

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

Факультет харчових технологій та біотехнологій

Кафедра технології молока і молочних продуктів

До захисту допущено

Завідувач кафедри

Орися ЦІСАРИК

« ____ » _____ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра**

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та
переробки молока»

на тему: «Удосконалення технології морозива з пробіотичними
компонентами»

Виконавець:

здобувач

Кицак Максим Мар'янович

Керівник:

Михайлицька Ольга Романівна

Рецензент:

Галух Богдан Іванович

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ ІМЕНІ С.З. ГИЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнологій

Кафедра Технології молока і молочних продуктів

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 Харчові технології

Освітньо-професійна програма «Технології зберігання, консервування та переробки молока»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

Орися ЦІСАРИК

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

Кицака Максима Мар'яновича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології морозива з пробіотичними компонентами

керівник роботи: Михайлицька Ольга Романівна, доцент, канд. техн. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «___» _____ 202_ року
№ _____

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: вивчити сучасні тенденції у виробництві продуктів здорового харчування, обґрунтувати вибір заквасок і пребіотиків для виробництва кисломолочного морозива, дослідити вплив пребіотиків на якість морозива та зміну показників впродовж зберігання, розробити нові рецептури морозива з пребіотиками та оцінити економічну ефективність виробництва.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, вступ, огляд літературних джерел, матеріали і методи досліджень, результати власних досліджень та їх обговорення, економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки, висновки, список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу рисунки, графіки, діаграми, таблиці, принципова технологічна схема, апаратурно-технологічна схема виробництва.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3	Михайлицька О.Р., доцент		
4			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ		
2.	Огляд літературних джерел		
3.	Матеріали і методи досліджень		
4.	Результати власних досліджень та їх обговорення		
5.	Економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки		
6.	Висновки і рекомендації виробництву		
7.	Допуск до захисту		

Здобувач _____ Максим КИЦАК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ Ольга МИХАЙЛИЦЬКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра присвячена розробці нових видів кисломолочного морозива для здорового харчування з використанням пребіотиків та зниженням калорійності продукту. Основна увага приділяється внесенню таких функціональних компонентів, як лактулоза, галактоолігосахариди та інулін. Теоретичні та експериментальні дослідження показали, що застосування цих компонентів не лише дозволяє розширити асортимент функціональних продуктів, але й поліпшити реологічні, органолептичні та мікробіологічні характеристики морозива.

У роботі досліджено вплив пребіотиків на розвиток та виживання мезофільних лактококів закваски LAT SW L, встановлено, що додавання 3 % сиропу лактулози підвищує в'язкість сумішей та позитивно впливає на збереження життєздатності мікрофлори під час зберігання морозива. Використання галактоолігосахаридів та інуліну сприяє поліпшенню смаку та консистенції, а також підвищує виживання корисних мікроорганізмів при низькотемпературному зберіганні.

*Експериментально підтверджено ефективність використання *Lactobacillus acidophilus*, для досягнення необхідних мікробіологічних показників та антиоксидантної активності продукту. Встановлено, що 2 % інуліну позитивно впливає на збитість та опірність морозива до танення. Комбіноване застосування інуліну та лактулози дозволяє покращити консистенцію, смак, а також продовжити термін зберігання продукту.*

Розроблено рецептури та оптимальні параметри процесів для виробництва трьох нових видів кисломолочного морозива з пребіотиками, а також оцінку економічної ефективності виробництва.

Результати дослідження свідчать про перспективність подальшого вдосконалення технології кисломолочного морозива за рахунок використання нових штамів мікроорганізмів та компонентів з функціонально-технологічними властивостями.

Ключові слова: КИСЛОМОЛОЧНЕ МОРОЗИВО, ПРЕБІОТИКИ, ЛАКТУЛОЗА, ГАЛАКТООЛІГОСАХАРИДИ, ІНУЛІН, ЗАКВАСКА, *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS*, ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОДУКТИ, РЕОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ.

ABSTRACT

The master's thesis is dedicated to the development of new types of fermented milk ice cream for healthy nutrition, using prebiotics and reducing the product's caloric content. The main focus is on the introduction of functional components such as lactulose, galactooligosaccharides, and inulin. Theoretical and experimental research has shown that the use of these components not only expands the range of functional products but also improves the rheological, organoleptic, and microbiological characteristics of ice cream.

The study investigated the effect of prebiotics on the growth and survival of mesophilic lactococci in the LAT CW L starter culture. It was found that adding 3% lactulose syrup increases the viscosity of the mixtures and positively affects the viability of the microflora during ice cream storage. The use of galactooligosaccharides and inulin contributes to improved taste and consistency, as well as enhances the survival of beneficial microorganisms during low-temperature storage.

*Experimental results confirmed the effectiveness of using *Lactobacillus acidophilus*, to achieve the required microbiological indicators and antioxidant activity of the product. It was found that 2% inulin positively affects the overrun and melting resistance of the ice cream. The combined use of inulin and lactulose improves the texture and taste, as well as extends the shelf life of the product.*

Formulations and optimal process parameters were developed for the production of three new types of fermented milk ice cream with prebiotics, along with an economic efficiency assessment for production.

The research results indicate the potential for further improvement of fermented milk ice cream technology through the use of new strains of microorganisms and components with functional and technological properties.

Keywords: FERMENTED MILK ICE CREAM, PREBIOTICS, LACTULOSE, GALACTOOLIGOSACCHARIDES, INULIN, STARTER CULTURE, LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS, FUNCTIONAL PRODUCTS, RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS, MICROBIOLOGICAL INDICATORS, ANTIOXIDANT ACTIVITY.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	10
1.1. Сучасні тенденції у виробництві продуктів здорового харчування	10
1.2. Напрями вдосконалення технології і асортименту морозива функціонального призначення	17
1.3. Асортимент і способи отримання кисломолочного морозива ..	20
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1. Матеріали для досліджень	27
2.2. Методи досліджень	30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	32
3.1. Обґрунтування вибору пребіотиків і закваски для морозива	32
3.2. Дослідження впливу інуліну і лактулози на процес отримання і властивості морозива з використанням ацидофільної палички	35
3.2.1. Вплив лактулози на властивості суміші і кисломолочного морозива	35
3.2.2. Вплив інуліну на властивості суміші і кисломолочного морозива	42
3.2.3. Вплив інуліну і лактулози на властивості кисломолочного морозива	47
3.3. Обґрунтування технологічних режимів і розробка технології кисломолочного морозива з пребіотикам	51
3.4 Склад і властивості розробленого кисломолочного морозива з пребіотиками	57
4. ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ	61
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75

ВСТУП

Актуальність роботи. Швидке зростання об'ємів виробництва продуктів харчування, сприяючих зниженню ризиків захворювань і медикаментозного навантаження, є загальносвітовою тенденцією. До важливих завдань науки в харчовій галузі відноситься створення оригінальних технологій нових продуктів, що поліпшують стан шлунково-кишкового тракту, підтримують функціонування серцево-судинної і імунної систем, регулюючи вагу [1, 6]. Такі продукти мають володіти не тільки функціональними властивостями, але і хорошими органолептичними характеристиками.

Основна частка ринку функціональних продуктів належить кисломолочним напоям, зокрема з пробіотиками або пребіотикам [12]. Проте у таких продуктів є свої недоліки, до яких відносяться нетривалі терміни зберігання, нестабільність консистенції. Перспективний напрям вирішення цієї проблеми – отримання кисломолочного морозива. Підтвердженням зростаючого інтересу до цього питання став прийнятий ДСТУ 32929-2014 «Морозиво кисломолочне. Технічні умови» [17].

Більшість видів морозива, представлені на сучасному вітчизняному ринку, важко віднести до корисних продуктів із-за високої калорійності, вмісту синтетичних підсолоджувачів, барвників, ароматизаторів і стабілізаторів. Застосування натуральної молочної, фруктові та овочевої сировини, заміна цукру і жиру на функціональні компоненти відносяться до провідних тенденцій розширення асортименту морозива [5, 7]. У зв'язку з цим розробка технології, що дозволяє поєднувати переваги кисломолочних продуктів і пребіотиків в такому популярному продукті, як морозиво, є актуальним завданням.

Проте закономірності сумісного впливу заквашувальної мікрофлори і пребіотичних добавок на властивості морозива є складні і недостатньо вивчені. Необхідність досліджень в цій області обумовлена також

асортиментом, що постійно росте, і розширенням можливостей промисловості функціональними інгредієнтами, які можуть бути використані у виробництві морозива.

Мета і завдання досліджень. З урахуванням вище викладеного, метою кваліфікаційної роботи є розробка технології кисломолочного морозива з пребіотичними компонентами, що мають позитивний вплив на процеси виробництва і показники якості готового продукту.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- теоретично і експериментально обґрунтувати вибір закваски культур для кисломолочного морозива, вивчити їх вплив на процеси отримання і властивості готового продукту;
- теоретично і експериментально обґрунтувати вибір пребіотичних компонентів для кисломолочного морозива, вивчити їх вплив на процеси отримання і властивості готового продукту;
- обґрунтувати вибір рецептур і визначити оптимальні параметри процесів отримання кисломолочного морозива з пребіотиками;
- визначити показники якості і безпеки готових продуктів;
- оцінити техніко-економічні показники розробленої технології.

Наукова новизна роботи. Отримані дані щодо впливу лактулози, галактоолігосахаридів і інуліну на розвиток мезофільних лактококів закваски, які вказують на можливість використання цих пребіотиків у технології кисломолочного морозива для покращення його органолептичних і мікробіологічних характеристик. Представлені результати дослідження впливу різних видів заквасок на властивості сумішей для морозива. Встановлено закономірності впливу масової частки сахарози на розвиток бактеріальних культур у сумішах для морозива. Отримані дані з антиоксидантної активності сумішей для морозива, сквашених різними бактеріальними заквасочними культурами. Представлені результати дослідження впливу інуліну і лактулози на властивості кисломолочного морозива, отриманого з використанням ацидофільної палички.

Теоретична і практична значущість роботи. Встановлено закономірності зміни властивостей суміші для молочного морозива при ферментації різними видами заквасок. Вивчений вплив лактулози і інуліну на процеси отримання і якісні характеристики кисломолочного морозива, отриманого з використанням *L. acidophilus*. Отримана математична залежність, що адекватно описує вплив лактулози і часу зберігання на виживаність молочнокислих мікроорганізмів в кисломолочному морозиві в процесі тривалого зберігання. Обґрунтовані параметри отримання трьох видів кисломолочного морозива з пребіотичними компонентами, вивчені їх показники якості.

Методологія і методи досліджень. Методологічною основою кваліфікаційної роботи є праці вітчизняних і закордонних вчених щодо виявлення корисних властивостей функціональних компонентів і їх застосування в технології продуктів здорового харчування.

При виконанні роботи застосовувалися стандартні, загальноприйняті методи досліджень хімічного складу, органолептичних, фізико-хімічних і реологічних властивостей, а також мікробіологічних показників об'єктів досліджень. Математична обробка результатів експериментальних даних і їх графічне зображення, виконані за допомогою програм Microsoft Excel. Міра достовірності результатів підтверджується 3-кратною повторністю експериментів із застосуванням стандартних методів досліджень і статистичної обробки даних; використанням сучасного обладнання, із встановленою межею відхилень.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Сучасні тенденції виробництва продуктів здорового харчування

Функціональні продукти харчування на сьогодні є самим швидкозорослим сегментом світової харчової галузі. Темпи зростання індустрії здорового харчування перевершують темпи розвитку основної харчової промисловості. Світовий ринок продуктів харчування і напоїв, направлених на поліпшення здоров'я і загального самопочуття «Health and wellness» продовжує збільшуватися [13]. За даними аналітичного джерела Euromonitor [16], 2014–2024 роки стали роками відродження і зростання ринку продуктів категорії «здорове харчування». Це вказує на те, що навіть в період економічної нестабільності споживач не забуває про своє здоров'я. Зростання продажів на світовому ринку продуктів «Health and wellness» оцінювався на рівні 6,5 %, об'єм продажів досяг 774 млрд. дол. Найбільший ринок продуктів здорового харчування очолюють США, до п'ятірки лідерів входять також Китай, Японія, Бразилія і Великобританія [17].

У сучасному суспільстві продукти харчування розглядаються не лише як засоби для біологічного існування, але як індикатори стилю життя, підсилювачі позитивних емоцій, провідники краси, здоров'я і довголіття. Зміна мотивації в купівельній поведінці, виражається в усвідомленій покупці здорових і корисних продуктів з пониженим вмістом солі, жирів, цукру [16].

У всьому світі споживачі ставлять все більш високі вимоги до збагачених продуктів харчування і напоїв у пошуках продуктів, поліпшуючих стан шлунково-кишкового тракту, що підтримують імунну систему і здоров'я серцево-судинної системи, регулюючих вагу.

Аналогічна тенденція простежується в зміні орієнтації населення в харчуванні, які все більше виявляють підвищену цікавість до найбільш корисних для здоров'я продуктів [14].

Здорове харчування, як засіб збереження здоров'я населення, є пріоритетним напрямом державної політики України. Президент України Володимир Зеленський ініціював розробку в Україні програми «Здорова нація». Метою даної програми є інформування населення щодо здорового способу життя, збереження і поліпшення якості життя та здоров'я громадян України, індивідуального здоров'я людини в місці проживання, за допомогою формування світогляду здорового способу життя населення, використовуючи механізми впровадження методів і засобів оздоровчого харчування, що дозволяють координувати потреби суспільства і можливості держави [7, 13].

Пріоритетами визнано розвиток вітчизняної сировинних ресурсів і харчових продуктів, збагачених незамінними чинниками, у спеціалізованих лікувальних і профілактичних продуктах [9].

Мова йде про продукти, збагачені нутрієнтами, що роблять позитивний вплив на здоров'ї організму: вітамінами, мінеральними речовинами, антиоксидантами, пробіотиками і пребіотиками [5, 14].

Відповідно до стандарту України ДСТУ 4518-2008 «Продукти харчові. Терміни і визначення» до функціональних продуктів відносяться:

- продукти харчування, що природно містять в необхідній кількості функціональні інгредієнти або їх групу;
- натуральні продукти, додатково збагачені функціональним інгредієнтом або їх групою;
- натуральні продукти, в яких видалений компонент, що перешкоджає прояву фізіологічної активності присутніх в них функціональних інгредієнтів;
- натуральні продукти, в яких вихідні потенціальні функціональні інгредієнти модифіковані таким чином, що вони починають проявляти свою фізіологічну активність або ця активність посилюється;
- натуральні харчові продукти, у яких в результаті певних модифікацій біозасвоюваність функціональних інгредієнтів збільшується;

- натуральні або штучні продукти, які в результаті застосування комбінації вщещазаних технологічних прийомів, набувають здатності зберігати і покращувати фізичне і психічне здоров'я людини або знижувати ризик виникнення захворювань [13].

За підсумками 2021 року виробництво функціональних продуктів харчування в Україні склало 285 тис. тон, а за підсумками 2022 року – більше 275 тис. тон. У найближчих 2–3 роки, за прогнозами експертів, при базовому варіанті очікується невелике зростання виробництва функціональних продуктів харчування в межах 3–4 %, що обумовлюється відносною ненасиченістю ринку на даному етапі його розвитку, при цьому зростання об'єму ринку буде в межах 2–3 %. На даному сегменті ринку спостерігається явне прагнення великих гравців до об'єднання інтегрованих структур. Так, найбільшими підприємствами, що оперують сьогодні на вітчизняному ринку, є вітчизняні компанії. Умовно продукти функціонального призначення на українському ринку представлені 4-ма групами: продукти на основі зернових (в т.ч. хлібобулочні і кондитерські вироби), безалкогольні напої, молочні продукти і продукти олійно-жирової галузі [14, 29].

Хлібобулочні вироби функціонального призначення виготовляють з кальцієм, вітамінами, вітамінно-мінеральними препаратами, білковими збагачувачами, харчовими волокнами, пребіотиками, з підвищеним вмістом білка, зниженій калорійності, з використанням радіопротекторних компонентів, детоксикантів, бета-каротину, мікрокристалічної целюлози, пектину, морепродуктів (порошок морської капусти), кальцію, йодвмісних препаратів, насіння льону, соняшнику і сої [7].

Сухі сніданки збагачують вітамінами, мінералами, клітковиною і висівками, що дуже корисно для профілактики і нормалізації діяльності шлунково-кишкового тракту і підвищують поживну цінність продукту. Серед кондитерських виробів виділяються продукти на натуральних цукрозамінниках, що мають діабетичний характер, а також продукти з вітамінами і фруктовими добавками. Виробники будь-якої продукції в цій

категорії орієнтуються на максимально широку групу споживачів, хоча більшість компаній мають в своєму асортименті продукти з «вузькою спеціалізацією», залежно від особливостей складу (лікувально-профілактичні, дієтичні, діабетичні продукти) [6, 12].

В області олійно-жирових продуктів з функціональними властивостями науки виробники в даний час пішли по шляху створення асортименту комбінованих (полегшених) масел («Смак-люкс», «Селянське», «Екстра») і низькожирних маргаринів («Столовий», «Сонячний», «Веселка») і майонезів з функціональними інгредієнтами.

