г/100 г)	0,85
pH	4,46
Титрована кислотність (°SH)	37,76
Етанол (мг/см ³)	0,062
Амінокислоти (г/100 г)	1,73
Вітаміни (мг/100 г)	2,2
Мінерали (г/100 г)	12,52
Мікроелементи (мг/100 г)	0,36

Наукові дослідження підтверджують наявність різноманітних корисних речовин і мікроорганізмів у кефірі, які впливають на його хімічні та органолептичні властивості. Серед цих компонентів є ароматичні сполуки, органічні кислоти, включаючи молочну, оцтову і лимонну кислоти [6, 43], а також вуглекислий газ, діацетил та ацетальдегід [58]. Ці речовини надають кефіру його характерний смак і консистенцію, а також впливають на його здатність боротися зі шкідливими мікроорганізмами. Кефір також містить полісахариди, зокрема кефіран, який має антиоксидантні, металохелатні та пребіотичні властивості [68]. Важливою частиною кефірного складу є бактеріоцини і біологічно активні пептиди, які проявляють антимікробну дію та інші корисні властивості. Кефір має значний потенціал для поліпшення здоров'я, зокрема щодо модуляції кишкової мікробіоти та інших фізіологічних аспектів [51].

Додатково, мікроорганізми, що містяться у кефірному грибку, виявляють здатність до усмоктування мікотоксинів. Деякі дослідження надають підстави вважати, що кефірні грибки можуть виробляти γ -аміномасляну кислоту. Також є дані про здатність кефіру модулювати склад кишкової мікробіоти у мишей та покращувати сигнальні шляхи інсуліну [26]. У випадку вживання ферментованого кефіру з біфідобактеріями спостерігається зменшення об'єму білої жирової тканини і модуляція мікробіоти, що було доведено в дослідженнях на мишах. Додатково проведені дослідження вказують на гіпохолестеринемічну активність мікробіоти, що властива кефірному грибку, зокрема, типовому представнику *Lnb. Kefiri* [70].

1.6. Біологічні можливості дріжджів у складі кефірного грибка

Дріжджі представляють собою одноклітинні гриби, які відносяться до двох основних груп в царстві грибів, а саме до аскоміцетів і базидіоміцетів. Аскоміцетові дріжджі можуть утворювати аскоспори у своїх клітинах за

певних умов, тоді як базидіоміцетові дріжджі розвивають зовнішні спори. Вже близько 5000 років тому люди почали використовувати дріжджі для приготування хліба та напоїв [71]. Дріжджі відзначаються численними корисними властивостями, включаючи пробіотичний потенціал, здатність розкладати фітати, збагачувати продукти фолатами, розкладати мікотоксини та взаємодіяти з ними. Завдяки їх антагоністичній дії на інші мікроорганізми, деякі види дріжджів використовуються як агенти біоконтролю для запобігання псуванню харчових продуктів грибами, в той час як інші розглядаються як потенційні пробіотики [1]. Дріжджі володіють сильною антагоністичною активністю у відношенні до інших мікроорганізмів шляхом конкуренції за поживні речовини, зміни рН середовища, вироблення етанолу у великих кількостях і виділення антимікробних сполук, таких як токсини-кілери або "мікоцини". Важливо зазначити, що основною складовою антагоністичного ефекту є мікоцини [72].

Як було вказано раніше дріжджі, які вилучаються із кефірного грибка, займають особливе місце в симбіозі з мікроорганізмами кефіру та самим кефірним грибком [51]. У цьому симбіозі кефірних зерен, дріжджі активно співвіснують з іншими молочнокислими бактеріями. Ця взаємодія включає в себе процеси, такі як асиміляція молочної кислоти (зазвичай дріжджами, які не здатні перевести лактозу на молочну кислоту), вироблення вуглекислого газу та споживання кисню, що сприяє росту бактерій родини *Lactobacillaceae*, а також перехресне живлення. Незважаючи на те, що дослідники зазвичай приділяють більше уваги дослідженню бактерій як потенційних пробіотиків, в останні роки деякі види дріжджів також розглядаються як майбутні пробіотики [55].

Зазначені характеристики, такі як низький оптимальний рівень рН, відсутність можливості горизонтального передавання генів і здатність до нейтралізації ентеротоксинів, роблять різні види дріжджів цікавими кандидатами на роль пробіотиків [73].

Зазвичай, серед потенційних пробіотичних дріжджів виділяють такі види: *S. cerevisiae*, *Kl. marxianus*, *Kl. lactis*, *K. humilis*, *P. kudriavzevii*. Ці види є складовою частиною мікробіоти кефірного грибка, це дає підставу з впевненістю думати, що кефірні зерна або традиційний кефір є джерелом потенційних пробіотичних дріжджів [74].

Saccharomyces cerevisiae (*S. boulardii*) було виявлено в лічі (*Litchi chinensis*), плодах мангостану, чайному грибі та молочних продуктах, таких як кефір. Дослідники виявили, що молочні продукти, які містять *S. boulardii*, володіють потенційними пробіотичними властивостями завдяки їх здатності виробляти органічні кислоти, необхідні ферменти, вітаміни та інші важливі метаболіти, такі як ванілова кислота, фенілетанол і еритроміцин. *S. boulardii* відомий своїм широким спектром антиканцерогенної, антибактеріальної, протівірусної та антиоксидантної активності, і відомо, що він здатний знижувати рівень холестерину в крові. Проте головним призначенням цих дріжджів є профілактика шлунково-кишкових інфекційних захворювань і підтримка імунної системи у різних комерційно доступних продуктах [75].

K. marxianus є співвіднесеним з природними молочнокислими продуктами, включаючи кефір, кумис і сир. Добре відома важлива роль *K. marxianus* у виробництві кефіру і кумису, а також його внесок у формування смаку та текстури сиру під час дозрівання. Ці натуральні продукти містять різноманітні смакові сполуки, такі як 2-фенілетанол, етилдеканат, бензальдегід і 2,3-бутандіол. Крім того, *K. marxianus* може синтезувати інші цінні ароматичні і смакові речовини, такі як цитронелол, ліналоол і гераніол [76].

Kluveromyces lactis використовується у харчовій та ферментаційній промисловості. Ці дріжджі зазвичай застосовують у технології виробництва сирів, хліба, пива, вина та інших продуктів. Вони також широко використовуються для вирощування різноманітних ферментів [75].

Kl. lactis має здатність здійснювати гетероферментативний метаболізм, що означає, що вони можуть використовувати різні вуглеводи, такі як глюкоза та лактоза, для енергетичних потреб. *Kl. lactis* було генетично модифіковано для підвищення їхньої продуктивності та корисних властивостей у промисловому та науковому використанні. Дріжджі *Kl. lactis* виробляють різноманітні ферменти, такі як ліпази і протеази, які зазвичай застосовуються в біотехнології та промисловості [4].

Kluuveromyces humilis (*Kl. humilis*) може грати важливу роль у виробництві кефіру, забезпечуючи деякі корисні функції та характеристики. *Kl. humilis* може брати участь у бродінні під час процесу виробництва кефіру. Під час бродіння дріжджі перетворюють лактозу (молочний цукор) на етанол і вуглекислий газ. Це процес сприяє виробництву певних ароматичних сполук та допомагає створити характерний смак кефіру. Дані дріжджі можуть виробляти ароматичні сполуки, які додають смак та аромат кефіру. Деякі з цих сполук включають 2-фенілетанол, етилдеканоат, бензальдегід та інші. Ці ароматичні речовини можуть покращити сенсорні якості кефіру. Дріжджі *Kl. humilis* можуть впливати на консистенцію кефіру під час процесу дозрівання. Дані види приймають участь у біохімічних процесах, які впливають на текстуру та структуру кефіру [76].

Pichia kudriavzevii (*P. kudriavzeii*) може відігравати певну роль у виготовленні кефіру через деякі характеристики та активності, які він може внести у цей процес. *P. kudriavzeii* може брати участь у бродінні, перетворюючи лактозу на етанол і вуглекислий газ під час процесу виготовлення кефіру. Цей процес важливий для створення характерного смаку і аромату кефіру. *P. kudriavzeii* часто співіснують з іншими мікроорганізмами в процесі виготовлення кефіру. Ця антагоністична активність може бути корисною для збереження кефіру та запобігання росту шкідливих мікроорганізмів [75].

Актуальність цього дослідження на мікробіологічні показники кефіру та виділення пробіотичних дріжджів із кефірного грибка підтверджується

наявністю багатьох корисних властивостей, які були науково доведені. Деякі з цих корисних властивостей включають утилізацію лактози, що дозволяє створювати напій для людей з гіполактазією, підсилення росту молочнокислих бактерій завдяки механізму перехресного живлення та антимікробні властивості проти харчових патогенів.

Хоча існують деякі дослідження пробіотичних властивостей дріжджів, більшість уваги приділяється бактеріальним пробіотикам. Але востаннє зростає інтерес до дослідження дріжджів з потенційними пробіотичними властивостями, і на сьогоднішній день лише один вид дріжджів визнаний справжнім пробіотиком, а саме *Saccharomyces cerevisiae var. boulardii*, або *Saccharomyces boulardii*. Висока ефективність та тривале використання цього штаму в медичній та профілактичній практиці підтверджують його необхідність та важливість для подальших досліджень пробіотичних дріжджів.

Один з перших кроків у дослідженні можливих пробіотичних властивостей штаму полягає в ін вітро дослідженнях. Після отримання позитивних результатів на цьому етапі можливе подальше вивчення конкретних активностей штамів та їх тестування в умовах *in vivo* [77].

Загалом, аналіз літератури свідчить про актуальність різноманітних досліджень щодо пробіотиків, і особливо обіцяючими є дослідження пробіотичних дріжджів, які можуть знайти своє застосування як у фармацевтиці, так і в харчовій промисловості. Було підтверджено наявність пробіотичних властивостей серед різних груп мікроорганізмів кефірного грибка, включаючи дріжджі.

1.7. Технологічні аспекти виробництва кефіру

Процес конструювання ферментованих продуктів та напоїв включає подібний набір операцій, таких як первинна обробка сировини, нормалізація, гомогенізація, пастеризація, очищення, охолодження до необхідної

температури для сквашування, заквашування, процес ферментації, перемішування, охолодження, можливе додавання інгредієнтів (за потреби), фасування, маркування, зберігання та транспортування. Вимоги до смакових та органолептичних якостей продукту можуть різнитися залежно від методу виробництва та асортименту кисломолочних напоїв [75].

Всі кисломолочні напої мають однорідний вигляд з чистою поверхнею рідкої маси, за винятком кумису [76]. Згусток кисломолочних напоїв, які виготовлені термостатним способом, є щільним і не змішується в упаковці під час нахилення чи перевертання, в той час як згусток, отриманий резервуарним способом, легко перемішується в упаковці при нахиленні. Продукти, виготовлені з негомогенізованого молока, можуть мати в горішній частині шар жиру, особливо, коли вони приготовлені за термостатним способом [6].

У виробництві кефіру досягається рівномірний розвиток усіх мікроорганізмів, що забезпечує отримання продукту з типовими органолептичними якостями. Різні групи мікроорганізмів відіграють свою роль у формуванні смаку, аромату та консистенції кефіру, створюючи унікальний смаковий профіль продукту [51].

Кожна група мікроорганізмів потребує певних умов для росту, таких як оптимальна температура, кислотність та рівень кисню. Під час спостережень за змінами у мікрофлорі молока під впливом кефірних зерен було встановлено, що спочатку активно починають розвиватися лактококи. Зі зниженням рівня кислотності середовища, більш інтенсивно починають рости молочнокислі палички та дріжджі, які з часом пригнічують розвиток лактококів. При постійному кислому середовищі у грибковій заквасці перевагу набирають лактобацили, мікробіота дріжджова та оцтовокислі бактерії через їхню вищу стійкість до кислоти. Часті зміни сировини для закваски сприяють сприятливішим умовам для росту лактококів [75].

Отже, для отримання високоякісного кефіру необхідно підтримувати структуру кефірної мікрофлори на відповідному рівні, який гарантує правильний перебіг процесу ферментації.

У минулому, кефір виготовляли, додаючи кефірні грибки безпосередньо до пастеризованого молока, яке було охолоджене до температури 20 – 25 °С, з ферментацією впродовж 24 годин та відокремленням кефірних грибків через фільтрування [76].

У сучасних умовах промислове виробництво кефіру включає такі операції, як попереднє приготування закваски на кефірних грибах та заквашування нею пастеризованого молока в кількості 1 – 5 %, ферментацію до утворення згустку при температурі від 20 до 32 °С та наступне дозрівання продукту за поступовим зниженням температури [31].

Кілька десятиліть тому кефір виготовляли термостатним способом, а в сучасних умовах основний обсяг виробництва кефіру реалізується методом резервуарного квашення [32].

Завдяки розвитку біотехнології стало можливим виробництво сухих бактеріальних концентратів кефірної грибкової закваски прямого внесення, що усуває потребу в приготуванні виробничої закваски. Такі заквашувальні культури є зручними для використання, дозволяють знизити факт вторинної контамінації і впливу бактеріофагів. Проблема бактеріофагії актуальна для багатьох молокопереробних підприємств. Використання сухих бактеріальних концентратів дозволяє уникнути цієї проблеми.

Проте, в контексті виготовлення кефіру, виявлено, що використання грибкової кефірної закваски разом з додаванням дріжджів, на відміну від штучних заквашувальних препаратів на основі мезофільних лактококів, дозволяє запобігти враженню бактеріофагами. Це можна пояснити різноманітністю видів у грибковій заквасці та її здатністю до саморегуляції [76].

Докладно відомо, що одним з ключових факторів, що впливає на розвиток мікрофлори та формування характеристик готового продукту, є

температура процесу сквашування. Кефіри, які виготовляють за нижчих температур сквашування, мають освіжаючий, бадьорий й гострий смак та менш щільну консистенцію. З іншого боку, продукти, виготовлені за температур 28 °C і 32 °C, мають більшу в'язкість і менш виражений смак та аромат, що є характерними для традиційного кефіру. Застосування певного режиму сквашування дозволяє впливати на органолептичні властивості кефіру та досягати заданих якісних параметрів продукту [31].

Слід відзначити, що в залежності від технологічного режиму виробництва, температури та технічної бази обладнання, технологи молокопереробних підприємств можуть вибирати оптимальний температурний режим сквашування, враховуючи смакові та ароматичні вподобання споживачів в даному регіоні.

Часті відхилення в технологічних режимах виробництва кефіру неодноразово призводили до виробництва низькоякісного продукту. Нижче наведено найбільш поширені дефекти у продукті та рекомендації для їх уникнення. Для уникнення утворення рідкої консистенції кефіру з відстоєм сироватки, необхідно використовувати температурну обробку в діапазоні 83 – 88 °C з експозицією приблизно 6 – 12 хв або з обробкою 93 – 97 °C з експозицією 4 – 11 хвилин для кисломолочних напоїв. Денатуровані сироваткові білки грають важливу роль у формуванні тривимірної сітчастої структури згустку [51].

