МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ҐЖИЦЬКОГО

Факультет харчових технологій та біотехнології

Кафедра технології молока і молочних продуктів

До захисту допущено
Завідувач кафедри
_____ Орися ЦІСАРИК
(підпис) (ім'я та прізвище)
«16» 12 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 181 Харчові технології
освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування і переробки молока»
на тему: «ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ЗАКВАШУВАЛЬНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ»

Виконавець:
здобувач Матвіїшин Олег Тарасович
Керівник:
Сливка Ірина Миколаївна
Рецензент:
Сімонова Ірина Іллівна

Львів – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ҐЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнології
Кафедра Технології молока і молочних продуктів
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 181 Харчові технології
Освітньо-професійна програма Технології зберігання, консервування і переробки молока

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Орися ЦІСАРИК
(підпис) (ім'я та прізвище)
«16» 03 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти
Матвіїшину Олегу Тарасовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1.Тема роботи: «ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ЗАКВАШУВАЛЬНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ»
Керівник роботи:
Сливка Ірина Миколаївна, к.с-г.н., доцент
(прізвище ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від «20» «03» 2024 року
№ 203-4
2. Строк подання здобувачем роботи _____
3. Вихідні дані до роботи: Технологічна інструкція та ДСТУ 4343:2004 Йогурти. Загальні технічні умови.
4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити): включає вступ, огляд літератури, матеріали і методи досліджень, результати власних досліджень та їх обговорення, економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки, висновки і рекомендації виробництву, список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (таблиці, рисунки, графіки). Представлення результатів кваліфікаційної роботи у вигляді мультимедійної презентації.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,3	Сливка І.М.		
4	доц. Дубіна М.П.	18.12.2024	

7. Дата видачі завдання: «___»_____ 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ	Вересень 2024 р.	Виконано
1.	Огляд літератури	Вересень 2024 р.	Виконано
2.	Матеріали та методи дослідження	Жовтень 2024 р.	Виконано
3.	Результати власних досліджень та їх обговорення	Жовтень-Листопад 2024 р.	Виконано
4.	Економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки	Листопад 2024 р.	Виконано
	Висновки та рекомендації виробництву	Листопад 2024 р.	Виконано

Здобувач _____ **Олег МАТВІЇШИН**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ **Ірина СЛИВКА**
(підпис) (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ 5

ВСТУП 7

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 10

1.1. Технологія виробництва традиційного йогурту 12

1.2. Удосконалення технології виробництва традиційного йогурту 17

1.3. Мікробіальні культури, які використовуються для виробництва ферментованих молочних продуктів 20

1.4. Пробіотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів 23

1.5. Стан споживчого ринку молока та молочних продуктів та інноваційні підходи при розробленні технологій йогуртів 27

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ 32

2.1. Опис сировини 33

2.2. Методи дослідження 34

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ 45

3.1. Встановлення оптимального співвідношення лактобактерій в склад бактеріального препарату 42

3.2. Дослідження властивостей готового продукту 53

4. ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ 60

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 64

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 66

АНОТАЦІЯ

В склад пробіотичних продуктів входять мікроорганізми та речовини мікробного походження, що при споживанні проявляють сприятливий вплив на фізіологічні функції та біохімічні реакції організму людини шляхом оптимізації його мікробіологічного статусу.

Тому і сьогодні з широкого асортименту молочної продукції для нормалізації обміну речовин та процесів травлення перевага надається традиційним кисломолочним продуктам. Одними з яскравих представників є йогурт, ряжанка, кефір та інші.

Збереження лідерства в молочній промисловості вимагає хорошої орієнтації на споживача в умовах швидко мінливих тенденцій споживчого ринку та ціноутворення, коли продукція виробляється в умовах жорсткої конкуренції. При виробленні продуктів із вже звичними назвами необхідно постійно шукати нові ідеї для підтримки та покращення їхньої якості, продовження термінів придатності з метою збільшення реалізації обсягів виробництва.

Основний момент отримання високоякісних кисломолочних продуктів із пробіотичними властивостями та тривалим терміном зберігання це ретельний підбір заквашувальної культури.

Ключовим моментом технологічного процесу виробництва різних кисломолочних продуктів є – утоворення згустку (згортання молока).

Тому з метою вибору оптимального співвідношення лактобактерій в складі бактеріального препарату, що в першу чергу впливають на характер згустку, було вивчено різні за складо бакте1ріальні препарати та їх вплив на процеси ферментації.

***Ключові слова**: технологія, йогурт, кисломолочний продукт, молочнокислі бактерії, пробіотики*

ANNOTATION

The composition of probiotic products includes microorganisms and substances of microbial origin, which when consumed have a beneficial effect on the physiological functions and biochemical reactions of the human body by optimizing its microbiological status.

Today, preference is given to traditional fermented milk products to normalize metabolism and digestive processes. Some of the prominent representatives are yogurt, fermented baked milk, kefir, and others.

Maintaining leadership in the dairy industry requires good customer orientation in the face of rapidly changing consumer market trends and pricing, when products are produced under conditions of fierce competition. When producing products with already familiar names, it is necessary to constantly look for new ideas to maintain and improve their quality, extend shelf life in order to increase the realization of production volumes.

The main point of obtaining high-quality fermented milk products with probiotic properties and a long shelf life is the careful selection of the fermentation culture.

Therefore, in order to select the optimal ratio of lactobacteria in the composition of the bacterial preparation, which primarily affects the nature of the clot, bacterial preparations of different compositions were selected and their effect on fermentation processes was studied.

Key words: technology, yogurt, fermented milk product, lactic acid bacteria, probiotic.

ВСТУП

Функціональні молочні продукти з пробіотичними властивостями — це категорія харчових продуктів, які мають не лише харчову цінність, а й проявляють позитивний вплив на здоров'я людини завдяки вмісту пробіотиків [1-3].

Пробіотики — це живі мікроорганізми (зазвичай бактерії або дріжджі), які при достатньому споживанні позитивно впливають на мікрофлору кишечника та загальний стан організму [2].

Характеристики функціональних молочних продуктів з пробіотиками:

1. **Склад**:
   - Основою є молоко (коров'яче, козине, овече) або його похідні (сироватка, молочні суміші).
   - Пробіотики: Lactobacillus (наприклад, *L. acidophilus*, *L. casei*), Bifidobacterium (*B. lactis*, *B. bifidum*), дріжджі (*Saccharomyces boulardii*).
   - Інколи додаються пребіотики (речовини, що стимулюють ріст пробіотиків) — інулін, олігосахариди.
2. **Призначення**:
   - Відновлення та підтримка мікрофлори кишечника.
   - Зміцнення імунітету.
   - Покращення травлення.
   - Профілактика захворювань (дисбактеріозу, кишкових інфекцій, запалень).
3. **Типи функціональних продуктів**:
   - Йогурти (з живими культурами).
   - Кефір (наприклад, з підвищеним вмістом пробіотичних культур).
   - Біфідойогурти або біокефіри (з додаванням біфідобактерій).
   - Сирки (з додатковими пробіотичними властивостями).
   - Ферментовані молочні напої (айран, ряжанка, закваски).

- Дитяче харчування (молочні суміші з пробіотиками).

Користь функціональних молочних продуктів з пробіотиками:

1. **Підтримка здоров'я шлунково-кишкового тракту**:
   - Відновлюють баланс мікрофлори кишечника після прийому антибіотиків.
   - Знижують ризик розвитку синдрому подразненого кишечника та закрепів.
2. **Зміцнення імунітету**:
   - Пробіотики стимулюють імунну відповідь організму, підвищуючи стійкість до інфекцій.
3. **Детоксикація**:
   - Сприяють виведенню токсинів та шкідливих речовин.
4. **Профілактика метаболічних розладів**:
   - Знижують рівень "поганого" холестерину.
   - Покращують обмін речовин.
5. **Зменшення ризику алергій**:
   - Позитивно впливають на розвиток толерантності до алергенів.
6. **Покращення засвоєння поживних речовин**:
   - Сприяють кращому засвоєнню кальцію, заліза, вітамінів [1-4].

Вимоги до якості функціональних продуктів:

1. **Висока концентрація пробіотиків**:
   - Мінімум 10^6–10^7 КУО (колонієутворюючих одиниць) в 1 г продукту для забезпечення ефекту.
2. **Живі мікроорганізми**:
   - Пробіотики мають бути життєздатними протягом усього терміну придатності.
3. **Натуральність**:
   - Використання натуральних інгредієнтів без штучних консервантів.
4. **Контрольований термін придатності**:

• Продукти з пробіотиками мають коротший термін зберігання через чутливість бактерій або навпаки довший через синтез бактеріоцинів, які інгібують ріст і розвиток патогенних та умовно-патогенних бактерій.

Перспективи розвитку ринку:

Попит на функціональні молочні продукти постійно зростає через збільшення зацікавленості споживачів у здоровому харчуванні. Основні тренди включають [7]:

- Розробку продуктів для дітей та літніх людей.
- Створення безлактозних або з низьким вмістом цукру продуктів.
- Інновації у виробництві з використанням нових штамів пробіотиків.

Функціональні продукти з пробіотиками мають великий потенціал у галузі медицини, дієтології та профілактики захворювань.

Ацидофільна паличка (*Lactobacillus acidophilus*) — це вид молочнокислих бактерій, який належить до роду *Lactobacillus*. Вона є природним мешканцем шлунково-кишкового тракту, ротової порожнини та інших слизових оболонок людини. Ацидофільна паличка широко використовується у виробництві пробіотиків, функціональних продуктів харчування та для підтримки здоров'я людини. Часто використовуються у функціональних продуктах, таких як йогурти, кефір, закваски, а також у пробіотичних добавках [7].

Роль ацидофільної палички для здоров'я людини:

1. **Підтримка здорової мікрофлори кишечника**:

• Бере участь у формуванні здорової кишкової мікробіоти, витісняючи шкідливі бактерії (наприклад, *Escherichia coli, Clostridium difficile*).

2. **Зміцнення імунної системи:**

• Стимулює імунну відповідь організму через активацію імунних клітин, таких як макрофаги.

- Знижує ризик інфекцій та запальних процесів у кишечнику.

3. Профілактика та лікування дисбактеріозу:

- Допомагає відновлювати баланс мікрофлори після прийому антибіотиків, які знищують не лише патогени, але й корисні бактерії.

4. **Поліпшення травлення**:

- Ацидофільна паличка розщеплює лактозу, що корисно для людей з частковою лактозною непереносимістю.
- Підвищує засвоєння корисних речовин, таких як кальцій і вітаміни.

5. **Антимікробна дія**:

- Виробляє молочну кислоту, перекис водню та природні антибіотики (бактеріоцини), які пригнічують ріст патогенів.

6. **Покращення психічного здоров'я**:

- Завдяки зв'язку "кишечник–мозок", ацидофільна паличка може знижувати тривожність і покращувати настрій через регуляцію вироблення серотоніну.

7. **Профілактика хронічних захворювань**:

- Знижує рівень "поганого" холестерину (LDL) і допомагає запобігати розвитку серцево-судинних захворювань.
- Може знижувати ризик розвитку колоректального раку [1-4,7,19].

Джерела ацидофільної палички:

1. **Функціональні продукти харчування**:

- Йогурти, кефір, кисле молоко, біфідойогурти.

2. **Пробіотичні добавки**:

- Продаються у вигляді капсул, порошків або рідких форм.

3. **Натуральні ферментовані продукти**:

- Квашена капуста, місо, темпе.

Протипоказання та обмеження:

- **Індивідуальна непереносимість**: у деяких людей може викликати алергічні реакції або дискомфорт у кишечнику.
- **Імунодефіцитні стани**: у пацієнтів із тяжкими імунодефіцитами використання пробіотиків, зокрема ацидофільної палички, потребує консультації з лікарем.

Ацидофільна паличка (*Lactobacillus acidophilus*) є важливим компонентом для підтримки здоров'я людини. Її регулярне вживання у складі функціональних продуктів або пробіотичних добавок допомагає зміцнювати імунітет, покращувати травлення та знижувати ризик багатьох захворювань [1-4].

Метою кваліфікаційної роботи є підбір та обґрунтування складу заквашувального препарату для виробництва йогурту з пробіотичними властивостями.

Для виконання роботи були поставлені такі завдання:

- провести підбір складу бактеріального препарату із різним співвідношенням лактобактерій для забезпечення оптимального перебігу ферментаційного процесу;
- встановити дозу бактеріального препарату для забезпечення найкращих споживчих властивостей йогурту;
- здійснити аналіз готового продукту за основними фізико-хімічними та органолептичними показниками та провести аналіз щодо мікробіологічної безпеки продукту;
- на основі проведених досліджень розробити технологічну схему виробництва продукту;
- підсумувати аналіз проведених досліджень та розробити пропозиції для виробництва йогурту у промислових умовах.

РОЗДІЛ І

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Технологія виробництва традиційного йогурту

Йогурт є найпопулярнішим кисломолочним напоєм серед споживачів, його споживає понад 40 % населення України [40].

Кисломолочними називають продукти, виготовлені сквашуванням пастеризованого молока або вершків чистими культурами молочнокислих бактерій з додаванням або без додавання дріжджів чи оцтовокислих бактерій. У процесі сквашування під впливом молочнокислих бактерій, ферментів та інших агентів відбуваються хіміко-фізичні зміни складових частин молока [39,40].