Безалкогольні напої, зокрема соки, морс, квас, чай, що містить функціональні інгредієнти, обмежено увійшли до життя українців. Попит на них серед основних груп населення збільшується. Особливу увагу спеціалісти харчової промисловості звертають увагу на випуск продуктів дитячого харчування. Відповідно до вимог сучасної медичної науки ці продукти мають бути збагачені вітамінами і мінеральними речовинами, до них відносять широко відомі продукти «Малюк», «Малятко». Для харчування дітей дошкільного і шкільного віку виробники рекомендують хрусткі кукурудзяні пластівці, збагачені 8 вітамінами і залізом, компанії Nestle, а також швидкорозчинний шоколадний напій «Несквік», для хворих діабетом – печиво з фруктовোю начинкою, збагачене вітамінами А, В, Е, В₆, пантотеновою кислотою, мінеральними речовинами – ферумом, магнієм і цинком, вироблене французькою компанією Nutrition & Sante [21].

Основний сегмент ринку функціональних продуктів належить кисломолочним продуктам. В Україні традиційно випускається широкий асортимент кисломолочних продуктів, значну частину якого займають кисломолочні продукти, вироблені з використанням ацидофільних молочнокислих паличок. Клінічні випробування цих продуктів показали їх високу лікувально-профілактичну дію при різних шлунково-кишкових захворюваннях. По суті, це були перші кисломолочні продукти, які називаються пробіотичними харчовими продуктами. Інтерес до продуктів,

направлених на нормалізацію складу або підвищення біологічної активності нормальної мікрофлори кишківника, збільшується з кожним роком. Експерти Міжнародної молочної федерації називають їх «продуктами здоров'я» і вважають, що в XXI столітті ці продукти займатимуть найбільший об'єм у виробництві кисломолочних продуктів [14, 19].

Найбільш поширені функціональні продукти на молочній основі, безумовно, пробіотичні кисломолочні продукти. Основна мета їх споживання – профілактика дисбактеріозів і відновлення нормальної мікрофлори кишківника [8, 9].

Пробіотичні властивості кисломолочних продуктів досягаються за рахунок використання пробіотичних мікроорганізмів.

Під пробіотичними мікроорганізмами (пробіотиками) розуміють непатогенні, нетоксигенні мікроорганізми, що поступають в кишківник людини з їжею, сприятливо впливають на організм людини і нормалізують склад і біологічну активність мікрофлори травного тракту [23]. Найбільш вивченими пробіотиками є лактобактерії роду *Lactobacillus* (наприклад, штами видів *L. acidophilus*, *L. amylovorus*, *L. casei*, *L. crispatus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. paracasei*, *L. plantarum*) і біфідобактерії (*Bifidobacterium*) – *B. adolescentis*, *B. animalis*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. lactis*, *B. longum* та ін.

Поступаючи з їжею в необхідних кількостях, пробіотики конкурують в товстому кишківнику з патогенними (хвороботворними) і умовно-патогенними мікроорганізмами, крім того, продукти життєдіяльності пробіотиків створюють в кишківнику середовище, сприяюче зростанню корисних мікроорганізмів. Сьогодні є дані про те, що пробіотичні культури синтезують велику кількість біологічно активних речовин, які позитивно впливають на обмінні процеси в кишкової стінці, на її проникність, надають антиканцерогенну і антитоксичну дію. Також є дані, підтверджуючі прямо імуномодулюючу дію пробіотиків [11, 14].

Пробіотики поступають до споживача у вигляді фармацевтичних

препаратів, біологічно активних добавок (БАД) до їжі, а також натуральних харчових продуктів, особливе місце серед яких займають кисломолочні продукти, ферментовані пробіотики з мікроорганізмами або збагачені ними [12, 19].

В даний час на українському ринку пробіотична продукція представлена зокордонними виробниками [16].

Іншим сучасним напрямом розвитку виробництва функціональних кисломолочних продуктів є використання стимуляторів зростання і активності пробіотиків, особливо біфідо- і лактобактерій, пребіотиків або промоторів. Відповідно до ДСТУ 5249-2005 «Продукти харчові. Продукти харчові функціональні. Терміни і визначення» [23]. Пребіотиком (*prebiotic*) є – фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт у вигляді речовини або комплексу речовин, що забезпечує при систематичному споживанні людиною у складі харчових продуктів сприятливу дію на організм людини результати виборчої стимуляції зростання або підвищення біологічної активності нормальної мікрофлори кишківника. Основними видами пребіотиків є: дисахариди; олігосахариди і полісахариди; харчові волокна; багатоатомні спирти; амінокислоти і пептиди; ферменти; органічні низькомолекулярні і ненасичені вищі жирні кислоти; антиоксиданти; корисні для людини рослинні і мікробні екстракти і ін. [17, 18].

У нашій країні найбільшого поширення набули продукти з лактулозою, інуліном і галактоолігосахаридами [7, 12].

Ще одним способом отримання функціональних кисломолочних продуктів є раціональна комбінація пробіотиків і пребіотиків. Такі продукти отримали назву – синбіотики. Синбіотик – фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт, що є комбінацією пробіотиків і пребіотиків, в якій пробіотики і пребіотики дають взаємно підсилюючу дію на фізіологічні функції і процеси обміну речовин в організмі людини [23].

Дія синбіотиків заснована на синергетичній дії комбінацій пробіотиків і пребіотиків один на одного, за рахунок якого не тільки найефективніше

імплантуються введені мікроорганізми – пробіотики в шлунково-кишковий тракт господаря, але і стимулюється його власна мікрофлора. Внаслідок чого, нормалізуються обмінні процеси в організмі людини [8].

Відомі синбіотики, до складу яких входять один або декілька видів пробіотичних мікроорганізмів, як пребіотики застосовуються лактулоза, топінамбур, інулін, хітозан, ізоляти соєвого білка, пектин, спіруліна [12].

Є і вітчизняні розробки в даній області. До них можна віднести кисломолочні напої з ацидофільними паличками і олігосахаридами, кисломолочні, рослинні пастоподібні продукти з біфідо- і лактобактеріями і екстрактами плодів та овочів як пребіотиків, напої з молочної сироватки з пробіотиками і інуліном, молочні цукерки з пробіотиками і пребіотиками [30].

На сьогоднішній день розроблено багато вітчизняних синбіотичних продуктів, наприклад, продукт «Біокоректін», БАДи серії «Біфідумбактерин-мульти 1, 2, 3», «Полібактерин» [9].

Таким чином, завдяки популяризації здорового способу життя і правильного харчування, ринок функціональних продуктів харчування щорічно збільшується, як з погляду об'ємів, так і розширення асортименту пропонованої продукції. Основну частку сучасного ринку продуктів функціонального харчування займають пробіотичні кисломолочні продукти. Даний сегмент ринку швидко розвивається і є добре вивченим. Проте існує категорія молочних продуктів, до яких відноситься морозиво, що вимагає особливої уваги і вивчення. З погляду здорового харчування даний продукт можна розглядати, як засіб доставки корисних інгредієнтів до споживача. В даний час ринок функціонального морозива України знаходиться на початковій стадії розвитку в порівнянні з європейським, американським або японським. Це відкриває нові перспективи в розробці технологій нового вигляду морозива, збагаченого функціональними компонентами.

1.2 Напрями вдосконалення технології і асортименту морозива функціонального призначення

На сьогодні в Україні діючими є три стандарти на морозиво: 1. Морозиво молочне, вершкове, пломбір, 2. Морозиво плодово-ягідна, ароматне, лід і щербет, 3. Морозиво із комбінованим складом сировини, із заміном молочного жиру. Решта всієї продукції відноситься до «десертів»: десерти фруктові, овочеві і фруктово-овочеві; щербети (1–3 % жиру); сорбети (з підвищеним вмістом сухих речовин фруктів); солодкі харчові льоди (не збиті, на основі цукрів) [5].

За останні роки асортимент морозива став набагато ширшим, як по використанню сировини, так і по наповнювачах. Розширюється сегмент продукції, орієнтованої на здоровий спосіб життя: морозиво з зниженим вмістом жиру і цукру, а також з функціональними добавками (вітамінізоване, йодоване, збагачене кальцієм і так далі). Не дивлячись на збільшення кількості українців, що звертають увагу на натуральність морозива при покупці, у більшості з них попит має традиційні види морозива [28]. Проте ці види характеризуються підвищеною калорійністю, обумовленою високим вмістом цукру і жиру, що знижує фізіологічну цінність морозива і збільшує його вартість [5].

Перспективною є розробка технологій нових видів морозива з лікувально-профілактичними, функціональними і дієтичними властивостями. Проте асортимент морозива з вище перерахованими властивостями досить обмежений і не повною мірою здатний задовільнити потреби населення нашої країни [9].

Проведені у всьому світі дослідження в області фізіології людини, де всі рекомендують харчову продукцію з визначеними властивостями, призначену для вживання різними групами населення, зокрема що мають проблеми із здоров'ям. Такі рекомендації розповсюджуються і на морозиво. На сьогоднішній день існують види морозива, які можуть сприяти

відновленню серцево-судинної системи, уповільнювати процеси старіння, знижувати вірогідність виникнення запальних і онкологічних захворювань і так далі [11].

Наприклад, розроблено морозиво для людей з надлишковою вагою, до складу якої входять низькокалорійні інгредієнти або спеціальні речовини (β -каротин, L-карнітин та інші) [7].

Розроблена рецептура морозива для людей з цукровим діабетом з амарантовим борошном [19]. Оригінальність продукту, полягає в тому, що отримане морозиво володіє функціональними, зокрема геродієтичними властивостями. Це пов'язане з тим, що отриманий продукт характеризується сукупністю і природною збалансованістю біологічно активних компонентів, є джерелом харчових волокон, рослинного білка з багатим амінокислотним складом, поліненасичених жирних кислот. Крім цього наявність у складі насіння амаранту, сприяє зміцненню стінок капілярів і підвищенню стійкості до інфекцій, а поєднання молочного і рослинного білка дозволяє отримати досконалішу композицію за амінокислотним складом.

Використання в рецептурах морозива комплексу амінокислот дозволяє рекомендувати продукт для зниження стомлюваності. Оригінальна композиція іонів кальцію і магнію з вітаміном А в морозиві робить його профілактичним засобом проти депресії і безсоння [13].

Лікувально-дієтичною спрямованістю володіють види морозива, в рецептурі яких як наповнювачів використовують рослинну сировину. Перспективним джерелом рослинної сировини, що володіє унікальним набором харчових і біологічно активних речовин, є ядра кедрових горішків і продукти їх переробки. Використання кедрового борошна як білкової добавки, і кедрової олії, як джерела есенціальних жирних кислот, відкривають широкі можливості для створення молочних продуктів із заданою харчовою і біологічною цінністю [5].

Розроблена технологія отримання лікувально-профілактичного морозива з екстрактом стевії і соком брусниці [17].

Ученими було отримано морозиво з козиного молока, яке володіло високою харчовою, біологічною цінністю і антиоксидантною активністю [3].

В останні роки спостерігається збільшення об'ємів виробництва морозива з пребіотиками, яке отримало назву біоморозиво. Враховуючи тему кваліфікаційної роботи, докладніший опис пребіотичних видів морозива буде розглянуто в підрозділі 1.3.

Існує спосіб отримання замороження десерту, збагаченого молочними і соєвими білками, харчовими волокнами, природними вітамінами і мінеральними речовинами [12].

Була розроблена рецептура і технологія приготування морозива з круп'яними концентратами. Збагачення морозива зерновими змінило у морозиві низку позитивних властивостей: компоненти зернових залишаються ефективними в замороженому стані, а вони, як відомо, володіють поживною і біологічною цінністю, містять ряд вітамінів, а також володіють профілактичними властивостями [25].

Отримано низькокалорійне морозиво, що містить мікропартикулят сироваткових білків і препарат очищеної лактази – Maxilact. Використання даних функціональних інгредієнтів сприяє зниженню масової частки жиру і лактози в готовому продукті, роблячи його низькокалорійним з підвищеною біологічною цінністю [18].

Розроблена технологія морозива на основі сироватки, з молочною сироваткою з буряком (з морквою, томатами) «Оригінальне», сироватка з ароматом «Літо», сироватка з фруктами «Кисло-солодка», сироватка з буряком (з морквою, томатами) «Золота осінь» [23].

Відоме морозиво з функціональними властивостями, що містить вершки, знежирене сухе молоко, цукор білий кристалічний, кукурудзяний високофруктозний крохмаль, стабілізатор-емульгатор Фуколам, карагінан, полідекстрозу, сир, аромат ванілі, подрібнені плоди або ягоди, аромат плодів або ягід, фарбник натуральний і воду [8]. Отриману суміш фільтрують, пастеризують, гомогенізують, охолоджують, фризують і гартують. Додаток

Фуколам, основою якої є фукоїдан, є полісахаридною композицією, отриманою з бурих водоростей, і є джерелом імуноактивних полісахаридів і розчинних харчових волокон. Полідекстроза додає морозиву вершкову кремову текстуру, злегка знижує точку замерзання морозива, що сприяє підвищенню його щільності.

Великої популярності набуває збагачення морозива омега-3 жирними кислотами. Оригінальним варіантом є додавання зернових інгредієнтів до складу вафель або шляхом зовнішнього обсипання [9].

Відоме використання цитрусових волокон у виробництві низькокалорійного морозива, що дозволяє понизити масову частку жиру і цукру в продуктах, при цьому створювати відчуття повного смаку і ніжної текстури [6].

Аналіз літератури показав, що можна виділити дві основних тенденції в отриманні нових видів морозива, більш корисних для здоров'я, ніж традиційне: зменшення калорійності (за рахунок зниження вмісту жиру і цукру) і внесення різноманітних функціональних компонентів, найчастіше вітамінів, антиоксидантів і харчових волокон, зокрема у вигляді ягід, горіхів, фруктів і овочів, а також пробіотиків і пребіотиків. Для заміни молочного жиру можуть бути використані мікропартикуляти сироваткових білків і інулін. З метою збереження звичного солодкого смаку сахарозу часто замінюють моноцукрами, але найбільш перспективним способом вирішення цієї проблеми є внесення олігосахаридів пребіотиків. До актуальних напрямів, що швидко розвиваються, можна віднести також отримання морозива з використанням заквашувальної мікрофлори, в т.ч. пробіотиків.

1.3 Асортимент і способи отримання кисломолочного морозива

В даний час в багатьох країнах світу спостерігається значне зростання споживання кисломолочних продуктів, що зумовлене їх поживною цінністю і оздоровчим ефектом, що впливає на організм людини. Відомо, що

кисломолочні продукти відіграють важливу роль в дієтичному і лікувальному харчуванні, оскільки містять поживні і біологічно активні речовини, створені самою природою. Багато в чому ці властивості обумовлені бактеріями, що входять до складу заквасок.

Сучасні підходи до питань харчування диктують необхідність разом з традиційними, створювати і нові кисломолочні продукти на комбінованій основі з використанням різних мікроорганізмів, зокрема заморожених.

Одним із цікавих напрямів розвитку молочної галузі є розробка технологій морозива з біологічно активними добавками – пребіотиками. До пробіотиків відносять біфідобактерії і молочнокислу мікрофлору, зокрема, молочнокислі палички, до пребіотиків – харчові волокна, лактулозу, інουλін і ін. [17].

Зокрема, розроблено деякі види кисломолочного морозива, в технології яких застосовують традиційну сировину (без рослинних жирів) і закваски, приготовлені на кефірних грибках, наприклад морозиво «Кислинка», а також на чистих культурах молочнокислих бактерій, зокрема ацидофільної палички – морозиво «Сніжок» і «Свіжість» [7].

Спосіб виробництва морозива «Кислинка» полягає в сквашуванні охолодженою до 30 °С суміші, виробничою закваскою в кількості (4–6) %, впродовж (15–20) год., при температурі (29–31) °С до досягнення кислотності (81–86)°Т. Після закінчення сквашування суміш охолоджують і фризують до температури 4–5 °С і фасують [7].

Технологія виробництва морозива «Сніжок» і «Свіжість» передбачає сквашування охолодженою до температури 40–42 °С суміші закваскою в кількості від 5 до 7 %, впродовж (3–4) г при температурі 40–42 °С до досягнення кислотності 90–100 °Т. Після закінчення сквашування суміш охолоджують до температури 4–5 °С і фризують. При необхідності суміш зберігають до фризуювання при тій же температурі не довше 46–48 год. [7].

Багато технологій кисломолочного морозива засновані на використанні йогуртових заквасок.

Відомі серії морозива «Любиме» і «Джемка» [13]. У його склад входять живі йогуртові культури, які не піддавалися тепловій обробці і знаходяться в стані анабіозу. Потрапляючи в організм людини, вони починають активно діяти.

Відоме морозиво йогуртове, що включає молоко, вершки, цукор кристалічний, стабілізатор, вітамінний комплекс і бактеріальний концентрат в кількості 1–5 % *Bifidobacterium longum* B 379, що містить, *M, Lactobacillus acidophilus* 97, *Propionibacterium shermanii* 12 AE. Продукт володіє підвищеними пробіотичними, профілактичними і біологічними властивостями [26].