Підсумки з огляду

Біологічна корисність різних молочних продуктів і мікроорганізмів, які приймають участь у ферментації пов'язаних з молочними продуктами на промисловому рівні, широко вивчалася протягом попередніх десятиліть. З'ясовано, що серед найдавніших природних ферментованих молочних продуктів є кефір, який колись виробляли за участь природного зерна кефірного грибка. Нажаль нині промислова технологія виробництва кефіру

практично не використовують цей природний грибок, а застосовують леофільну закваску прямого внесення, яка у більшості випадків містить виділені з природних джерел групи мікробіоти молочнокислої та грибкової. Ці заквасочні мікроорганізми дають стабільний технологічний ефект з виробництва продукту. Нами виявлено, що в різних країнах вимоги, щодо кількості дріжджів у готовому кефірі різні, втім також не з'ясовано чи можуть виникати вади за зберігання кефіру внаслідок розвитку дріжджів.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальна частина кваліфікаційного дослідження полягала у визначенні впливу кількості дріжджової мікробіоти у кефірі на кінетику його ферментативних, мікробіологічних й органолептичних змін за зберігання. До того ж проведення експериментальних досліджень проходило у чотири етапи.

У першому здійснено оцінку кефіру, який наявний у торговельній мережі на відповідність нормам стандарту 4417 [15];

У другому розроблено дослідні зразки кефіру та його технологію виробництва;

У третьому визначено кінетику підкислення й кількості МК м/о й дріжджів за ферментації;

У четвертому – кінетику підкислення й кількості МК м/о й дріжджів за зберігання;

Об'єкт дослідження – дріжджова мікробіота кефіру, ферментативні процеси в кефірі, термін зберігання кефіру, вади кефіру.

Предмет дослідження – ферментативні процеси за участі дріжджової мікробіоти у кефірі, органолептичні зміни у кефірі.

Методи досліджень: аналітичні (пошук і огляд джерел літератури про технологію кефіру, роль грибкової мікробіоти у формуванні смакових властивостей та вплив її на термін зберігання); мікробіологічні (кінетика дріжджової, молочнокислої мікробіоти за ферментації кефіру та за його зберігання) фізико-хімічні (кінетика титрованої кислотності), органолептичні (бальна оцінка продукту), статистичні.

Для послідовного і планомірного виконання етапів кваліфікаційного дослідження було розроблено комплексну схему усієї роботи (рис. 2.1).

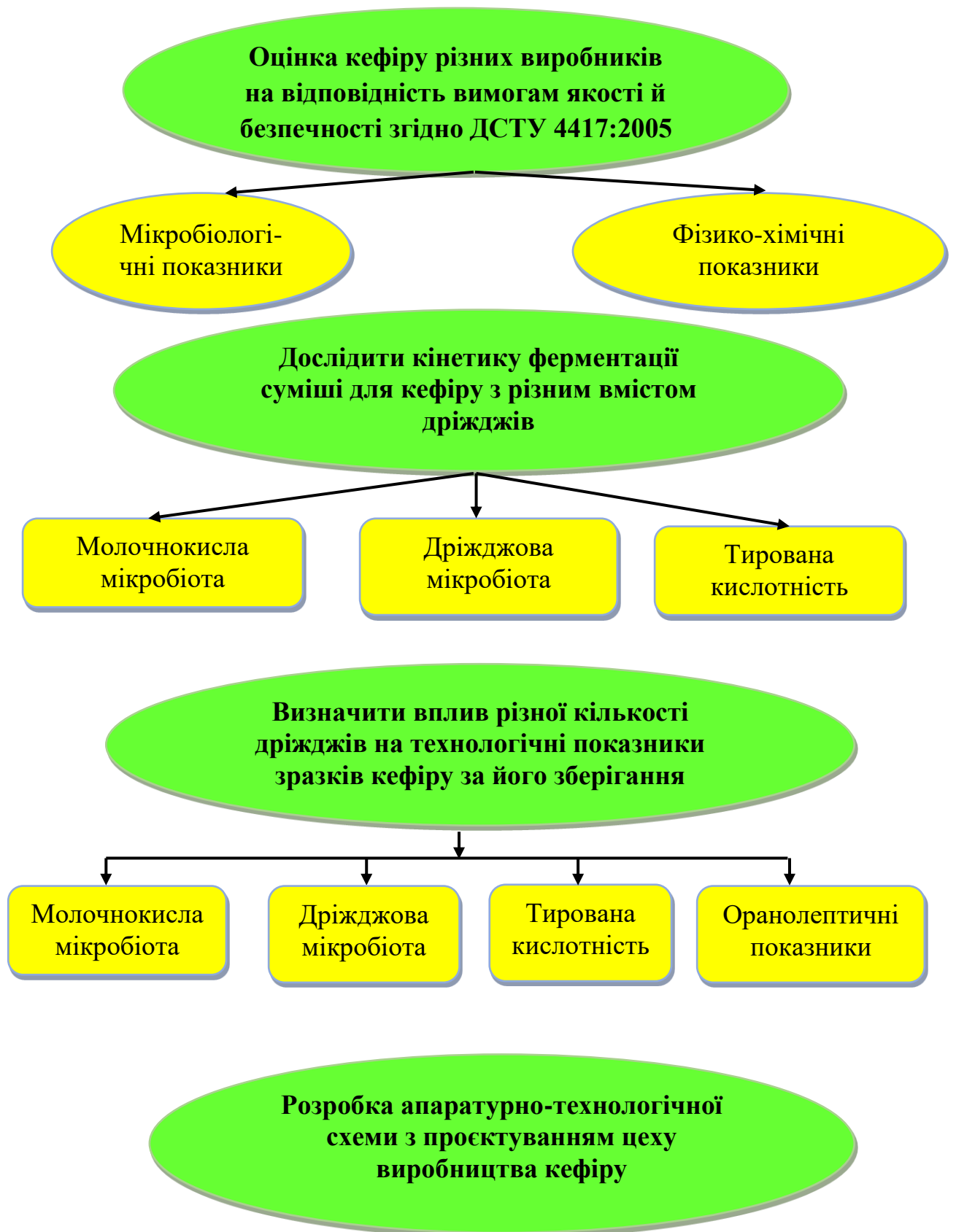


Рис. 2.1. Схема проведених досліджень

2.1. Загальна методика дослідження

Зразки кефірного напою були виготовлені шляхом бродіння упродовж 24 годин з використанням комерційного коров'ячого молока, пастеризованого 2,5 % жирності, із заквашуванням закваскою прямого внесення розрахованої на певний об'єм молока, за температурі 28 ± 1 °C у термостаті – 9 год. Виготовлено три варіанти кефіру, втім планування і розрахунок закваски був таким, щоб у сквашеному свіжоприготовленому кефірі була кількість дріжджів у першому межах 1 – 5 тис КУО/см³; у другому кефірі вміст дріжджів був 10 – 15 тис. КУО/см³; у третьому зразку – 20 – 25 тис. КУО/см³.

2.2. Кинетика визначення підкислення сквашувальної суміші та готового кефіру за зберігання

Протягом кефірної ферментації молока зразки суміші відбирали в наступні проміжки часу на 3 год, – 6 год та 9 год до досягнення стабілізованого значення кислотності й рН. Втім у готовому кефірі, який зберігався в холодильнику відбирання на дослідження здійснювали на 3 добу, – 7 добу й 10 добу. Вимірювання проводили класичним титриметричним методом [79]. Усі вимірювання проводили в трьох повторях.

2.3. Підрахунок бактерій і дріжджів

Визначення МК м/о (молочнокислих) і кількості дріжджів проводили звичайними культуральними методами [75, 76]. Для приготування розчинів для мікробіологічних аналізів використовували триптонну воду у концентрації 1 г/л. У кожне середовище висівали десятикратні розведення в 0,1% стерильній триптонній воді. Кількісні показники МК м/о визначали на чашках з агаром MRS (Oxoid, Великобританія), які інкубували при 30 ± 1 °C – 24 годин, а потім ще протягом 24 годин за тих самих умов. Кількість

дріжджів кількісно визначали на чашках з агаром із дріжджовим екстрактом глюкози та хлорамфеніколу (Oxoid, Великобританія), які інкубували при 30 ± 1 °C – 48 год. Підрахунки виражали в загальній кількості колонієутворюючих одиниць (КУО) на сантиметр кубічний (см^3). дослідження проводились у двох зразках.

2.4. Статистичний аналіз

Результати виражали як середнє \pm стандартне відхилення (SD). Відмінності між групами були визначені за допомогою одностороннього дисперсійного аналізу ANOVA. Усі аналізи проводили з рівнем значущості 0,05.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Інновації щодо технологій виробництва кефіру тривалого терміну

Традиційний кефір споживався протягом століть через його високу поживну цінність і через те є продуктом, що посилює здоров'я. Кілька переваг для здоров'я були приписані кефіру, головним чином виправданим біоактивністю ферментативних метаболітів сировини й закваски [1], особливо через покращення утилізації лактози та толерантність [2], протизапальний вплив [3], біоцидну активність [4], антиоксидантну й протиновоутворюючу активність, швидше загоєння ран [5], корегування імунної системи та гальмування росту патогенних мікроорганізмів [6, 7].

Традиційне виробництво кефіру використовує кефірні зерна як закваску, що відрізняє його від інших ферментованих продуктів [1]. Зерна кефіру можуть зберігати свою активність до тих пір, поки їх зберігають та інкубують у відповідних умовах, завдяки їх надзвичайно стабільному мікробному складу. Мікроорганізми, які зазвичай містяться в зерні, це гомо- та гетероферментативні молочнокислі бактерії (МКМ/о), родини *Lactobacillaceae* (роди *Lactobacillus* і *Leuconostoc*) і сімейство *Streptococcaceae* (роди *Lactococcus* і *Streptococcus*), оцтовокислі бактерії родини *Acetobacteraceae* (роди *Acetobacter*) і дріжджі родини *Saccharomycetaceae* (родів *Kluveromyces* і *Saccaromyces*) [1, 4]. Життєздатність кефірних зерен гарантується підтримкою співвідношення бактерій/дріжджів, що досягається безперервними циклами бродіння, що призводить до збільшення їх біомаси. Цей приріст залежить від температури, рН, промивання зерна, оновлення молока та наявності поживних речовин. Зберігання зерен для виробництва домашнього кефіру може бути досягнуто або безперервними циклами бродіння, що гарантується протягом

десяти тижнів розмноження, або шляхом заморожування при -20°C . Мікробіологічний склад кефірних зерен залежить від їх походження [1].

Мікробіота кефіру відрізняється від мікробіоти зерен. Оскільки істотний вплив хімічні складові й склад мікробіоти кефіру впливають ґатунок молока, співвідношення зерен і молока, час і температура бродіння, режими й умови зберігання [4]. Традиційний кефір зазвичай використовує коров'яче молоко як субстрат. Хоча цільне, напівзнежирене або знежирене молоко можна також використовувати, останнє створює кефір зі значно нижчою поживною якістю. Співвідношення кефірних зерна до молока, зазвичай коливається від 2 % до 10 % і впливає на мікробний профіль кефіру, а більша кількість інокулята зерна підвищує рівень молочної кислоти, забезпечуючи більш різке зниження рН [1]. В'язкість також впливає, оскільки більший відсоток інокуляту кефірного зерна дає більш кислий, але менш в'язкий кефір [8]. Вміст лактози є основною поживною речовиною, на яку впливає кількість зернового інокулята, і менші співвідношення інокуляту призводять до отримання кефіру з більш високим рівнем лактози [9].

Типове бродіння кефіру відбувається при температурах від 20 до 25 $^{\circ}\text{C}$ протягом приблизно 24 годин, а рН коливається в діапазоні 4,2 – 4,6 [10, 11]. Під час бродіння хімічний склад кефіру змінюється в основному через перетворення лактози за допомогою гомоферментативних МКМ/о, спочатку в молочну кислоту, що призводить до зниження рН і підвищення кислотності, з подальшим гідролізом до глюкози та галактози за допомогою ферментів. активність β -галактозидази, присутньої в зерні [12]. Далі в циклі ферментації гетероферментативні МКМ/о перетворюють глюкозу в CO_2 , етанол і молочну кислоту, причому остання є найбільш переважною органічною кислотою після ферментації, і в цьому середовищі білки перетворюються на пептиди [13, 14]. Виробництво молочної кислоти сприяє антимікробному ефекту кефіру, і оскільки він діє як природний консервант, дозволяє продукту мати низький ризик зараження іншими шкідливими бактеріями [1].

Хімічний склад кефіру відображає його харчову цінність, а рекомендовані стандарти якості для кефіру - не менше 2,8 % білка, менше 1,0 % жиру та не менше 0,6 % молочної кислоти. Кефір можна споживати одразу після відділення крупинок або зберігати в холодильнику для подальшого споживання [15]. Характеристика готового продукту чітко залежить від декількох важливих чинників, особливо від зберігання; однак, оскільки може мати місце фізіологічно-метаболична діяльність автохтонної мікробіоти кефіру, склад охолодженого кефіру може бути змінений під час зберігання. Термін придатності кефіру становить 3 – 12 днів [15]. Повідомляється, що за часу зберігання в холодильнику при 4 °С в'язкість різко зменшується з часом, тоді як загальний вміст жиру, лактози, сухої речовини та рН залишаються незмінними до 14 днів зберігання, а молочна кислота трохи збільшується після 7 днів зберігання [1, 16]. Хоча ліполітична активність молочного жиру МКМ/о обмежена, вона все ще може сприяти виробленню вільних жирних кислот.

Втім, у ДСТУ 4417 [15] нормують показник кількості дріжджів, який має бути не менше 1 тис КУО/см³, втім не повідомляється їх максимальна допустима кількість, і чи вони можуть спричиняти дефекти (вади) продукту, які пов'язані із органолептикою через розвиток дріжджів. На практиці бувають випадки, коли через надмірну кількість дріжджів у кефірі, продукт втрачає свою споживацьку цінність за показниками смаку – кислувато щипкий присмак. Тому це дослідження було спрямоване на виробництво кефіру з різною кількістю дріжджів й визначення їх у кефірі протягом зберігання та повної оцінки мікробіологічних й органолептичних властивостей.

3.2. Оцінка кефіру різних виробників на відповідність основним вимогам якості й безпеки згідно ДСТУ 4417:2005

Перший етап дослідження передбачав визначення фактичної кількості мікроорганізмів у кефірі різних виробників, в тому числі й дріжджів, для

оцінки наявної реальної кількості їх у свіжому продукті. Досліджені проби кефіру від різних виробників були відібрані (в супермаркетах) для аналізування в однаковий термін після виробництва (третя доба) та з однаковою кількістю молочного жиру (2,5 %) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Оцінка кефіру за вимогами мікробіологічної безпеки й якості від різних виробників, n=3

Показник	Проба виробника №1	Проба виробника №2	Проба виробника №3	Вимоги ДСТУ 4417:2005 [15]
Кількість МКм/о, КУО/мл	$2,4 \pm 0,2 \times 10^7$	$3,8 \pm 0,1 \times 10^7$	$1,1 \pm 0,1 \times 10^7$	$\geq 1 \times 10^7$
Кількість дріжджів, КУО/мл	$1,7 \pm 0,1 \times 10^3$	$2,3 \pm 0,1 \times 10^3$	$7,8 \pm 0,2 \times 10^2$	$\geq 1 \times 10^3$
Кількість БГКП	в 1 см ³ не виявлено	в 1 см ³ не виявлено	в 1 см ³ не виявлено	в 0,1 см ³ не допустимо
Плісняві гриби, КУО/г	$3,1 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	$6,4 \pm 0,2$	≤ 50
<i>S.aureus</i> , КУО/г	не виявлено в 1 см ³	не виявлено в 1 см ³	не виявлено в 1 см ³	в 1 см ³ не допустимо

З табл. 3.1 прослідковується відповідність вимогам ДСТУ усіх проб кефіру від різних виробників, зокрема за вмістом МКм/о, кількість яких була не менше 1×10^7 КУО/см³. Втім за вмістом кефірних дріжджів у одного виробника виявляли їх менший вміст ($7,8 \pm 0,2 \times 10^2$ КУО/см³), ніж це передбачає ДСТУ 4417. Інші показники безпеки кефіру різних виробників, зокрема БГКП, плісневі гриби і золотистий стафілокок були в значно меншій кількості, порівняно з нормативним значенням.