Кисломолочні продукти є дуже важливою складовою раціону сучасної людини. Вони містять в своєму складі біологічно-активні речовини, що виробляються в процесі сквашування молочних продуктів, наприклад бактерицидні компоненти, антибіотики (нікозін, нізін), ферменти (галактозидаза, лактатдегідрогеназа), вітаміни (B_1, B_2, B_6, B_{12}, фолієва кислота, пантотенова кислота). Молочна кислота, що утворюється під час ферментації молока, має бактерицидну дію в стимулюванні зросту нормальної мікрофлори кишечника і перешкоджанні зросту патогенних бактерій, гнилісної та газоутворюючої флори. Під час присутності цієї кислоти покращується всмоктування кальцію, фосфору та заліза. А при щоденному споживанні кисломолочних продуктів можливо запобігти розвитку онкологічних захворювань [19].

Ферментовані молочні продукти багаті пробіотиками – живими культурами бактерій, які пригнічують ріст патогенних і умовно-патогенних представників мікрофлори кишечника, нормалізують розщеплення та всмоктування поживних речовин. Доведено підвищення переносимості негативних психоемоційних факторів та пригнічення явища тривоги і стресу [16].

Йогурти за способом виробництва поділяють на термостатні та резервуарні, а їх виробництво різними способами відрізняється технологічними процесами, обладнанням технологічної лінії, температурними режимами на деяких технологічних операціях, внесенням наповнювачів та використанням заквасок різного складу [19].

Технологію виробництва йогурту *термостатним способом* реалізують наступним чином. Відібране молоко знаходиться в ємності, з якої насосом його подають в резервуар для нормалізації суміші. Після чого воно надходить в балансувальний бачок для рівномірної подачі молока насосом в пастеризаційно-охолоджувальну установку, у якій проводять пастеризацію з необхідною витримкою та підігрів. Підігріте молоко направляють спочатку в сепаратор, а потім – на гомогенізатор. Очищену і гомогенізовану суміш пастеризують при 92 °С з витримкою 8 хв в ємності для витримування. Потім молоко та закваска надходить в резервуар для молока і далі їх подають в пластинчастий охолоджувач, де відбувається охолодження. Заквашену суміш фасують у тару у фасувальному автоматі. Сквашування проводять у термостатній камері при температурі 40–45 °С, тривалість сквашування 3–4 години. Готовий продукт охолоджують до температури 4–6 °С в холодильній камері [19].

Технологію виробництва йогурту *резервуарним способом* реалізують наступним чином. Нормалізоване молоко, охолоджене до 4–6 °С, з ємності для молока насосом подають у вирівнювальний бачок, а потім в пастеризаційно-охолоджувальну установку насосом направляють в секцію I регенерації теплообмінника, звідки підігріте до 30 °С молоко надходить до сепаратора. Очищене молоко під тиском надходить в секцію II регенерації теплообмінника, після чого його направляють в секцію пастеризації для нагріву до 85 °С. Далі направляють в гомогенізатор, де під тиском 20 МПа воно гомогенізується та надходить в ємність для витримки молока, де витримується 5 хвилин. Молоко,

охолоджене до температури заквашування (23 °С) насосом надходить в ємність для йогурту, куди попередньо за допомогою насоса потрапляє закваска, яку виробляють в заквасочнику. Заквашування відбувається до кислотності 85–90 °Т, потім згусток перемішують змішувачем і тут же охолоджують до 20 °С та залишають у спокої для дозрівання на 6–10 годин [18-20].

Головною перевагою термостатного способу виробництва йогурту є отримання продукції традиційної непорушної консистенції. Для операторів ринку такий спосіб є більш трудомістким і витратним, а також він характеризується меншою продуктивністю праці і готовий кисломолочний продукт є більш привабливим за зовнішнім виглядом [18].

Резервуарний спосіб виробництва є більш поширеним в Україні у зв'язку з тим, що він є менш витратним, крім цього, є можливість повністю механізувати та автоматизувати процес. Значна перевага резервуарного способу перед термостатним проявляється при великих обсягах виробництва, тобто на великих заводах та підприємствах, але недоліком цього способу вважають отримання продукту з порушеним згустком і в міру рідкою консистенцією [19].

У формуванні структури та смаку велику роль відіграють мікроорганізми – молочнокислі бактерії, які виступають в ролі заквашувального консорціуму – зазвичай при виготовленні йогурту виробники обмежуються традиційним симбіозом молочнокислих бактерій, використовуючи характерні мікроорганізми *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (болгарську паличку) та *Streptococcus salvarius subsp. thermophilus* (термофільний стрептокок) [18]. Також в технології йогуртів використовують додатково іншу мікрофлору – біфідобактерії (*Bifidobacterium bifidum*) та ацидофільну паличку (*Lactobacillus acidophilus*) [40].

При виготовленні йогурту використовують молоко з кислотністю не вище 19 °Т, за редуктазною пробою не нижче І класу, за механічною забрудненістю не нижче І групи [18,19].

Загальна технологічна схема виробництва кисломолочних продуктів має наступний вигляд:

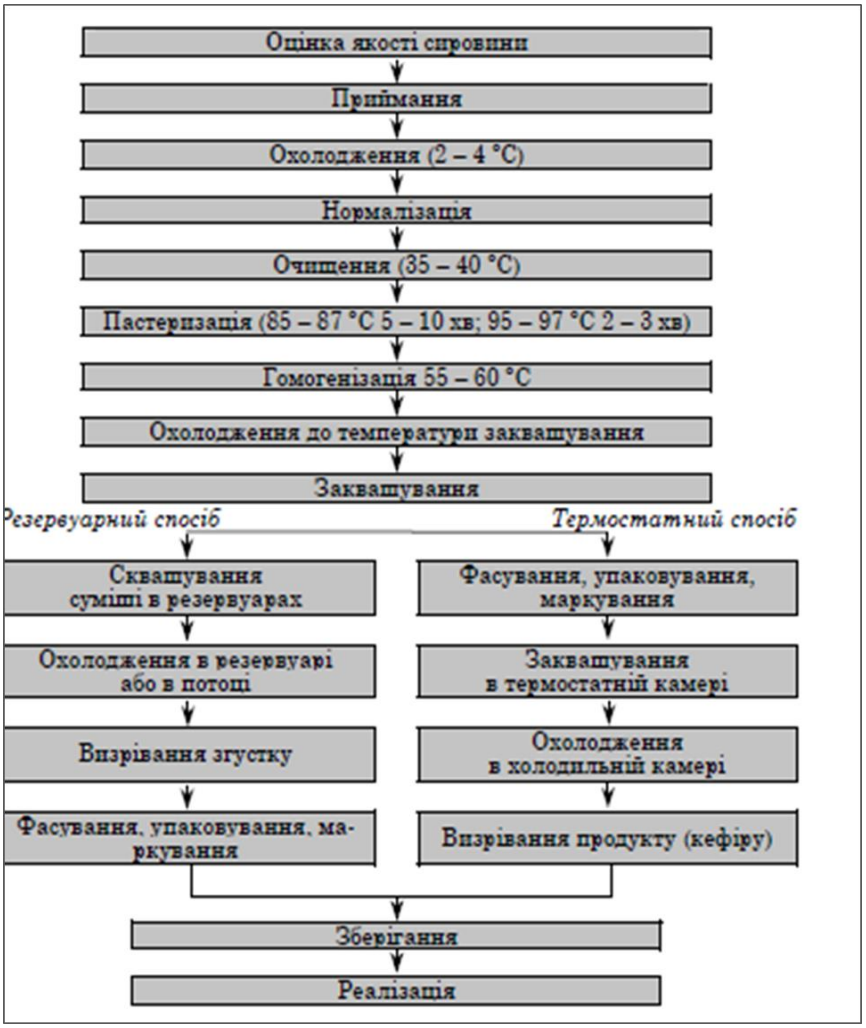


Рис. 1.1 Загальна технологічна схема виробництва йогурту

У технології кисломолочних продуктів, в т.ч. і йогуртів важливе значення має режим пастеризації молока, при виборі якого треба враховувати фізико-хімічні зміни складових частин молока під впливом температури. Нагрівання молока в межах 55 –60 °С спричинює різке гальмування розвитку молочнокислих бактерій. Це пояснюється тим, що різко знижується дисперсність колоїдної системи. Значно збільшуються частки казеїну, стаючи менш доступними для перетравної

дії молочнокислих бактерій. Крім того, фізико-хімічні властивості складових молока в результаті обробки за різних температур істотно впливають на консистенцію кисломолочних напоїв. Найоптимальніший режим пастеризації для кисломолочних продуктів — це температура 85 – 87 °С з витримуванням протягом 5 – 10 хв або 90 – 92 °С з витримуванням 2 – 3 хв. При цьому підвищуються гідрофільні властивості білків молока і зі згустку не відділяється сироватка. Поліпшення консистенції йогурту спостерігається при збільшенні коагуляції сироваткових білків, які входять у згусток, утворений казеїном під дією молочної кислоти. Але високі температури пастеризації або надто тривале витримування молока за високих температур, коли під дією теплоти повністю коагулюють сироваткові білки, не поліпшують консистенцію кисломолочних продуктів. Теплова обробка молока поєднується з гомогенізацією, яка за температури не нижче 55 °С і тиску 17,5 МПа поліпшує консистенцію продукту і запобігає відокремленню сироватки [18-20].

Після гомогенізації і пастеризації молоко негайно охолоджують до потрібної температури залежно від виду продукту. Охолоджене молоко надходить у ємність для заквашування. Бактеріальну закваску вносять зразу після охолодження молока. Не можна допускати розриву в часі, щоб уникнути розвитку небажаної мікрофлори [19].

Наповнювачі вносять в охолоджену до температури сквашування суміш при постійному перемішуванні, яке закінчують через 15 хв. після їх внесення.

При термостатному способі після внесення закваски в молочну основу, її негайно розливають у тару, закривають і поміщають у термостат, де підтримується оптимальна температура для розвитку молочнокислих культур [19].

При сквашуванні відбувається частковий гідроліз білків з утворенням вільних амінокислот, з'являються метаболіти, які значно змінюють біофізичну

структуру міцел казеїнаткальційфосфатного комплексу (ККФК) та біоактивність мінеральних солей. Все це призводить до коагуляції казеїну з утворенням молочного згустку [18].

1.2. Удосконалення технології виробництва традиційного йогурту

Хоча технології виробництва йогурту є схожими, проте дослідники не зупиняються і винаходять нові рецептури для того, щоб підвищити поживну (харчову) цінність та функціональні властивості готового продукту. Для цього в склад йогурту вводять різні наповнювачі та добавки, а особливо ті, які підвищують їх оздоровчі властивості [20].

Андрушків К.О. вперше розробила «рецептуру йогурту з екстрактом чебрецю, летючі олії якого є одними з основних ефірних олій, що використовують в харчових продуктах як антиоксиданти. А так як йогурт не має значного антиоксидантного потенціалу, то покращення цих властивостей буде мати позитивний вплив на збереженість продукту. Також чебрець багатий на ефірні олії, такі як тимол, γ-терпінен, р-цимен, карвакрол та ліналоол, які використовують не лише у харчових цілях, але і народній та традиційній медицині. Отриманий зразок мав молочно-білий колір, рівномірний по всій масі, з кремово-жовтим відтінком і з включеннями кремового кольору. За смако-ароматичними властивостями відчувався кисломолочний, помірно солодкий смак з легким пряним присмаком та ароматом. Структура йогурту була однорідна, помірно в’язка, без газоутворення з рівномірними дрібними включеннями» [15].

Цигура В.В. та Янковський Р.В. запропонували «розширити асортимент кисломолочних продуктів внесенням 10 % наповнювачу сиропу з фініків, пояснюючи це тим, що сироп із фініків регулює обмін речовин, укріпляє організм, сприяє нормалізації роботи нервової системи, сприяє регулюванню рівня цукру, холестерину та тригліцеридів в крові, покращує роботу серця, має протимікробну

та протизапальну дію. Але можливий лише резервуарний спосіб внесення наповнювача в сквашену суміш. Так як додавання сиропу в нормалізовану суміш до сквашування призвело до пригнічення розвитку бактеріальної закваски і згусток не утворився. Це пояснюють тим, що сироп має протимікробну дію» [50].

Автори Самілик А.А. та Расамакіна Ю.В. розглядали перспективу використання бурякових цукатів в якості добавки до йогуртів, оскільки буряк і продукти його переробки містять велику кількість біологічно активних речовин. Натуральні пігменти буряка надають готовому виробу приємного забарвлення. Буряк спочатку очищували і подрібнювали, готували шляхом бланшування в цукровому сиропі із додаванням лимонної кислоти, а потім висушували гарячим чистим повітрям конвективним способом у лабораторних умовах. Щоб отримати яскраві пігменти, бурякові цукати повинні містити багато цукру, який дозволяє добре переносити пастеризацію, бо бетаїн окиснюється при контакті з повітрям та високій температурі [47].