Технологія замороження йогурту [25] включає нормалізацію молочної сировини (так як використовують молоко незбиране, молоко сухе знежирене), пастеризацію, охолодження до температури заквашування, внесення закваски YO-MIX 511 LYO, сквашування, охолодження, внесення наповнювача – гарбузового пюре, підсолоджувача (тагатоza, що містить підсолоджувач з масовою часткою сухих речовин 20 %), стабілізатора Palsgaard 5913, гомогенізацію, фризерування і загартування. Тагатоza, що містить підсолоджувач підвищує харчову цінність продукту, оскільки містить цінні компоненти: вуглеводи, зокрема тагатоza, низькомолекулярні білкові речовини, що володіють біологічною активністю, молочну кислоту, широкий спектр макро- і мікроелементів, водорозчинні вітаміни. Введення до складу продукту гарбузового пюре сприяє збагаченню продукту фізіологічно цінними харчовими нутрієнтами (вітамінами, макро- і, мікроелементами, харчовими волокнами, пектинами, органічними кислотами). Харчові волокна володіють підвищеними сорбційно-дістичними властивостями, активно виводять з організму шлаки, токсини, продукти розпаду білків і жирів.

В Італії запропонований заморожений продукт, що містить йогурт, підсолоджувач, молочні білки, вершки і життєздатні мікроорганізми в кількості більше 10^6 КУО/г. У ньому міститься (3–6) % олігосахариду. Для сквашування використовують *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus acidophilus*,

Bifidobacterium, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* [18].

Запатентована технологія біологічно активної добавки «Біоайс» і продукт «Біоморозиво». При виготовленні «Біоморозива» використана нова технологія заморожування і спеціальна добавка «Біоайс», до складу якої входять *Bifidobacterium bifidum* і *Lactobacillus plantarum*. Технологія дозволяє законсервувати пробіотичні мікроорганізми в продукти в неактивній формі. За рахунок цього пробіотична мікрофлора долає природні бар'єри шлунково-кишкового тракту, активізується і розвивається в кишківнику, що сприятливо впливає на організм людини [17].

Існує спосіб отримання морозива з функціональними властивостями, яке включає молоко, цукор, стабілізатор, вітамінний комплекс, вершки, бактерійний концентрат лактобактерин. Вітамінний комплекс включає вітаміни А, Е і групу В. Морозиво додатково містить какао-порошок. Винахід дозволяє отримати морозиво з пробіотичними властивостями і підвищити його біологічну цінність [8].

У США запатентовані способи приготування морозива з глазур'ю, що містить молочнокислі бактерії, і заморожувати десерти з молочнокислими бактеріями. Додавання молочнокислих мікроорганізмів до складу глазури (до 10^9 КУО/г) дозволяє підвищити кількість пробіотичних культур в морозиві, а, отже, поліпшити його корисні властивості. У глазур також можуть бути добавлені волокна, які не перетравлюються або перетравлюються частково, але можуть ферментуватися пробіотичними бактеріями і таким чином активізувати дію корисних бактерій в товстому кишківнику. Волокна можуть бути білкової природи або бути сахаридом, наприклад рослинні пектини, різні олігосахариди, інουλін з цикорію, олігосахариди сої. Кількість волокон, що додаються, вибирають за їх здатністю стимулювати зростання пробіотичних бактерій [12].

Відомий спосіб отримання морозива з суміші молока і молочних продуктів, підсолоджувача і стабілізатора, яку перемішують, фільтрують і пастеризують з подальшим охолодженням і внесенням концентрату

мікроорганізмів групи *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum* або *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus salivatorius*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* [22]. Концентрат мікроорганізмів вводять в кількості 5–40 мл на 10 л суміші початкових компонентів морозива. Винахід дозволяє підвищити біологічну цінність морозива, його профілактичні властивості і розширити асортимент.

Існує спосіб отримання морозива, що включає приготування суміші із знежиреного молока, вершків, цукру і стабілізатора [26]. Потім отриману суміш для морозива пастеризують, охолоджують, вносять концентрат живих біфідобактерій *Bifidobacterium bifidum* штам 791, або *Bifidobacterium adolescentis* штам МС 42, або *Bifidobacterium bifidum* штам 791 і *Bifidobacterium adolescentis* штам МС 42 спільно. Концентрат біфідобактерій вводять в кількості 10–30 мл на 10 л суміші для морозива, щоби отримати вихідний титр біфідобактерій, що становить $2\text{--}5 \times 10^6$ КУО в 1 мл.

Національний університет харчових технологій (м. Київ, Україна) розробив спосіб виробництва морозива ацидофільного з підвищеною біологічною цінністю, такого, що включає приготування суміші, її фільтрацію, пастеризацію, охолодження, заквашування закваскою ацидофільної палички в кількості 5 %, сквашування протягом 3–5 год., охолодження, фризрування, фасування, загартування, пакування і зберігання морозива впродовж 6–8 місяців при температурі від мінус 18 до мінус 20 °С. Кількість закваски ацидофільної палички складає 2–8 %, тривалість сквашування складає 10–16 г і кількість активних одиниць ацидофільної палички в морозиві повинна бити не менше 3×10^5 КУО в 1 г, в процесі зберігання морозива впродовж 1,5–2 місяців [30].

Відома технологія морозива функціональної спрямованості з куркумою [8]. Використання куркуми в морозиві збільшує кількість молочнокислих мікроорганізмів в порівнянні з контрольним зразком до $3,9 \times 10^7$ КУО/г, що вказує на його пребіотичні властивості.

У Індонезії існує спосіб отримання морозива функціонального

призначення з продукту під назвою Дадіх. Дадіх є традиційним кисломолочним продуктом, який виготовляють з сирого буйволового молока, шляхом довільного сквашування. Морозиво, володіє пробіотичними властивостями за рахунок високого вмісту життєздатних молочнокислих мікроорганізмів в кількості $8,9 \times 10^7$ КУО/г [19].

Технологія синбіотичного морозива з фукозовмісною добавкою передбачає використання закваски прямого внесення «YO-MIX 511LYO», яка є сумішшю *Streptococcus thermophilus* і *Lactobacillus bulgaricus*. Як функціональний компонент використовували фукозодобавку, яка володіє пребіотичними властивостями, підтримує імунітет, пригнічує розвиток онкологічних захворювань товстого кишечника, запобігає гіперглікемії, знижує ризик виникнення карієсу. Даний продукт характеризується високою біологічною цінністю за рахунок збільшення вмісту амінокислот, зокрема незамінних. Застосування фукози, що містить добавки не тільки сприяє підвищенню ефективності дії пробіотичних культур в кишечнику людини, але і стимулює їх розвиток в процесі ферментації суміші для морозива, додаючи синбіотичні властивості готовому продукту [16, 17].

Таким чином, в існуючих способах отримання ферментованого морозива в основному використовуються молочнокислі мікроорганізми (найчастіше йогуртові культури *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*, а також *Lactobacillus acidophilus*, рідше *Lactobacillus salivatorius*, *Lactobacillus casei*, *Lb.rhamnosus*, *Lactobacillus reuteri*) і/або біфідобактерії (*Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*). У літературі зустрічаються згадки про застосування інших мікроорганізмів – *Propionibacterium shermanii*, *Enterococcus faecium* і симбіотичної закваски кефіру. В описі вище способи отримання морозива відрізняються, як правило, складністю рецептур і технологій, великою кількістю видів (штамів) мікроорганізмів, причому виникає питання про ступінь їх впливу один на одного і доведеності пробіотичних властивостей. У виробництві кисломолочного морозива використовуються різні функціональні добавки,

зокрема пребіотики, проте взаємодія цих компонентів із заквашувальною мікрофлорою вивчена недостатньо.

З урахуванням вищевикладеного, метою кваліфікаційної роботи є розробка науково обґрунтованої технології кисломолочного морозива з пребіотичними компонентами, що роблять позитивний вплив на процеси виробництва і показники якості готового продукту.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали для досліджень

Експериментальні дослідження проводилися в лабораторіях кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Промислова апробація технології і дослідної партії проводилися на ВАТ Львівський холодокомбінат ТМ «ЛІМО».

Дослідження проводилися відповідно до схеми, представленої на рис. 2.1. Основні етапи роботи були присвячені вивченню впливу виду заквашувальної мікрофлори і пребіотичних компонентів на процеси отримання і властивості кисломолочного морозива.

Як об'єкти дослідження були використані суміші для морозива різного складу, зокрема з пребіотиками, отримані з використанням заквасок: Ацидолакт VIVO (*L. acidophilus*), PRODALACT FL 01 (*Lac. lactis subsp. lactis*, *Lac. lactis subsp. cremoris*, *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetilactis*, *Str. thermophilus*), PRODALACT TSY BIO6 (*Lac. lactis subsp. lactis*, *Lac. lactis subsp. cremoris*, *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetilactis*, *Lb. casei*), та LAT CW L (*Lac. lactis subsp. lactis*, *Lac. lactis subsp. cremoris*, *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetilactis*) виробництва ТОВ «Лактину», ЕКОКОМ Болгарія; а також дослідні зразки кисломолочного морозива.

Як сировина і харчові добавки використовувалися:

- молоко коров'яче з масовою часткою жиру 3,2 %, кислотністю не більше 22 °Т, густиною не менше 1027 кг/см³, відповідно до вимог ДСТУ ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови»;
- вершки питні з масовою часткою жиру 20 %, кислотністю не більше 16,5°Т, відповідні вимогам ДСТУ 7519-2015 [21];



Рисунок 2.1 – Схема проведення досліджень

- молоко знежирене кислотністю не більше 20 °Т, густиною не менше 1030 кг/м³, отримане шляхом сепарування молока коров'ячого по ДСТУ ISO 7208:2002 [21];

- цукор за ДСТУ 4623:2023 «Цукор. Технічні умови»;

- стабілізатори Cremodan SE-406 (моно- і дигліцериди жирних кислот – Е 471, гуарова камедь Е 412, карбоксиметилцелюлоза натрієва сіль – Е 466, карагінан – Е 407), Cremodan SE-40 (моно- і дигліцериди жирних кислот – Е 471, камедь ріжкового дерева – Е 410, гуарова камедь – Е 412, каррагінан – Е 407), виробництва Danisco, Данія;

Як пребіотичні добавки були використані:

- концентрати лактулози «Лактусан» і «Дюфалакт» (виробництва SOLVAY PHARMA, Нідерланди). Показники концентратів, що використалися, наведені у таблиці 2.1;

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні і мікробіологічні показники концентратів лактулози

Найменування показника	Концентрат лактулози «Дюфалакт»	Концентрат лактулози «Лактусан»
М.ч. лактулози (г/мл) %	65,5	65,4
Масова частка сухих речовин %	59,7	59,4
Масова частка вуглеводів %	10,4	10,2
КМАФАнМ, в 1 г продукту КУО/г	менше 5000	менше 5000
Бактерії групи кишкової палички в 1 г продукту	не виявлено	не виявлено
Кількість плісневих грибів в 1 г продукту КУО/г	менше 100	менше 100
Кількість дріжджів в 1 г продукту КУО/г	менше 49	менше 49
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели, в 50 г продукту	не виявлено	не виявлено
<i>S.aureus</i> в 1 г	не виявлено	не виявлено

- препарати галактоолігосахаридів 2 видів: з масовою часткою активної речовини 27 і 43 % (варіант 1 2 відповідно), виробництво King-Prebiotics, New Francisco (Yunfu) Biotechnology Corporation, Китай. Показники препаратів, що використалися, зведені в таблицю 2.2;
- препарат інуліну (порошок цикорію), торгова марка «Frutafit IQ», виробництво «Sensus», Roosendal, Нідерланди, вміст інуліну не менше 90 %.

Таблиця 2.2

**Фізико-хімічні і мікробіологічні показники препаратів
галактоолігосахаридів**

Найменування показника	Варіант	
	1	2
Зовнішній вигляд і колір	Білий порошок	Білий або жовтуватий порошок
Смак	Солодкуватий, без сторонніх присмаків	Солодкуватий, без сторонніх присмаків
Масова частка вологи, %	2,39	4,38
Вміст активної речовини, %	28,0	42,0
Масова частка золи %	менше 0,9	0,00
pH (для 10% розчину), од. pH	4,49	3,56
Загальна кількість бактерій, КУО/г	менше 49	менше 9
БГКП, КУО/100г	менше 29	менше 0,2
Патогенні мікроорганізми	не виявлені	не виявлені

2.2 Методи досліджень

У кваліфікаційній роботі в процесі реалізації завдань експериментів, визначення фізико-хімічних, мікробіологічних показників сировини і готової продукції, використовувалися стандартні і загальноприйняті методики, що задовольняють цілям досліджень.

При проведенні експериментальних досліджень були використані такі прилади і обладнання:

- ваги лабораторні загального призначення, з найбільшою межею зважування до 200 г і перевіркою ціною поділки не більше 2 мг «ТЕХНО ВАГИ ВТ-200»;

- термометр лабораторний;
- рН-метр-мілівольтметр «AD1030»;
- віскозиметр;
- Фризер Kenwood.

Для визначення характеристик об'єктів досліджень і технологічних процесів використовувалися загальноприйняті і стандартні методи:

- титрована кислотність, титриметрично; активна кислотність, потенціометрично за ДСТУ 8550:2015 «Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом»;

- кількість молочнокислих мікроорганізмів згідно ДСТУ 7357:2013 «Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання»; бактерії групи кишкової палички за ДСТУ 30726-2002 «Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій виду *Escherichia coli*», дріжджі і плісені за ДСТУ 8447:2015 «Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів», бактерії *S. aureus* за ДСТУ EN ISO 6888-2:2022;

- оцінку органолептичних показників кисломолочного морозива проводили за ДСТУ 4733:2007;

- визначення збитості і стійкості морозива до танення проводили за ДСТУ 4733:2007.

Досліди проводилися в 3-кратною повторюваністю. Математична обробка експериментальних даних і їх графічне зображення, виконані за допомогою програм Microsoft Excel.

З РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За останні роки розроблені і запатентовані різні кисломолочні продукти – напої, сметана, сметанні і сирні продукти, до складу яких входить лактулоза.

3.1 Обґрунтування вибору пребіотиків і закваски для морозива

Основною метою внесення цього пребіотика є надання продуктам функціональних властивостей, проте при цьому виробники можуть отримати додатково цілий ряд позитивних ефектів [19]:

- можливість розширення асортименту продуктів, що володіють корисними для здоров'я властивостями і що мають підвищений попит споживачів;
- спрощення технології за рахунок виключення або скорочення деяких операцій;
- підвищення рівня виживання заквашувальної мікрофлори при тривалому зберіганні і заморожуванні;
- подовження термінів зберігання продукції;
- поліпшення консистенції продуктів.

Встановлено, що лактулоза використовується у метаболізмі заквашувальної мікрофлори і впливає на властивості кисломолочних продуктів, причому результат цього впливу залежить як від складу закваски, так і від концентрації лактулози. Так, наприклад, внесення лактулози в концентрації (1–5) % не мало істотного впливу на закономірності кислотоутворення, тривалість сквашування кисломолочних продуктів, виготовлених з використанням заквасок для сметани, сиру, йогурту, проте знижувало швидкість кислотоутворення *L. rhamnosus* [25]. У цій же роботі було показано, що додавання лактулози в кількості 3 % приводить до

збільшення значень напруги зрізу, ефективної в'язкості і отримання однорідної щільної консистенції кисломолочних продуктів, виготовлених з використанням заквасок для сметани LAT CW L. Проте найбільш важливим для розробки технології кисломолочного морозива висновком було те, що додавання лактулози в концентрації 3 % приводило до істотного (на 1–3 порядки) збільшення рівня виживання мікрофлори заквасок для сметани LAT CW L в умовах холодильного зберігання і заморожування. Виявлені ефекти були найбільш виражені в дослідях із заквасками для сметани, і можуть бути пояснені впливом лактулози на формування екзополісахаридних капсул лактококів, які захищають клітини від несприятливих дій зовнішніх чинників.

У зв'язку з вищесказаним перший етап роботи проводився із закваскою мезофільних лактококів LAT CW L, характеристика якої представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Характеристика закваски LAT CW L

Позначення закваски	LAT CW L
Виробник	ЕКОКОМ, Болгарія
Видовий склад	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i>
Температура сквашування, °C	27–29
Тривалість сквашування, (рН 4,5), год.	13–17
Кислотоутворююча активність, °T	79
Органолептична оцінка	Виражений смак, аромат і в'язка консистенція
Кількість життєздатних клітин, КУО/г	10 ¹⁰

У літературі є дані про використання інших видів пребіотиків – галактоолігосахаридів і інуліну в розробці кисломолочних продуктів.

У Японії галактоолігосахариди отримали застосування у широкому

ряду харчових продуктів, включаючи хліб, напої для спортсменів, джеми і мармелад, кисломолочні продукти, кондитерські вироби і десерти [17].

Європейська компанія Friesland Foods Domo (Нідерланди), випускаючи пребіотичну добавку з галактоолігосахаридами Vivinal GOS, пропонує наступні напрями його використання: отримання освіжаючих напоїв, молока для підлітків, вершкового йогурту з пребіотичними властивостями. При цьому підкреслюються переваги використання галактоолігосахаридів у виробництві харчових продуктів: пребіотична активність при низьких дозуваннях, стійкість до кислого середовища і високих температур, утворення прозорого розчину, нейтральний, солодкуватий смак [19, 13].