За фізико-хімічними вимогами (кислотністю та вмістом білку) кефіри різних виробників повністю відповідали значенням стандарту, водночас кефір виробника №3 мав найменшу кислотність $97,5 \pm 1,6$ °Т, що вказує на швидше припинення ферментативних процесів у ньому за технології виробництва.

Таблиця 3.2

Оцінка кефіру вимогам фізико-хімічних показників від різних виробників, n=3

Показник	Виробник №1	Виробник №2	Виробник №3	Вимоги ДСТУ 4417:2005 [15]
Кислотність, °Т	$102,5 \pm 2,7$	$107,4 \pm 2,3$	$97,5 \pm 1,6$	85,0 – 130,0
pН, од	4,3	4,3	4,6	4,8 – 4,0
Вміст білку, %	$2,8 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$	$\geq 2,7$

За органолептичними показниками суттєвої різниці між пробами кефіру від різних виробників не відзначено, вони характеризувалися в'язкою без порушення структури згустку консистенцією. За смаковим відчуттям – це кисломолочний, без стороннього присмаку, втім у виробника №3 кисліший.

Отже, визначенні мікробіологічні показники свіжого кефіру різних виробників не мали відхилень від вимог стандарту, водночас кількість дріжджів була нижча допустимого рівня у виробника кефіру №3.

3.3. Дослідження кінетики ферментації суміші для кефіру з різним вмістом дріжджів

Наступний етап роботи був спрямований на технологію отримання кефіру у якому була б різна початкова кількість дріжджів, тобто більша від 1 тис. в см³ як це рекомендує стандарт. Потім у даних пробах кефіру визначали технологічні, мікробіологічні й органолептичні показники протягом періоду часу зберігання за режиму + 4 °С протягом 12 – 14 діб.

Такий змодельований експеримент мав на меті визначити за якого вмісту дріжджів у кефірі виникають дефекти пов'язані з органолептичними властивостями. Технологічна схема виробництва кефіру представлена на рис.

3.1.

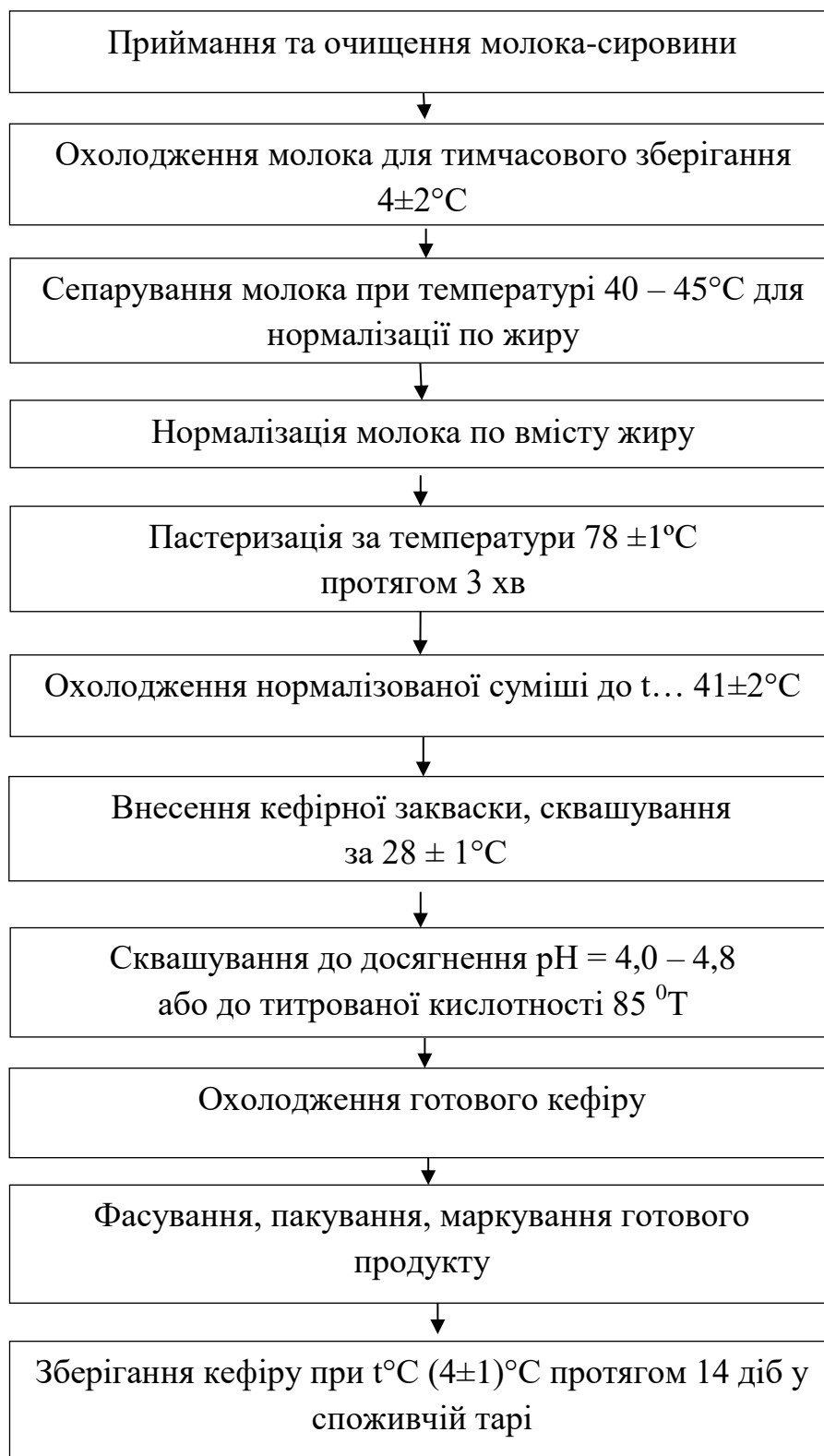


Рис. 3.1. Векторна схема виробництва кефіру

Під час ферментації сировини для отримання дослідних зразків кефіру з різним вмістом дріжджів використали традиційну технологію виробництва термостатним способом. За такою технологією було вироблено три зразки кефіру з різним початковим вмістом дріжджів у свіжому готовому продукті, які піддавалися подальшому дослідженню. У першому зразку – початкова кількість дріжджів у межах 1 – 5 тис. КУО/см³; у другому кефірі вміст дріжджів був 10 – 15 тис. КУО/см³; у третьому зразку – 20 – 25 тис. КУО/см³.



а) суміші до сквашування на кефір з різною к-стю дріжджів



б) ферментація зразків суміші на кефір

Рис. 3.2. Зразки кефіру до ферментації та під час збродження з різною кількістю дріжджової мікробіти

Рисунки приготовлених дослідних зразків кефіру до ферментації та під час зброджування з різною кількістю дріжджовою заквасочною мікробіотою представлено на рис. 3.2.

Ферментацію молока 2,5 % жирності проводили закваскою прямого внесення для кефіру *DelvoFresh*, яка складалася з суміші молочнокислих, оцтовокислих бактерій та окремо з дріжджових мікроорганізмів. Ферментацію проводили у термостаті режим $t... 28 \pm 1$ °С, час 9 год., до кислотності мінімум 85 °С, як вказано у ДСТУ 4417.

Процеси кінетичних змін основних параметрів суміші за її ферментації у технології кефіру приведено на рис. 3.3. – 3.5. Зокрема, на рис. 3.3 приведено кінетику дріжджової мікробіоти за ферментації.

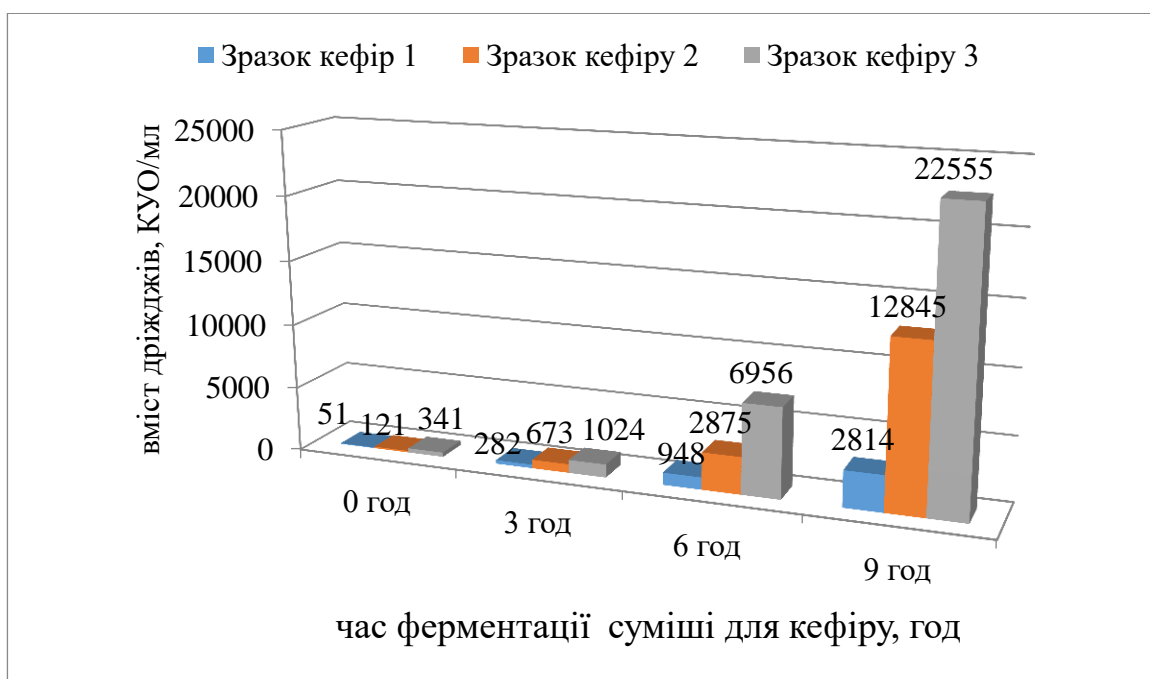


Рис. 3.3. Кінетика дріжджової мікробіоти за ферментації суміші на кефір за різної початкової к-сті дріжджів у заквасці

Виявлено залежність збільшення кількості дріжджової мікробіоти у суміші за ферментації від початкового внесення заквасочних дріжджів. Тобто зі збільшенням прямого внесення даних мікроорганізмів на початку бродіння їх кількість була найбільша за завершальній стадії. Зокрема у зразок кефіру

№1 ми внесли в середньому 51 ± 5 КУО/см³ дріжджів, після завершення ферментації (на дев'яту годину) їх кількість сягала 2814 ± 179 КУО/см³, тобто досягала нормативного рівня не менше 1 тис. КУО/см³.

Втім збільшення внесення дріжджових мікроорганізмів до 120 ± 15 КУО/см³ суміші на сквашування, інтенсивніше забезпечувало нагромадження цих мікроорганізмів, оскільки вже на шосту годину ферментації їх вміст сягав 2875 ± 187 КУО/см³, тобто досягав необхідної нормативної кількості. На дев'яту годину технологічного процесу ферментації молочної суміші дріжджові клітини сягали вмісту 12845 ± 542 КУО/см³, тобто як і в першому зразку кефіру він мав вміст клітин дріжджів, які відповідали стандарту, втім більше в 10 разів.

За найбільшого внесення дріжджових клітин у молоко для сквашування 341 ± 28 КУО/см³ технологічний процес відбувався найінтенсивніше за участі дріжджів, оскільки кількість цих заквасочних мікроорганізмів упродовж вже трьох годин була на рівні 10^3 КУО/см³, що можна вважати їх достатнім вмістом відповідно до норма стандарту. Втім процес ферментації триває дев'ять годин і на цю годину ви реєстрували кількість дріжджів 22555 ± 1057 КУО/см³ готового свіжого кефіру. Враховуючи те, що норм для максимальної кількості дріжджової мікробіоти у кефірі не має, ми може стверджувати, що і така кількість відноситься до прийнятної за стандартом.

Зацікавленість становили експерименти з оцінки кінетики МКм/о, які представляють основну мікробіоту закваски для даного виду продукту і чи впливала значна кількість дріжджової мікробіоти у зразках суміші на сквашування №2 й №3 на їх розвиток. Результати цього визначення представлено на рис. 3.4.

Бачимо (рис. 3.4), що вміст лактобактерій у трьох зразках суміші на кефір не відрізнявся між собою і був, в середньому $7,3 \pm 0,2$ тис. КУО/см³. Втім за процесу ферментації бачимо явище сателізму, відповідно до якого

дріжджові клітини покращують розвиток МК мікробіоти через продукцію добре засвоюваних амінокислот й вітамінів останніми.

Оскільки у суміші на сквашування була різна початкова кількість клітин дріжджів, вміст МК м/о найбільше відзначали під час технологічного процесу за найбільшого внесення дріжджових заквасочних м/о. Зокрема, через шість год виробництва кефіру у зразку №3 кількість лактобактерій сягала 5600 тис. КУО/см³, тобто в 3,1 раза перевищувала вміст у кефірі №1 1835 тис. КУО/см³, що наглядно демонструє стимулюючий вплив дріжджів на активність МК м/о.

У підсумку на дев'яту годину технологічного процесу кількість МК м/о сягала $1,8 \times 10^7$ КУО/см³ у кефірі №3, $1,6 \times 10^7$ КУО/см³ у кефірі №2 та $1,2 \times 10^7$ КУО/см³ у кефірі №1.