У роботі [51] наведена рецептура йогурту з додаванням зеленого чаю матча та насіння чіа. Авторами доведено, що цей спосіб дозволяє отримати новий йогурт підвищеної поживної (харчової) та біологічної цінності з тонізуючою та профілактичною дією на організм людини. Чай матча має тонізуючі властивості, що зумовлено наявністю в його складі алкалоїдів (кофеїн, теобромін та теофілін), а насіння чіа сприяє нормалізації рівня цукру в крові. Для максимального збереження корисних властивостей чайного листя в готовому продукті запропоновано спосіб екстрагування чайного порошку основною сировиною – молоком. Порівняльний аналіз результатів титрованої кислотності досліджуваних зразків встановив властивість японського чаю матча знижувати кислотність йогурту внаслідок присутності в складі листа біологічно активних речовин, які пригнічують речовини з кислотними властивостями, що

супроводжує зниження концентрації молочної кислоти й уповільнює настання фази відмирання заквашувальних мікроорганізмів [51].

Запропонований рецептурний склад йогурту з пророщеними зернами пшениці. Готовий виріб містить збалансоване число активних речовин, вуглеводів, харчових волокон, амінокислот, вітамінів та природних антиоксидантів. Дослідники наголошують на лікувально-профілактичних властивостях, бо у зародках пшениці присутні вітаміни А, В, Е і D, а також у йогурті міститься вісімнадцять амінокислот. У пророщених зернах здійснюється швидке розщеплення поживних компонентів, які присутні в пшеничних зародках. Даний процес спрощує засвоєння організмом поживних речовин. Йогурт з пророщених зерен приводить у відповідність рівень цукру в крові, збагачує організм вітамінами, мінералами, амінокислотами і виступає зміцнюючим та бадьорим засобом [47].

Для підвищення біологічної цінності йогурту розглядають багатофункціональну добавку – мікропартикульований сироватковий білок, що отриманий шляхом теплової обробки концентрату сироваткового білка в умовах сильного зсуву для утворення агрегованих пружних частинок сферичної форми, основна частина з яких має розмір 0,1–10 мкм. Подібна структура білкових частинок мікропартикульованого сироваткового білку дозволяє формувати органолептичне сприйняття, схоже зі сприйняттям молочного жиру, при цьому склад і поживна (харчова) цінність мікропартикульованого сироваткового білку не відрізняються від звичайного концентрату сироваткового білка. Дослідниками підкреслено, що використання цієї добавки підвищить біологічну цінність готового продукту з якісними органолептичними показниками та уникне виникнення явища синерезису при зберіганні, обумовленого низьким вмістом сухих речовин [36].

Крім того, застосування мікропартикульованого сироваткового білку дозволяє зробити заміну частини нормалізованої суміші при виробництві йогурту, внаслідок чого збільшується вихід продукту, дозволяючи тим самим знизити вартість готового продукту, підвищити рентабельність його виробництва [36].

1.3. Мікробіальні культури, які використовуються для виробництва ферментованих молочних продуктів

Сьогодні на ринку для виробництва йогуртів існують такі види заквашувальних препаратів: рідкі закваски, сухі закваски, сухі бактеріальні концентрати та заквашувальні препарати прямого внесення. Останні мають ряд переваг, головна з яких полягає в тому, що вони прості у застосуванні. Вони гарантують збереження видового складу мікрофлори [19].

Бактеріальний препарат прямого внесення – це заквашувальний препарат, призначений для безпосереднього внесення у молочну сировину при виробництві кисломолочних продуктів. Застосування бактеріальних препаратів прямого внесення (скорочено DVS-культури, назва утворилася від перших літер англійського словосполучення *Direct Vat Set* – пряме сквашування у танку) є прогресивним напрямом у технології кисломолочних продуктів. DVS-культури випускають таких видів: ліофілізовані (сухі) і глибоко замороженні. Останні значно дешевші, але і потребують спеціальних умов зберігання [7].

За класичним рецептом і міжнародним стандартам якості йогурт виготовляється з натурального молока з допомогою заквашувальних мікроорганізмів – термофільних стрептококів і болгарської палички. В результаті молочнокислого бродіння лактоза (молочний цукор) перетворюється в молочну кислоту, а готовий продукт набуває ніжний смак і густу консистенцію. Це дозволяє вживати йогурти людям, які страждають непереносимістю лактози [19].

Крім вищеперерахованих молочнокислих мікроорганізмів, в йогурт може бути додана ацидофільна паличка, а також біфідобактерії – *L. cremoris, L. plantarum, L. lactis, L. fermenti, L. diacetylactis, L. fermenti, Leuconostoc spp.* Такий продукт, в якому крім стандартної закваски присутні пробіотики, вважається надзвичайно корисним [49].

Класичними молочнокислими мікроорганізмами, які використовують для виробництва йогуртів є *Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, Lac.lactis, Lac.diacetilactis, Lbm.acidophilum* [47-49].

Streptococcus thermophilus – вид молочних коків роду *Streptococcus*. Він у невеликій кількості утворює ацетоїн, тому займає проміжне положення між гомо- і гетероферментативними стрептококами. У зв'язку з цим його відносять до факультативних гетероферментативних молочнокислих стрептококів.

Str. thermophilus являє собою грампозитивні кулясті або еліпсоподібні клітини, найчастіше розташовані довгими ланцюжками. Термофільний стрептокок спор і капсул не утворює, нерухомий [49].

По відношеню до кисню *Str.thermophilus*, як і всі молочнокислі бактерії, є факультативним анаеробом. Добре росте на обезжиреному та гідролізованому молоці, також на густих середовищах, які містять компоненти молока та ростові фактори. Характерною ознакою термофільного стрептокока є широкий діапазон температур росту – від 20 до 50 °С (оптимальна 37-40 °С), температура 50 °С затримує ріст [49].

Str.thermophilus за енергією кислотоутворення перевершує всі молочнокислі стрептококи, досягаючи рівня молочнокислих лактобактерій. Він сквашує молоко через 3,5 – 6 годин, гранична кислотність досягає 110-115 °Т. Сквашування молока проходить швидше при додаванні до нього дріжджового екстракту (0,3 %) і сахарози (3 %). В цих умовах спостерігається збільшення розміру клітин в 2 рази і більше, ніж при вирощуванні в звичайному молоці [49].

Lac.lactis є активним кислотоутворювачем. Його штами згортають молоко за 4-7 год, гранична кислотність досягає 120° Т. Багато штамів продукує антибіотик нізин, що являє собою поліпептид з ММ 3500. Нізин пригнічує більшість стрептококів, стафілококів, мікрококів, деякі види бацил, лактобатерій, клостридій, актиноміцетів. Проте стосовно грамнегативних бактерій нізин бактерицидними властивостями не володіє [49].

Lac.diacetilactis продукує фермент цитритазу, який розщеплює цитрати з утворенням вуглекислого газу і ароматичних речовин – ацетоїну і діацетилу. Стійкий до середовищ із вмістом NaCl 4%. Порівняно слабий килотоутворювач, гранична кислотність 70-100° Т. Згусток молока містить міхурці газу. Утворення газу може бути як бажаним, так і небажаним. Наприклад, в сирах нагромадження газу потрібне для утворення вічок. В кисломолочних напоях наявність газу робить смак більш пікантним. Але небажаним є нагромадження газу у кисломолочних напоях, які пакують у газонепроникну упаковку. Цікавим є те, що газоутворення є набагато інтенсивнішим, коли зброджується нативне молоко, а не знежирене [49].

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus. Лактобактерії являють собою палички розміром від 4-15 х 0,5-0,6 мкм. Зустрічаються зігнуті та булавовидні форми (коренеформи). Болгарська паличка нерухлива, спор і капсул не утворює, за Грамом фарбується позитивно. Володіє слабовираженою цукролітичною активністю. *Lbm.bulgaricus* є факультативним анаеробом, термофілом. Розвиваючись у молоці утворює однорідний щільний згусток, з приємним кисломолочним смаком та запахом. Для свого росту потребує не тільки вуглеводи, а й амінокислоти та вітаміни. Найчастіше необхідний рибофлавін. Гранична кислотність збільшується до 200-300 °Т. Штами болгарської палички утворюють ацетальдегід, який крім приємного смаку і запаху пригнічує небажану мікрофлору. Паличка чутлива до багатьох антибіотиків, стійка до бактеріофагу.

Її штами виділяють, як правило, із сирого молока. Використовують в складі заквасок для виготовлення мечніківської простокваші, простокваші південної, йогурту, ряжанки та інших [46].

Lbm.acidophilum (ацидофільна паличка) є кишковим мікробом, який можна виділити із вмістимого харчетравного тракту людини і різних тварин. Ацидофільна паличка здатна після культивування в молоці знову приживатись в харчетравному тракті людини і пригнічувати там розвиток патогенних і небажаних м/о (сальмонели, стафілококи, ешеріхії). Ця паличка продукує антибіотики – ацидофілін і лактоцидин. Є штами, що продукують слиз[49].

Йогурти, залежно від виду закваски, що її використовують, поділяють на такі види:

- йогурт;
- біойогурт;
- біфідойогурт.

Біойогурт – біопродукт на основі йогурту, який додатково містить *Lbm.acidophilum* як пробіотик у кількості не меншій ніж 10^7 КУО/г у кінці терміну придатності до споживання [49].

Біфідойогурт – біфідопродукт на основі йогурту, який додатково містить *Bifidobacterium* у кількості не меншій ніж 10^8 КУО/г у кінці терміну придатності до споживання [49].

Останнім часом в світі та в Україні досить популярним став йогурт, який має подовжений термін зберігання до 6 тижнів при температурі + 20 °С за рахунок різних біозахисних молочнокислих мікроорганізмів [46].

1.4. Пробіотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів

Якісне харчування є одним з головних факторів забезпечення здоров'я людини. Споживачі починають все більше уваги приділяти функціональним

продуктам харчування, тобто їх здатності зменшувати загрозу захворювання людини найбільш поширеними хворобами цивілізації – діабетом, серцево-судинними, алергією, шлунково-кишковими. Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють підтримці і відновленню мікробної екології людини. До пробіотичних культур, які забезпечують корисну дію на організм споживача і нормалізують склад та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, відносяться такі види лакто- та біфідобактерій, як *Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Bifidobacterium spp. (B. adolescentis, B. animalis ssp. lactis, B. bifidum, B. longum, B. breve*) [1,2].

Одним з перспективних напрямків створення функціональних кисломолочних ферментованих продуктів є розробка комплексних заквасок на основі консорціумів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп, які більш стійкі до несприятливих факторів середовища і володіють більш високою активністю порівняно з закваскими, які виготовлені з використанням чистих монокультур [2-4].

Критеріями відбору штамів лакто- і біфідобактерій для заквашувальних композицій є їх біологічна активність, тобто здатність забезпечити прогнозований функціональний вплив на організм людини, а також технологічні параметри, які дозволять отримати десертні кисломолочні продукти з певними фізико-хімічними і реологічними властивостями [4].

Вибір біологічно активних штамів лакто– та біфідокультур для виробництва молочних ферментованих десертних продуктів здійснювали з числа штамів, які знайшли широке використання при виробництві кисломолочних функціональних продуктів. Для цього використали штам *Lactococcus lactis ssp. lactis*, який широко застосовується при виробництві кисломолочних продуктів [4,7].

Лактоза, що міститься у молоці, є основною поживною речовиною для мікро-організмів закваски [4,7].

Відомо, що найбільший лактозозброджуючий потенціал мають термофільні молочнокислі стрептококи, серед яких найвищою β-галактозідазною активністю володіє використаний нами штам *Str. thermophilus* СТ-14 [7].

Фермент β-галактозідаза термофільного стрептокока найбільш активно гідролізує лактозу молока при pH 6,7. Стимулюють активність β-галактозідази катіони молока [4].

При дії ферменту β-галактозідази на молочний цукор утворюються біфідогенні продукти, які підвищують активність біфідобактерій і стимулюють їх розвиток [7].

Аналізуючи кислотоутворюючу здатність дослідних штамів молочнокислих бактерій, слід відзначити, що лактококи і стрептококи характеризуються високим рівнем кислотоутворення, але лактобацили *L. delbrueckii ssp. bulgaricus i Lactobacillus acidophilus* перевищують інші молочнокислі бактерії за рівнем кислотоутворення. За даними фахівців, штами молочнокислих стрептококів *Lactococcus lactis ssp. lactis, Lactococcus lactis ssp. cremoris, S. thermophilus, Lactobacillus acidophilus* продукують переважно L(+) – молочну кислоту, яка є більш фізіологічно сприятливою для організму людини [19]. Ацидофільні палички *Lactobacillus acidophilus* пригнічують шкідливу мікрофлору – сальмонели, стафілококи, тощо, внаслідок здатності продукувати антибіотики ацидофілін і лактоцидин, дія яких посилюється в присутності молочної кислоти [19].

Найбільший приріст вільних амінокислот спостерігається при ферментації молока лактобактеріями видів *L. delbrueckii ssp. bulgaricus i L. acidophilus*. Серед досліджених штамів лактобактерій присутні такі, що знижують кількість вільних амінокислот, порівняно з початковим рівнем. Такі штами мікроорганізмів для

розвитку у молоці потребують додаткового внесення азотовмісних сполук або сумісного використання з іншими молочнокислими культурами, які володіють значною протеолітичною активністю, такими як *L. acidophilus* або *L. delbrueckii ssp. Bulgaricus* [7].