Галактоолігосахариди також представляють інтерес з погляду використання у виробництві кисломолочного морозива. Перш за все, це обумовлено їх термостабільністю, отже, можливістю внесення до суміші до пастеризації, і стабільністю в кислих умовах [18]. Крім того, галактоолігосахариди володіють низькою калорійністю, мають відносно високу солодкість і хороші смакові якості, завдяки чому можуть використовуватися як у функціональних підсолоджувачах, так і для заміни сахарози в морозиві.

Інулін також може стати технологічним інгредієнтом для кисломолочного морозива, оскільки цей полісахарид може утворювати з водою кремоподібний гель з жироподібною текстурою і таким чином імітувати присутність жиру в знежирених або низькожирних продуктах, забезпечуючи ним повноту текстури і смаку [16, 18]. У літературі є дані про те, що інулін покращує стабільність продуктів (морозива, мусів) і емульсій (спредів, соусів), може частково або повністю замінювати в них жир, причому починає працювати як покращувач текстури і смаку при концентрації більше 2 % [15].

Виходячи з вищевикладеного, метою першого етапу роботи стало дослідження впливу лактулози, галактоолігосахаридів і інуліну на активність

кислотоутворення і тривалість сквашування сумішей для морозива, отриманих з використанням закваски мезофільних лактококів LAT CW L.

3.2 Дослідження впливу лактулози і інуліну на процес отримання і властивості морозива з використанням ацидофільної палички

3.2.1 Вплив лактулози на властивості суміші і кисломолочного морозива

Одним із способів отримання морозива функціонального призначення є часткова заміна основних інгредієнтів, що входять в його склад (цукор, жир, сухі речовини, стабілізатори) та добавки, які володіють певним набором корисних властивостей [24, 25].

Проведеними дослідженнями встановлено, що внесення лактулози до суміші для морозива дозволяє знизити вміст цукру і поліпшити його органолептичну оцінку за показниками смаку і консистенції, а також сприяє підвищенню виживання мікрофлори закваски LAT CW L (мезофільних лактококів). Проте, дані про вплив лактулози на розвиток ацидофільної палички в сумішах для морозива в літературі відсутні. На підставі вищевказного, було ухвалено рішення провести часткову заміну сахарози в суміші для кисломолочного морозива на лактулозу, та досліджувати її вплив на властивості суміші готового морозива, отриманого з використанням закваски.

Для проведення досліджень готували суміші для кисломолочного морозива з різним вмістом лактулози згідно рецептурі, представлених в таблиці 3.2.

На першому етапі досліджень проводили визначення впливу лактулози на показники кислотності в процесі сквашування суміші для кисломолочного морозива. Результати по активній кислотності показані в таблиці 3.3,

результати титрованої кислотності представлено на рис. 3.1.

Таблиця 3.2

Рецептура суміші для кисломолочного морозива з лактулозою

Компонент суміші для морозива	Вміст %			
	контроль	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Молоко знежирене	51,7	51,7	51,7	51,7
Вершки з коров'ячого молока	23,6	23,6	23,6	23,6
Цукор кристалічний	16,0	15,0	14,0	13,0
Стабілізатор	0,4	0,4	0,4	0,4
Закваска	4,0	4,0	4,0	4,0
Сироп лактулози	—	1	1	2

Таблиця 3.3

**Вплив лактулози на зміну активної кислотності при сквашуванні
зразків суміші для кисломолочного морозива**

Зразок	Значення рН			
	після внесення закваски	через 2 години	через 4 години	через 6 годин
Контроль	6,16±0,01	5,70±0,07	5,03±0,10	4,62±0,017
Зразок 1 (1 % лактюлози)	6,13±0,05	5,93±0,12	5,27±0,29	4,58±0,19
Зразок 2 (2 % лактюлози)	6,12±0,01	5,69±0,01	5,21±0,01	4,15±0,01
Зразок 3 (3 % лактюлози)	6,13±0,04	5,63±0,11	4,83±0,21	4,33±0,26

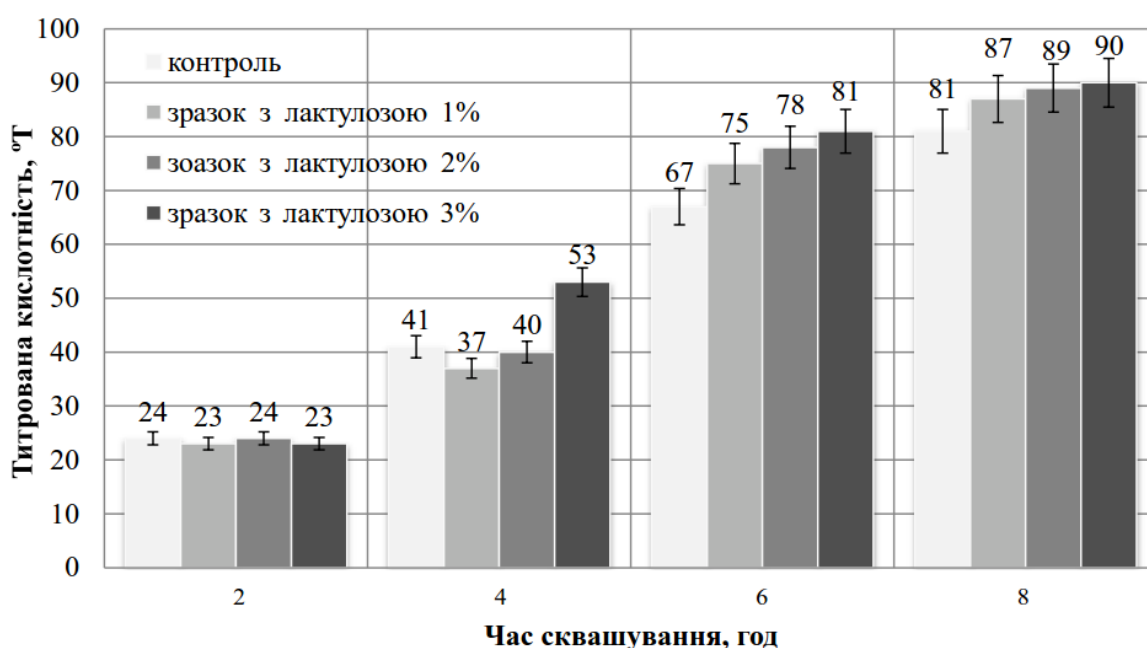


Рисунок 3.1 – Вплив лактулози на зміну титрованої кислотності в процесі сквашування зразків суміші для кисломолочного морозива ацидофільною паличкою

Аналіз отриманих даних показує, що внесення сиропу лактулози в концентрації (1–3) % не впливає на початкову кислотність суміші. Через 4 години сквашування в зразку з 3 % сиропу лактулози виявлено більше (на 28,3 %) значення титрованої кислотності, ніж в контролі. Надалі у всіх дослідних зразках спостерігалось активніше кислотоутворення. Так, через 6 годин сквашування суміші в зразку з 1 % лактулози кислотність була на 11,7 %, з 2 % – на 16,6 %, з 3 % – на 20,8 % вище, ніж в контрольному зразку. Різниця в показниках рН менш помітна, проте є також статистично значущою: через 6 годин ферментації рН зразка з 2 % лактулози була на 10,2 %, з 3 % – на 6,4 % нижче, ніж у контролі. Таким чином, можна сказати, що внесення лактулози прискорює процес сквашування суміші для морозива при використанні як заквашувальної культури ацидофільної палички.

Після процесу сквашування визначали кількість молочнокислих мікроорганізмів в суміші для кисломолочного морозива, результати

досліджень представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

**Кількість молочнокислих мікроорганізмів в сумішах для
кисломолочного морозива після процесу сквашування**

Зразок	Кількість молочнокислих lg N, мікроорганізмів, КУО/см ³
Контроль	7,84 ± 0,11
Зразок №1 (1 % лактулози)	8,04 ± 0,23
Зразок №2 (2 % лактулози)	8,84 ± 0,28
Зразок №3 (3 % лактулози)	8,84 ± 0,25

Результати проведених досліджень, дозволяють зробити висновок про те, що внесення 1 % лактулози істотно не вплинуло на кількість мікроорганізмів закваски, його збільшення склало тільки 2,6 %. Підвищення концентрації пребіотика до 2 % привело до статистично значущого (на 12,8 %) підвищення кількості клітин *L. acidophilus* в процесі сквашування сумішей для кисломолочного морозива. Такий же результат був отриманий при використанні 3 % лактулози.

При проведенні органолептичної оцінки експериментальних зразків, було встановлено, що зразки з лактулозою володіли приємним кисло-солодким смаком, характерним для кисломолочних продуктів запахом, однорідною консистенцією на відміну від контролю, який характеризувався надмірно кислим смаком, різким кисломолочним запахом і неоднорідною консистенцією.

Представлено інтерес дослідження зміни вуглеводного складу сумішей в процесі їх сквашування ацидофільною паличкою. Відомо, що лактулоза підтримує зростання широкого спектру молочнокислих бактерій: *Lac. lactis*., *Str. thermophilus*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. acidophilus* і *L. casei* [16]. Аналіз

літературних джерел показав, що в процесі виробництва кисломолочних продуктів і їх зберігання лактулоза використовується мікроорганізмами різних заквасок по-різному. Зокрема, наприклад, встановлено, що в зразках з симбіотичною закваскою кефіру, мезофільною закваскою (*Lac. lactis*) і болгарською паличкою вміст лактулози після сквашування знизився в порівнянні з початковою концентрацією на 14; 24 і 31 % відповідно. У зразках з ацидофільною паличкою і термофільним молочнокислим стрептококом вміст лактулози практично не змінився. Після 7 днів зберігання в зразках, сквашених ацидофільною паличкою, мезофільною закваскою і болгарською паличкою, лактулоза виявлялася в послідовних кількостях. У пробах з симбіотичною закваскою кефіру і термофільним молочнокислим стрептококом вміст лактулози в порівнянні з вихідним знизився на 23 і 32 % відповідно [31].

У іншій роботі досліджена ферментативна активність по відношенню до лактулози мікроорганізмів, що входять до складу закваски для сметани. Встановлено, що після сквашування кількість лактулози в зразку знизилася в порівнянні з вихідним на 5 %. В процесі зберігання спостерігалось подальше зниження вмісту лактулози по відношенню до первинної концентрації пребіотику через: 3 доби – на 16 %, 7 діб – на 24 %, 10 діб – на 33 % [13].

У роботі [25] досліджено зміна вмісту лактулози в процесі сквашування і зберігання закваски кефіру і закваски термофільного стрептокока і біфідобактерій. Встановлено, що кількість лактулози після сквашування знизилася на 12 % у заквасці грибка кефіру і на 2 % у заквасці термофільного стрептокока. В процесі зберігання у всіх зразках спостерігалось зниження вмісту лактулози: у заквасці грибка кефіру на 10 діб на 41 %, а в заквасці термофільного стрептокока – на 30 %.

Таким чином, встановлено, що вміст лактулози в процесі сквашування і зберігання кисломолочних продуктів знижується. Виходячи з необхідності донести до споживача максимальну кількість лактулози, автори згаданих

робіт вибирають мікроорганізми з найменшою ферментативною активністю по відношенню до пребіотику, або рекомендують проводити його внесення після закінчення процесу сквашування продукту.

У літературних джерелах є достатня кількість даних про використання лактулози різними мікроорганізмами в процесі сквашування кисломолочних продуктів, але відсутні відомості про використання пребіотику, пробіотичних мікроорганізмів в полікомпонентних сумішах для морозива в процесі їх сквашування. У зв'язку з цим на даному етапі дослідження представляло інтерес визначення зміни вмісту лактулози і інших вуглеводів в суміші для кисломолочного морозива після процесу сквашування заквашувальною культурою *L. acidophilus* впродовж 6 ± 1 год. Результати досліджень представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Вуглеводний склад суміші для кисломолочного морозива

Назва вуглеводу	Концентрація вуглеводу в суміші до сквашування, мг/см ³	Концентрація вуглеводу в суміші після сквашування мг/см ³	А, %
Лактоза	$16,1 \pm 2,6$	$13,2 \pm 1,4$	-15,8
Сахароза	$86,8 \pm 1,1$	$78,7 \pm 2,8$	-8,2
Лактулоза	$8,7 \pm 0,6$	$7,5 \pm 0,1$	-10,3

Аналіз результатів дослідження, дозволив зробити висновок про те, що ацидофільна паличка здатна використовувати в своєму метаболізмі всі три вуглеводи, причому перш за все лактозу (спостерігалось зниження її вмісту після сквашування на 15,8 %), потім лактулозу (на 10,3%) і сахарозу (на 8,2 %).

Таким чином, підтверджується припущення про зниження концентрації лактулози в результаті її сквашування мікрофлорою закваски (*L. acidophilus*) в сумішах для морозива, що відповідає раніше проведеним дослідженням з

іншими видами заквасок на молочній сировині. Це небажане явище, оскільки лактулоза коштує дорого, а додається вона в морозиво як пребіотик, тому метою є максимальне її збереження в продукті.

Виходячи з цього, було ухвалено рішення вносити сироп лактулози після закінчення процесу сквашування суміші для морозива і досліджувати отримані зразки кисломолочного морозива на виживаність молочнокислих мікроорганізмів в процесі зберігання. З цією метою був проведений двохфакторний експеримент, в якому вивчався вплив концентрації лактулози і часу зберігання отриманих зразків морозива при температурі -18°C впродовж 6 місяців; контрольований параметр – кількість живих клітин молочнокислих мікроорганізмів. Внесення лактулози здійснювалося після сквашування і охолодження суміші, перед фризруванням.

В цілому результати експерименту дають можливість зробити висновок про те, що внесення лактулози після процесу сквашування сумішей для кисломолочного морозива підтримує життєздатність молочнокислих мікроорганізмів на рівні, що регламентується, впродовж шести місяців зберігання. Так, кількість молочнокислих мікроорганізмів в зразках морозива з додаванням 1, 2, 3 % лактулози через 6 місяців зберігання склало $\lg N = 6,11; 6,37; 6,76$ КУО/см³ відповідно. В ході подальшого зберігання кількість мікроорганізмів була нижче нормованого показника.

Таким чином, внесення лактулози в концентрації 1 % дозволяє підвищити виживання мікроорганізмів закваски *L. acidophilus* при виробництві кисломолочного морозива і як наслідок продовжити термін його придатності (з урахуванням коефіцієнта запасу) до 6 місяців зберігання при температурі -18°C . Більш високої концентрації лактулози використовувати не доцільно, оскільки це не приводить до істотного підвищення виживання заквашувальної мікрофлори, але значно здорожує продукт.

Проведені дослідження стали основою для розробки технології кисломолочного морозива з лактулозою.

3.2.2 Вплив інуліну на властивості суміші і готового морозива

У деяких дослідно-промислових виробках, в процесі тривалого зберігання спостерігалася нестабільність морозива за показниками збитості і формостійкості. Для формостійкості морозива в процесі зберігання і щоб надати йому вершкового смаку, було ухвалено рішення використовувати пребіотичні компоненти, які покращують консистенцію, стабілізують структуру, збільшують повноту смаку за рахунок імітації молочного жиру і так далі. Одним з таких пребіотичних компонентів є інулін.

В раніше проведених дослідженнях встановлено, що використання інуліну надає позитивний вплив на в'язкість і стабільність консистенції сумішей для морозива, сквашених закваскою LAT CW L.

Виходячи з вищевикладеного, було ухвалено рішення використовувати даний пребіотик в сумішах для кисломолочного морозива і досліджувати його вплив на властивості готового морозива.

Для реалізації поставленого завдання були приготована суміші для кисломолочного морозива з інуліном відповідно до рецептур, представлених в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Рецептури кисломолочного морозива з інуліном

Компонент суміші морозива	Вміст %			
	Контроль	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Молоко знежирене	52,0	51,0	50,0	49,0
Вершки з коров'ячого молока	23,4	23,4	23,4	23,4
Цукор кристалічний	16,0	16,0	16,0	16,0
Стабілізатор	0,4	0,4	0,4	0,4
Закваска	4,0	4,0	4,0	4,0
Інулін	—	1	2	3

У першій серії експериментів проводили визначення впливу інуліну на показники кислотності в процесі сквашування сумішей для кисломолочного морозива. Результати проведених досліджень представлені на рис. 3.2.

На графіку видно, що збільшення концентрації інуліну не робить значного впливу на зміну титрованої кислотності в процесі сквашування сумішей для морозива. Закономірності зміни показника титрованої кислотності, в експериментальних зразках були аналогічні контролю, різниця в показниках не перевищувала (1–5) °Т.