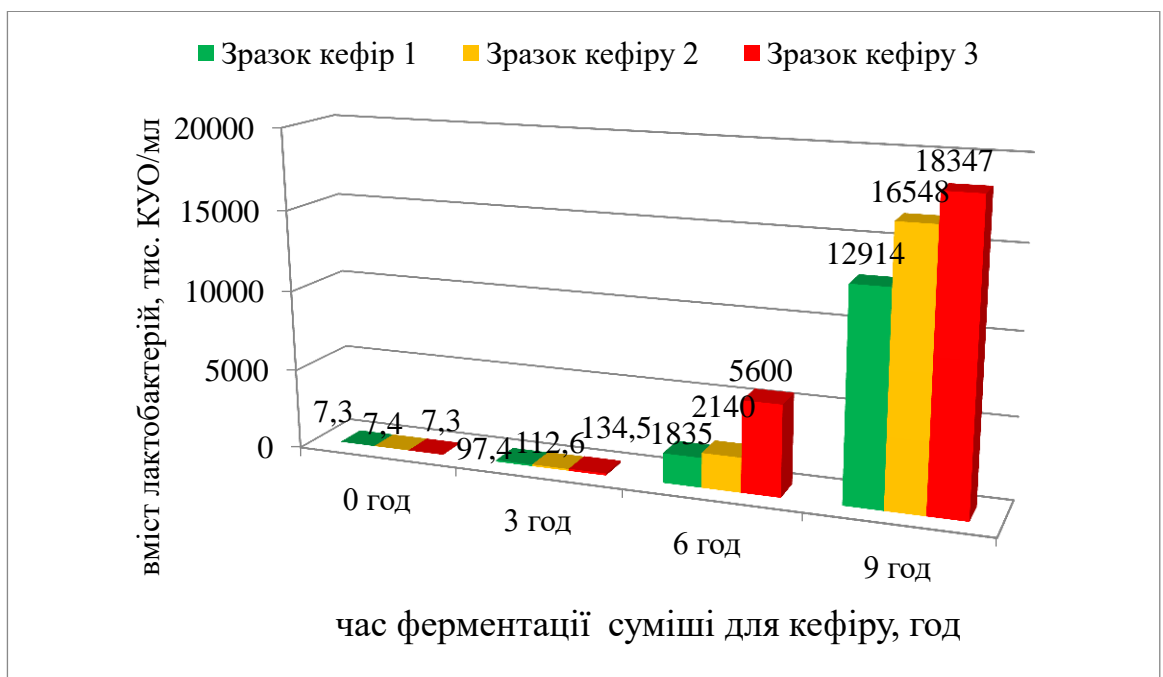


Рис. 3.4. Кінетика МКм/о за ферментації суміші на кефір за різної початкової к-сті дріжджів у заквасці

Отже, відзначаємо що кінетика МК м/о за ферментації суміші на кефір залежала від початкового внесення дріжджових клітин, у зразку кефіру з найбільшим вмістом дріжджів виявляли найбільший вміст МК м/о. Втім усі

експериментальні зразки кефіру за нормативними вимогами відповідали значенням як по кількості дріжджів, так і по кількості МК м/о.

Кінетика титрованої кислотності, яка показує біохімізм змін у суміші на кефір за її ферментації під час технології виробництва представлена на рис. 3.5.

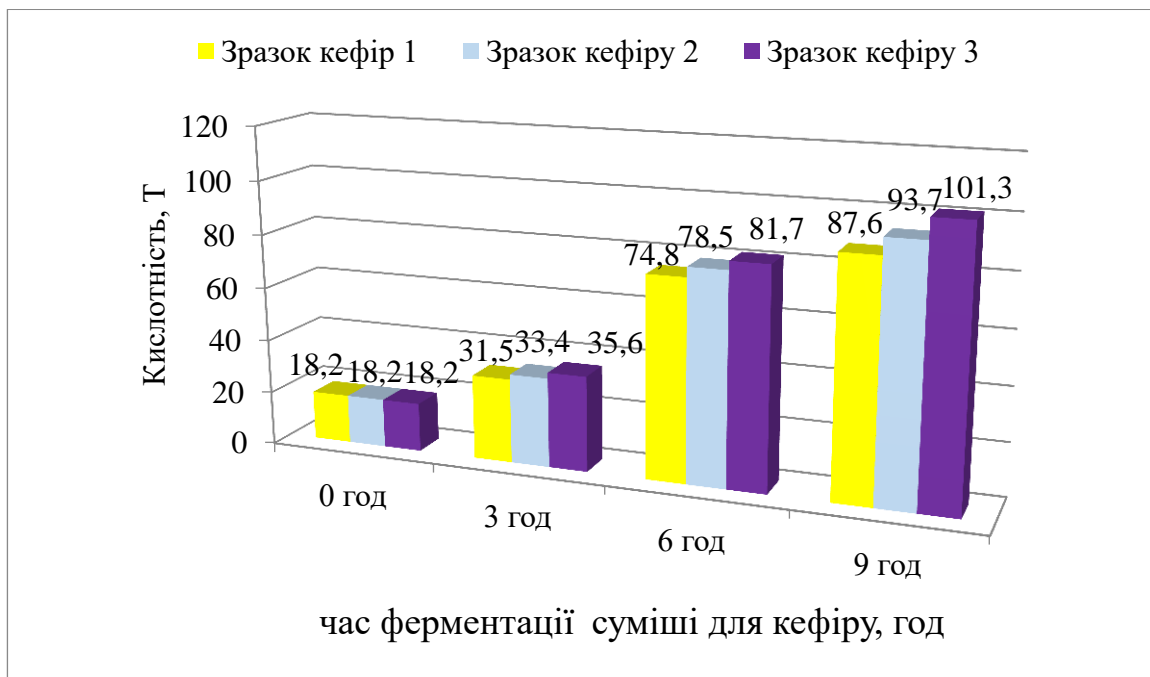


Рис. 3.5. Кінетика титрованої кислотності за ферментації суміші на кефір за різної початкової к-сті дріжджів у заквасці

З рис. 3.5 відзначаємо швидкість підкислення суміші на кефір, виміряна під час бродіння останнього в усіх трьох зразках. Втім кінетика зміни кислотності була інтенсивніша у зразку №3, який містив найбільшу кількість дріжджової мікробіоти, порівнюючи зі №1 та №2. Загалом у всіх трьох зразках кефіру, як і очікувалося, під час бродіння значення кислотності кефіру сягнуло від значення $18,2 \pm 0,1$ °Т несквашеного молока, досягнувши середнього значення 90 ± 5 °Т наприкінці 9 годин. Зокрема, через дев'ять годин виробництва кефіру нагромадження кислоти сягало значення у кефірі №1 $87,6 \pm 1,2$ °Т, у другому зразку – $93,7 \pm 1,4$ °Т і найбільше у другому зразку кефіру – $101,3 \pm 1,7$ °Т.

Органолептичний аналіз свіжих готових ферментованих зразків кефіру, які на дев'яту годину мали різну кількість дріжджових бактерій (зразок №3) виявив незначно кисліший присмак, з ознаками газоутворення, ніж у двох перших зразках. Втім у зразку кефіру №1 смак відчувався лагідніший без пощипування та відсутністю газоутворення, що на наш погляд через меншу кількість дріжджів. Тому узагальнюємо, що дріжджова мікробіота кефіру впливає на смакові властивості його за ферментації.

Середнє значення кислотності 90 ± 5 °Т, яке було перевірено після 9 годин бродіння, узгоджується зі значенням, знайденим Garrote et al. [17], які використовували аналогічний тип кефірної закваски. Швидкість підкислення, яка спостерігається під час бродіння в у нашому дослідженні (рис. 3.5), узгоджується з літературними даними [18, 19] і може відображати здатність МК м/о підкислювати молоко [20, 21]. Кінетика рН молочного середовища, і зміна молочної кислоти під час бродіння кефіру є непрямим показником біологічної активності кефірної мікробіоти [21]. Популяція МК м/о демонструє високу чутливість до низьких значень рН, що сприяє їх зниженню, будучи основною причиною, чому кефір не стає більш кислим з часом [22].

Цікаво, що незважаючи на умови лабораторного виробництва й додавання надмірної кількості закваски з дріжджів, отриманий кефір (рис. 3.3, рис. 3.4 та рис. 3.5) відповідає рекомендаціям *Codex Alimentarius* для кисломолочних продуктів (*Codex Stan 243-2003*) та національному ДСТУ 4417 [15]. Тобто відповідає загальній кількості МК м/о $\geq 10^7$ КУО/см³ і кількості дріжджів $\geq 10^3$ КУО/см³ [15].

Отже, оцінка технологічного процесу ферментації суміші на кефір дала зрозуміти, що за більшого внесення у молоко дріжджів відбувається інтенсивніша кінетика мікробіологічних й кінетика біохімічних перетворень у продукті. Втім, незважаючи на це дріжджова і МК мікробіота на дев'яту годину ферментації сягала показників наведених у стандарті (4417 Кефір). Ці результати є підґрунтям для визначення кінетики вище наведених показників

на органолептичну оцінку продукту за його зберігання. Тобто чи стійкість за зберігання продукту – кефіру з різним вмістом дріжджових клітин буде однаковою.

3.4. Вплив різної кількості дріжджів на технологічні показники експериментальних зразків кефіру за його зберігання

Дріжджі належать до холодотолерантної мікробіоти, яка завдяки певним особливим механізмам метаболізму здатна розвиватися за значного діапазону температур, які є у навколишньому середовищі. Зберігання молочних продуктів у промислових й побутових холодильниках торговельної мережі має забезпечуватися за режиму температур відповідно до стандарту 4417 [15] до $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$. У лабораторних умовах кафедри наші ферментовані зразки кефіру зберігалися за режиму $t...+4 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ упродовж 10 діб. Через певні відрізки часу ми у даних зразках кефіру визначали показники, які можуть характеризувати зміни, що знижують їх споживацькі властивості. При цьому нам необхідно було з'ясувати, як різна кількість дріжджової мікробіоти у свіжому кефірі здатна вплинути на органолептичні й мікробіологічні властивості за холодильної витримки. Результати дослідження кінетики дріжджової мікробіоти за вище наведеного режиму представлено на рис. 3.6.

З рисунку спостерігається тенденція залежності кількості дріжджової мікробіоти за всього режиму зберігання від початкового вмісту їх у свіжоферментованих зразках кефіру. До того ж динаміка кінетики зростання за зберігання також залежала від наявності кількості дріжджів у свіжому кефірі. Тобто кінетика зростання клітин дріжджів виявилася найвища у зразку кефіру (№3), який був інокульований найбільшою початковою кількістю дріжджів. Зокрема через сім діб зберігання у зразку кефіру №1 кількість дріжджів сягала $17,4\text{ тис. КУО/см}^3$, а в зразку №3 кефіру їх

кількість сягала уже 212,9 тис. КУО /см³, до того ж інтенсивність збільшення дріжджів у цьому третьому зразку була в 1,6 раза сильніша, ніж у кефірі №1.

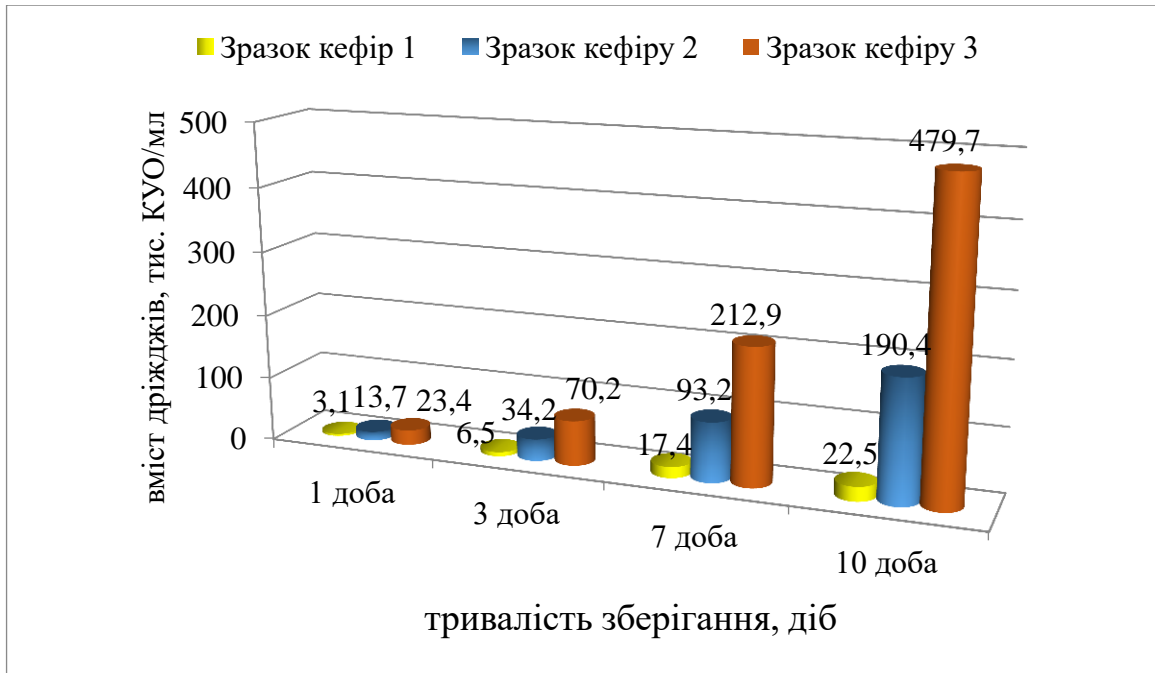


Рис. 3.6. Кінетика дріжджової мікробіоти за зберігання кефіру (режим $t...+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) із різною к-стю дріжджів

На десяту добу зберігання у кефірі №1 кількість дріжджів сягала 22,5 тис. КУО/см³, і протягом цього відрізка зберігання їх кількість зросла в 10,7 разів. У другому експериментальному зразку кефірі на десяту добу цих мікроорганізмів була 190,4 тис. КУО/см³ і зростання становило 13,9 раза. Втім найбільшу кількість відзначали дріжджів у третьому експериментальному зразку кефіру – 479,7 тис. КУО/см³, а зростання порівняно з першою добою становило 20,5 разів, тобто у даному кефірі кінетика розмноження дріжджових клітин виявилася в 2 рази сильніша, порівняно з дріжджами кефіру першого зразка.

Отже, відзначаємо, що упродовж десятидобового зберігання кефіру за режиму $t...+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, технологічні або органолептичні властивості кефіру можуть змінюватися через процеси розвитку дріжджової мікробіоти. При цьому кінетика розвитку їх залежала від початкового вмісту у свіжому продукті.

МК м/о є автохтонною специфічною мікробіотою кефіру, завдяки якій цей продукт має і проявляє корисні властивості на процеси травлення у споживачів. Оскільки, нагромаджена молочна кислота у процесі ферментації та низька температура холодильника не вважаються сприятливим середовищем для їх активного метаболізму і розвитку, за дотримання режиму температури вони не здатні спричинити негативні зміни упродовж визначеного стандартом терміну. Результати досліджень розвитку МК м/о представлено на рис. 3.7.