Лактулоза вважається найбільш дослідженим пребіотиком у світі. Доведено, що лактулоза є високоактивним біфідогенним фактором, який значно покращує мікробіоценоз кишечнику, збільшуючи чисельність біфідобактерій і зменшуючи чисельність умовно-патогенної мікрофлори [7]. Її здатність відновлювати і підтримувати ріст біфідобактерій доведена багаточисельними дослідженнями вітчизняних і закордонних вчених. Лактулоза не перетравлюється у верхньому відділку шлунково-кишкового тракту, а надходить в товсту кишку у незмінному вигляді, де слугує стимулятором росту і розвитку власної корисної мікрофлори кишечнику [4,7].

Значний вплив на життєздатність лакто- та біфідокультур, які надходять з молочними ферментованими продуктами до організму людини, має травна система. Тому поряд з визначенням кількості зродженої лактози, здатністю до кислотоутворення і протеолітичною активністю молочнокислі бактерії оцінювались нами за стійкістю до умов інгібіторів їх росту – шлункового соку, жовчі, фенолу, хлориду натрію та антибіотиків [1-4].

Продукти життєдіяльності лактобактерій здатні забезпечити необхідний склад поживного середовища для стимуляції росту та розвитку біфідобактерій у молоці, а також надавати продукту певних смакових і лікувально-профілактичних властивостей [4,7].

1.5. Стан споживчого ринку молока та молочних продуктів та інноваційні підходи при розробленні технологій йогуртів

Якість життя людей безпосередньо залежить від ступеня доступності продуктів харчування на споживчому ринку. Незважаючи на безперечні успіхи світового сільського господарства, воно поки що не досягло високого рівня ефективності, є ймовірність виникнення продовольчих криз [34,35].

Сьогодні розвиток ринку йогуртів пояснюється багатьма причинами: збільшенням доходів населення, загальним зростанням попиту на молочну продукцію та культурою споживання та модою на йогурт. Сьогодні експерти вважають йогурт із огляду на збільшення продажів, одним із найперспективніших продуктів серед кисломолочних [34].

З точки зору споживача, йогурт є корисним для здоров'я, засобом для подолання голоду, і багато в чому особливим та унікальним кисломолочним продуктом, що добре вписується в тренд здорового способу життя та правильного харчування, якому споживач приділяє все більшу увагу [34].

Водночас, за оцінками експертів, часом відслідковується зниження попиту на йогурти. Причинами падіння попиту на йогурти можна вважати:

- підвищення інтересу споживачів до харчової цінності та складу йогурту[34].

Однак, споживачі часто зустрічаються з невідповідністю рекламної інформації про йогурт дійсному його складу. Відомо що, якість йогуртів у великій мірі залежить від способу його виробництва. Найбільшим попитом користуються т. зв. «живі йогурти», при виробництві яких продукт нагрівають лише до 80°С, у них максимально зберігаються вітаміни та ферменти, але термін зберігання таких йогуртів обмежується 1-4 тижнями. Інші йогурти (термізовані), проходять термічну обробку за температури 160°С, тому вони стерильні та мають довший

термін зберігання 3-6 міс., але харчова цінність та функціональні властивості їх значно нижчі [44].

Десертні йогурти містять велику кількість рафінованого цукру та низький відсоток корисних речовин - молочного білка, молочної кислоти та ін;

- вітчизняні виробники мало використовують маркетингові підходи та методи впливу на споживачів з метою збільшення споживання йогуртів. Водночас зазначають, що з усіх молочних продуктів реклама йогуртів найбільш активна і має яскраво виражені особливості. Усі провідні виробники вкладають у неї значні кошти [45]. Йогурти рекламуються окремо від традиційних молочних продуктів та позиціонуються як інноваційні продукти для здоров'я. Під однією торговою маркою просуваються і питні, і в'язкі йогурти. На перший план виводиться бренд продукту, а не виробник. Роль реклами при збуті йогуртів зростає значно більше, ніж за іншими молочними продуктам, насамперед через надзвичайно гостру конкуренцію [34].

- низька якість багатьох вітчизняних йогуртів. Інформація для споживачів на упаковці про склад йогурту показує, що у рецептурах присутня вода, сухе молоко, желатин, консерванти та емульгатори. Сьогодні на ринку присутні здебільшого термізовані йогурти– майже 60 % [19].

- дефіцит сировини, насамперед, якісного молока.

- з урахуванням якості та рівня корисності, багато йогуртів, особливо термізовані, мають неадекватно високі ціни.

Найбільш динамічно на вітчизняному ринку розвивається категорія "питний йогурт". У натуральному та вартісному вираженні зростання на нього складає відповідно 10 та 20%. Найбільше зростання цін обумовлено розвитком сегмента молочних біопродуктів, що містять біфідобактерії, що сприяють поліпшенню роботи травної системи [34].

Найбільше в Україні вироблять питного молока та йогуртів — 56,8 та 25,8% у структурі за підсумками 2019 року, відповідно [35].

Сьогодні український ринок йогуртів практично задовольняє існуючий споживчий попит на цю продукцію. Конкуренція на вітчизняному ринку йогуртів досить жорстка, але якість, на жаль, поки що не є головним засобом у боротьбі за українського споживача [19].

Ринок молочної продукції залишається багатообіцяючим. Прогнози дослідницького агентства FINE припускають його середньорічне зростання на рівні 1,5% в наступні роки, до 2021 р Виробники повинні постійно працювати над пропозицією, щоб привертати увагу споживачів [34].

Далі представлені найбільш важливі тенденції і напрямки можливі для розвитку молочної галузі [35].

7 найважливіших маркетингових трендів і напрямів розвитку молочної галузі в Україні:

■ **Зниження кількості доданого цукру** - в молочній промисловості ми спостерігаємо ідеї пошуку альтернативи цукру, але на даний момент продукти без цукру - це ніша, яка ще не розвивається динамічно. Через сильну тенденції до чистих етикеток молочна промисловість часто не приймає штучні підсолоджувачі і добавки з Е. Спостерігається постійне зростання попиту на добавки для молочних продуктів, наприклад овочів і фруктів [34,35].

■ **Продукти з високим вмістом білка** - тенденція, яка зародилася в США завдяки грецьким йогуртам, поширилася в Європі і стала тенденцією, в тому числі і в Україні. Молочні компанії шукають рішення для створення продуктів з високим вмістом білка, орієнтованих в основному на фізично активних людей, що піклуються про своє тіло [34,35].

■ **Чиста етикетка** - дуже сильна тенденція, яка поширюється не тільки на існуючі продукти, а й на молочні компанії та роздрібні мережі створюють окрему

категорію чистої етикетки для людей, їх читають. Варто додати, що, крім чистої етикетки, молочні заводи також звертають увагу на коротку етикетку, наприклад, в складі полуничного йогурту будуть тільки: молоко, бактерії, цукор, полуниця [34,35].

■ **Crossing** - в молочній галузі ця тенденція не масова, але багатообіцяюча. Спостерігаються спроби розробити нові змішані продукти (молоко + чай), торти (чізкейк, яблучний пиріг, бісквіт) і молочні продукти + мюслі, а також поєднання молока і солодощів, особливо в дитячих продуктах [34,35].

■ **Нові смаки** - вічний тренд. Весь час молочні компанії шукають нові смаки і нові добавки. Після фруктів відзначено інтерес молочної промисловості до ароматів і екстрактів квіткового походження [34,35].

■ **Альтернативи молочним продуктам** - набирає популярність мода на вегетаріанство і веганство викликає інтерес до «молока» рослинного походження (мигдальне, кокосове, соєве). У Німеччині 20% населення - вегани і вегетаріанці. Створені компанії, які виробляють виключно «молоко» рослинного походження. Ця тенденція міцно вкоренилася, особливо серед молоді [34,35].

■ **Без ГМО** - тенденція, яка стрімко розвивається, особливо в Західній Європі, це тенденція використання не генетично модифікованої сировини. У світі вже створені організації, які проводять аудит усіх постачальників і видають сертифікати на всю сировину, що використовується при виробництві молочних продуктів. Проблема тут в тому, що багато країн створюють свої власні правила для продуктів, що не містять ГМО, тому кожна країна має окремий сертифікат [34,35].

Відповідно до досліджень компанії брендингу та маркетингу FINE в Києві, Вінниці, Одесі, Дніпрі та Львові покупки більшості молочних продуктів є рутинними покупками через високу частоту, а також з-за стабільної потреби. Проведене дослідження показує, що люди споживають молочні продукти, тому

що вони підходять для безпосереднього вживання (44%) і через звичку (42%). Велика частина споживачів заявляють, що їх не можна замінити іншими харчовими продуктами (26%) і що вони містять необхідні поживні речовини (25%). Важливими виявляються аспекти здоров'я (24%). Серед молочних продуктів найбільшою популярністю у респондентів користуються молоко і йогурт. З іншого боку, найменш купуються молочні продукти - це кефір, блакитні сири і молочні десерти [19].

В ієрархії факторів, що визначають причину покупки молочних продуктів, найбільш важливими є органолептичне сприйняття і термін придатності. Перешкодою до покупки такої продукції є висока ціна і невеликий термін зберігання [45].

Упаковка молочного продукту, на думку респондентів, повинна бути, перш за все, зручною у використанні, забезпечувати свіжість і безпеку продукту [45].

Майже половина людей не звертає уваги на інформацію про сертифікати, отриманих виробником, що підтверджують використання систем менеджменту якості і безпеки в процесі виробництва молочної продукції [45].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Всі науково-дослідні та експериментальні (лабораторні) дослідження щодо запропонованої технології виробництва йогурту проводилися у навчальній лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З.Ґжицького.

Перший етап полягав у літературному аналізі даних щодо існуючих технологій виробництва йогурту, а також виборі матеріалів та підборі методів дослідження.

Другий етап кваліфікаційної роботи передбачав здійснення підбору складу симбіотичної закваски у різних співідношеннях та визначенні її дози, яка б забезпечувала оптимальні умови ферментативного процесу та відмінні смакові властивості йогурту.

Третій етап передбачав проведення комплексної оцінки готового продукту, визначення основних фізико-хімічних властивостей та аналіз якості отриманого продукту за органолептичним показниками та показниками мікробіологічної безпеки, а також розрахунку собівартість виробництва готового продукту.

Для виготовлення дослідних зразків йогурту було розроблено чотири зразки симбіотичної закваски:

Зразок 1 (Контроль):

S. thermophilus + *L. bulgaricus;* Співвідношення 4:1.

Зразок 2:

S. thermophilus + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus;* Співвідношення 4:0,75:0,25.

Зразок 3

S. thermophilus + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus;* Співвідношення 4:0,5:0,5.

Зразок 4

S. thermophilus + L. bulgaricus + L. acidophilus; Співвідношення 3:1:1.

Як закваску, використовували класичну йогуртову закваску на основі термофільного стрептокока та болгарської палички.

Для отримання продукту з пробіотичними властивостями до складу закваски включені ацидофільна паличка (*Lactobacillus acidophilus LA 5*) у три дослідні зразки йогурту.

Процес сквашування проводили за температури 37 °С протягом 3-4 годин.

2.1 Опис сировини

Основні характеристики сировини для виробництва йогурту представлено в наступних таблицях.

Таблиця 2.1

Характеристика складу бактеріального препарату

Комерційна назва закваски та виробник бактеріального прапарату	Склад препарату	Вид препарату/характеристика процесу сквашування
Мікробіальний препарат Yo Flex 900 для різних видів йогурту, сметани. Мінімально допустима концентрація активних клітин м/о не менше КУО $5 \cdot 10^{11}$ *«Chr. Hansen»* (Данія)	В склад закваски входять: • вид м/о *Streptocooccus thermophilus* – основний кислотоутворювач молочної кислоти; • вид *L. bulgaricus.*	Закваска у вигляді ліофілізованої суміші. Тривалість сквашування молочної основи – 4-5 год. Гранична кислотність - 70°Т або pH 4,8 – 4,6 од.

Lactobacillus acidophilus, LA-5 пробіотичний штам (далі як назва використовується тільки торгова марка LA-5) походить з колекції молочних

культур Chr. Hansen. Штам використовується в харчових продуктах та дієтичних добавках з 1979 року. LA-5 - це добре вивчений пробіотик, описаний у більш ніж 150 наукових публікаціях, причому понад 60 з цих публікацій засновані на даних досліджень на людях, проведених у багатьох галузях медицини. LA-5 був пов'язаний з користю для здоров'я в рандомізованих подвійних сліпих, контрольованих дослідженнях на людях.

На даний момент дія пробіотичного штаму LA-5 в основному вивчається на дорослих і літніх людях. В рамках цих досліджень в основному проводилося вивчення штаму LA-5 у поєднанні з пробіотичним штамом *Bifidobacterium*, BB-12 [10,33].

2.2 Методи досліджень

Дослідження мікробіологічних, біохімічних та фізико-хімічних показників сировини і готового продукту в процесі виробництва здійснювали загальноприйнятими методами аналізу, які викладені у відповідних стандартах з мікробіологічного і техно-хімічного контролю виробництва кисломолочної продукції (йогуртів), а також методами, що описані у спеціальній літературі.

В таблиці 2.2. наведені методики досліджень.