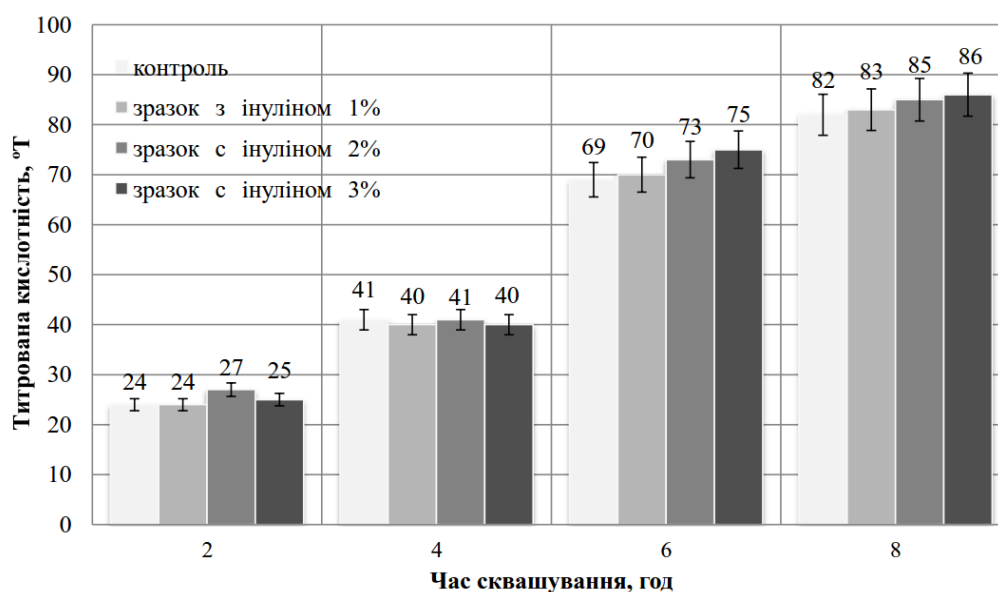


Рисунок 3.2 – Динаміка титрованої кислотності в процесі сквашування зразків суміші кисломолочного морозива з інуліном

Наступним етапом роботи було вивчення впливу інуліну на структурно-механічні показники суміші для морозива. Визначення реологічних характеристик проводили при температурі дозрівання суміші $3,6 \pm 0,2$ °С на віскозиметрі. Набуті значення динамічної в'язкості зразків сумішей для кисломолочного морозива представлені на рис. 3.3.

Аналіз реограм підтверджує неньютонівський характер досліджуваних сумішей. Результати вимірювання, представлені на рис. 3.3, показують, що внесення інуліну в кількості 1 % підвищує в'язкість суміші на 20,9 %, в

кількості 2 % – на 43,3 % і в кількості 3 % – на 70,9 %.

Найбільше значення динамічної в'язкості відмічене в зразках з 2 і 3 % інуліну – 526 і 670 мПа·с відповідно. Виявлений ефект відіграє важливу роль при виробництві продуктів зі зниженим вмістом жиру і дозволить понизити кількість стабілізатора, що вноситься до суміші.

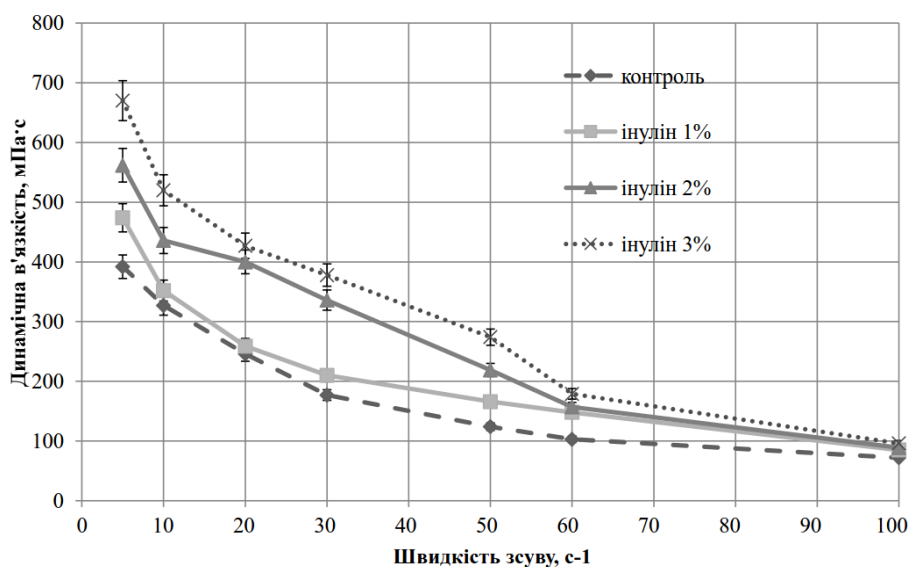


Рисунок 3.3 – Вплив інуліну на зміну показника динамічної в'язкості суміші морозива

Морозиво є складною системою, яка складається з чотирьох фаз, а саме: повітря, льоду, жиру і основної фази, такої, що складається з цукрів, білків і стабілізатора. Важним параметром, що характеризує стан структури і консистенції, заморожених десертів, є збитість – ступінь насичення їх повітрям під час фризераування. Готова продукція при низькому ступені збитості виходить щільною, важкою, з гарною структурою; і, навпаки, при дуже високій збитості продукт набуває сніжної структури [22].

Для формування і стабілізації незвичної складної структури морозива застосовують спеціальні функціонально-технічні інгредієнти. Наявність поверхнево-активних речовин і гідроколоїду відіграє основну роль як у формуванні структурно-механічних властивостей сумішей для виробництва

морозива, так і в процесі їх насичення стійкими до руйнування повітряними бульбашками [18].

Як відомо, використання інуліну в продуктах, сприяє підвищенню їх збитості і стабільності в процесі зберігання [20]. Тому, наступним етапом роботи було дослідження впливу інуліну на збитість суміші для морозива, сквашеною культурою.

Результати дослідження впливу інуліну на збитість суміші для морозива представлені на рис. 3.4.

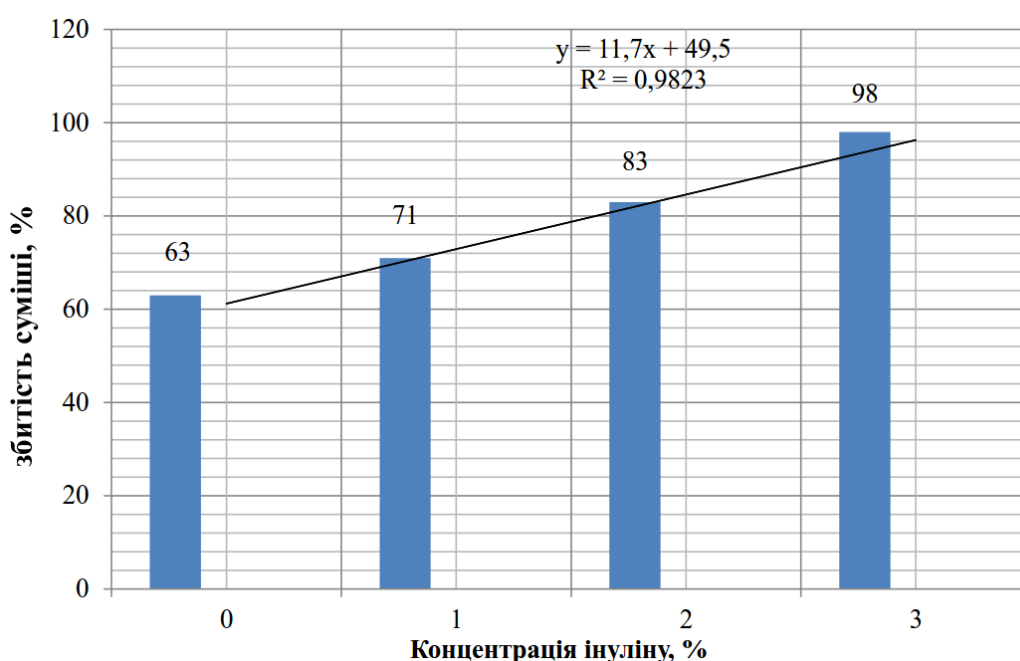


Рисунок 3.4 – Вплив інуліну на збитість суміші для морозива

Аналізуючи дані, представлені на рис 3.4, можна зробити висновок про те, що із збільшенням масової частки інуліну ступінь збитості зростає. Внесення інуліну в кількості 1% підвищує збитість суміші – на 11,6 %, 2 % – на 30,6 % і 3 % – на 54,4 %. Залежність між концентрацією інуліну і збитістю суміші з високою мірою достовірності апроксимації описується лінійними рівняннями.

Таким чином, внесення інуліну привело до збільшення здатності

суміші до насиченості повітрям і помітному поліпшенню стану структури продукту. Відповідно до ДСТУ 4733:2007 [22] збитість кисломолочного морозива на виході з фризера не повинна перевищувати 90 %, проте в зразку з 3 % інуліну було відмічено збільшення збитості вище норми, при зберіганні, може провокувати утворення вади структури. Тому концентрація інуліну 2 % з погляду збитості є оптимальною.

Наступним етапом роботи було, визначення впливу інуліну на стійкість кисломолочного морозива до танення. Результати дослідження, представлені на рис. 3.5.

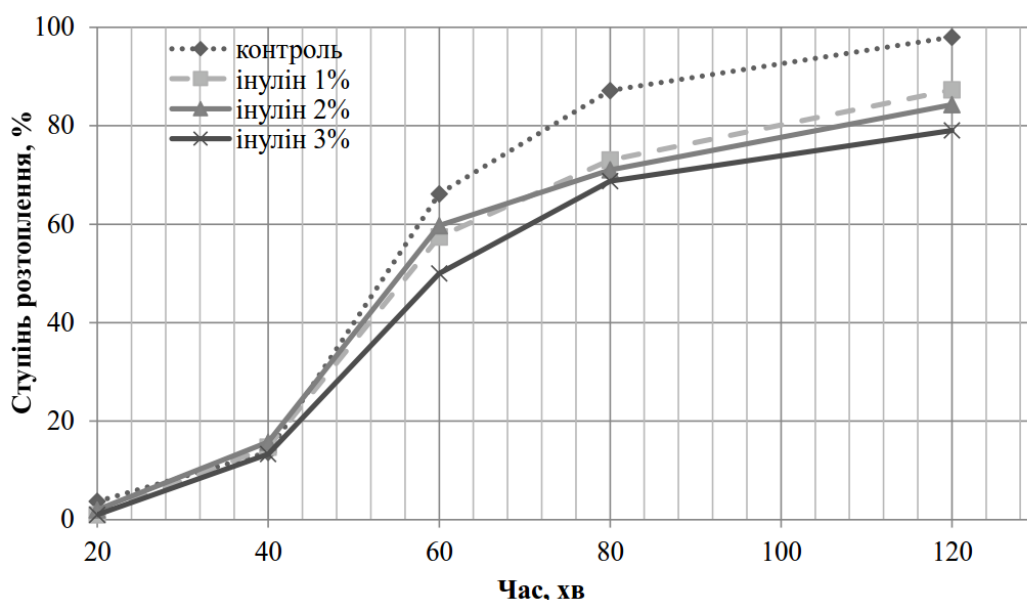


Рисунок 3.5 – Вплив інуліну на стійкість зразків морозива до танення

Як випливає з даних на рис. 5, зразки з інуліном проявляють велику стійкість до танення: при внесенні 1 % інуліну масова частка впала через 2 години на 10,9 % нижче, 2 % – на 14 %, 3 % – на 19,3 % нижче, ніж в контрольному зразку.

Таким чином, виявлено, що внесення інуліну підвищує стійкість морозива до танення приблизно в рівній мірі для концентрацій 1–3 %.

Наступним етапом роботи було дослідження впливу інуліну на

органолептичні показники суміші для морозива. Результати показали, що всі зразки кисломолочного морозива з інуліном мають чистий кисломолочний смак, без сторонніх присмаків і запахів. Зразки із вмістом інуліну 2 % відрізнялися одноріднішою, в'язкою консистенцією, кремоподібною структурою і м'яким вершковим смаком, тоді як в контрольному зразку (без інуліну) спостерігалось розшаровування структури згустка від сироватки, консистенція була неоднорідною. Було відмічено, що хоча в зразку з концентрацією інуліну 3 % також відчувався приємний вершковий смак, консистенція цієї суміші для морозива була надмірно в'язкою і щільною, що з технологічної точки зору може утруднити процес перекачування сумішей по трубопроводах в технологічному циклі.

Таким чином, внесення інуліну в концентрації 2 % дозволяє значно підвищити в'язкість суміші і поліпшити консистенцію кисломолочного морозива, надати йому м'якого вершкового смаку, підвищити збитість і стійкість морозива до танення. Більш велику концентрацію інуліну використовувати недоцільно, оскільки це не приведе до істотного поліпшення структурно-механічних і органолептичних властивостей, але підвищить вартість продукту.

3.2.3 Вплив лактулози і інуліну на властивості кисломолочного морозива

За результатами досліджень, була проведена часткова заміна сахарози і стабілізатора в суміші для кисломолочного морозива на пребіотичні компоненти. З урахуванням змін був проведений розрахунок рецептури, яка представлена в таблиці 3.7 разом з рецептурою контрольного зразка.

**Рецептура суміші для кисломолочного морозива з інуліном і
лактулозою**

Компонент суміші морозива	Вміст %	
	контроль	дослід
Молоко знежирене	51,7	50,0
Вершки з коров'ячого молока	23,6	23,6
Цукор кристалічний	17,0	18,0
Стабілізатор	0,4	0,4
Закваска	5,0	5,0
Інулін	—	1,0
Лактулоза	—	1,0

При виконанні експериментів виготовили контрольну (за рецептурою) і дослідну суміш, що включає всі компоненти по рецептурі, в т.ч. інулін, окрім лактулози, потім суміші піддавали тепловій обробці при температурі 85 ± 2 °C протягом від 50 до 60 хв. Після того охолоджували до температури сквашування 37 ± 1 °C. До сумішей вносили 5 % активізованої закваски Ацидолакт VIVO і проводили процес сквашування, який контролювали по титрованій кислотності – до 65 ± 5 °Т. Після цього сквашену суміш охолоджували, в дослідний зразок вносили сироп лактулози за рецептурою і піддавали фризруванню у фризери Kenwood при температурі від $-3,5$ до -6 °C впродовж від 45 до 60 хв. Потім морозиво розфасовували в пласмасові стаканчики з кришками і заморожували при -25 ± 1 °C, після чого оцінювали органолептичні властивості морозива (колір, запах, смак, післясмак і структуру) за 5-бальною системою. Результати органолептичної оцінки отриманих зразків морозива з урахуванням результат дослідження морозива з лактулозою представлений на рис. 3.6.

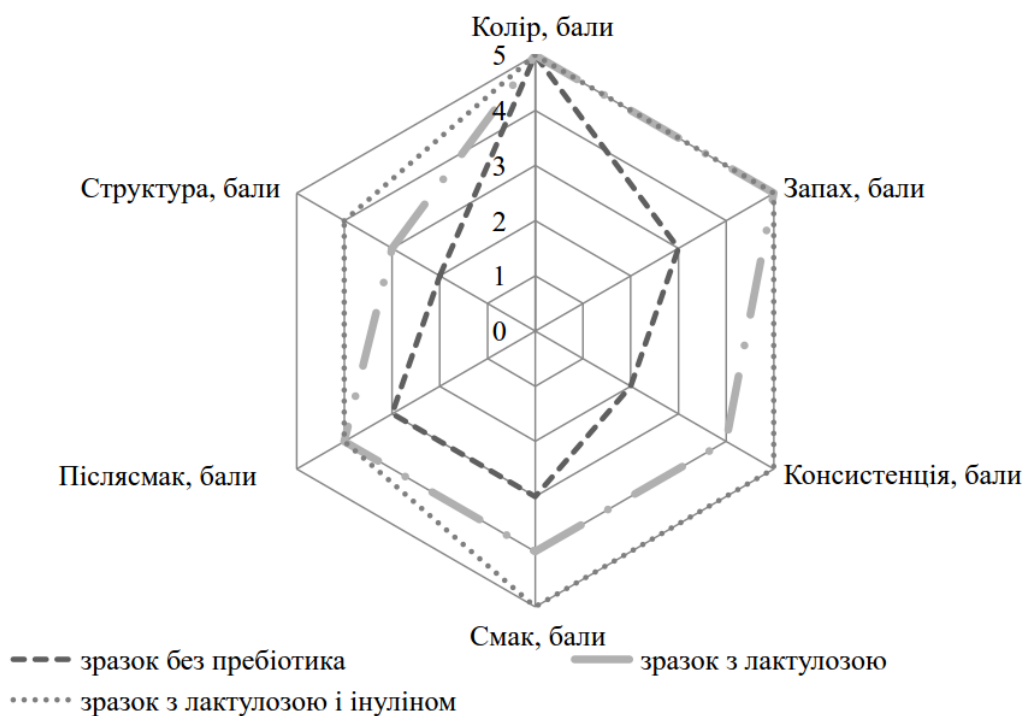


Рисунок 3.6 – Органолептична оцінка зразків кисломолочного морозива

Результати дослідження показали, що сумісне використання лактулози і інуліну надає позитивний вплив на органолептичні показники кисломолочного морозива. Даний зразок мав м'який кисло-солодкий смак, характерний для кисломолочних продуктів запах, однорідний колір, кремоподібну консистенцію, на відміну від контрольного зразка, який характеризувався надмірно вираженим кислим смаком, твердою консистенцією і наявністю агломератів білка. Зовнішня поверхня морозива з інуліном і лактулозою рівна на зрізі, гладка без порожнин. Морозиво повільно тане в роті, не містить згустків і грудочок. Структура однорідна, без відчутних грудочок жиру, стабілізатора і емульгатора, частинок білка, лактози і кристалів льоду, достатньо щільна. Контрольний зразок і зразок з лактулозою, характеризувалися неоднорідністю структури, так в контрольному зразку були присутні відчуття грудочки білка, а в зразку з лактулозою в процесі зберігання була відмічена усадка морозива.