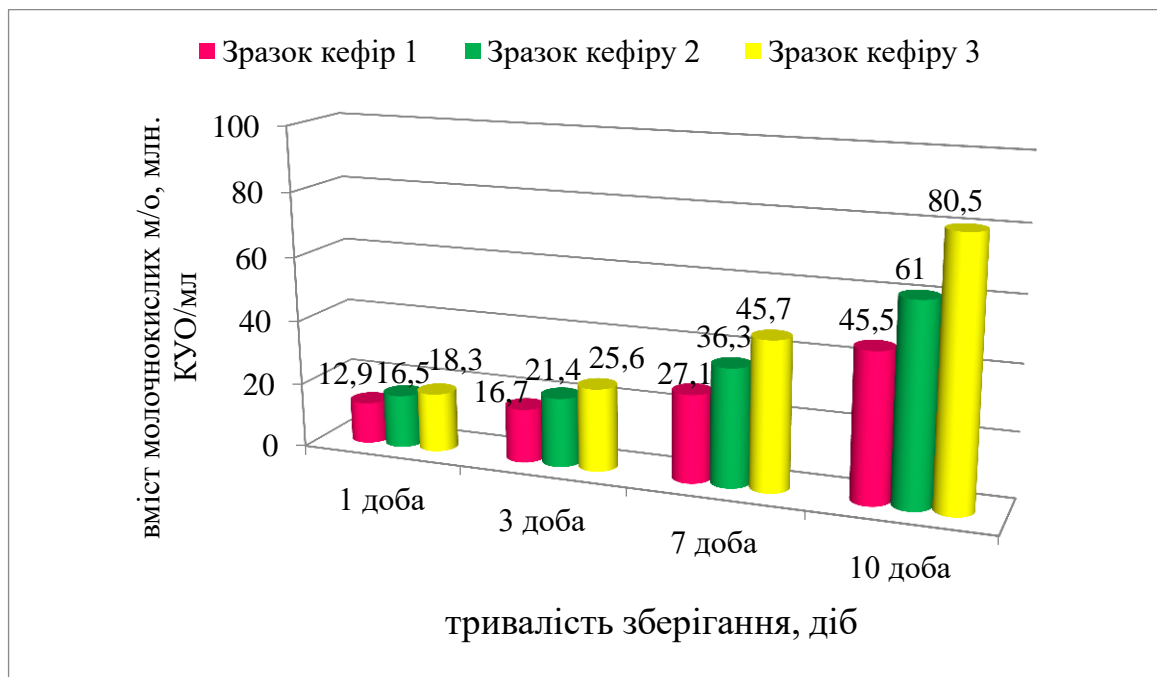


Рис. 3.7. Кінетика МК м/о за зберігання кефіру (режим $t...+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) із різною к-стю дріжджів

Усі експериментальні зразки свіжого кефіру мали кількість МК м/о від 12 до 18 млн. КУО/см³, втім запропонований режим зберігання не виявив істотної різниці щодо темпів розвитку у кефірі за зберігання з найменшою початковою кількістю МК м/о, порівнюючи з найбільшою кількістю МК м/о. Так, упродовж семидобового зберігання у кефірі зразку №1 кількість МК м/о зросла в 2,1 раза і сягала близько 27,1 млн. КУО/см³, у другому зразку кисломолочного продукту збільшення складало в 2,2 раза і кількість МК м/о сягала 36,3 млн. КУО/см³, у третьому вміст МК м/о за цей термін зберігання

збільшився в 2,5 рази (45,7 млн КУО/см³). Тобто різниця у кількості МК м/о у трьох дослідних зразках кефіру пов'язана з їх початковим вмістом у свіжому продукті після ферментації.

Аналогічні зміни у кефірі були притаманні й на десяту добу холодильної витримки кефіру, при цьому першому зразку кефіру кількість МК м/о сягав 45,5 млн. КУО/см³, у другому 61,0 млн. КУО, а у третьому – 80,5 КУО/см³. Тобто у всіх зразках вміст МК м/о був на рівні передбачуваному стандартом $\geq 10^7$ КУО/см³, така кількість МК м/о згідно даних вчених [1, 3, 4] вважається прийнятною для кефіру, яка не викликає порушень за органолептичним показниками.

Отже, кінетика розвитку МК м/о у дослідних зразках кефіру упродовж десятидобового часу зберігання виявилася значно повільнішою, порівнюючи з дріжджовою мікробіотою і можливі вади у даних зразках ймовірно не будуть пов'язані з цією мікробіотою.

Титрована кислотність у кефірі показує активність трансформації наявних вуглеводів в середовищі всією мікробіотою кефіру. Оскільки попередні дослідження відзначили, що розвиток дріжджової мікробіоти у всіх експериментальних зразках були набагато інтенсивніші за десятидобового зберігання, порівнюючи з МК м/о, ми вважаємо, що основну роль у ферментативних процесах за зберігання здійснюють дріжджові клітини кефіру, зокрема і на показник підкислення кефіру. Кінетика зміни кислотності представлена на рис. 3.8.

Стандарт 4417 [15] кефір, передбачає широкі допустимі межі кислотності у цьому продукті 85 – 130 °Т, втім виробники на нашу думку стараються зупинити кінетику біохімічних змін за кислотністю на мінімальному допустимому рівні (85 – 90 °Т) для того щоб мати запас стійкості упродовж реалізації. Відзначаємо (рис. 3.8) швидшу кінетику підкислення зразка кефіру №3 у якому найбільший був вміст дріжджів у свіжому кефірі, порівнюючи з першим і другим зразком. Зокрема на сьому добу витримки кислотність у першому зразку кефіру була $97,8 \pm 1,9$ °Т, в

другому $112,5 \pm 2,1$ °T, а в третьому вона була вже на 10 °T більше, як це передбачає стандарт – $139,7 \pm 2,8$ °T.

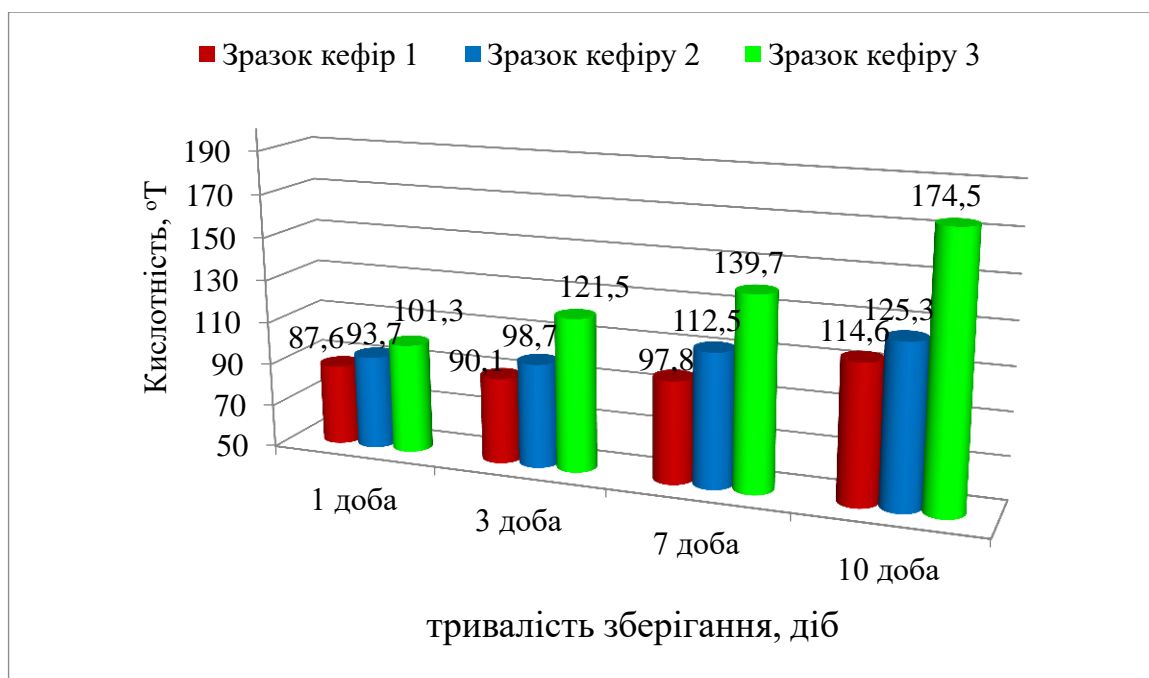


Рис. 3.8. Кінетика титрованої кислотності за зберігання кефіру (режим $t_{...+4} \pm 1^{\circ}\text{C}$) із різною к-стю дріжджів

Через десять діб витримки за цього холодильного режиму у першому зразку кефіру підкислення його відбулося до $114,6 \pm 2,3$ °T, другого аж до $125,3 \pm 2,6$ °, тобто практично другий зразок уже був на межі допустимого стандартом рівня, довше якого зберігати не доцільно.

Отже, підкислення кефіру упродовж зберігання за режиму $t_{...+4} \pm 1$ °C виявило, що третій зразок кефіру не доцільно зберігати більше 3 – 4 доби, оскільки у ньому величина кислотності більша за рекомендовану стандартом.

3.5. Характеристика експериментальних зразків кефіру за органолептичними властивостями з різною кількістю дріжджів за його зберігання

Найвагоміші споживчі властивості кисломолочного продукту – це органолептичні, ці властивості є на першому плані під час вибору продукту

перший раз та в подальшому. Як відзначалося у попередніх підрозділах дріжджова мікробіота здатна до розмноження за холодильного режиму притаманного для кефіру ($+ 4 - + 6^{\circ}$). Стандарт на кефір [15] регламентує тільки мінімальну кількість дріжджів у готовому продукті, втім не вказує за якої кількості можуть спричинитися смакові вади пов'язані з цією мікрофлорою. У наших дослідженнях ми спробували визначити кількість дріжджів у кефірі за його зберігання і кінетикою титрованої кислотності. Однак дослідження буде не повне, якщо ми не порівняємо із органолептичними змінами у кефір за його витримки у холодильнику. Результати зміни органолептики у трьох зразках кефіру представлено на рис. 9 – 3.12. Розроблено шкалу для оцінювання кефіру з такими балами: зовнішній вигляд кефіру та його консистенція могли набрати максимум 5 балів; найвагомішому показнику – смаку і запаху надали для оцінки найбільшу кількість – 7 балів; і найменше надали показнику колір – 3 бали.

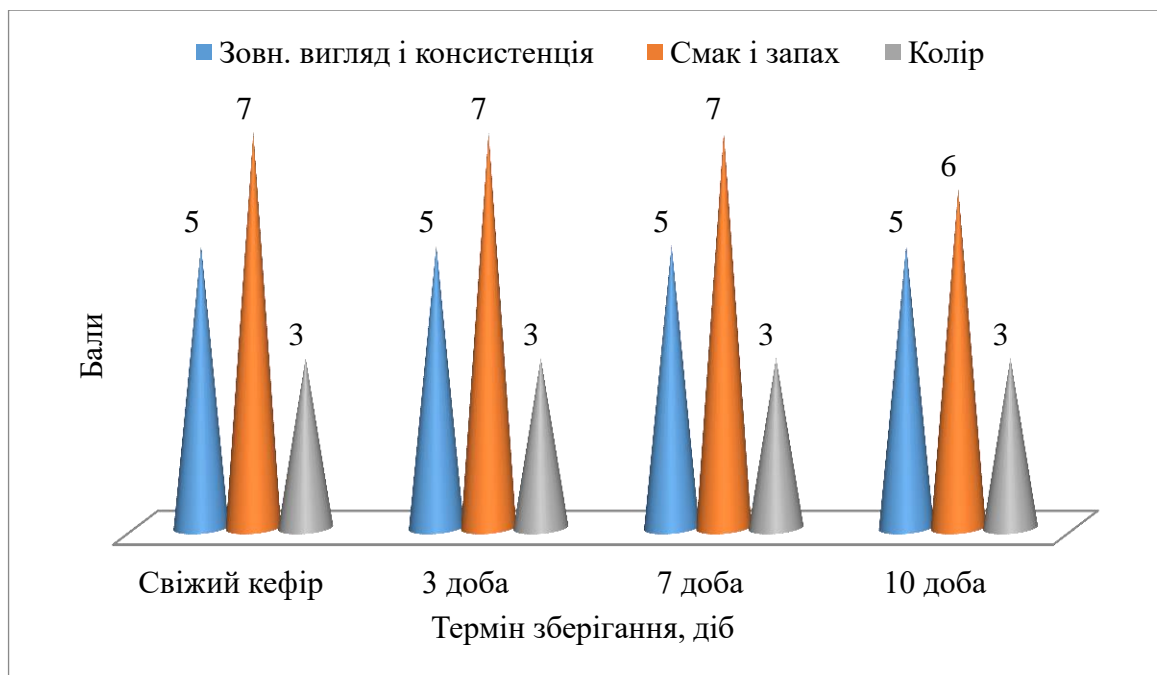


Рис. 3.9. Органолептичні властивості зразка кефіру №1 за зберігання (режим $t...+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) із початковою кількістю дріжджів $3,1 \text{ тис. КУО/см}^3$

Виявлено, що у першому зразку кефіру упродовж семидобового часу зберігання члени дегустації не виявили істотних органолептичних відхилень у кефірі, оскільки кількість балів була однаковою, як на першу добу. На сьому добу кефір мав наступні показники вміст дріжджів – 17,4 тис. КУО/см³, лактобактерій – 27,1 млн. КУО/см³ та кислотність сягала $97,8 \pm 1,9$ °Т. На десятю добу відзначаємо зменшення на один бал кефіру за показником смак і запах через більш відчутний кислий смак, порівнюючи з першою, третьою та сьомою добами зберігання. У цей період кількість дріжджів була 22,5 тис. КУО/см³, а кислотність $114,6 \pm 2,3$ °Т, що очевидно пов'язано з останнім показником.

Отже, кефір з початковим вмістом дріжджів 3,1 тис. КУО/см³ можна зберігати десять діб без зміни органолептичних властивостей.

Кінетика органолептичних показників у кефірі за початкової кількості дріжджової мікробіоти 16,5 тис. КУО/см³ (рис. 3.10) виявила наступні зміни.

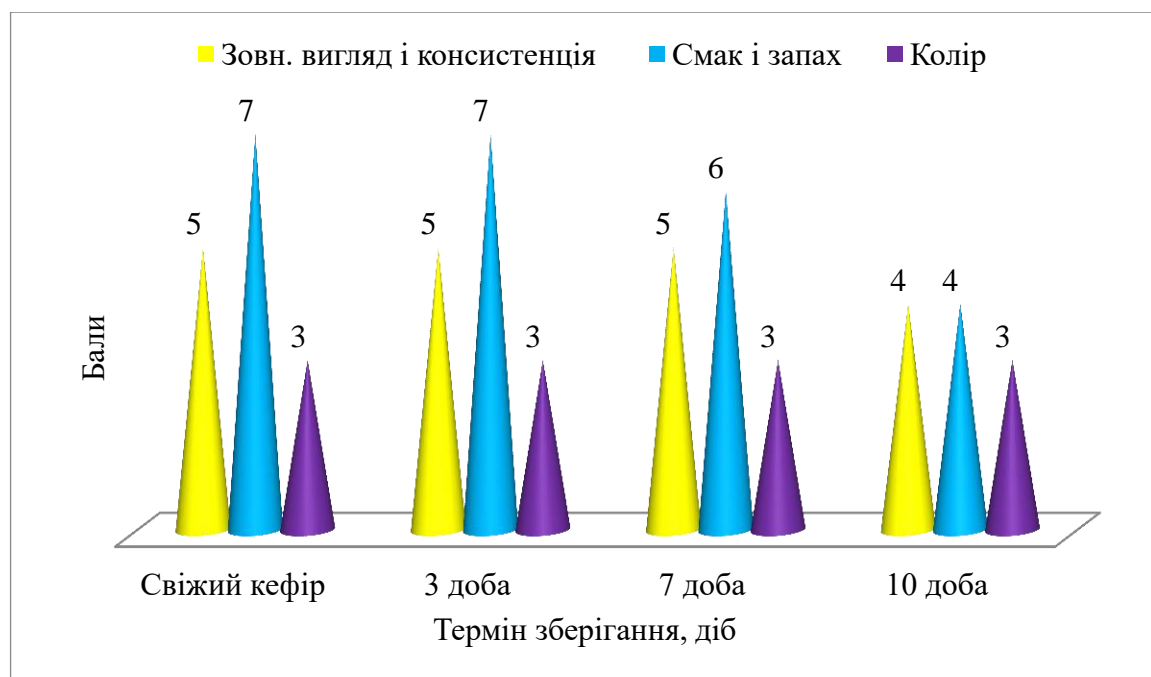


Рис. 3.10. Органолептичні властивості зразка кефіру №2 за зберігання (режим $t...+4 \pm 1$ °С) із початковою кількістю дріжджів 16,5 тис. КУО/см³

Упродовж перших трьох діб показники органолептики не відрізнялися у кефірі. На сьому добу зміни виявили тільки за показником смак і запах

(кисліший) – зменшення на один бал, у такому кефірі вміст дріжджів сягав 93,2 тис. КУО/см³, лактобактерій – 36,3 млн. КУО/см³ та кислотність – 112,5 °Т, тобто такі зміни були притаманні зразку кефіру №1 на десяту добу зберігання.