Таблиця 2.4.

Методики досліджень

Показник	Принцип методу досліджень
Аналіз готового продукту	ДСТУ 4343:2004 Йогурти. Загальні технічні умови
Процес відбору проб молочної продукції	ДСТУ ISO 707:2002 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб (ISO 707:1997, IDT)
Масова часка жиру, % Бутирометричний (метод Гербера, кислотний).	ДСТУ ISO 2446:2019 Молоко. Визначення вмісту жиру; ДСТУ ISO 11870:2007 Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із

	застосуванням жиромірів; ДСТУ ISO 488:2007 Молоко. Визначання масової частки жиру. Жироміри Ґербера.
Масова частка білка, %	ДСТУ 8396:2015 Молоко коров`яче. Визначення масової частки жиру, білка, лактози, сухої речовини методом інфрачервоної спектрометрії (експрес-метод).
Активна кислотність (pH), (од)	ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання pH потенціометричним методом.
Титрована кислотність, ◦Т	ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання pH потенціометричним методом.
Густина, гр/см^3	ДСТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини.
Ступінь чистоти молока, група	ДСТУ 6083:2009 Молоко. Метод визначання чистоти.
Кількість молочнокислих мікроорганізмів, ацидофільної палички, КУО/г	Методом граничних розведень на стерильному знежиреному молоці при температурі 37 °С. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. ДСТУ IDF 100B:2003 Молоко і молочні продукти. Визначання кількості мікроорганізмів. Метод підраховування колоній за температури 30 °С (IDF 1008:1991, IDT).

Визначення волоутримуючої здатності йогурту (ступінь синерезису)

Вологоутримуючу здатність досліджуваних зразків йогурту визначають центрифугуванням 10 г продукту при швидкості 4500 обертів/хв протягом 30 хвилин. Дослідження проводили з використанням лабораторної центрифуги. Масу сироватки, котра виділилась при центрифугуванні, визначали зважуванням з точністю до 0,01 г на електронних вагах [30].

У дослідні йроботі ступінь синерезису визначали за кількістю (об’ємом) сироватки, яка виділяється протягом 1 годину при вільному фільтруванні.

Визначення в'язкості кисломолочних напоїв.

В'язкість, або внутрішнє тертя – це властивість рідини чинити опір відносного зміщення шарів при зсуві, розтяганні та інших видах деформації.

Відносну в'язкість йогурту визначають за допомогою віскозиметра Оствальда на підставі формули, виведеної Пуазейлем. Затискаємо віскозиметр в штативі у вертикальному положенні і занурюємо його в широку склянку з дистильованою водою, яка має температуру 20 ± 1°С. У широке коліно приладу піпеткою вносять 10 $см^3$ дистильованої води з температурою 20 ± 1°С. За допомогою гумової трубки, одягненою на вузьке коліно приладу, засмоктуємо воду в розширення 2 приблизно на 1 см вище верхньої межі (М1). Потім даємо воді вільно витікати через капіляр. Коли рівень води опуститься до межі (М1), включаємо секундомір, а, коли він дійде до нижньої межі (М2), вимикаємо. Помічаємо тривалість витікання води від межі М1 до межі М2. Дослід повторюємо три рази. Після цього виливаємо воду з віскозиметра і обполіскують його досліджуваним йогуртом. Дослід тричі повторюємо з йогуртом, що має температуру 20 ± 1° С, так, як описано вище [24].

Умовну в'язкість визначають протягом часу витікання продукту (йогурту) об'ємом 10 $см^3$ з вихідним отвором розміром 5 мм.

Визначення густини молока

Визначення густини молока проводиться згідно з ДСТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини [30].

Густина молока (або об'ємна маса) – це відношення маси молока при температурі 20 °С до маси того ж об'єму води при температурі 4 °С. Таким чином, густина молока показує, наскільки молоко важче за воду і коливається в межах 1,027-1,032 г/см [22].

Густина молока визначається аерометричним методом і виражається у $г/см^3$, $кг/м^3$ або в градусах аерометра. Вона залежить від вмісту жиру та всіх сухих

речовин молока. Зі збільшенням вмісту білків, лактози, мінеральних речовин густина молока збільшується, а при розбавленні його водою – зменшується. Протягом лактаційного періоду густина молока змінюється відповідно до змін його складу. Густина молочного жиру менше, ніж води, а тому при збільшенні вмісту жиру в молоці його густина зменшується. [22].

Методика визначення полягає у наступному:

Хід визначення. Густину визначають шляхом занурення молочного ареометра в скляний циліндр, наповнений досліджуваним молоком, попередньо ретельно перемішаним (без піни) у кількості до 250 $см^3$ за температури 20±5 ºС. Перед визначенням густини молока з відстояним шаром його підігрівають до температури 35±5 ºС. При визначенні густини ареометр (лактоденсиметр) не повинен торкатися до стінок циліндра. Через 2-4 хв. після встановлення лактоденсиметра в циліндр відраховують показник за шкалою. Відлік густини молока проводять до цілої поділки, а температури – з точністю 0,5 ºС [22].

Визначення кислотності молока

Для визначення кислотності молока у колбу відмірюють по 10 мл продуктів. У колбу додаємо по 20 мл дистильованої води і 3-5 капель спиртового розчину фенолфталеїну [29].

Вміст колби добре перемішуємо. Суміш титрують 0,1 Н розчином NaOH до отримання стійкого рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Для отримання точних результатів готуємо по дві проби кожного зразка паралельно [29].

Кислотність молока виражають в одиницях титрованої кислотності (в градусах Тернера, °Т) і величиною pH при температурі 20° С. Градуси Тернера – це кількість мілілітрів 0,1 н розчину лугу (NaOH), яка необхідна для нейтралізації 100 мл молока [28].

Титрована кислотність є критерієм оцінки якості молока при його заготівлі та важливим показником при контролі ферментаційного процесу виробництва кисломолочних продуктів. [29].

Активна кислотність молока – pH – зумовлена дисоціацією кислот та кислих солей. Вона виражається від'ємним логарифмом концентрації іонів і в середньому становить 6,5. Величина pH молока є відносно стійкою завдяки буферній ємності, що утворюється білками та солями. При розвитку в молоці молочнокислих бактерій суттєво зростає титрована кислотність і дуже незначно змінюється pH. Це пояснюється тим, що з кислотами чи лугами, які введені у молоко, спочатку взаємодіють амінні та кислотні групи білка та фосфати. Зміна pH спостерігається тільки при повній нейтралізації амінних та кислотних груп, тобто тоді, коли зникають буферні властивості молока. Буферну ємність молока визначають кількістю лугу або кислоти, яка необхідна для зміщення pH на одну одиницю. Буферні властивості молока створюють умови для розвитку молочнокислих бактерій при відносно високій кислотності [29].

Мікробіологічний контроль виробництва

Мікробіологічний контроль на підприємствах молочної промисловості полягає у перевірці якості молока, вершків, заквашувального препарату, готової продукції, а також за дотриманням технологічних та санітарно-гігієнічних режимів виробництва.

При контролі якості сировини увагу зосереджують на загальне бактеріальне обсіменіння, а при виробництві сиру - на вміст спор мезофільних анаеробних лактатозоброджуючих бактерій, при контролі ефективності пастеризації - на вміст бактерій групи кишкових паличок (БГКП), при контролі заквасок - на їх мікробіологічну чистоту і активність.

Завдання мікробіологічного контролю спрямоване на забезпечення належної спрямованості мікробіологічних процесів і дотриманню санітарно-гігієнічних умов виробництва продукції [24,27].

Виходячи з цього, санітарно-гігієнічний контроль виробництва

кисломолочних продуктів складається з проведення контролю технологічного процесу виробництва цих продуктів, санітарно-гігієнічного стану цеху (устаткування, посуду, повітря й ін.) і контролю готової продукції [27].

При контролі технологічного процесу перевіряють ефективність пастеризації молока не рідше 1 рази в 10 днів. При цьому БГКП не повинні виявлятися в 10 $см^3$.

Контроль технологічних процесів виробництва кисломолочних продуктів проводять один раз на місяць. Одночасно з відбором проб для контролю технологічного процесу беруть проби для контролю санітарно-гігієнічного стану цеху (ефективність мийки устаткування, посуду, чистота повітря, чистота рук і одягу робітників і ін.) [27].

Результати мікробіологічного дослідження якості готової продукції, на відміну від результатів фізико-хімічного дослідження, через тривалість аналізів не можуть бути використані для затримки випуску цільномолочної продукції, але за ними оцінюють санітарно-гігієнічний стан підприємства, судять про правильність перебігу мікробіологічних процесів у технології виробництва молочних продуктів, активності розвитку корисних мікроорганізмів та мікробіологічних причин появи вад продукції.

Готову продукцію контролюють на наявність бактерій групи кишкових паличок, а при необхідності — і по мікроскопічному препараті не рідше одного разу в 5 днів. БГКП не допускаються в 0,1 $см^3$ кефіру, кисляку, йогурту, ацидофільного дріжджового молока. Патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонел, у кисломолочних продуктах не допускаються в 25 $см^3$ [24,27].

При погіршенні мікробіологічних показників готового продукту проводять додатковий контроль технологічних процесів цих продуктів для встановлення причин, що впливають на якість готової продукції [24].

Підготовка проб до мікробіологічних аналізів та культивування мікроорганізмів проводилась згідно з вимогами існуючих нормативних документів та за загальноприйнятими методиками [24].

Визначення БГКП визначали посівом на середовище Кесслера; наявність та кількість *Staphylococcus aureus*, КУО/г посівом на жовточно-сольовий агар; *Salmonella*, КУО у 25 $см^3$ продукту посівом на середовище Плоскірєва [27].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В склад пробіотичних продуктів входять мікроорганізми та речовини мікробного походження, що при споживанні проявляють сприятливий вплив на фізіологічні функції та біохімічні реакції організму людини шляхом оптимізації його мікробіологічного статусу [18-20].

Тому і сьогодні з широкого асортименту молочної продукції для нормалізації обміну речовин та процесів травлення перевага надається традиційним кисломолочним продуктам. Одними з яскравих представників є йогурт, ряжанка, кефір та інші.

Збереження лідерства в молочній промисловості вимагає хорошої орієнтації на споживача в умовах швидко мінливих тенденцій споживчого ринку та ціноутворення, коли продукція виробляється в умовах жорсткої конкуренції. При виробленні продуктів із вже звичними назвами необхідно постійно шукати нові ідеї для підтримки та покращення їхньої якості, продовження термінів придатності з метою збільшення реалізації обсягів виробництва [20].

Основний момент отримання високоякісних кисломолочних продуктів із пробіотичними властивостями та тривалим терміном зберігання це ретельний підбір заквашувальної культури.

Ключовим моментом технологічного процесу виробництва різних кисломолочних продуктів є – утоворення згустку (згортання молока).

З метою вибору оптимального співвідношення лактобактерій в складі бактеріального препарату, що в першу чергу впливають на характер згустку, було сформовано різних варіанти заквасок із різним складом молочнокислих бактерій.

3.1. Встановлення оптимального співвідношення лактобактерій в склад бактеріального препарату.

Контрольним варіантом (№1) служила симбіотична суміш чистих культур термофільного молочнокислого стрептокока (*Streptococcus thermophilus*) та молочнокислої болгарської палички (*Lactobacillus delbruecki subsp. bulgaricus*), що традиційно використовується при виробництві йогуртів. Для отримання пробіотичного продукту до складу основної закваски залучений штам ацидофільної палички (*Lactobacillus acidophilus LA 5*) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Пропонований склад симбіотичної суміші лактобактерій

Варіанти складу бактеріального препарату	**Співвідношення лактобактерій**		
	Streptococcus thermophilus	***Lactobacillus delbruecki subsp. bulgaricus***	***Lactobacillus acidophillus***
Зразок 1 (контроль)	4	1	-
Зразок 2	4	0,75	0,25
Зразок 3	4	0,5	0,5
Зразок 4	3	1	1

Температуру сквашування встановлювали в залежності від оптимальної температури розвитку обраних лактобактерій: для закваски, що складається з термофільного стрептокока та болгарської палички, вона становила 40-42 ^{0}C, для

закваски, що складається з термофільного стрептокока, болгарської та ацидофільної палички – 39-40 ^{0}С.

Відбирали ті варіанти симбіотичних сумішей мікроорганізмів, які згортали молоко на рівні оптимального співвідношення культур за тривалістю сквашування, органолептичних властивостей (табл. 3.2) та мікроскопічної картини згустку.

Доза для внесення комбінованої закваски в молочну основу становила 5г на 100л молочної сировини.

Таблиця 3.2.