Подальшим етапом було дослідження впливу сумісного використання

лактозу і інулін на ступінь виживання молочнокислих мікроорганізмів в процесі зберігання кисломолочного морозива при температурі -18 ± 1 °C впродовж 6 місяців. Отримані дані представлені на рис. 3.7.

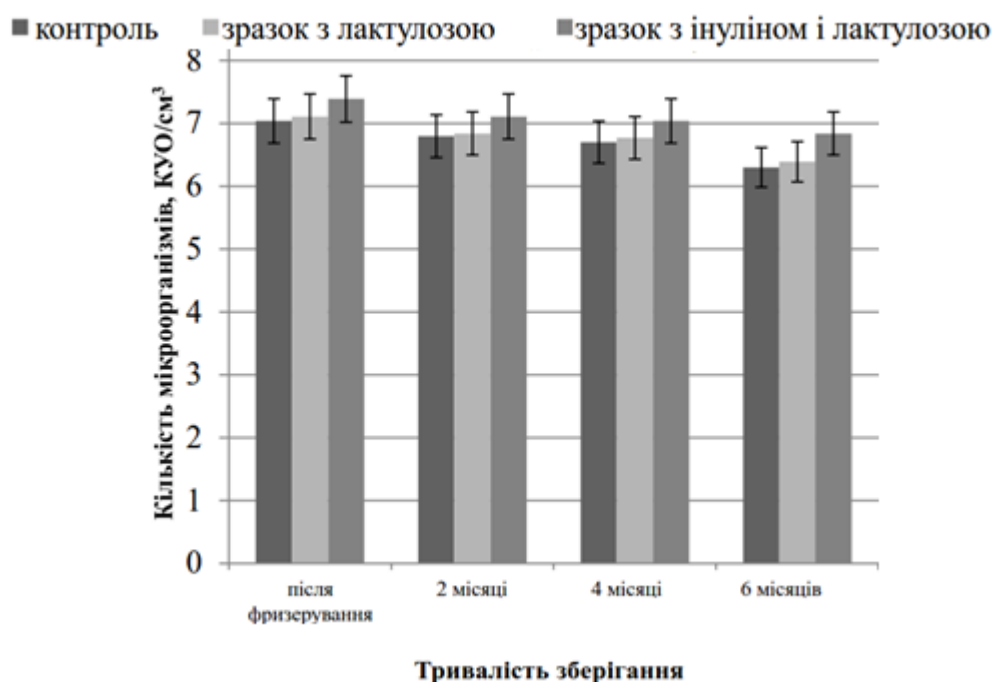


Рисунок 3.7 – Вплив пребіотиків на виживання заквашувальної мікрофлори в процесі зберігання кисломолочного морозива

Аналіз діаграми на рис. 3.7 показує, що рівень молочнокислих мікроорганізмів після фризирования і впродовж всього періоду зберігання був вищим в зразках з додаванням інуліну і лактулози. Так, через шість місяців зберігання кількість живих клітин ацидофільної палички в контрольних зразках знизилася на 10 % і досягло нормованого рівня, в зразках з лактулозою – на 8,5 %, а в зразках з лактулозою і інуліном – на 6,7 %. Внесення комбінації пребіотиків підтримує життєздатність молочнокислих мікроорганізмів на рівні, що регламентується, впродовж восьми місяців зберігання. Зіставляючи результати визначення кількості молочнокислих мікроорганізмів в зразках з лактулозою і зразками з інуліном і лактулозою, можна зробити висновок про те, що дані показники трохи відрізняються один від одного і знаходяться на рівні в межах стандарту [26].

Таким чином, комбіноване застосування інуліну і лактулози в технології кисломолочного морозива дозволяє поліпшити його основні органолептичні показники (консистенцію і смак), а також підвищити виживання мікрофлори закваски в процесі зберігання морозива і його терміни придатності. На підставі результатів розроблена технологія кисломолочного морозива з інуліном і лактулозою, що представлена в підрозділі 3.3.

3.3 Обґрунтування технологічних режимів і розробка технології виробництва кисломолочного морозива з пребіотиками

За наслідками досліджень встановлено, що сумісне використання лактулози і інуліну надає позитивний вплив на життєздатність пробіотичної культури *L. acidophilus*, а також на структурно-механічні і органолептичні властивості кисломолочного морозива. Для розробки технології кисломолочного морозива з функціональними властивостями інулін застосовували як заміник жиру, стабілізатор і пребіотичний інгредієнт. А сироп лактулози використовувався для часткової заміни сахарози в суміші для морозива.

На основі проведених досліджень і аналізу існуючих технічних рішень була розроблена технологічна схема виробництва трьох видів морозива, представлена на рис. 3.8.

Для виготовлення морозива застосовують: молоко знежирене, вершки, отримані з натурального коров'ячого молока, сироп лактулози містить в 100 мл 67 г лактулози, 11,3 г галактози і 6,7 г лактози, цукор, стабілізатори кремодан SE-406 (моно- і дигліцериди жирних кислот – Е 471, гуарова камедь Е 412, карбоксиметилцеллюлоза натрієва сіль – Е 466, карагінан – Е 407), інулін Frutafit IQ, що містить 95 г інуліну, олігофруктози – 2 г, фруктози – 1 г, білки – 2 г, жири – 0г, закваска Ацидолакт VIVO і закваска LAT CW L.

Сировина, для виготовлення морозива, за показниками безпеки повинно відповідати вимогам, встановленим для виробництва морозива [26].

Складання суміші здійснюють за допомогою методу розрахунку рецептур. За вибраною рецептурою розраховується необхідна кількість різної сировини для виготовлення морозива. Визначають вміст жиру і СЗМЗ в суміші, за результатами розрахунків рецептури здійснюють нормалізацію суміші [26].

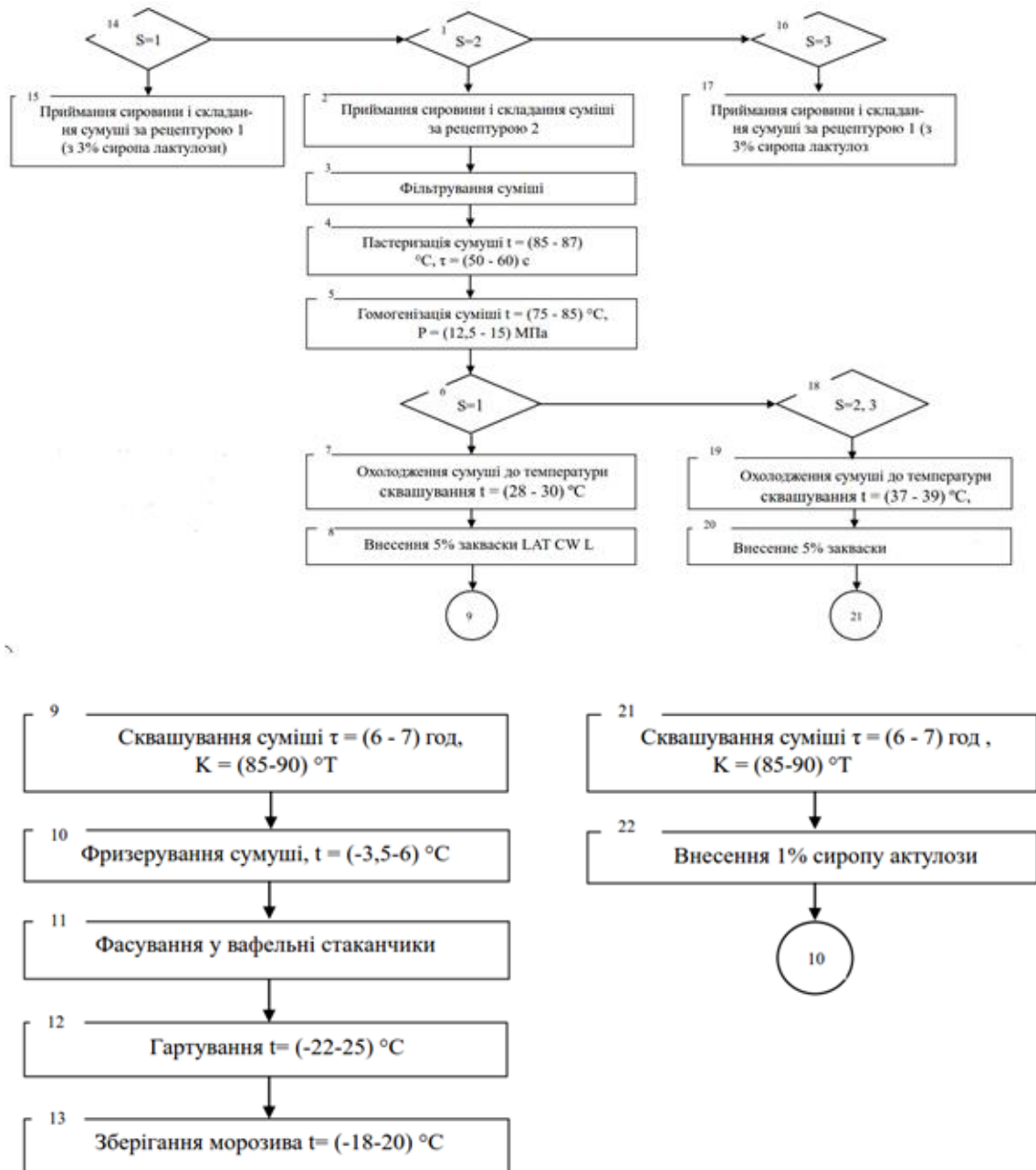


Рисунок 3.8 – Принципова схема виробництва кисломолочного морозива

У роботі для складання суміші кисломолочного морозива застосовували метод розрахунку рецептур. Рецептури сумішей для кисломолочного морозива представлена в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Рецептура кисломолочного морозива з пребіотичними компонентами

Компонент суміші морозива	Вміст, %		
	лактоза	лактоза + ацидофільні палички	інулін
Основа для морозива (СЗМЗ – 12,5; цукру – 18,5)	–	56,6	55,2
Молоко коров'яче цільне (м.ч.жиру 3,2 %; СЗМЗ 8,1 %)	65,8	–	–
Молоко сухе знежирене (СЗМЗ 95 %)	3,0	–	–
Вершки з коров'ячого молока (м.ч.жиру 20,0 %; СЗМЗ 6,4%)	5,5	–	–
Масло вершкове селянське (м.ч.жиру 72,5	–	5,0	5,0
Борошно, вищий ґатунку	–	1,0	0,4
Цукор кристалічний	5,0	4,0	4,0
Стабілізатор (кремодан ББ)	0,4	0,2	0,1
Закваска	5,0 LAT CW L	5,0 Ацидо-лакт VIVO	5,0 Ацидо- лакт VIVO
Інулін	–	–	2,0
Сироп лактулози	3,0	1,0	1,0
Вода	–	15,0	15,0
Вафельний стакан	7	7,0	7

Розрахунок рецептури здійснювали на 100 кг морозива. Як початкову сировину використовували: молоко знежирене, вершки, цукор кристалічний, порошок інуліну, стабілізатор, закваску і сироп лактулози.

Перед приготуванням суміші, стабілізатор та інулін ретельно перемішують із заздалегідь просіяним цукром кристалічним, потім

змішують з рідкими компонентами.

Для способу $S=1$ концентрат лактулози в кількості 3 % від об'єму суміші вносили на етапі складання суміші; для способу $S=2$, $S=3$ концентрат лактулози вносили після сквашування в кількості 1 % від маси суміші для кисломолочного морозива.

Для видалення з суміші грудочок сировини (наприклад, сухого молока, стабілізаторів та ін.) і можливих різних механічних домішок, що не розчинилися, її фільтрують після розчинення компонентів і після пастеризації, використовуючи різноманітні фільтри, зокрема, дискові, плоскі, пластинчасті, циліндрові або інші.

Пастеризація сумішей морозива, крім забезпечення необхідного санітарного стану готового продукту, сприяє хорошему змішуванню і розчиненню компонентів, а також створює кращі умови для гомогенізації [5]. Пастеризацію проводять при температурі $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ з витримкою 50–60 с або без витримки при температурі $92\text{--}95\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Гомогенізація сприяє підвищенню стійкості збитої суміші, покращує структуру готового морозива і додає йому ніжну консистенцію. Вибір тиску гомогенізації залежить від складу суміші – чим нижчий у ній вміст жиру, тим вищий слід застосовувати тиск гомогенізації, і навпаки. Молочні суміші гомогенізують при тиску 12,5–15 МПа. Можна використовувати двоступінчасту гомогенізацію.

Суміш охолоджують до оптимальної температури заквашування (для способу $S=1$ використовують закваску мезофільних лактококів $30\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, для способу $S=2$ та $S=3$ застосовують закваску на основі ацидофільної палички $37\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ і направляють у резервуар.

Заквашують суміш у резервуарах з сорочкою охолодження, які забезпечені спеціальними мішалками для рівномірного перемішування. Вносять закваску в кількості 5 % до об'єму суміші. Для кращого перемішування суміші із закваскою, заповнення резервуару сумішшю

проводять при включеній мішалці. Перемішують суміш впродовж 15 ± 2 хв.

Сквашування суміші проводять впродовж 6 ± 1 год. при температурі 37 ± 1 °C до досягнення кислотності 65 ± 5 °T. Після закінчення сквашування суміш охолоджують до температури 5 ± 1 °C і фризують. При необхідності суміш зберігають до фризуювання при тій же температурі не більше 48 год.

У процесі фризуювання суміші відбувається насичення повітрям цієї суміші з одночасним частковим заморожуванням. У фризир суміш поступає з температурою не вище 6 °C. Температура морозива при виході з фризера складає від -3 до -6 °C.

Морозиво, яке виходить з фризера, швидко фасують у вафельні стаканчики і негайно направляють на загартування, оскільки при затримці частинки води закристалізуються і можуть відтанути, що надалі приведе до утворення великих кристалів льоду. Температура загартування морозива складає -25 °C. Технологічний процес вважається завершеним і продукт готовий до реалізації. Зберігання до реалізації проводять в холодильних камерах при температурі від -15 до -18 °C в умовах строгого санітарно-гігієнічного режиму. Готовий продукт має кислотність 80 ± 5 °T і випускається з підприємства при температурі не вище -12 °C після перевірки фізико-хімічних, мікробіологічних і органолептичних показників кожної партії [28].

Термін придатності готового продукту при температурі (-18 ± 1) °C складає 6 місяців.

У ході технологічного процесу повинен здійснюватися фізико-хімічний і мікробіологічний контроль, а також повинні контролюватися органолептичні параметри [13].

Узагальнена апаратурно-технологічна схема виробництва кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою і інуліном, представлена на рис. 3.9. У табл. 3.9 подано відповідний типовий перелік обладнання, використаного в апаратурно-технологічній схемі виробництва

кисломолочних продуктів з лактулозою.

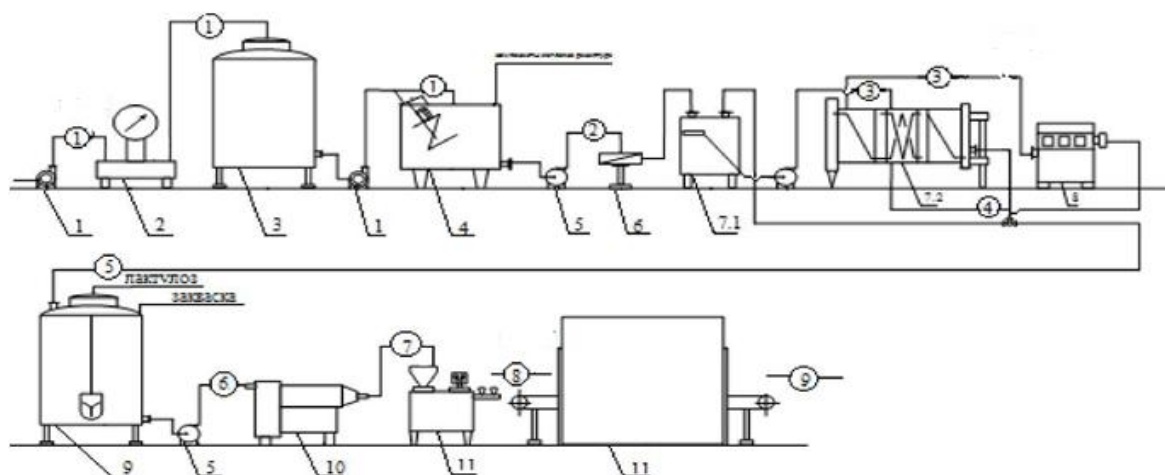


Рисунок 3.9 – Апаратурно-технологічна схема виробництва кисломолочного морозива з пребіотичними компонентами:

1 – насос відцентровий, 2 – ваги, 3 – резервуар, 4 – ванна, 5 – насос роторний, 6 – фільтр, 7.1 – зрівноважувальний бачок, 7.2 – пастеризаційна установка, 8 – гомогенізатор, 9 – ємнісний апарат, 10 – фризер, 11 – лінія для фасування і загартування

Таблиця 3.9

Технологічне обладнання для виробництва кисломолочного морозива з пребіотичними компонентами

№ з/п	Технологічна операція	Найменування обладнання	Марка
1	Приймання сировини	Насос відцентровий	ПЦ-170-3
		Вага молокоприймальна	ЗМІ-500
		Резервуар	П6-ОРМ-0,4
2	Складання суміші	Ванна	ВСМ-0,6В
		Насос роторний	НРМ-2
3	Теплова і механічна обробка суміші	Фільтр	ФМ-0,4
		Установка для пастеризації	ПМР-0,5
		Гомогенізатор	А1-ОГЗМ-0,5
4	Заквашування і сквашування суміші	Ємнісний апарат	Я1-ОСВ-1
		Насос роторний	НРМ-2
5	Фризерування суміші	Фризер	Б6-ОФШ
6	Фасування і загартування кисломолочного морозива	Лінія фасування та загартування	Лінія фасування та загартування

3.4 Склад і властивості розробленого кисломолочного морозива з пребіотиками

При розробці технології нових продуктів необхідно орієнтуватися на створення безпечної, збалансованої за харчовою і біологічною цінністю продукції, що задовольняє не тільки фізіологічні потреби людини, але і сприяє збереженню і зміцненню здоров'я населення, профілактиці захворювань, пов'язаних з незбалансованим харчуванням дорослих і дітей.