Втім виявили суттєве погіршення органолептичних показників у цьому зразку кефіру на десяту добу зберігання, зокрема на один бал знизилася оцінка за зовнішнім виглядом і консистенцією (наявність міхурців газу) та три бали зменшилася за смаком і запахом через виражений кислий смак. У такому кефірі були наступні показники: вміст дріжджових клітин – 190,4 тис. КУО/см³, МК м/о – 80,5 млн. КУО/см³ й кислотність – 125,3 ± 2,1 °Т. Очевидно саме з розвитком клітин дріжджів відбулося зниження органолептичних властивостей цього кефіру.

Кінетика органолептичних показників у кефірі за початкової кількості дріжджової мікробіоти 23,4 тис. КУО/см³ (рис. 3.11) виявила істотне погіршення властивостей уже на третю добу зберігання.

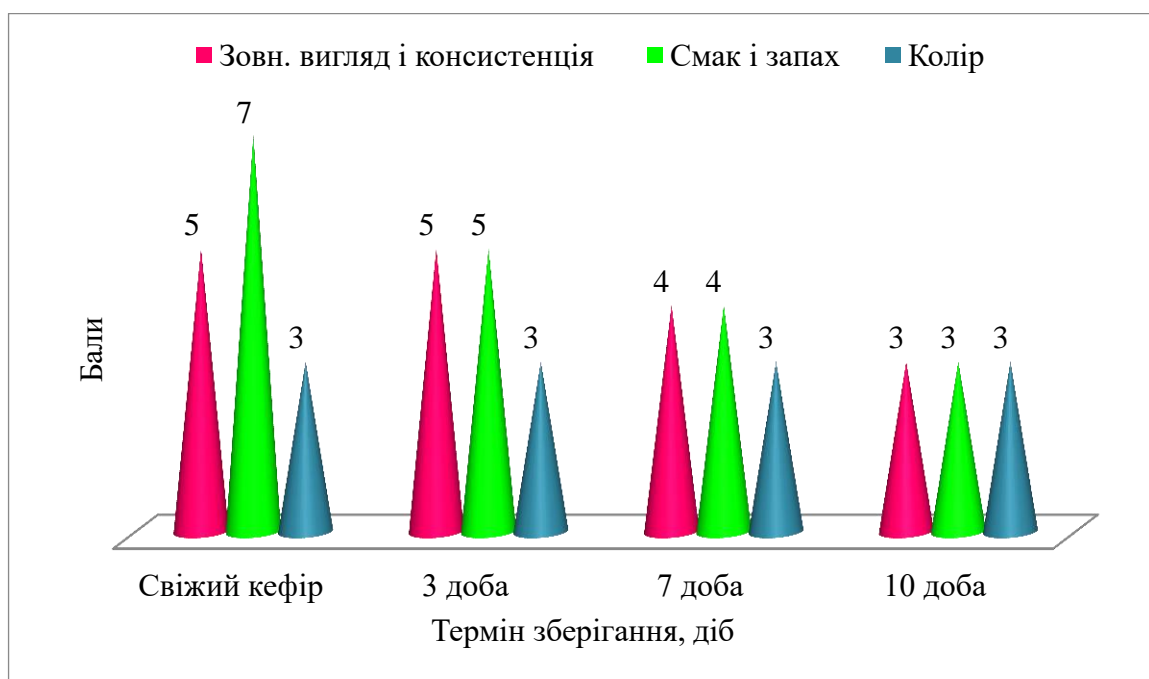


Рис. 3.11. Органолептичні властивості зразка кефіру №3 за зберігання (режим $t...+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) із початковою кількістю дріжджів 23,4 тис. КУО/см³

Зміни на третю добу пов'язані зі зниженням смаку й запаху на два бали через виражений кислий присмак, а на сьому добу витримки у даному кефірі спостерігалися зміни в консистенції (поява міхурців газу) – зменшення на один бал, та на три бали смаку й запаху – виражений кислий та спиртовий. У цей час кількість дріжджів сягала – $479,7 \text{ КУО/см}^3$, МК м/о – $80,5 \text{ млн. КУО/см}^3$, й кислотність – $174,5 \pm 4,1 \text{ }^\circ\text{T}$, тобто зміни очевидно пов'язані з розвитком дріжджів.

Загальна сумарна бальна оцінка за зберігання кефіру (режим $t...+4 \pm 1^\circ\text{C}$) із різною к-стю дріжджів представлена на рис. 3.12.

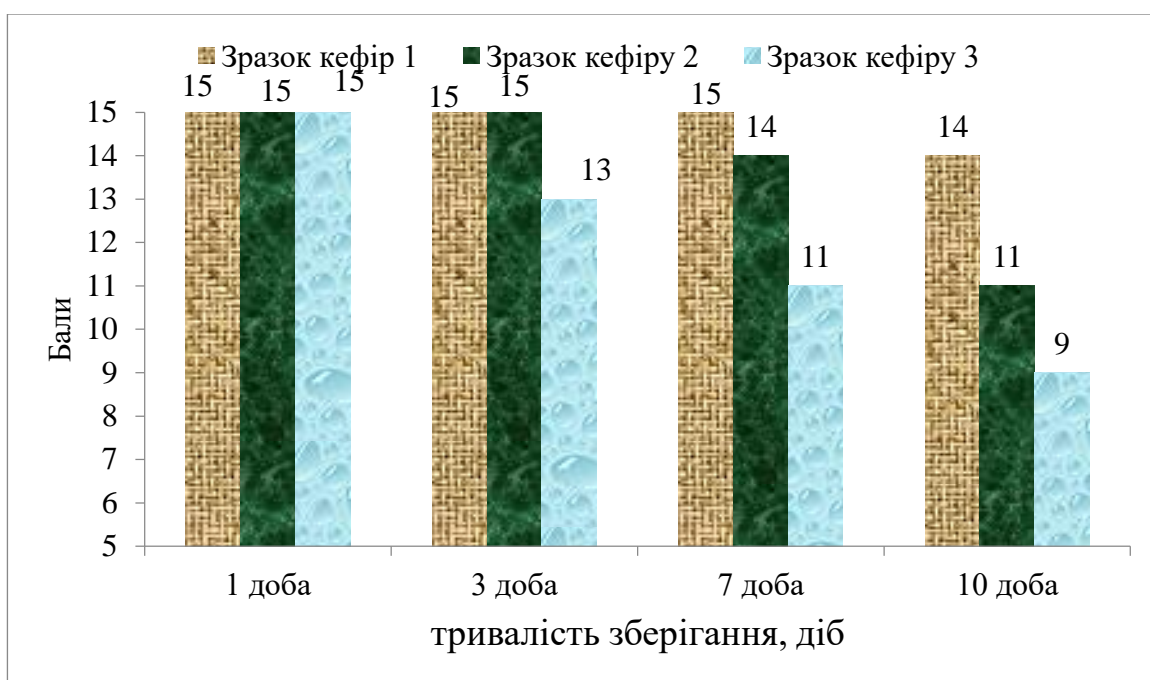


Рис. 3.12. Сумарна бальна оцінка за зберігання кефіру (режим $t...+4 \pm 1^\circ\text{C}$) із різною к-стю дріжджів

Встановлено, що два перші зразки кефіру протягом трьох діб за сумою балів не відрізнялися між собою, а третій мав на два бали менше. Через сім діб перший зразок кефіру мав максимальну кількість балів, другий на один бал менше, а третій на чотири бали менше. Через десять діб витримки усі зразки кефіру мали нижчу сумарну кількість балів, зокрема на один бал менше перший зразок кефіру, на чотири бали другий зразок й на шість балів менше третій кефір з найбільшою кількістю дріжджів.

Отже, узагальнюючи відзначаємо, що вади у кефірі появляються за його зберігання при кількості дріжджів більше 1×10^5 КУО/см³. При цьому якщо у свіжоприготовленому кефірі початкова кількість дріжджів близько 20 тис. КУО/см³ то термін його зберігання за режиму стандарту (+ 4 ...+6°C) значно скорочується, порівнюючи з свіжоприготовленим кефіром з кількістю дріжджової мікробіоти 3 – 5 тис. КУО/см³.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Визначенні мікробіологічні показники свіжого кефіру різних виробників не мали відхилень від вимог стандарту, водночас кількість дріжджів була нижча допустимого рівня у одного виробника кефіру.

2. Внесення у суміш на сквашування дріжджової закваски з розрахунку 51 ± 5 КУО/см³ дріжджів, після завершення ферментації (на дев'яту годину) отримаємо кефір з кількістю дріжджів 2814 ± 179 КУО/см³; водночас збільшення внесення дріжджових мікроорганізмів до 120 ± 15 КУО/см³ суміші на сквашування, отримаємо кефір з необхідною нормативною кількістю уже на шосту годину ферментації, а на дев'яту їх кількість сягала 12845 ± 542 КУО/см³; за найбільшого внесення дріжджових клітин у молоко для сквашування 341 ± 28 КУО/см³ на дев'яту годину ферментації реєстрували кількість дріжджів 22555 ± 1057 КУО/см³.

3. Встановлено, що упродовж десятидобового зберігання кефіру за режиму $t...+4 \pm 1^\circ\text{C}$, технологічні або органолептичні властивості кефіру можуть змінюватися через процеси розвитку дріжджової мікробіоти. При цьому кінетика розвитку їх залежала від початкового вмісту у свіжому продукті.

4. Кефір з початковим вмістом дріжджів 3,1 тис. КУО/см³ можна зберігати десять діб без зміни органолептичних властивостей. Кефірі за початкової кількості дріжджової мікробіоти 16,5 тис. КУО/см³ можна зберігати сім діб, а за початкової кількості дріжджів 23,4 тис. КУО/см³ не більше три доби.

5. Вади у кефірі появляються за його зберігання при кількості дріжджів більше 1×10^5 КУО/см³. При цьому якщо у свіжоприготовленому кефірі початкова кількість дріжджів близько 20 тис. КУО/см³ то термін його зберігання за режиму стандарту ($+4 \dots +6^\circ\text{C}$) значно скорочується, порівнюючи з свіжоприготовленим кефіром з кількістю дріжджової мікробіоти 3 – 5 тис. КУО/см³. Для збільшення терміну зберігання кефіру рекомендовано максимальну кількість дріжджів у готовому продукті не більше 5 тис. КУО/см³.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

Повітряне середовище та його роль у створенні сприятливих умов праці

Повітря залежно від хімічного складу, фізичних властивостей, наявності забруднюючих чинників може бути сприятливим, несприятливим або навіть небезпечним.

Сприятливим повітряне середовище в робочій зоні буває тоді, коли воно має відповідну чистоту, нормальні хімічні показники та нормальний мікроклімат.

Одиниця об'єму чистого атмосферного повітря містять у собі такі компоненти: азот 78,08 %, кисень 20,94 %, вуглекислий газ 0,04 %, аргон та інші інертні гази 0,94 % і водяну пару. При такому складі повітря організм людини перебуває у нормальному фізіологічному стані [80].

Органи дихання людини з повітря поглинають кисень і виділяють вуглекислий газ. Повітря, що вдихається, має понад 20 % кисню, а те, що видихається, містить в собі близько 10 % кисню. За один цикл дихання людина поглинає приблизно 20-25 % кисню, що входить до складу повітря [80].

Повітря є джерелом кисню, який потрібен людині для окислювальних процесів і підтримування життєдіяльності.

Доросла людина протягом доби вдихає 15-20 м³ повітря, що супроводжується поглинанням кисню й виділенням вуглекислого газу. Людині у стані спокою потрібно близько 350 мл кисню на хвилину. Коли збільшується м'язова напруга потреба, організму в кисні значно зростає. Згідно з санітарними нормами вміст кисню у робочій зоні має становити не менш 20 % за об'ємом [80].

Різко падає продуктивність праці при зниженні кисню до 16-18 %, настає посилене серцебиття і задишка, а вже при наявності кисню 12-15 % неможливо виконувати фізичну працю бо настає явище ядухи, а при 9 % настає запаморочення і смерть від кисневого голодування (аноксемія) [80].

Гігієнічний стан повітря у виробничих умовах оцінюється за вмістом вуглекислого газу. Вуглекислий газ у незначних кількостях, відіграє роль фізіологічного стимулятора дихання, а у значних кількостях може спричинити смерть [80].

Доросла людина протягом 1 год. виділяє до 23 л вуглекислого газу. Вміст вуглекислого газу у робочій зоні має не перевищувати 0,5 % за об'ємом. У великих концентраціях він чинить токсичну дію. При наявності його 10 % і вище може настати непритомний стан, а 20 % може призвести до смертельних наслідків через ядуху і порушення окислювального відновлювальних процесів [80].

Дуже небезпечним є оксид вуглецю, бо поглинається організмом у 300 разів сильніше ніж кисень, утворюючи стійку сполуку карбоксигемоглобін. Допустимий вміст оксиду вуглецю становить 0,0016 % за об'ємом повітря, 0,01 % призводить до хронічних отруєнь, 0,12 % - до втрати свідомості, паралічу дихання й смерті. Оксид вуглецю має отруйну дію, призводить до набряку легеневої тканини, подразнення бронхів, гранично допустима концентрація його не має перевищувати 0,0001 % [80].

Азот є основною складовою частиною атмосферного повітря. Розчиняючи кисень в атмосферному повітрі, азот знижує його токсичну дію на організм при надмірному парціальному тиску кисню [80].

В умовах підвищеного тиску азот веде себе як наркотична отрута, призводить до галюцинацій і втрати свідомості.

Мікроклімат виробничих приміщень - це клімат, який визначається діючим на організм людини поєднанням температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температури навколишніх поверхонь [80].

Мікроклімат (від грецького micros - малий) - це фізична характеристика метеорологічних чинників в обмеженому просторі (приміщення, кабіна, галявина), що забезпечує тепловий обмін між тілом людини і зовнішнім середовищем.

Гігієнічне нормування умов праці розроблено для нагріваючого та охолоджуючого мікроклімату.

Нагріваючий мікроклімат - це таке сполучення його параметрів, за яких має місце порушення теплообміну людини з навколишнім середовищем, що проявляється у накопиченні тепла в організмі або збільшенні втрат його шляхом випаровування поту (понад 30 С) у загальній структурі теплового балансу [80].