Результати спільного культивування симбіотичних сумішей мікроорганізмів

№ дослід-ного зразка	Склад симбіотичної закваски	Час сквашу-вання	Характер згустку	
			Смак і запах	Зовнішній вигляд і консистенція
1	*S. thermophilus* + *L. bulgaricus* Співвідношення 4:1	3 год	Кисломолочний, м’який	Згусток щільний, консистенція однорідна
2	*S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* Співвідношення 4:0,75:0,25	3 год	Кисломолочний, м’який	Згусток щільний, консистенція однорідна
3	*S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* Співвідношення 4:0,5:0,5	3 год 15 хв	Кисломолочний, виражений	Консистенція однорідна, в міру в’язка, не тягуча
4	*S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* Співвідношення 3:1:1	2 год 45 хв	Кисломолочний, різкий	Консистенція однорідна, в’язка, тягуча

За часом утворення згустку (2 год 45 хв) найбільш активним був варіант № 4, але згусток, отриманий при такому співвідношенні заквашувальних культур, мав різкий кисломолочний смак і в'язку тягучу консистенцію. Практично не відрізнялися від контрольного за органолептичними властивостями згустки,

отримані з використанням симбіотичних сумішей мікроорганізмів у співвідношеннях, зазначених у варіантах № 2, 3, а за часом сквашування – у варіанті № 3.

При мікроскопуванні бактеріоскопічного препарату зі згустку, як у контрольному, так і дослідних зразках наприкінці сквашування здебільшого переважав термофільний стрептокок та 10-15 паличок в одному полі зору (рис. 3.1.-3.2)

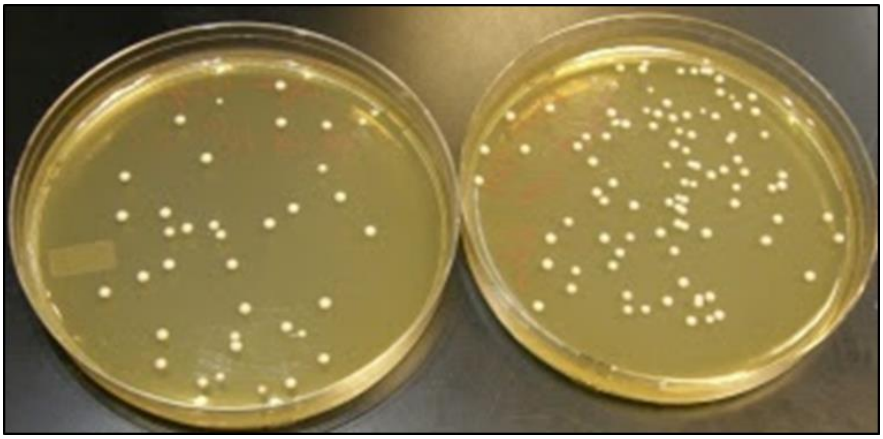


Рис. 3.1. Посів зразків сиру на мікробіологічне селективне середовище

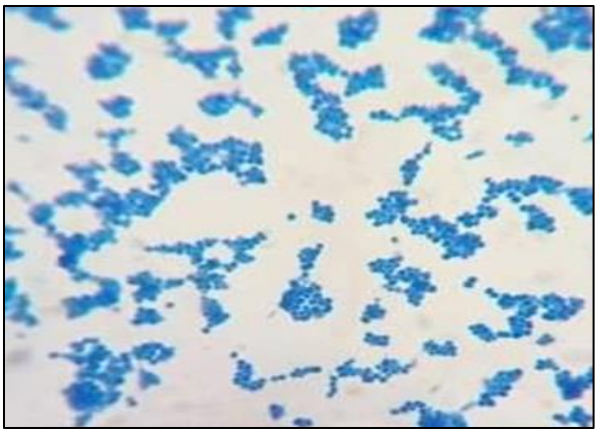


Рис.3.2 Морфологічні властивості мікроорганізмів

3.2. Визначення дози бактеріального препарату для забезпечення оптимального перебігу ферментативного процесу

Для визначення дози бактеріального препарату для забезпечення оптимального перебігу ферментативного процесу проводили її підбір методом серійних виробництв дослідних зразків йогурту із різною кількістю бактеріального препарату. Оскільки перший дослід проведено із використанням закваски у кількості 5 г на 100л молока, то наступні дослідження виконували із зменшенням кількості закваски до 4 та 3 г відповідно. Це аргументовано тим, що доза закваски у кількості 5 г викликала доволі швидкий ферментативний процес, що в свою чергу негативно впливало на характер згустку, особливо у зразку 4.

Відповідно до традиційної технології виробництва йогурту перед сквашуванням молочну основу нормалізують за вмістом жиру та сухих речови. Для цього при виготовленні йогурту з коров'ячого молока молочну суміш нормалізували за вмістом сухих речовин до 11,4%, масовою часткою жиру – до 1,5, білка – до 3,28, вуглеводів – до 4,39%.

Суміш пастеризували при температурі 90-92 ^{0}С з витримкою 2-3 хв, потім гомогенізували при тиску 17,5 МПа та температурі 60 ^{0}С; охолоджували до температури сквашування (40 ^{0}С) та вносили закваску в кількості 3-5г; сквашували при температурі 39-40 ^{0}С.

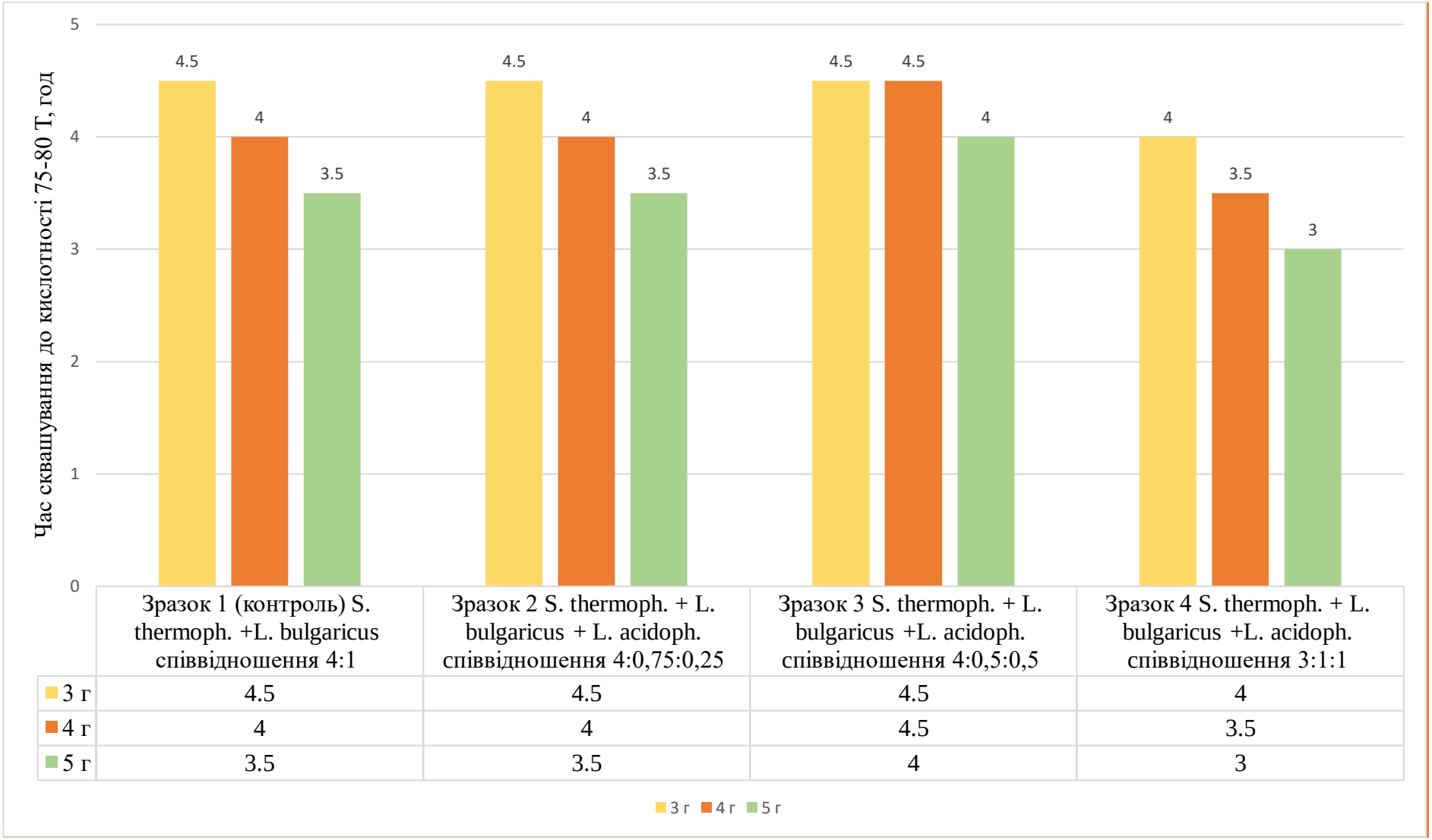
Активність вибраних заквасок визначали за титрованою та активною кислотністю, тривалістю сквашування та в'язкістю згустку (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.

Фізико-хімічні показники йогурту при використанні різної дози заквашувального препарату

Склад симбіотичної закваски	**К-сть заквaски, г**	**Час сквашування, год**	**Кислотність**	
			° Т	**pH**
Зразок 1 (контроль) *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* Співвідношення 4:1	3	4,5	80±1,1	4,5±0,09
	4	4,0	85±1,3	4,4±0,09
	5	3,5	90±1,2	4,4±0,1
Зразок 2 *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* Співвідношення 4:0,75:0,25	3	4,5	80±0,9	4,5±0,15
	4	4,0	83±1,2	4,4±0,09
	5	3,5	87±1,0	4,4±0,2
Зразок 3 *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* Співвідношення 4:0,5:0,5	3	4,5	75±1,1	4,5±0,14
	4	4,5	80±1,2	4,5±0,26
	5	4,0	85±0,8	4,4±0,23
Зразок 4 *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* Співвідношення 3:1:1	3	4,0	78±1,1	4,5±0,15
	4	3,5	83±1,2	4,6±0,25
	5	3,0	87±0,8	4,6±0,25

З наведених даних у табл. 3.3 видно, зі збільшенням кількості внесеної закваски зменшується час сквашування молочної основи. Слід зазначити, що симбіотична закваска з *L. acidophilus* зі зменшенням її дозування від 0,5 до 1 частин ведуть до незначного (на 0,5 год) зменшення тривалості сквашування дослідних зразків порівняно з контрольним варіантом, а внесення *L. acidophilus* із 0,25 дозуванням істотно не впливає на ферментативних процес.



	Зразок 1 (контроль) S. thermoph. +L. bulgaricus співвідношення 4:1	Зразок 2 S. thermoph. + L. bulgaricus + L. acidoph. співвідношення 4:0,75:0,25	Зразок 3 S. thermoph. + L. bulgaricus +L. acidoph. співвідношення 4:0,5:0,5	Зразок 4 S. thermoph. + L. bulgaricus +L. acidoph. співвідношення 3:1:1
3 г	4.5	4.5	4.5	4
4 г	4	4	4.5	3.5
5 г	3.5	3.5	4	3

Рис. 3.2. Вплив дози бактеріального препарату на перебіг ферментативного процесу

З наведених даних у табл. 3.4 видно, що зі збільшенням кількості закваски збільшується в'язкість кисломолочного згустку. Щодо умовної в’язкості, то спостерігали її зміни щодо зниження відповідно до зменшення кількості закваски. Цей показник залежать від складу сировини і складу мікробіальних заквасок, режимів термічної та механічної обробки сировини, а також способу і тривалості коагуляції (ферментації) білків молока [2]. Показники умовної в’язкості йогурту визначали за часом витікання продукту (йогурту) об’ємом 100 $см^3$ з вихідним отвором розміром 5 мм.

Наступним етапом дослідження було визначеня ступеня синерезису молочного згустку, де ступінь синерезису визначали за кількістю сироватки, яка відділяється за 1 годину вільного фільтрування.

Синерезис молочних продуктів - це мимовільне відділення сироватки зі згустку. Для деяких молочних продуктів він є необхідним, наприклад (сир), а інших кисломолочних продуктів та напоїв, може викликати вади консистенції.

Ступінь синерезису є одним із показників реологічних властивостей кисломолочних продуктів, так як визначає пружність та міцність згустку, отже, їх споживчі властивості.

Щодо результатів визначення синеритичних властивостей згустків, то було відзначено, що у зразку 4, де дозування *L. acidophilus* становило 1 частину, відзначали найміцніший згусток, але доволі крихкий, що необхідно для підтримки консистенції.

Результати дослідження синерезизу молочних згустків та їх умовної в’язкості наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.4.

Ступінь синерезису молочних згустків та їх умовна в’язкість

Склад симбіотичної закваски	**К-сть заквaски, г**	**Ступінь синерезису, %**	**Умовна в’язкість, с**
Зразок 1 (контроль) *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* Співвідношення 4:1	3	54	73
	4	47	79
	5	44	85
Зразок 2 *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* Співвідношення 4:0,75:0,25	3	55	84
	4	48	87
	5	44	90
Зразок 3 *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* Співвідношення 4:0,5:0,5	3	54	83
	4	49	89
	5	47	92
Зразок 4 *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* Співвідношення 3:1:1	3	51	88
	4	48	93
	5	44	95

Так, нами було встановлено, що найкращі реологічні властивості відзначали у зразку 4 при внесенні бактеріального препарату у кількості 5 г. Умовна в’язкість становила 98 с та ступінь синерезису 44%.

В загальному, відзначено, що ступінь синерезису підвищувався в результаті зменшення кількості бактеріального препарату та відповідно до цього показника і змінювалась умовна в’язкість продукту.