У зв'язку з цим на даному етапі досліджень була проведена комплексна оцінка якості кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою та інуліном, яка представлена в таблицях 3.10–3.12.

Таблиця 3.10

Фізико-хімічні показники кисломолочного морозива з пребіотиками

Фізико-хімічні показники	Допустимі рівні	Вид морозива		
		з лактулозою та ацидофільною паличкою	з лактулозою	з лактулозою і інуліном
Кислотність °Т, не більше	80	$84 \pm 2,0$	$80 \pm 1,0$	$81 \pm 1,0$
Масова частка молочного жиру %, не більше	6,4	$4,0 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,4$
Масова частка вуглеводів, за винятком лактози, %, не більше	16,0	$16,4 \pm 0,4$	$16,4 \pm 0,4$	$16,4 \pm 0,4$
Масова частка лактози, %	1–2	$0,8 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
Масова частка СЗМЗ, %	6,0–11,4	$7,0 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$
Масова частка сухих речовин %, не менше	27	$29,0 \pm 1,0$	$28 \pm 2,0$	$287 \pm 1,0$

**Мікробіологічні показники кисломолочного морозива з
пребіотиками**

Мікробіологічні показники	Допустимі рівні	Вид морозива		
		з лактулозою та ацидофільною паличкою	з лактулозою та ацидофільною паличкою	з лактулозою та ацидофільною паличкою
Молочнокислі мікроорганізми, КУО/г, не менше	1×10^7	$1,1 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$
БГКП (коліформи), не допускаються у (г) продукту	0,1	не виявлено	—	—
<i>S. aureus</i> , не допускаються у (г) продукту	1,0	не виявлено	—	—
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонелли, не допускаються у (г) продукту	24	не виявлено	—	—

При проведенні органолептичного контролю кисломолочного морозива не було виявлено вад смаку, запаху, структури, консистенції та упакування. Всі дослідні види морозива відносяться до вищого ґатунку, оскільки загальна органолептична оцінка складає 93 балів з 100.

Мікробіологічні і токсикологічні показники розробленої продукції не перевищують гранично допустимих концентрацій відповідно до стандарту.

Контроль органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників кисломолочного морозива проводили впродовж 180 діб зберігання при температурі -18 ± 1 °C. Враховуючи коефіцієнт резерву і результати аналізів, був встановлений термін зберігання кисломолочного морозива з лактулозою і інуліном, який склав 180 діб. Кількість молочнокислих мікроорганізмів на кінець терміну придатності – не менше

1×10^6 КУО/см³, вміст лактулози – не менше $1,0 \pm 0,1$ % інуліну $2,0 \pm 0,1$ %.

Таблиця 3.12

Органолептична оцінка кисломолочного морозива з пребіотиками

Показники	Знижка	Бал
Смак і аромат (60 балів)		
Чистий кисло-солодкий смак і аромат, характерний даному виду продукту, без сторонніх присмаків і запахів	3	57
Структура і консистенція (30 балів)		
Однорідна, без органолептично відчутних грудочок жиру, стабілізатора і емульгатора, частинок білка і лактози, кристалів льоду	1	29
Колір і зовнішній вигляд (5 балів)		
Однородний колір, характерний для даного виду морозива. Злегка попошкоджені краї вафельних стаканчиків. Зовнішня поверхня морозива рівна, поверхня на зрізі гладка, без порожнин. Морозиво поволі тоне в роті, не містить згустків і грудочок. Форма морозива обумовлена формою вафельного виробу.	3	2
Тара і упаковка (5 балів)		
Чиста щільно закрита коробка з правильним маркуванням, добре укладання фасованого морозива в коробки. Упаковка чиста, герметична з чітким відображенням інформаційних даних про продукт	0	5
Всього:	7	93

Розроблене кисломолочне морозиво характеризується хорошою засвоюваністю, високою харчовою цінністю, містить в своєму складі пробіотичні молочнокислі мікроорганізми і продукти їх життєдіяльності, які пригнічують розвиток сторонньої мікрофлори в продукті. Молочна кислота, яка утворюється в процесі розвитку заквашувальної мікрофлори, створює кислу реакцію середовища, в якій гинуть мікроорганізми, що спричиняють вади молочних продуктів.

Особлива цінність запропонованого морозива полягає у присутності

пробіотиків і пребіотиків лактулози і інуліну, що дозволяє позиціонувати його як продукт, що відноситься до групи функціонального харчування.

Слід зазначити, що кисломолочне морозиво, збагачене пребіотиками, володіє пониженим вмістом жиру 5 % за рахунок використання інуліну, а також пониженим вмістом сахарози, унаслідок її часткової заміни лактулозою, може бути рекомендовано для харчування людей з зайвою масою тіла.

4 ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ

В кінці ХХ століття відмічено різке зростання інтересу до функціональних харчових продуктів, що мають регулюючу і лікувальну дію на організм людини в цілому або на його окремі органи і системи. Подібний сценарій прогнозованого розвитку попиту на функціональні молочні продукти, які складаються на основі аналізу існуючої і прогнозованої ситуації споживання на різних континентах земної кулі, вказує на можливість подальшого зростання рівня їх споживання в наступні періоди, особливо в країнах, що розвиваються [23].

Одним з найважливіших етапів при розробці нових видів продуктів є оцінка економічної ефективності їх виробництва.

При оцінці техніко-економічних показників виробництва нового виду продукту найбільш важливими критеріями є мінімум витрат на виробництво, який показаний в показнику собівартості і максимум прибутку, обумовленою стратегією ціноутворення. Пропонована технологія може бути реалізована на технологічній лінії виробництва кисломолочного морозива без установки додаткового обладнання.

При розрахунку економічної ефективності як бази для порівняння прийнято виробництво молочного морозива «Кислинка» (контроль).

Розрахунок середньої собівартості кисломолочного морозива з лактулозою, з лактулозою і ацидофільною паличкою та кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою і інуліном, і оцінка рентабельності виробництва приведена нижче.

Всі розрахунки виконані в цінах на перше півріччя 2024 року. Сировина і основні матеріали визначаються виходячи з норм витрати сировини і основних матеріалів [6] згідно рецептур (таблиці 4.1–4.4).

Таблиця 4.1

**Рецептура молочного морозива [5], кг на 1000 кг продукту з
урахуванням втрат**

Вид сировини	Витрата сировини, кг
Молоко коров'яче незбиране (м.ч.жиру 3,2 %; СЗМЗ 8,1 %)	608,12
Молоко коров'яче цільне сухе (жиру 25 %; СЗМЗ 70,0 %)	16,04
Молоко коров'яче сухе знежирене (СЗМЗ 95,0 %)	60,10
Цукор кристалічний	181,72
Закваска молочна на кефірних грибках (жиру 3,2 %; СЗМЗ 8,1 %)	49,75
Желатин	3,05
Вода питна	89,34
Разом:	1008,12

Таблиця 4.2

**Рецептура кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою, кг
на 1000 кг продукту з урахуванням втрат**

Вид сировини	Витрата сировини, кг
Молоко коров'яче незбиране (жиру 3,2 %; СЗМЗ 8,1 %)	760,40
Вершки з коров'ячого молока (жиру 20 %; СЗМЗ 6,4 %)	64,97
Сухе знежирене молоко (СЗМЗ 95 %)	39,5
Цукор кристалічний	59,8
Кремодан ББ 406	4,06
Закваска на знежиреному молоці (м.ч.ж. 0,05 %)	49,75
Сироп лактулози (лактюлози не менше 66,7 мг на 100 мл)	29,44
Разом:	1007,92

Таблиця 4.3

Рецептура морозива, збагаченого лактулозою та ацидофільною паличкою, кг на 1000 кг продукту з урахуванням втрат

Вид сировини	Витрата сировини, кг
Нежирна молочна основа для морозива	596,5
Масло вершкове «Селянське»	63,96
Цукор кристалічний	47,72
Борошно вищий гатунок	8,33
Кремодан ББ 40	1,83
Закваска на знежиреному молоці (м.ч.ж. 0,05 %)	49,75
Сироп лактулози «Лактусан»	8,33
Вода	149,80
Вафельний стаканчик	80,20
Разом:	1006,42

Таблиця 4.4

Рецептура кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою і інуліном, кг на 1000 кг продукту з урахуванням втрат

Вид сировини	Витрата сировини, кг
Молоко знежирене	501,4
Вершки 10 %	267,00
Цукор кристалічний	161,42
Кремодан ББ 40	1,81
Закваска на знежиреному молоці (м.ч.ж. 0,05 %)	49,75
Сироп лактулози «Лактусан»	8,33
Інулін	18,48
Разом:	1008,19

У таблицях 4.5–4.8 наведені вартості сировини, що витрачається при виробництві 1 т молочного морозива, кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою, з лактулозою та ацидофільною паличкою, інуліном і

лактолозою.

Таблиця 4.5

**Вартість сировини використаного при виробництві 1 т
молочного морозива**

Сировина	Вартість грн./кг	Витрата, кг/т	Сума грн.
Молоко незбиране (м.ч.ж. 3,2 %)	14	608,12	23145,93
Молоко сухе знежирене (СЗМЗ 95 %)	88	60,10	6110
Молоко коров'яче незбиране сухе (жиру 25 %; СЗМЗ 70,0 %)	114	16,04	2727
Цукор кристалічний	32,5	181,72	7975,79
Желатин	394	3,05	102,6
Закваска	24	49,75	1268,0
Разом:			41329,32

Таблиця 4.6

**Вартість сировини використаного при виробництві 1 т
кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою**

Сировина	Вартість грн./кг	Витрата, кг/т	Сума, грн.
Молоко незбиране (м.ч.ж. 3,4 %)	14	702,4	10903,2
Молоко сухе знежирене (СЗМЗ 95 %)	88	40,0	2465,0
Вершки з коров'ячого молока (м.ч.ж. 20 %)	114	54,3	5539,0
Цукор кристалічний	32	99,0	4630,27
Кремодан ББ 406	186	4,0	934,0
Сироп лактулози	144	44,0	6524,0
Разом:			30995,47

Таблиця 4.7

**Вартість сировини використовуваного при виробництві 1 т
збагаченого лактулозою і ацидофільною паличкою**

Сировина	Вартість грн./кг	Витрата, кг/т	Сума грн.
Нежирна молочна основа для морозива	20,20	596,5	12668,12
Масло вершкове «Селянське»	60,5	63, 96	18998,81
Цукор кристалічний	32,62	46,71	2133,13
Борошно вищий сорт	12,69	8,33	126,94
Кремодан ББ 40	107,33	1,83	306,67
Закваска на знежиреному молоці (м.ч.ж. 0,05 %)	24	49,75	1268
Сироп лактулози «Лактусан»	161,05	8,33	1512,63
Вода	–	149,81	–
Вафельний стаканчик	23,47	80,20	1987,01
Разом:			39001,31

Таблиця 4.8

**Вартість сировини використовуваного при виробництві 1 т
кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою та інуліном**

Сировина	Вартість грн./кг	Витрата, кг/т	Сума грн.
Нежирна молочна основа для морозива	2,19	576,5	12668,11
Масло вершкове «Селянське»	60,5	63, 96	18998,81
Цукор кристалічний	32,62	47,72	2134,15
Борошно вищий ґатунок	12,69	8,33	126,94
Кремодан ББ 40	107,33	1,83	306,67
Закваска на знежиреному молоці (м.ч.ж. 0,05 %)	24	49,75	1268
Сироп лактулози «Лактусан»	161,05	8,33	1512,63
Інулін	215	18,33	4176,43
Вода	–	149,80	–
Вафельний стаканчик	23,47	8,2	1987,01
Разом:			43178,75

Допоміжні матеріали

Вартість допоміжних матеріалів приймаємо у розмірі 10 % від вартості сировини і основних матеріалів.

- для молочного морозива $41329,32 \times 0,1 = 4132,9$ грн.;
- для кисломолочного морозива з лактулозою $30995,47 \times 0,1 = 3099,54$ грн.
- для морозива з лактулозою і ацидофільною паличкою $39001,31 \times 0,1 = 3900,13$ грн.
- для кисломолочного морозива з лактулозою і інуліном $43178,75 \times 0,1 = 4317,87$ грн.

Транспортно-заготівельні витрати

З урахуванням того, що частина сировини необхідного для вироблення продукту отримана на тому ж підприємстві, транспортні витрати полягатимуть в доставці сировини, що купується, і матеріалів і складатимуть 5 % від їх вартості:

- для молочного морозива $41329,32 \times 0,05 = 2066,46$ грн.;
- для кисломолочного морозива з лактулозою $30995,47 \times 0,05 = 1549,77$ грн.
- для морозива з лактулозою та ацидофільною паличкою $39001,31 \times 0,05 = 1950,06$ грн.
- для кисломолочного морозива з лактулозою і інуліном $43178,75 \times 0,05 = 2158,93$ грн.

Витрати на заробітну плату

Технологічну трудомісткість виробництва 1 т продукту визначимо за формулою:

$$T_p = (P_p \times Ч) / О \quad (4.1)$$

де: P_p – тривалість зміни, год.;

$Ч$ – чисельність робочих, осіб;

$О$ – об’єм виробництва продукції в добу (прийнятий з матеріального розрахунку), т.

Для всіх продуктів: $T = (8 \times 4) / 1 = 32$ осіб. год.

Розцінку на 1 т продукції розраховуємо за формулою:

$$P_{ц} = T_{год} T_p \quad (4.2)$$

де $T_{год}$ – годинна тарифна ставка (приймаємо $T_{год} = 35$ грн.)

Для всіх продуктів:

$$P_{ц} = 35 \cdot 32 = 1120,00 \text{ грн.}$$

Відрядний фонд заробітної плати:

$$З_v = O_p / P_{ц} \quad (4.3)$$

де O_p – річний об’єм виробництва продукції, т, який рівний:

$$O_p = P_{ро} \cdot Д \quad (4.4)$$

де $Д$ – число днів роботи підприємства в році.