Охолоджуючий мікроклімат - це таке сполучення його параметрів, за яких має місце зміна тепловіддачі організму до навколишнього середовища, що призводить до створення загального чи локального дефіциту тепла у глибоких та поверхневих шарах тканин організму ("ядра" або "оболонки").

Тепловий стан людини оцінюється відповідно до методичних рекомендацій МОЗ №5168-90 "Оцінка теплового стану людини з метою обґрунтування гігієнічних вимог до мікроклімату робочих місць та заходів профілактики переохолодження та перегрівання".

Нормативні величини за показниками мікроклімату визначені за інтегральним показником WBGT — індекс — міжнародний стандарт ISO 7243 [80].

WBGT – індекс – емпіричний інтегральний показник, що враховує сполучений вплив температур повітря, швидкості його руху, вологості та теплового випромінювання з навколишнього середовища (індекс теплового навантаження середовища) [80].

Теплове випромінювання, що перевищує 1200 Вт/м², оцінює умови праці як шкідливі та небезпечні незалежно від величини WBGT - індексу . Клас шкідливості та небезпечності умов праці оцінюється за найбільш вираженим показником WBGT— індексу. При дії на працюючих одночасно

двох чинників одного ступеня умови праці переводять до наступного ступеня шкідливості .

Для забезпечення середньозмінного термічного напруження працюючих на допустимому рівні сумарна тривалість їх діяльності протягом робочої зміни має складати 7,5,3 та 1 годину, відповідно до 1-4 ступеня шкідливості умов праці.

Загальна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності встановлюється за найвищим класом та ступенем шкідливості. За умов скороченого часу контакту праця може оцінюватися як менш шкідлива, але не нижче класу 3.1 [80].

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Застосування спеціальних способів кулінарної обробки для зниження вмісту радіонуклідів в молочних продуктах

Радіонукліди у харчах, зокрема в молочних продуктах, є серйозною проблемою, особливо після радіаційних аварій чи інших подій, що призводять до забруднення навколишнього середовища радіоактивними матеріалами. Це підвищує ризик для здоров'я людини, оскільки радіонукліди можуть накопичуватись в тканинах і призводити до радіаційного впливу [81].

Спеціальні способи кулінарної обробки можуть виявитися корисними для зниження вмісту радіонуклідів у молочних продуктах. На першому етапі важливо розуміти, які саме радіонукліди присутні, оскільки різні методи можуть бути ефективні для різних речовин [81].

Молоко, вершки, кисломолочні продукти здатні акумулювати радіонукліди. Основна частина їх з'єднується з білками і міститься в білково-ліпідних оболонках. Тому вміст радіоактивного стронцію-90, цезію-137 є більш низьким у молочних продуктах з високим вмістом жирів. При виробництві з молока кисломолочних продуктів утворюються маслянка та сироватка, в яких залишається основна частина радіонуклідів, що містяться у молоці. Тому перед вживанням їх треба спеціально обробляти осаджувачами

радіоактивних речовин. Так можна вилучити до 90% стронцію-90. При виробництві вершків багато радіоактивних речовин (стронцій, цезій) переходить у маслянку. Промиванням вершків водою, а потім знежиреним молоком, яке не містить радіонуклідів, можна майже в 10 разів зменшити в них вміст радіоактивних речовин [81].

Сири із жирного і знежиреного молока мають великий вміст білків, які концентрують радіонукліди, особливо міцний комплекс з білками утворює стронцій-90. Сири, вироблені найбільш поширеним сичужно-кислотним способом, містять більше радіонуклідів, ніж ті, що виготовлені кислотним способом. При останньому способі виробництва сирів з молока вилучають більш як 90% початкового вмісту цезію-137 [81].

Різні типи радіонуклідів можуть мати різний вплив на молоко та його похідні продукти. Наприклад, йод-131 може швидко акумулюватись у молоці, тоді як цезій-137 може залишатись у продуктах довший час. Розуміння цих характеристик є важливим для вибору ефективних методів обробки.

Способи зниження вмісту радіонуклідів у молочних продуктах:
Ультразвукова обробка: Вона може бути корисною для розбиття атомів та молекул, але ефективність для різних типів радіонуклідів може варіювати.

Термічна обробка: Підвищення температури приготування може допомогти знизити вміст радіонуклідів у молочних продуктах, але потребує уважного контролю, оскільки не всі радіонукліди однаково чутливі до тепла.

Фільтрація та осадження: Використання спеціальних фільтрів або процесів осадження може бути ефективним для виділення радіонуклідів із молочних продуктів. Основна частина радіонуклідів зв'язана з білками і знаходиться в плазмі в розчиненому стані (за винятком йоду). Тому концентрація ^{90}Sr і ^{137}Cs в молочних продуктах тим нижча, чим більший вміст в них молочного жиру. Звичайна переробка молока в молочні - кислі продукти (вершки, сметану, сир, масло) знижує концентрацію в них радіонуклідів [81].

Після сепарування 85-90 % радіонуклідів з цільного молока залишається у відстійниках, 8-16 – у вершках. Двох-трьох разове промивання вершків теплою водою та обезжиреним молоком зменшує вміст у них стронцію-90 більше ніж у 50 разів. При переробці сметани і вершків на масло основна кількість радіоактивних речовин переходить у маслянку і промивну воду [81].

Ефективним методом “дезактивації” продуктів є перетоплення вершкового масла, при якому вдається практично повністю знищити білково-ліпідні оболонки. Переробка молока на сири, сухе і згущене молоко також суттєво зменшує вміст радіонуклідів. Особливо це стосується ^{131}I , тому що такі продукти можна зберігати 3 і більше місяців. За цей час весь радіоактивний йод розпадається (8 – 12 днів період напіврозпаду).

До 90 % ^{90}Sr можна видалити із сировотки осаджуванням трикальційфосфатом після підлучення гідроокисом натрію. Глибоке видалення ^{137}Cs може бути досягнуте електродіалізом молока через іонообмінні мембрани, використовуючи іонообмінні смоли та солі, які його активно зв’язують.

Молоко, яке має радіоактивне забруднення вище ТДР, слід переробляти на молочні продукти, які можна використовувати для харчових або кормових цілей залежно від забруднення. Важливість дотримання стандартів безпеки та регулювання: перед застосуванням будь-яких методів обробки для зниження вмісту радіонуклідів у молочних продуктах важливо враховувати стандарти безпеки і регулювання в цій області. Методи повинні бути науково обґрунтованими та перевіреними на ефективність безпеки харчових продуктів. Нині проводяться дослідження для розвитку нових методів обробки, спрямованих на зниження вмісту радіонуклідів у молочних продуктах, що може виявитися більш ефективними та безпечними.

Загальною метою є розробка та впровадження методів, які б забезпечували максимальну безпеку харчових продуктів для споживачів у випадках можливого забруднення радіонуклідами [81].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Hertzler, S.R.; Clancy, S.M. Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion. *J. Am. Diet. Assoc.* 2003, 103, 582-587.
3. Iraporda, C.; Romanin, D.E.; Rumbo, M.; Garrote, G.L.; Abraham, A.G. The role of lactate on the immunomodulatory properties of the nonbacterial fraction of kefir. *Food Res. Int.* 2014, 62, 247-253.
4. 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.
5. Rodrigues, K.L.; Caputo, L.R.G.; Carvalho, J.C.T.; Evangelista, J.; Schneedorf, J.M. Antimicrobial and healing activity of kefir and kefiran extract. *Int. J. Antimicrob. Agents* 2005, 25, 404-408.
6. Garrote, G.L.; Abraham, A.G.; De Antoni, G.L. Inhibitory Power of Kefir: The Role of Organic Acids. *J. Food Prot.* 2000, 63, 364-369.
7. Iraporda, C.; Júnior, M.A.; Neumann, E.; Nunes, Á.C.; Nicoli, J.R.; Abraham, A.G.; Garrote, G.L. Biological activity of the

non-microbial fraction of kefir: Antagonism against intestinal pathogens. *J. Dairy Res.* 2017, 84, 339–345.

8. Irigoyen, A.; Arana, I.; Castiella, M.; Torre, P.; Ibáñez, F. Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chem.* 2005, 90, 613–620.

9. Leite, A.M.O.; Leite, D.C.A.; Del Aguila, E.M.; Alvares, T.S.; Peixoto, R.S.; Miguel, M.A.L.; Silva, J.T.; Paschoalin, V.M.F.

Microbiological and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes. *J. Dairy Sci.* 2013, 96, 4149-4159.

10. Zajšek, K.; Goršek, A. Modelling of batch kefir fermentation kinetics for ethanol production by mixed natural microflora. *Food Bioprod. Process.* 2010, 88, 55-60.

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

12. De Vrese, M.; Keller, B.; Barth, C.A. Enhancement of intestinal hydrolysis of lactose by microbial β -galactosidase (EC 3.2.1.23) of kefir. *Br. J. Nutr.* 1992, 67, 67–75.

13. Юкало, В. Г., Дацишин, К. Є., Сторож, Л. А., & Семенишин, Г. М. (2021). ТЕХНОЛОГІЯ ПАСТИ СИРКОВОЇ З ГІДРОЛІЗАТОМ БІЛКІВ СИРОВАТКИ МОЛОКА. *Редакційна колегія*, 91.

14. Hamet, M.F.; Londero, A.; Medrano, M.; Vercammen, E.; Van Hoorde, K.; Garrote, G.L.; Huys, G.; Vandamme, P.; Abraham, A.G. Application of culture-dependent and culture-independent methods for the identification of *Lactobacillus kefirianofaciens* in

microbial consortia present in kefir grains. *Food Microbiol.* 2013, 36, 327-334.

15. ДСТУ 4417 : 2005 Кефір. Загальні технічні умови.

16. Guzel–Seydim, Z.; Seydim, A. C.; Greene, A. K. Organic Acids and Volatile Flavor Components Evolved During Refrigerated Storage of Kefir. *J. Dairy Sci.* 2000, 83, 275-277

17. Garrote, G.L.; Abraham, A.G.; De Antoni, G.L. Inhibitory Power of Kefir: The Role of Organic Acids. *J. Food Prot.* 2000, 3,364–369.

18. Leite, A.M.O.; Leite, D.C.A.; Del Aguila, E.M.; Alvares, T.S.; Peixoto, R.S.; Miguel, M.A.L.; Silva, J.T.; Paschoalin, V.M.F. Microbiological and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes. *J. Dairy Sci.* 2013, 96, 4149–4159.

19. Hamet, M.F.; Londero, A.; Medrano, M.; Vercammen, E.; Van Hoorde, K.; Garrote, G.L.; Huys, G.; Vandamme, P.; Abraham, A.G. Application of culture-dependent and culture-independent methods for the identification of *Lactobacillus kefiranofaciens* in microbial consortia present in kefir grains. *Food Microbiol.* 2013, 36, 327–334.

20. Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S., & Mazur, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216-222.

21. Pop, C.R.; Apostu, S.; Salanță, L.; Rotar, A.M.; Sindic, M.; Mabon, N.; Socaciu, C. Influence of Different Growth Conditions on the Kefir Grains Production, used in the Kefiran Synthesis. *Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. Cluj-Napoca Food Sci. Technol.* 2014, 71, 147–153.

22. Wszolek, M.; Tamime, A.; Muir, D.; Barclay, M. Properties of Kefir made in Scotland and Poland using Bovine, Caprine and Ovine Milk with Different Starter Cultures. *LWT* 2001, 34, 251–261.

23. Bajaj, A., Sharma, S., Regassa, H., Ameen, F., & Gudeta, K. (2023). Bio-Production of Fermented Dairy Products and Health Benefits: A Review Of the Current Scenario and Prospects.

24. Wouters JT, Ayad EH, Hugenholtz J, Smit G (2002) Microbes from raw milk for fermented dairy products. *Intl Dairy J* 12(2): 91-109.

25. Button JE, Dutton RJ (2012) Cheese microbes. *Curr Biol* 22(15): 587-589

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

27. Wodajo, Hiwot Desta, Biruk Alemu Gemedo, Wole Kinati, Annet Abenakyo Mulem, Anouka van Eerdewijk, and Barbara Wieland. "Contribution of small ruminants to food security for Ethiopian smallholder farmers." *Small Ruminant Research* 184 (2020): 106064.

28. Douphrate, David I., G. Robert Hagevoort, Matthew W. Nonnenmann, Christina Lunner Kolstrup, Stephen J. Reynolds, Martina Jakob, and Mark Kinsel. "The dairy industry: a brief description of production practices, trends, and farm characteristics around the world." *Journal of agromedicine* 18, no. 3 (2013): 187-197.

29. Witthuhn RC, Schoeman T, Britz TJ (2005) Characterisation of the microbial population at different stages of Kefir production and Kefir grain mass cultivation. *Intl Dairy J* 15(4): 383-389

30. 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.

31. 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.

32. de Paiva, I. M., da Silva Steinberg, R., Lula, I. S., de Souza-Fagundes, E. M., de Oliveira Mendes, T., Bell, M. J. V., ... & Neumann, E. (2016). Lactobacillus kefiranofaciens and Lactobacillus satsumensis isolated from Brazilian kefir grains produce alpha-glucans that are potentially suitable for food applications. *LWT-food science and technology*, 72, 390-398.

33.

https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/13874/1/statya_Ryabchenko.pdf

34. Taheur, F. B., Fedhila, K., Chaieb, K., Kouidhi, B., Bakhrouf, A., & Abrunhosa, L. (2017). Adsorption of aflatoxin B1, zearalenone and ochratoxin A by microorganisms isolated from Kefir grains. *International journal of food microbiology*, 251, 1-7.

35. Rajoka, M. S. R., Mehwish, H. M., Zhang, H., Ashraf, M., Fang, H., Zeng, X., ... & He, Z. (2020). Antibacterial and antioxidant activity of exopolysaccharide mediated silver nanoparticle synthesized by Lactobacillus brevis isolated from Chinese koumiss. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 186, 110734.

36. Curciarello, R., Canziani, K. E., Salto, I., Barbiera Romero, E., Rocca, A., Doldan, I., ... & Muglia, C. I. (2021). Probiotic lactobacilli isolated from kefir promote down-regulation of inflammatory lamina propria T cells from patients with active IBD. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 658026.

37. Sindi, A., Badsha, M. B., & Ünlü, G. (2020). Bacterial populations in international artisanal kefirs. *Microorganisms*, 8(9), 1318.

38. https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/19761/1/kefir_such_ashii_pogljad.pdf

39. Aryana, K. J., & Olson, D. W. (2017). A 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products. *Journal of dairy science*, 100(12), 9987-10013.

40. Лялик, А. Т., Покотило, О. С., Кухтин, М. Д., & Добровольська, С. Я. (2020). Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією

за різних умов зберігання. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, (1-1 (72)), 109-116.

41. Bourrie, B. C., Willing, B. P., & Cotter, P. D. (2016). The microbiota and health promoting characteristics of the fermented beverage kefir. *Frontiers in microbiology*, 7, 647.

42. Bórawski, P., Kalinowska, B., Mickiewicz, B., Parzonko, A., Klepacki, B., & Dunn, J. W. (2021). Changes in the Milk Market in the United States on the Background of the European Union and the World.