З огляду на те, що за результатами проведених досліджень встановлено що оптимальний перебіг ферментативного процесу забезпечує доза 5 г, то прийнято в подальшому використовувати цю пропорцію для виробництва наступних дослідних партій продукту.

Оскільки зразок 4 відзначався кращими фізико-хімічними властивостями, але щодо реологічних і смакових властивостей отриманий згусток при такому співвідношенні заквашувальних культур, мав різкий кисломолочний смак і в'язку тягучу консистенцію, то прийнято в подальшому виготовляти дослідні зразки йогурту із наступним співвідношенням мікробіальних культур в його складі: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* як 4:0,5:0,5 відповідно (зразок 3).

Відповідно до підібраного складу та дози бактеріального препарату розроблено технологічну схему виробництва йогурту.

Приймання та підготовка сировини.

- Очищення (40-45 ° С).
- Сепарування (40-45 ° С).
- Нормалізація.
- Гомогенізація.
- Пастеризація (92±2 ° С; 5 хв).
- Охолодження до температури заквашування.
- Заквашування (37° С; 5г).
- Перемішування (10-15 хв).
- Сквашування (37°С; 4 год).
- Перемішування та охолодження (8 °С).
- Розлив, пакування, маркування.

Технологічна схема виробництва йогурту із використанням симбіотичної закваски представлена на рисунку 3.2.

Рис. 3.2. Технологічна схема для виробництва йогурту

3.3. Дослідження властивостей готового продукту

Подальші наші дослідження були скеровані на дослідження йогурту, виготовленого за вищезазначеною технологією. Особливу увагу, приділили визначеню мікробного пейзажу та визначенню терміну зберігання продукту.

У таблиці 3.5. представлено підрахунок кількості життєздатних клітин лактобактерій у готовому продукті, які входять у склад заквашувального препарату: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus*, як 4:0,5:0,5 відповідно.

Таблиця 3.3.

Кількість життєздатних клітин лактобактерій в готовому продукті

Співвідношення культур у заквашувальної мікрофлори	**Кількість КУО/см^3**		
	S. thermophilus	*L. bulgaricus*	*L. acidophilus*
Контроль *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* *4:1*	$1 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^6$	-
Дослідний зразок *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* *4:0,5:0,5*	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^8$	

В результаті підрахунку кількості молочнокислих бактерій, спостерігали доволі високу кількість життєздатних їх клітин. У контрольному

зразку відзначали кількість *S. thermophilus* в межах $1 \cdot 10^8$ КУО/см^3 та *L. bulgaricus* у кількості $1 \cdot 10^6$ КУО/см^3. Натомість у дослідному зразку відзначено активніший ріст лактобактерій, де їх кількість становила *S. thermophilus* - $1 \cdot 10^7$ КУО/см^3 та загальна кількість молочнокислих паличок $1 \cdot 10^8$ КУО/см^3. Підрахунок кількості молочнокислих паличок проводили спільно у зв'язку із складністю їх деференціації.

3.4. Дослідження органолептичних (смакових) властивостей продукту

Органолептичну оцінку продукту проводили відповідно до технічної документації та її вимог (ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні ТУ»). Йогурти виготовляють за певними вимогами цього стандарту та документів (технічних документів виробника, стандартів організації), за якими виготовлені йогурти конкретної назви, з дотриманням вимог нормативних правових актів.

Визначення споживчих характеристик йогурту, а саме зовнішнього вигляду та консистенції, смаку та запаху, кольору проводять органолептичним методом та характеризують відповідно до вимог цього стандарту.

Результати органолептичних показників двох зразків йогуртів (контроль та дослідний) представлено на профілограмі (рис. 3.3).

При побудові та подальшому аналізі профілограм контрольного та дослідного зразка йогурту, можна зробити висновок, що йогурт виготовлений із додаванням ацидофільної палички характеризується більш пружним згустком, кращою консистенцією та відповідно має кращі органолептичні і споживчі властивості.

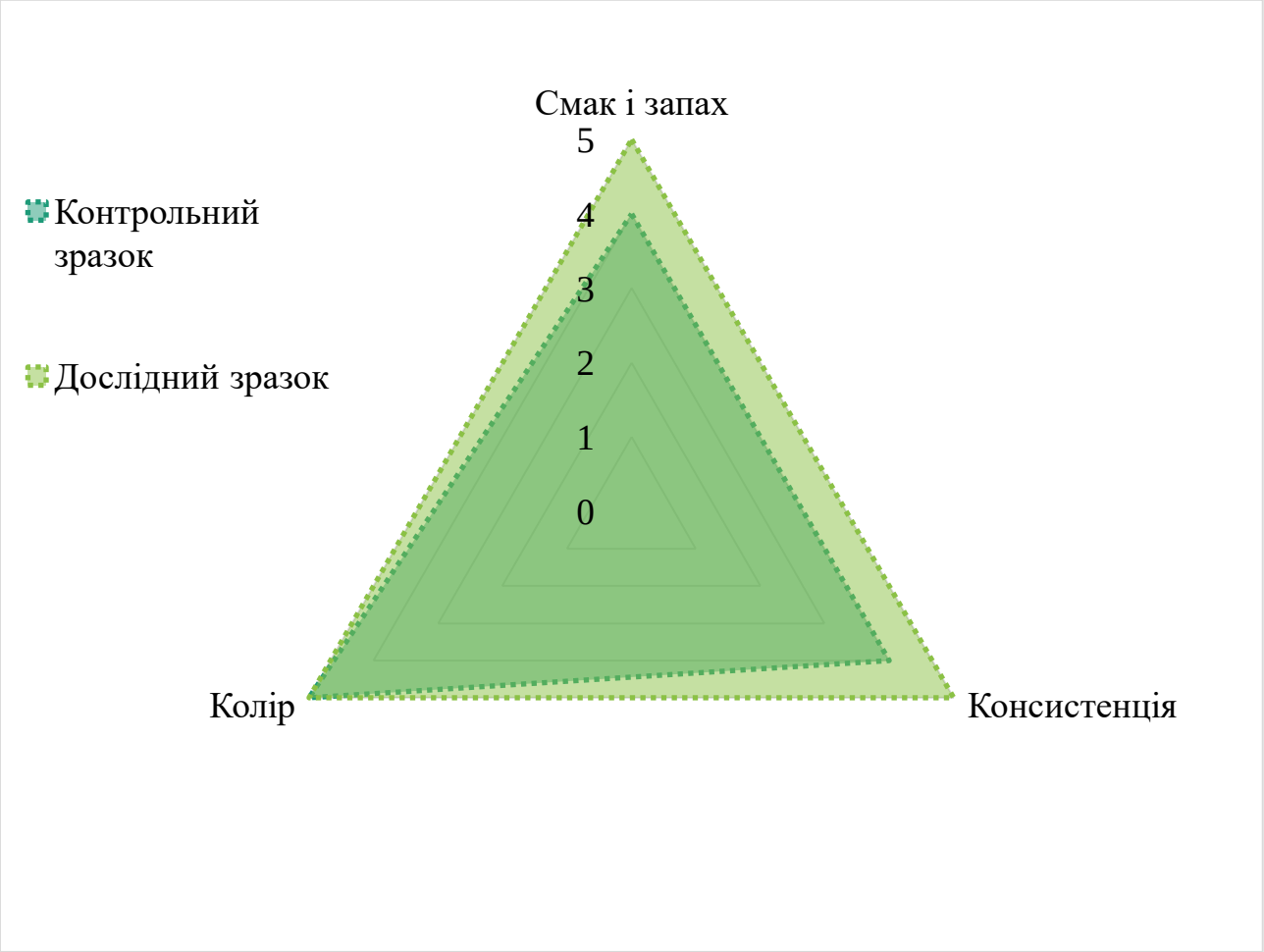


Рис. 3.3. Профілограма органолептичних показників контрольного та дослідного зразків йогурту

3.5. Зміни показників йогурту під час зберігання

На основі зміни основних фізико-хімічних показників, особливо кислотності та в'язкості продукту (від 70 до 140°Т включно) під час зберігання, визначали термін його зберігання.

Помірне наростання кислотності в продукті під час зберігання забезпечило високий рівень вмісту молочнокислих мікроорганізмів (не менше 1×10^7 на 21 добу). Механізм, що забезпечує життєдіяльність молочнокислих бактерій, швидше за все полягає в наступному. У процесі сквашування

відбувається інтенсивне кислотоутворення. Після охолодження продукту уповільнюєть ріст і розвиток мікроорганізмів, при цьому слабше утворюється молочна кислота, але активується процес полісахаридного (вуглеводного) синтезу. З наукових джерел відомо, що в клітинах, що повільно ростуть, знижена швидкість синтезу біополімерів їх стінок, що сприяє утворенню більшої кількості ізопреноїдних ліпідних молекулоносіїв для біосинтезу екзополісахаридів. Слід зазначити, що ацидофільна паличка виробляє екзополісахариди. У свою чергу, екзополісахариди виконують захисні функції для бактеріальних клітин, перешкоджаючи механічному руйнуванню, проникненню бактеріофагів, впливу токсичних хімічних сполук та метаболітів самих мікроорганізмів, а також антибіотиків. Таким чином і забезпечується висока безпека життєздатних клітин заквашувальної культури. Крім того, екзополісахариди покращують консистенцію молочного згустку, таким чином йогурт має кращі синеретичні властивості.

Результати дослідження терміну придатності йогурту представлені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Зміни умовної в’язкості та титрованої кислотності під час зберігання

Доба зберігання продукту	**Контроль** *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* співвідношення 4:1		**Дослідний зразок** *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* + *L. acidophilus* співвідношення 4:0,5:0,5	
	Титрована кислотність, °Т	Умовна в’язкість, с	Титрована кислотність, °Т	Умовна в’язкість, с
1	84	85	80	92
3	87	82	84	90
6	99	80	96	86
9	111	77	106	82
12	121	73	118	78
15	128	69	124	74
18	134	65	130	70
21	142	62	136	68

Згідно результатів, які були отриманні при визначені терміну зберігання продукту, встановлено, що дослідний зразок із використанням в складі бактеріального препарату ацидофільної палички проявляє кращі

властивості щодо більш помірного наростання кислотності та зниження умовної в’язкості. Так, на 21 добу зберігання при температурі ±2-4°С титрована кислотність у контрольному зразку становила 142°Т та 136 °Т у дослідному зразку, натомість умовна в’язкість становла 62 с у контрольному та 68 с у дослідному зразку.

Щодо змін органолептичних властивостей продукту, то у перші 18 діб зразки йогурту за органолептичним показникам повністю відповідали вимогам нормативної документації: колір – молочно-білий; смак – освіжаючий, м'який, ніжний; консистенція: нев'язка, густа, щільна структура. Слабо виражений підвищений кислий смак та незначне розшарування згустку і відшарування сироватки відзначали на 18 добу у контрольному зразку. У дослідному зразку не відзначали змін щодо відшарування сироватки та надмірно кислого смаку. Цей факт свідчить про помірне постокислення готового продукту, основним чинником якого є якість закваски, яка була використана.

3.6. Аналіз йогурту щодо мікробіологічного обсіменіння

При проведенні мікробіологічних досліджень у зразках йогурту, як в контрольному так і в дослідному, патогенної та умовно патогенної мікрофлори не виявлено. Щодо стафілокока (S.aureus), то в 0,1 г продукту не виявлено, патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонели в 25 р продукту не виявлено. Дріжджі виявлені у межах допустимих норм, в дослідному зразку у меншій кількості, плісняві гриби не виділені. Бактерії групи кишкової палички (БГКП) у 0,1 г продукту не виявлені.

Таблиця 3.6.

Результати наявності патогенних та умовно патогенних мікрорганізмів

№ зразка	БГКП (колі-форми)	Патогенні м/о, в т.ч. сальмонели	S. aureus	Дріжджі, КУО/г	Плісень, КУО/г
Контроль	-	-	-	35	-
Дослідний зразок	-	-	-	20	-

Отже, підсумовуючи отримані результати комплексних досліджень, можна рекомендувати симбіотичний заквашувальний препарат на основі *S. thermophilus +L. bulgaricus +L. acidophilus* у співвідношенні, як 4:0,5:0,5 відповідно у кількості 5 г для виробництва йогурту з м'яким смаком та густою консистенцією. Йогурт відзначається помірним постокисленням, що сприяє збереженню кількості молочнокислих мікроорганізмів на рівні не менше 10^7 КУО/г, що дає можливість забезпечити термін придатності продукту не менше як 21 добу.

РОЗДІЛ IV
ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ

Економічна ефективність виробництва йогурту — це показник, який визначає, наскільки вигідним є виробництво цієї продукції з економічної точки зору. Для її оцінки використовуються різні кількісні та якісні показники, такі як прибутковість, собівартість, рентабельність, продуктивність ресурсів тощо.

Основні аспекти оцінки економічної ефективності

1. **Собівартість виробництва**

- Включає витрати на:
- Сировину (молоко, закваски, наповнювачі, цукор тощо);
- Енергоносії (електроенергія, газ);
- Заробітну плату працівників;
- Утримання обладнання та інші операційні витрати.
- Зниження собівартості (наприклад, шляхом оптимізації процесів чи закупівель) підвищує ефективність.