Для всіх продуктів: $O_p = 1 \cdot 300 = 300$ т.

$$З_v = 300 / 1120 = 336 \text{ тис. грн.}$$

Величину доплат приймаємо на рівні 20–25 % від відрядного фонду:

$$Д = 0,2 / 336 = 67,2 \text{ тис. грн.}$$

Тоді основний фонд заробітної плати:

$$З_{осн} = З_{сд} + Д. \quad (4.5)$$

$$З_{осн} = 336 + 67,2 = 403,2 \text{ тис. грн.}$$

Додаткова заробітна плата складає 10 % від основного фонду:

$$З_{дод} = 0,1 / 403,2 = 40,32 \text{ тис. грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати:

$$З_{заг} = З_{осн} + З_{дод}. \quad (4.6)$$

$$З_{заг} = 403,2 + 40,32 = 443,52 \text{ тис. грн, в перерахунку на 1 т продукції}$$

$$З_{заг} = 1478,4 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні потреби складають 26 % від заробітної плати основних виробничих працівників:

$$C_{\text{соц}} = 0,26 / 1478,4 = 384,384 \text{ грн.}$$

Витрати за експлуатацію обладнання приймаємо у розмірі 80 % від заробітної плати основних робочих:

$$Z_{\text{обор}} = 0,8 / 1478,4 = 1182,72 \text{ грн.}$$

Загальногосподарські витрати приймаємо у розмірі 250 % від заробітної плати основних робочих:

$$C_{\text{зг}} = 2,5 / 1478,4 = 3696 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість продукції рівна:

$$C_{\text{виробн}} = C + C_{\text{дод}} + C_{\text{ТЗ}} + Z_{\text{заг}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{обор}} + C_{\text{зг}} \quad (4.7)$$

Молочне морозиво:

$$C_{\text{виробн}} = 41329,32 + 4132,9 + 2066,46 + 1478,4 + 384,384 + 1182,72 + 3696 = 54270,18 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою :

$$C_{\text{виробн}} = 30995,47 + 3099,54 + 1515,98 + 1478,4 + 384,384 + 1182,72 + 3696 = 42352,5 \text{ грн.}$$

Морозиво, збагачене лактулозою і ацидофільною паличкою:

$$\text{Сировина} = 39001,31 + 3900,1 + 1950,06 + 1478,4 + 384,384 + 1182,72 + 3696 = 51592,97 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою і інуліном:

$$C_{\text{виробн}} = 43178,75 + 4317,87 + 2158,93 + 1478,4 + 384,384 + 1182,72 + 3696 = 56397,05 \text{ грн.}$$

Комерційні витрати приймаємо у розмірі 10 % від виробничої собівартості:

Молочне морозиво:

$$C_{\text{виробн}} = 0,1 \times 54270,18 = 5427,01 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою:

$$C_{\text{виробн}} = 0,1 \times 42352,5 = 4235,25 \text{ грн.}$$

Морозиво, збагачене лактулозою і ацидофільною паличкою:

$$C_{\text{виробн}} = 0,1 \times 51592,97 = 5159,2 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою і інуліном

$$C_{\text{виробн}} = 0,1 \times 56397,05 = 5639,7 \text{ грн.}$$

Повна собівартість продукції визначається за формулою:

Молочне морозиво:

$$C_{\text{повн}} = 54270,18 + 5427,01 = 59697,19 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою:

$$C_{\text{повн}} = 42352,5 + 4235,25 = 46587,75 \text{ грн.}$$

Морозиво, збагачене лактулозою і ацидофільною паличкою:

$$C_{\text{повн}} = 51592,97 + 5159,2 = 56752,17 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою і інуліном

$$C_{\text{повн}} = 56397,05 + 5639,7 = 62036,75 \text{ грн.}$$

Визначення економічної ефективності проекту

Прийmemo рівень рентабельності рівним 22 %.

Рівень рентабельності виробництва визначається за формулою:

$$P = (П / C_{\text{повн}}) \times 100. \quad (4.8)$$

$$\text{звідки, } П = P \times C_{\text{повн}} / 100. \quad (4.9)$$

Молочне морозиво:

$$П = 22 \times 59697,19 / 100 = 13133,38 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою:

$$П = 22 \times 46587,75 / 100 = 9317,55 \text{ грн.}$$

Морозиво, збагачене лактулозою і ацидофільною паличкою:

$$П = 22 \times 56752,17 / 100 = 12485,47 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою і інуліном

$$\Pi = 22 \times 62036,75 / 100 = 13648,08 \text{ грн.}$$

Прибуток від реалізації 1 т кисломолочного морозива можна знайти по формулі:

$$\Pi = \text{Ц} - C_{\text{повн}} \quad (4.10)$$

$$\text{звідси, } \text{Ц} = \Pi + C_{\text{повн}} \quad (4.11)$$

Молочне морозиво:

$$\text{Ц} = 13134,38 + 59696,19 = 72830,57 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою:

$$\text{Ц} = 9318,55 + 42351,5 = 51670,05 \text{ грн., прийmemo цiну } 50\,000,00 \text{ грн.}$$

Морозиво, збагачене лактулозою і ацидофільною паличкою:

$$\text{Ц} = 12482,47 + 56755,17 = 69237,64 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою і інуліном

$$\text{Ц} = 13646,08 + 62038,75 = 75684,83 \text{ грн.}$$

Затрати на 1 грн. товарної продукції визначимо за формулою:

$$З = C_{\text{повн}} / \text{Ц} \quad (4.12)$$

де Ц – оптова ціна, що діє, за 1 т кисломолочного морозива, грн.

Молочне морозиво:

$$З = 59696,19 / 72831,57 = 0,82 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою:

$$З = 42352,5 / 51670,05 = 0,82 \text{ грн.}$$

Морозиво, збагачене лактулозою і ацидофільною паличкою:

$$З = 56754,17 / 69235,64 = 0,82 \text{ грн.}$$

Кисломолочне морозиво, збагачене лактулозою і інуліном

$$З = 62035,75 / 75685,83 = 0,82 \text{ грн.}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 4.9.

Таблиця 4.9

Економічна ефективність виробництва морозива

Показник	Од. вим.	Морозиво (аналог)	Морозиво з лактолозою	Морозиво з лактолозою і ацидофільною паличкою	Морозиво з лактолозою і інуліном
Річний об'єм виробництва	т		1000	1000	1000
- Повна собівартість 1 т продукції, зокрема:	грн.	59697,19	46587,75	56752,17	62036,75
- сировина і основні матеріали		41329,32	30995,47	39001,31	43178,75
- допоміжні матеріали		4132,9	3099,54	3900,13	4317,87
- транспортно-заготовчі витрати		2066,46	1549,77	1950,06	2158,93
- заробітна плата		1478,4	1478,4	1478,4	1478,4
- відрахування на соціальні потреби		384,384	384,384	384,384	384,3843
- витрати на обладнання		1182,71	1181,70	1182,71	1182,71
- загальногосподарські витрати		3696	3695	3696	3696
- виробнича собівартість		54270,18	42352,5	51592,97	56397,05
- комерційні витрати		5427,01	4235,25	5159,2	5639,7
Рівень рентабельності виробництва	%	22	22	22	22
Прибуток від реалізації 1 т продукції	грн.	13133,38	9317,55	12485,47	13648,08
Ціна 1 т продукції	грн.	72830,57	51670,05	69237,64	75684,83
Затрати на 1 грн. товарної продукції	грн.	0,82	0,82	0,82	0,82

Економічна ефективність проєкту

В ході розрахунків встановлено, що при збереженні рентабельності виробництва на рівні аналогів здорожчання кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою і інуліном складе на 2,84 грн. / 1 кг. Проте підвищення ціни є оправданням, оскільки кисломолочні продукти з лактулозою володіють корисними властивостями і високими якісними показниками.

Для залучення уваги якомога більшої кількості потенціальних споживачів в рамках даної роботи рекомендується рекламний супровід

кисломолочного морозива, збагаченого лактулозою і інуліном. Так само привернути увагу споживачів з традиційними смаками можна шляхом фасування морозива у вигляді різка або використовувати комбінування шарів кисломолочного білого морозива з освіжаючим смаком і шоколадного темного вершкового з м'яким вершковим традиційним смаком.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Основні напрями отримання нових видів морозива для здорового харчування пов'язані із зменшенням калорійності і внесенням різноманітних функціональних компонентів, в тому числі пробіотиків і пребіотиків. До перспективних для застосування в технології морозива пребіотиків відносяться лактулоза, галактоолігосахариди і інулін. Як показали теоретичні і експериментальні дослідження, їх використання в технології кисломолочного морозива дає можливість не тільки розширити асортимент функціональних продуктів, але і отримати ряд позитивних ефектів на процеси отримання і властивості готового продукту.

В ході проведення роботи були отримані наступні основні результати і висновки:

1. Теоретично і експериментально обґрунтований вибір заквасок і пребіотичних компонентів для нових видів кисломолочного морозива.
2. Досліджений вплив лактулози, галактоолігосахаридів і інуліну на розвиток і виживання мезофільних лактококів закваски LAT CW L. Отримані результати показали можливість використання цих пребіотиків в технології кисломолочного морозива для поліпшення його органолептичних і мікробіологічних характеристик.
3. Додавання 3 % сиропу лактулози дозволяє збільшити в'язкість сумішей морозива, знизити вміст цукрози, позитивно впливає на збереження життєздатності мікрофлори бактеріальної закваски LAT CW L після фризирования в процесі зберігання морозива.
4. Застосування галактоолігосахаридів і інуліну позитивно впливає на реологічні характеристики сквашених сумішей для морозива, їх смак і консистенцію, підвищення ступеня виживання мікроорганізмів баккультури LAT CW L при низькотемпературному зберіганні морозива.
5. Експериментальним шляхом встановлено закономірності зміни

властивостей сумішей для морозива при ферментації різними видами заквасок. Показано, що концентрати *Ацидолакт VIVO* (*Lactobacillus acidophilus*) і *PRODALACT TSY BIO6* (*Lactococcus lactis* spp., *Lactobacillus casei*) є найбільш перспективними щодо часу сквашування сумішей і накопичення біомаси.

6. Обґрунтовано вибір закваски Ацидолакт VIVO (*Lactobacillus acidophilus*), застосування якої дозволяє провести процес ферментації суміші до титрованої кислотності 70–90 °Т впродовж 4–6 год., при цьому кількість живих клітин заквашувальної мікрофлори сягає рівня, необхідного для забезпечення нормованих мікробіологічних показників кисломолочного морозива, а також додавати сквашеним сумішам для морозива підвищену антиоксидантну активність і хороші органолептичні показники.

7. Вивчений вплив лактулози і інуліну на виробництво кисломолочного морозива, отриманого з використанням *L. acidophilus*. Встановлено, що внесення 2 % інуліну позитивно впливає на збитість і опірність до танення кисломолочного морозива. Комбіноване застосування інуліну і лактулози в технології кисломолочного морозива дозволяє поліпшити консистенцію і смак, а також підвищити виживання мікрофлори закваски в процесі зберігання морозива і продовжити термін придатності.

8. Розроблені рецептури і основні оптимальні параметри процесів отримання трьох видів кисломолочного морозива з лактулозою, інуліном і лактулозою.

9. Проведено розрахунки собівартості нових видів морозива та оцінка економічної ефективності їх виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басс О. О., Поліщук Г. Є. Використання крохмальних патонок як заміниці цукру у виробництві морозива. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства : VII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів, 2017 р. Київ : НУБіП, ЦП КОМПРИНТ, 2017. С. 194–195.
2. Басс О. А. Удосконалення технології морозива із заміниками цукру : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 "Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів"; Нац. ун-т харч. технол. Київ, 2019. 22 с.
3. Берник І. М., Фаріонік Т. В., Новгородська Н. В. Ветеринарно-санітарна експертиза продуктів тваринного та рослинного походження. Навчальний посібник. Вінниця: Видавничий центр ВНАУ, 2020. 232 с.
4. Глущенко Л. Перспективи використання лікарських рослин у функціональному харчуванні. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2016. Вип. 73. С. 437–437.
5. Грек О. В., Красуля О. О. Молокопереробка. Інновації : підручник; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2017. 390 с.
6. Грудзинська О. Попит на морозиво на українському ринку перевищує пропозицію – експерти [Електронний ресурс] / Олена Грудзинська. Agronews. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://www.agronews.ua/node/77565>.
7. Грушецький Р. І., Гриненко І. Г., Хомічак Л. М. Дієтична добавка «Інулін з момординою харантія». Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2018. 1 (27). С. 325-332.
8. ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір.

Загальні технічні умови». Чинний від 1 січня 2008 року/ К. Держспоживстандарт України. 2007. 14 с.

9. ДСТУ 4734:2007 «Морозиво плодово-ягідне, ароматичне; щербет, лід. Загальні технічні умови». Чинний від 1 січня 2008 року. К. Держспоживстандарт України. 2007. 15 с.

10. ДСТУ 4735:2007 «Морозиво з комбінованим складом сировини. Чинний від 1 січня 2008 року. К. Держспоживстандарт України. 2007. 15 с.

11. ДСТУ ISO 8197:2004 Молоко та молочні продукти. Відбирання проб. Контроль за якісними показниками (ISO 8197:1988, IDT).

12. Іванов С. В., Грек О. В., Осьмак Т. Г. Молокопереробка. Промисловий інжиніринг : підручник. М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2017. 275 с.

13. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. / За ред. О. І. Черевка, М. І. Пересічного. Ч. 1. Харків : ХДУХТ, 2017. 940 с.

14. Кравців Р. Й., Хоменко В. І., Островський Я. Ю., Гачак Ю. Р., Якубчак О. М. Молоко і молочні продукти : Посібник. «Піраміда», 2010. 310 с.

15. Микийчук М. М., Остап'юк С. Д. Етапи розроблення системи НАССР на молокопереробних підприємствах. Енергетика і автоматика. 2017. №1 С. 123.

16. Морозиво вершкове та молочне. Визначення загального вмісту сухих речовин (Контрольний метод): ДСТУ ISO 3728:2005 (IDF 70:2004). [Чинний від 2008-03-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 10 с. (Національні стандарти України).

17. Огляд ринку морозива. Food UA. 2015. № 2 (62). С. 16–20. Офіційний сайт Державної служби статистики України / Статистична інформація [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>

18. Патент 127906UA, МПК А23G 9/04 (2006.01) Склад морозива / Поліщук Г. Є., Осьмак Т. Г., Сапіга В. Я. у 2018 02606; заявл. 15.03.2018;

опубл. 27.08.2018, Бюл. № 16, 2018 р.

19. Патент на корисну модель № 148579 UA, A23G 9/04 (2006.01) Спосіб виробництва морозива ацидофільного збагаченого / Поліщук Г. Є., Осьмак Т. Г., Михалевич А. П., Басс О. О., Кузьмик У. Г., Сапіга В. Я., Іващенко О. М.; заявник Національний університет харчових технологій. u 202100941 ; заявл. 26.02.2021 ; опубл. 25.08.2021, Бюл. № 34, 2021 р.

20. Поліщук Г., Мартич В., Мацько Л. Порівняльний аналіз реологічних показників сумішей для виробництва морозива на молочній основі. Продовольчі ресурси : зб. наук. пр. / НААН України: Ін-т прод. Ресурсів НААН України. К. : ННЦ «ІАЕ», 2014. № 3. С.73–78.

21. Рибак О. М., Поліщук Г. Є. Вплив технологічних режимів оброблення сумішей на формування структури морозива молочно-вівсяного. Наукові праці НУХТ, №20, т. 2. К. : НУХТ, 2014. С. 209–215.

22. Соломон А. М., Новгородська Н. В., Бондар М. М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.

23. Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. Техніка енергетика транспорт АПК. 2017. № 2 (97). С. 85–89.

24. Соломон А. М., Казмірук Н. М., Тузова С. Д. Мікробіологія харчових виробництв. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.

25. Сухенко Ю. Г., Поліщук Г. Є., Сарана В. В. Наукове і технічне забезпечення виробництва морозива: монографія / за ред. Г.Є. Поліщук. Київ : НУБіП України, 2019. 299 с.

26. Бартковський І. І., Поліщук Г. Є., Шарахматова Т. Є. та ін. Технологія морозива [Текст] : навч. посіб. Нац. ун-т харч. технологій., Одес. нац. акад. харч. технологій, Асоц. укр. виробників "Морозиво і заморожені продукти". Київ: Фенікс, 2015. 248 с.

27. Топ-5 вітчизняних виробників морозива [Електронний ресурс]

Укрінформ. 2018. Режим доступу до ресурсу: <https://agroreview.com/news/top-5-vitchyznyanyh-vyrobnykiv-morozyva/>

28. Трубнікова А. А. Розроблення безлактозного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів. дис. канд. техн. наук 05.18.04. Одеса, 2019. 214 с.

29. Українське морозиво чекають у понад 50 країнах світу [Електронний ресурс] 11Щ УАК. Режим доступу до ресурсу: <http://agroconf.org/content/ukrayinske-morozivo-chekayut-u-ponad-50-krayinah-svitu>[http://agroconf.org/content/ukrayinske-morozivo-chekayut-u-ponad-50-krayinah-svitu/](http://agroconf.org/content/ukrayinske-morozivo-chekayut-u-ponad-50-krayinah-svitu)

30. Шарахматова Т. Є., Танасова Т. М. Розвиток галузі морозива в Україні. Одеса: ОНАХТ, 2014. С. 7–9.

31. Ait-Aissa A., Aider M. Lactulose: production and use in functional food, medical and pharmaceutical applications. Practical and critical review. International journal of food science & technology. 2014. P. 1245–1253.

32. Arslaner A., Salik, M. A. Functional Ice Cream Technology. Akademik Gıda. 2020. 18(2), 180–189. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.758835>

33. Arslaner, A., Salik, M.A. Functional bioactive components of milk. Erzincan University Journal of Science and Technology. 2019. 12(1), 124–135.

34. Copeland L., Blazek J., Salman H. et. al. Form and functionality of starch. Food Hydrocol. 2009. № 23. P. 1527–1534.

35. Finamore A., Ambra R., Nobili F., Garaguso I., Raguzzini A., Serafini M. Redox role of *Lactobacillus casei* Shirota against the cellular damage induced by 2,2'-Azobis (2-Amidinopropane) Dihydrochloride-induced oxidative and inflammatory stress in enterocytes-like epithelial cells. Front Immunol. 2018; 9: 1131.

36. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P. Food Chemistry. [4th edition]. Leipzig : Springer-Verlag. 2009. 1070 p.

37. Mahmoudi R., Fakhri O., Farhoodi A., Kaboudari A., Pir-Mahalleh Rahimi S.F., Tahapour K., Khayyati M., Chegini R. A review on probiotic dairy products as functional foods reported from Iran. *International Journal of Food Nutrition and Safety*. 2015. 6 (1)–12.
38. Maresca D., Zotta T., Mauriello G. Adaptation to aerobic environment of *Lactobacillus johnsonii* gasserii strains. *Front Microbiol*. 2018; 9: 157.