43. Story, M., & French, S. (2004). Food advertising and marketing directed at children and adolescents in the US. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 1, 1-17.

44. Chandan, R. C., & Kilara, A. (2015). Puddings and Dairy-Based Desserts. *Dairy processing and quality assurance*, 397-427.

45. Martin, N. H., Ranieri, M. L., Murphy, S. C., Ralyea, R. D., Wiedmann, M., & Boor, K. J. (2011). Results from raw milk microbiological tests do not predict the shelf-life performance of commercially pasteurized fluid milk. *Journal of dairy science*, 94(3), 1211-1222.

46. 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.

47. Serafeimidou, A., Zlatanov, S., Laskaridis, K., & Sagredos, A. (2012). Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts. *Food Chemistry*, 134(4), 1839-1846.

48. Floros, J. D., Newsome, R., Fisher, W., Barbosa-Cánovas, G. V., Chen, H., Dunne, C. P., ... & Ziegler, G. R. (2010). Feeding the world today and tomorrow: the importance of food science and technology: an IFT scientific review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(5), 572-599.

49. Tamime, A. Y. (2002). Fermented milks: a historical food with modern applications—a review. *European journal of clinical nutrition*, 56(4), S2-S15.

50. Chandan, R. C. (2011). Dairy ingredients for food processing: an overview. *Dairy ingredients for food processing*, 3-33.
51. Turkmen, N. (2017). Kefir as a functional dairy product. In *Dairy in human health and disease across the lifespan* (pp. 373-383). Academic Press.
52. Kesenkaş, H., Gürsoy, O., & Özbaş, H. (2017). Kefir. In *Fermented foods in health and disease prevention* (pp. 339-361). Academic Press.
53. Gao, X., & Li, B. (2016). Chemical and microbiological characteristics of kefir grains and their fermented dairy products: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1272152.
54. Sindi, A., Badsha, M. B., & Ünlü, G. (2020). Bacterial populations in international artisanal kefirs. *Microorganisms*, 8(9), 1318.
55. Третяк, С., & Кухтин, М. Д. (2022). Аналіз сливового наповнювача для виробництва молочних продуктів. *Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції „Стан і перспективи харчової науки та промисловості “*, 47-47.
56. Nielsen, B., Gürakan, G. C., & Ünlü, G. (2014). Kefir: a multifaceted fermented dairy product. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 6, 123-135.
57. Papadimitriou, K., Zoumpopoulou, G., Foligné, B., Alexandraki, V., Kazou, M., Pot, B., & Tsakalidou, E. (2015). Discovering probiotic microorganisms: in vitro, in vivo, genetic and omics approaches. *Frontiers in microbiology*, 6, 58.
58. Shi, X., Chen, H., Li, Y., Huang, J., & He, Y. (2018). Effects of kefir grains on fermentation and bioactivity of goat milk. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 22(1), 43-50.
59. Vieira, C. P., Rosario, A. I. L., Lelis, C. A., Rekowsky, B. S. S., Carvalho, A. P. A., Rosário, D. K. A., ... & Conte-Junior, C. A. (2021). Bioactive compounds from kefir and their potential benefits on health: a systematic review and meta-analysis. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021.
60. Kesenkaş, H., Gürsoy, O., & Özbaş, H. (2017). Kefir. In *Fermented foods in health and disease prevention* (pp. 339-361). Academic Press.

61. Carbonetto, B., Nidelet, T., Guezenec, S., Perez, M., Segond, D., & Sicard, D. (2020). Interactions between *Kazachstania humilis* yeast species and lactic acid bacteria in sourdough. *Microorganisms*, 8(2), 240.

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

63. Vieira, L. V., de Sousa, L. M., Maia, T. A. C., Gusmão, J. N. F. M., Goes, P., Pereira, K. M. A., ... & Gondim, D. V. (2021). Milk Kefir therapy reduces inflammation and alveolar bone loss on periodontitis in rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 139, 111677.

64. El Sayed, N. S., Kandil, E. A., & Ghoneum, M. H. (2021). Enhancement of insulin/PI3K/Akt signaling pathway and modulation of gut microbiome by probiotics fermentation technology, a kefir grain product, in sporadic Alzheimer's disease model in mice. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 666502.

65. Chen, H. L., Lan, Y. W., Tu, M. Y., Tung, Y. T., Chan, M. N. Y., Wu, H. S., ... & Chen, C. M. (2021). Kefir peptides exhibit antidepressant-like activity in mice through the BDNF/TrkB pathway. *Journal of Dairy Science*, 104(6), 6415-6430.

66. Sen, S., & Mansell, T. J. (2020). Yeasts as probiotics: Mechanisms, outcomes, and future potential. *Fungal Genetics and Biology*, 137, 103333.

67. Arslan, S. (2015). A review: chemical, microbiological and nutritional characteristics of kefir. *CyTA-Journal of Food*, 13(3), 340-345.

68. Al-Mohammadi, A. R., Ibrahim, R. A., Moustafa, A. H., Ismaiel, A. A., Abou Zeid, A., & Enan, G. (2021). Chemical constitution and antimicrobial activity of kefir fermented beverage. *Molecules*, 26(9), 2635.

69. 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. *Східно-європейський журнал передових технологій*, (1 (11)), 69-75.

70. Farnworth, E. R. (2006). Kefir—a complex probiotic. *Food Science and Technology Bulletin: Fu*, 2(1), 1-17.

71. Lindawati, S. A., Mahardika, G., Suardana, I. W., & Antara, N. S. (2018). Inhibition activities of angiotensin converting enzyme and amino acid kefir whey profile of skim milk fermented by kefir grains. *International research journal of engineering, IT & scientific research*, 4(5), 17-25.

72. Bengoa, A. A., Dardis, C., Gagliarini, N., Garrote, G. L., & Abraham, A. G. (2020). Exopolysaccharides from *Lactobacillus paracasei* isolated from kefir as potential bioactive compounds for microbiota modulation. *Frontiers in microbiology*, 11, 583254.

73. Puebla-Barragan, S., & Reid, G. (2021). Probiotics in cosmetic and personal care products: Trends and challenges. *Molecules*, 26(5), 1249.

74. Yeasts: a taxonomic study / T. Boekhout та ін. Elsevier Science & Technology Books, 2011. 2354 с.

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

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

77. Gao, J., Li, X., Zhang, G., Sadiq, F. A., Simal-Gandara, J., Xiao, J., & Sang, Y. (2021). Probiotics in the dairy industry—Advances and opportunities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 3937-3982.

78. 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.

79. Кравців Р.Й., Цісарик О.Й., Параняк Р.П., Дроник Г.В., Островський Я.Ю. Біохімія молока. Практикум – Львів: ТеРус, 2000. 150 с.

80. Винокурова Л.Е., Васильчук М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці: Підручник. К., 2001. 190 с.

81. Стручок, В. С. (2022). Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання.

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
(Словаччина)
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

Перкій Ю.Б., Болтик Н.П., Руциньська Т.М., Тихонова Б.Є. Контамінація золотистим стафілококом молока-сировини, яке надходить на переробні підприємства Тернопільської області	88
Труханович Т.С., Кухтин М.Д. Бактерицидні властивості нізину щодо Тест-культур s. Aureus і e. Coli	90
Дзюрбас Л.С. Пробіотичні мікроорганізми, які використовуються в технології виробництва кисломолочних продуктів	91
Криса П., Кравченко Х. Способи зберігання м'яса за виробництва консервів	93
Яремкевич О. С., Семенюк І. В., Карпенко О.В., Лубенець В. І. Антиоксидантні властивості гумінових кислот	94
Сеник М.Б., Кравченко Х.Ю. Використання шавлії для підвищення харчової цінності хліба	95
Когут Н.З., Вічко О.І., Кушнірук Н.В. Комплексні поліпшувачі для покращення хліба	96
СЕКЦІЯ: БЕЗПЕЧНІСТЬ І КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
Дмитруха Н.М., Короленко Т.К., Лагутіна О.С. Оцінка безпечності екстракту β -каротину "LYC-O-BETA" з гриба BLAKESLEA TRISPOR	97
Мадані М. Екологізація закладів ресторанного господарства як запорука мінімізації ризиків небезпек	100
Барська Н.М. Якість та безпека харчових продуктів в сучасних умовах	102
Коновалова С.О., Бегайдарова С.Ю. Впровадження системи HACCP на підприємствах харчової промисловості	104
Холмовой Ю.П., Лобанов Г.Г., Жигадло Є.В. Визначення кислотності молока методом кольориметричного титрування у хронометричному варіанті	106
Крупельницький Т.В., Соколюк В.М. Деякі аспекти безпечності і якості молока- сировини.	109
Марценюк В.П., Багрій-Заяць О.А., Сверстюк А.С., Климук Н.Я., Кравець Н.О., Кучвара О.М. Математичне моделювання відгуку опенціометричного біосенсора для визначення α -чаконіну	111
Кочетова Г.С., Салата В.З., Кухтин М. Д. Дослідження 17β -естрадіолу у молочних продуктах	115

Часто дезінфікуючі засоби використовуються для обробки різних об'єктів досить короткий період часу, зокрема, 1 хвилину або 30 секунд. Нами було вивчено інгібуючу дію на тест-культури мікроорганізмів протягом 30 секунд. Встановлено, що за вмісту *S. aureus* від 2,8 до 5,0 тис. культур в 1 мл поживного бульйону нізину у концентрації 1,5 % протягом експозиції 30 секунд повністю інгібував тест-культури мікроорганізмів. При дослідженні штамів *E. coli* через 30 секунд дії нізину у 1,5 % концентрації виявляли ріст даних мікроорганізмів у досліджуваному бульйоні при пересіві його на поживне середовище.

Отже, результат досліджень показали, що 1,5 % розчин нізину може бути використаний як діюча речовина у дезінфікуючих засобах для обробки різних об'єктів короткого та тривалого періоду дії для харчової промисловості для інгібування росту культур мікроорганізмів *S. aureus*. Для інгібуючої дії на культури мікроорганізмів *E. coli* необхідно застосовувати комбінацію нізину з хелаторами (EDTA), органічними кислотами, спиртами або іншими антибактеріальними речовинами для прояву синергійного бактеріцидного ефекту.

Література:

1. Ibarra-Sánchez, L. A., El-Haddad, N., Mahmoud, D., Miller, M. J., & Karam L. (2020). Invited review: Advances in nisin use for preservation of dairy products. *Journal of Dairy Science*, *103*(3), 2041–2052. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17498>
2. 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.
3. Santos, J. C. P., Sousa, R. C. S., Otoni, C. G., Moraes, A. R. F., Souza, V. G. L., Medeiros, E. A. A., Espitia, P. J. P., Pires, A. C. S., Coimbra, J. S. R., & Soares N. F. F. (2018). Nisin and other antimicrobial peptides: Production, mechanisms of action, and application in active food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *48*, 179–194. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.06.008>
4. Pyskiv, S. I., & Kuhtyn, M. D. (2018). Моніторинг вмісту нітратів у молоці. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, *20*(85), 41-45.

УДК 664

Л.С. Дзурбас, студентка

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя

ПРОБІОТИЧНІ МІКРООРГАНІЗМИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

L. Dzurbas, student

PROBIOTIC MICROORGANISMS USED IN THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF FERMENTED MILK PRODUCTS

З кожним роком культура харчування набуває нових тенденцій. Все частіше люди починають вживати їжу зі зменшеним вмістом цукру, глютену, шукаючи продукти, які зможуть допомогти зберегти здоров'я, підтримувати фізичну та розумову діяльність, сповільнювати процеси старіння.

Для забезпечення нормальної функції організму людини важлива роль відводиться мікроорганізмам, які утворюють симбіотичні взаємовідносини з ним. Взаємодія між організмом і мікроорганізмами-симбіотами охоплює обмін різними

хімічними речовинами та створює внутрішні екологічні зв'язки, які є необхідними для життя макроорганізму.

Порушення нормальної активності кишкової мікрофлори може призвести до серйозних фізіологічних проблем і сприяти розвитку різних захворювань. Таким чином, збереження здоров'я людини включає в себе підтримку здорової кишкової мікрофлори.

Останнім часом, великий інтерес виявляється до кисломолочних продуктів, які містять пробіотики та пребіотики.

Ферментовані молочні продукти грають ключову роль у постачанні організму пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють збереженню та відновленню балансу мікробної екології в організмі людини. До числа пробіотичних культур, які мають корисний вплив на організм споживача і сприяють нормалізації складу і функцій мікрофлори шлунково-кишкового тракту, входять різні види лакто- та біфідобактерій, такі як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, а також різні види *Bifidobacterium*, включаючи *B. adolescentis*, *B. animalis ssp. lactis*, *B. bifidum*, *B. longum* і *B. breve*.

Біфідо- та лактобактерії займають провідне положення у підтримці балансу та стабілізації гомеостазу через надійну адгезію до слизової оболонки кишечника і визначають ключові фактори життєдіяльності для інших мікроорганізмів. Обидва види бактерій виробляють молочну кислоту, що впливає на рівень кислотності у шлунково-кишковому тракту і на слизових оболонках статевих шляхів.

Під час виробництва пробіотичних кисломолочних продуктів виникають труднощі в отриманні і використанні заквасок, що містять біфідобактерії. Низька швидкість їхнього росту, нестійкість у низькокислому середовищі та контакт з киснем у повітрі ускладнюють процес розвитку біфідобактерій під час виробництва кисломолочних продуктів з біфідогенними властивостями. Однак використання композицій лактобактерій з певними властивостями створює сприятливі умови для зростання і розвитку біфідобактерій.

Було розроблено молекулярно-біологічні методи для відбору бактеріальних культур, які використовуються для ідентифікації бактеріальних штамів, що належать до родів *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus* і *Enterococcus*. Проведено дослідження штамів *S. thermophilus* з погляду їхніх технологічних і пробіотичних властивостей та визначено найбільш перспективні культури для використання як заквасок під час виробництва кисломолочних продуктів загального і функціонального призначення.

Серед штамів лактобактерій, що були досліджені, виявлено високий рівень зброджування лактози молока при використанні культур *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і *S. Thermophilus*. Штам *S. thermophilus* CT-14 володіє найвищою активністю β -галактозидази, яка сприяє утворенню біфідогенних продуктів розкладу лактози. Ці продукти сприяють зростанню біфідобактерій і підвищенню їхньої активності.

Якість харчового продукту з пробіотичними властивостями повинна відповідати всім вимогам нормативної документації, що стосуються його органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних характеристик. Особлива увага приділяється пробіотичній активності. Мінімальна кількість молочнокислих мікроорганізмів повинна бути не менше 10^7 КУО/г, а біфідобактерій - не менше 10^6 КУО/г.

Якість готового продукту з пробіотичними властивостями значною мірою залежить від якості бактеріальної сухої закваски, молока та інших сировин, які входять до складу цього продукту. Для створення якісного продукту важливо враховувати технологічні особливості бактеріальних заквасок у виробництві і їхню стабільність під час культивування, з урахуванням збереження всіх властивостей на протязі різних етапів виробництва та під час зберігання в звичайних умовах. Біопрепарати повинні відповідати вимогам нормативної документації протягом усього строку придатності.