2. **Якість продукції**

- Якість впливає на конкурентоспроможність та рівень попиту.
- Виробництво йогуртів з натуральними інгредієнтами або унікальними властивостями може підвищити додану вартість.

3. **Обсяг виробництва**

- Високий обсяг виробництва дозволяє зменшити питомі витрати через ефект масштабу.

4. **Рентабельність**

- **Формула рентабельності**:
- Висока рентабельність свідчить про ефективне управління ресурсами.

5. **Чистий прибуток**

- Різниця між виручкою від продажу йогурту та повною собівартістю його виробництва.
- Залежить від ціни реалізації продукції та обсягу продажів.

6. **Окупність інвестицій**

- Якщо для запуску виробництва необхідні вкладення в обладнання, приміщення, технології, важливо розрахувати період окупності.

7. **Виробничі витрати на одиницю продукції**

- Наприклад, якщо виробництво 1 кг йогурту коштує дешевше порівняно з конкурентами, це є показником високої ефективності.

Фактори підвищення економічної ефективності

- **Оптимізація процесів:** автоматизація та механізація виробничих процесів.
- **Скорочення витрат:** використання енергоефективного обладнання, зменшення втрат сировини.
- **Підвищення якості продукції:** залучення сучасних технологій для покращення смаку та корисних властивостей.
- **Диверсифікація продукції:** випуск йогуртів з різними смаками, низьким вмістом цукру або без лактози.
- **Розширення ринку збуту:** маркетингові кампанії, експорт, робота з торговими мережами.

Розрахунок рентабельності виробництва йогурту проводять за формулою:

$$P_{П} = \frac{ВП}{C_{ТП}} \times 100\%,$$

Рентабельність продукції = (ВП/Q) х 100 %

де $C_{ТП}$ — повна собівартість товарної реалізованої продукції, грн.;

Q — обсяг реалізованої продукції, грн.

Таблиця 5.1.

Рецептура на виробництво йогурту на 1 т готового продукту

№ п/п	Сировина	Маса сировини, кг
1.	Молоко з м.ч.ж. 3,2 %	778,0 кг
2.	Знежиренне молоко з м.ч.ж. 0,05%	221,9875 кг
3.	Бактеріальний препарат	0,05 кг
Разом		1000

Таблиця 5.2

Вартість сировини для виробництва йогурту

Найменування сировини	Ціна за кг, грн.	Сума витрат, грн.
Молоко з м.ч.ж. 3,2 %	25	19450
Знежиренне молоко з м.ч.ж. 0,05%	10	2200
Бактеріальний препарат	0,05	1450
Разом		23120

Отже, виходячи із розрахунку, вартість сировини для виробництва 1 т йогурту становить – 23120 грн.;

Таблиця 5.6

Калькуляція собівартості йогурту

№ п/п	Статті витрат	Вартість, грн.
1.	Сировина і основні матеріали	23120
2.	Додаткові витрати при виробництві (+25%)	5780
3.	**Повна собівартість 1 т йогурту**	28900
4.	Собівартість 1 кг йогурту	28,90
5.	**Ціна, що пропонується за 1 кг**	34,68
6.	Прибуток з одиниці продукції	5,78
20.	**Рентабельність, %**	**20,00**

Рентабельність виробництва йогурту на основі симбіотичної закваски становить 20%. Виробництво йогурту є економічно вигідним.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Отже, в подальшому для виробництва йогурту пропонуємо симбіотичний заквашувальний препарат на основі *S. thermophilus +L. bulgaricus +L. acidophilus* у співвідношенні, як 4:0,5:0,5 відповідно у кількості 5 г. Йогурт, виготовлений із запропонованим бактеріальним препаратом буде характеризуватись з м'яким смаком та густою консистенцією. Йогурт відзначається помірним постокисленням, що сприяє збереженню кількості молочнокислих мікроорганізмів на рівні не менше 10^7 КУО/г, що дає можливість забезпечити термін придатності продукту не менше як 21 добу.

Впровадження в промислове виробництво розробленого нового виду йогурту функціонального призначення дозволить розширити асортиментну лінію молочних продуктів, що рекомендовані для організації здорового способу харчування людей.

1. Розроблено та описано технологію виробництва йогурту на основі симбіотичної закваски.

2. Підібрано оптимальне співвідношення лактобактерій у складі симбіотичної закваски, яка включає *S. thermophilus + L. bulgaricus +L. acidophilus* у співвідношенні, як 4:0,5:0,5 відповідно.

3. Встановлено дозу симбіотичної заквашувальної композиції (*S. thermophilus +L. bulgaricus +L. acidophilus*, як 4:0,5:0,5) у кількості 5 г, яка забезпечує оптимальний ферментаційний процес та найкращі споживчі характеристики йогурту.

4. Проведено всебічну комплексну оцінку йогурту, вивчено фізико-хімічні (зміни титрованої кислотності під час ферментації та зберігання продукту, умовну в’язкість та синеретичні властивості йогуруту) та органолептичні показники.

5. Встановлено термін зберігання йогурту (21 доба) та вивчено його зміни під час зберігання.

5. Розроблено та запропоновано технологічну схему для виробництва йогурту на основі симбіотичної заквашувальної композиції із пробіотичними властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abdel-Hamid M, Romeih E, Huang Z, et al. Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with Siraitia grosvenorii fruit extract. Food Chem. 2020;303:125400.
2. Aguilar-Toala JE, Garcia-Varela R, Garcia HS, Mata-Haro V, Gonzalez-Cordova AF, Vallejo-Cordoba B, Hernandez-Mendoza A. Postbiotics: an evolving term within the functional foods field. Trends Food Sci Technol. 2018;75:105–114.
3. Arora T, Singh S, Sharma RK. Probiotics: interaction with gut microbiome and antiobesity potential. Nutrition. 2013;29: 591–596.
4. Baba WN, Jan K, Punoo HA, et al. Techno-functional properties of yoghurts fortified with walnut and flaxseed oil emulsions in guar gum. LWT Food Sci Technol. 2018; 92:242–249.
5. Bifari F., Nisoli E. Branched- chain amino acids differently modulate catabolic and anabolic states in mammals: a pharmacological point of view. British journal of pharmacology. 2017. T. 174. №. 11. C. 1366-1377. DOI: https://doi.org/10.1093/advances/nmaa030.
6. Chung Y., Jin H., Cui Y., Kim D., Jung J., Park J., Junge E., Choi E., Chaee S. Fermented milk of Lactobacillus helveticus IDCC3801 improves cognitive functioning during cognitive fatigue tests in healthy older adults. Journal of functional foods. 2014. V. 10. P. 465 – 474.
7. Companys J., Pla-Pagà L., Calderón-Pérez L., Llauradó E., Solà R., Pedret A., Valls R. Fermented dairy products, probiotic supplementation, and cardiometabolic diseases: a systematic review and meta-analysis. Advances in Nutrition. 2020. Vol. 11. P. 834-863.
8. El-Deeb NM, Yassin AM, Al-Madboly LA, El-Hawiet A. A novel purified Lactobacillus acidophilus 20079 exopolysaccharide, LA-EPS-20079,

molecularly regulates both apoptotic and NF-kappaB inflammatory pathways in human colon cancer. Microb. Cell Fact. 2018; 17:29.

9. Functional Food Industry: Market Research Reports, Statistics and Analysis. - 2012.
10. Gao H, Li X, Chen X, Hai D, Wei C, Zhang L, Li P. The Functional Roles of *Lactobacillus acidophilus* in Different Physiological and Pathological Processes. J Microbiol Biotechnol. 2022 Oct 28;32(10):1226-1233. doi: 10.4014/jmb.2205.05041. Epub 2022 Aug 30. PMID: 36196014; PMCID: PMC9668099.
11. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, et al. Expert consensus document. The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol. 2014;11:506–514.
12. Jorgensen, C.E., Abrahamsen, R.K., Rukke, E.O., Hoffmann, T.K., Johansen, A.G. Skeie, S.B. Processing of high-protein yoghurt A review. International Dairy Journal 2019, 88. pp. 42-59.
13. Miremadi, F. Applications of inulin and probiotics in health and nutrition. International Food Research Journal. 2012. 782.
14. Tegegne BA, Kebede B. Probiotics, their prophylactic and therapeutic applications in human health development: a review of the literature. Heliyon. 2022; 8: e09725.
15. Андрушків К. В. Розробка технології йогурту з екстрактом чебрецю: дипломна робота магістра / Тернопіль: тернопіл. нац. техн. ун-т. Тернопіль, 2020. 80 с.
16. Атаманчук П., Мендерецький В. Безпека життєдіяльності (теоретичні основи), Навчальний посібник, Каменець-Подільський: Центр навчальної літератури, 2017. 273 с.

17. Безпека і якість виробництва та переробки продукції тваринництва: навч. посібник за науковою редакцією Славова В.П., Коваленко О.В. / В.П. Славов, О.В. Коваленко, М.І. Дідух [та ін.]. Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2018. 184 с.
18. Берник І. М, Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В, 2022. 300 с.
19. Бугайова Ю.В., Варанкіна О.О., Огурцов О.М. Оптимізація біотехнології виробництва йогурту. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: 2018 рік: матеріали 26-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 16-18 травн. 2018 р. Харків: НТУ, 2018. С. 20.
20. Власенко В.В., Головко М.П., Семко Т.В., Головко Т.М. Технологія молока та молочних продуктів: навчальний посібник. Харків : ХДУХТ, 2018. 202 с.
21. Власенко В.В., Семко Т.В., Шаблій М., Лавицький В.П. Технологія молока та молочних продуктів: навч. посіб. Вінниця: ТОВ Нілан-ЛТД, 2015. 330 с
22. ДСТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини
23. ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров`яче. Технічні умови. Чинний від 01.01.19. К.: Держспоживстандарт, 2019. 10 с.
24. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови.
25. ДСТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини.
26. ДСТУ 6083:2009 Молоко. Метод визначання чистоти.
27. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання.

28. ДСТУ 8396:2015 Молоко коров`яче. Визначення масової частки жиру, білка, лактози, сухої речовини методом інфрачервоної спектрометрії (експрес-метод).
29. ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання pH потенціометричним методом.
30. ДСТУ 8552:2015 Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини.
31. ДСТУ ISO 11870:2007 Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів (ISO 11870:2000, IDT).
32. ДСТУ ISO 707:2002 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб (ISO 707:1997, IDT).
33. Інтернет ресурс [https://ua.chr-hansen.com/uk/rishennya/kyslomolochni-produkty].
34. Інтернет ресурс: http://www.agrosvit.info/pdf/17_2021/3.pdf.
35. Інтернет ресурс: https://ideas-center.com.ua/?p=23021.
36. Кітченко Л.М., Назаренко Ю.В., Окуневська С.О., Цигура В.В. Способи подовження терміну зберігання йогурту. Всеукраїнський науково – технічний журнал. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. № 2. С. 56- 58.
37. НПАОП 73.1-1.11-12. Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях.
38. Облещенко А. Д. Аналіз технологій виробництва йогуртів: матеріали VII Всеукр. наук. техн. конф. магістрантів і студентів ТДАТУ Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 45.
39. Облещенко А. Д., Квітка С. О. Аналіз технологій виробництва йогуртів. VII Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і

студентів ТДАТУ: 2019 рік: матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф., 11-22 листоп. 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 45.

40. Облещенко, А. Д., Квітка С. О. Порівняльний аналіз резервуарного і термостатного технологій виробництва йогурту. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: 2020 рік: матеріали І Всеукр. наук. практ. інтернет-конференції пам'яті В. В. Овчарова, 20 травня – 04 червня 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 87 – 88.
41. Про затвердження Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях наказ № 1192 від 11.09.2012.
42. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Технологія оздоровчих харчових продуктів: підручник. Київ: НУХТ, 2015. 402 с.
43. Скорченко Т.А., Грек О.В. Технологія дитячих молочних продуктів: навчальний посібник. К.: РВЦ НУХТ, 2012. 330 с.
44. Собко О. М., Бойчик І. М. Перспективи входження вітчизняної молочної індустрії на ринок ЄС шляхом посилення конкурентоспроможності бренду. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2016. Вип. 6, ч. 3. С. 42 -49.
45. Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК». Вінниця, 2017. Випуск №2 (97). С. 85–89.
46. Соломон А.М. Нові аспекти виробництва кисломолочних продуктів з пробіотичними властивостями. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2022. Т. 24. № 98. С. 50-56.

47. Соломон А.М., Полєвода Ю.А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. № 2 (105). с. 66-74.
48. Соломон А.М., Полєвода Ю.А. Пробіотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. № 3 (106). С. 56-65..
49. Ткаченко Н. Заквашувальні композиції бактерій для технологій кисломолочних продуктів дитячого харчування. Мікробіологія і біотехнологія. 2016. №1. С. 55 67.
50. Цигура В. В., Янковський Р. В. Використання сиропу із фініків в технології виготовлення йогуртів. Topical issues of the development of modern science: 2020: The 10th International scientific and practical conference, June 4-6, 2020. Sofia, Bulgaria, 2020. С.782 – 785.
51. Чорна А.І., Калмазан В.Б. Спосіб виробництва йогурту з японським чаєм матча та насінням чіа. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, Серія Технічні науки. Том 30 (69), №1, 2019. С. 91-95.