

**Соломон А. М.
Новгородська Н. В.
Бондар М. М.**

КИСЛОМОЛОЧНІ ДЕСЕРТИ З ПОДОВЖЕНИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ



Монографія

Вінниця 2019

УДК 637.146

*Рекомендовано Вченою радою
Вінницького національного аграрного університету
(Протокол № 5 від «29» листопада 2019 року)*

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ:

А. М. Соломон (розділ 1, 2, 3,4, 5), Н. В.Новгородська (розділ 1, 2, 3,4),
М. М. Бондар (розділ 1, 2)

Рецензенти:

Бандура В.М., кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу, Вінницького національного аграрного університету

Дьяконова А.К., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри готельно-ресторанного бізнесу, Одеської національної аграрної академії харчових технологій

Баль-Прилипко Л.В. доктор технічних наук, професор, академік Академії наук вищої освіти України, Національного університету біоресурсів і природокористування України

Хомічак Л.М. доктор технічних наук, професор, завідувач відділом технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів Інституту продовольчих ресурсів НААН України, член-кореспондент НААН України

Соломон А.М.

Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання : Монографія /

А. М. Соломон, Н. В. Новгородська, М. М. Бондар М. М. – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2019. – 155 с.
(ум. – друк. арк. 6,2)

У монографії викладено теоретичний та експериментальний матеріал з виробництва молочних десертних ферментованих продуктів функціонального призначення на основі синбіотиків, збагачених біологічно активними речовинами рослинного походження.

Монографія буде корисною у роботі науковців, практиків, студентів та спеціалістів у сфері харчової промисловості.

*Рекомендовано Вченою радою
факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва та
ветеринарії ВНАУ
(Протокол № 12 від «20» 05. 2019 року)*

*Монографію розглянуто і затверджено на засіданні науково – методичної комісії
ВНАУ
(Протокол № 10 від «20» 05. 2019 року)*

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЛОЧНІ ПРОДУКТИ І ЇХ РОЛЬ У ДІЄТИЧНОМУ І ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ	8
1.1. Сучасні тенденції розробки кисломолочних продуктів функціонального харчування	8
1.2. Мікроорганізми, що використовуються у виробництві кисломолочних продуктів функціонального харчування	15
1.3. Структурутворюючі і пребіотичні властивості функціональних компонентів	20
РОЗДІЛ 2. ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ МОЛОКА-СИРОВИНИ	26
2.1. Характеристика якості, фізико-хімічних властивостей і бактеріальної безпечності молока-сировини	26
2.2. Вплив первинної обробки на фізико-хімічні і технологічні властивості молока-сировини	43
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ДЕСЕРТНИХ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ	49
3.1. Розробка пробіотичної складової для використання у виробництві десертних ферментованих продуктів	49
3.2. Визначення біфідостимулюючих факторів і обґрунтування складу молочної основи для десертних ферментованих продуктів	59
3.3. Дослідження процесу біоферментації молочної основи композицією заквашувальних культур на основі лакто- і біфідобактерій	72

3.4.	Обґрунтування складу стабілізуючих систем і визначення їхнього впливу на якість десертних ферментованих продуктів	75
РОЗДІЛ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ДЕСЕРТНИХ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ		91
4.1.	Обґрунтування технологічних параметрів виробництва десертних ферментованих продуктів	91
4.2.	Дослідження впливу плодово-ягідних наповнювачів на якість десертних ферментованих продуктів	105
4.3.	Обґрунтування технологічних параметрів зберігання десертних ферментованих продуктів	108
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА РЕЦЕПТУР ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ДЕСЕРТНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ		116
5.1.	Розробка рецептур десертних ферментованих продуктів функціонального призначення	116
5.2.	Розробка технологій виробництва десертних ферментованих продуктів функціонального призначення	119
5.3.	Дослідження харчової, біологічної, енергетичної цінності та фізико-хімічних властивостей десертних ферментованих продуктів	124
ВИСНОВКИ		129
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		131

ВСТУП

Молоко і молочні продукти за своїм складом належать до найцінніших продуктів харчування. Із продуктами переробки молока людина отримує не менше третини всіх харчових речовин, які необхідні для її повноцінного життя і повинні потрапляти в організм із продуктами харчування.

На всіх етапах виробництва відбуваються мікробіологічні процеси, які впливають на смак, властивості, консистенцію, стійкість при зберіганні і гігієнічну надійність як молока, так і виготовленої з нього продукції. Для припинення або гальмування мікробіологічних процесів, знищення патогенних мікроорганізмів і збудників псування, молоко і продукти його переробки піддають тепловій обробці, режими проведення якої повинні максимально зберігати хімічний склад і фізико – хімічні властивості молока.

Світові тенденції в галузі харчування пов'язані з раціональним корегуванням хімічного складу молочних продуктів, калорійності, підвищенням біологічної цінності, розробкою продуктів, збагачених функціональними інгредієнтами, які здатні зберігати і покращувати здоров'я споживачів. У молочній промисловості це завдання вирішується за рахунок збагачення їх різноманітними добавками, які мають високу біологічну цінність – вітамінами, тваринними і рослинними білками, продуктами переробки плодів і овочів, екстрактами пряно-ароматичних і лікарських рослин.

Асортимент молочних продуктів безперервно розширюється за рахунок впровадження у виробництво нових компонентів та удосконалення технологічних процесів. Особливе значення надається кисломолочним продуктам, які є фактором профілактики і лікування різних шлунково-кишкових захворювань. Перспективним напрямком розвитку молочної галузі є розширення асортименту комбінованих кисломолочних продуктів. Це пов'язано з їхньою високою харчовою цінністю, а також дієтичними, лікувальними та смаковими властивостями.

На сьогодні широко проводяться дослідження, які пов'язані з розробкою

технологій переробки кисломолочних продуктів з використанням різних наповнювачів, а також підбір комбінованих заквашувальних композицій з урахуванням їхніх кислотоутворювальних властивостей. Оптимальне співвідношення чистих кисломолочних культур забезпечує гармонійний розвиток усіх компонентів закваски і надає продукту певних смакових властивостей.

У якості наповнювачів під час виробництва кисломолочних продуктів використовують плоди і ягідні сиропи, соки, пюре, натуральні плоди і ягоди у замороженому або зацукрованому вигляді. Внесення фруктово-ягідних наповнювачів пов'язане з певними технологічними труднощами. Рослинна плодово-ягідна сировина має високу кислотність і може викликати згортання молока та відділення сироватки, а її нерівномірний розподіл у молочній основі – появу неоднорідного кольору і розшарування продукту в процесі зберігання.

Актуальність теми. Протягом останніх років спостерігається постійна динаміка росту споживання кисломолочних продуктів. Популярність їх зумовлена приємними смаковими і лікувальними властивостями, специфічною консистенцією, різноманітністю складу, що дозволяє задовольняти вимоги широкого кола споживачів. Якість і безпечність молочної продукції залежить від якості вихідного молока – сировини, яка визначається його санітарно-гігієнічним станом, хімічним складом і фізико – хімічними властивостями.

Мікрофлора традиційних кисломолочних продуктів суттєво відрізняється від природного мікробіального фону кишківника людини, тому особлива увага приділяється біфідобактеріям, які домінують у мікрофлорі кишківника дорослих і дітей і є специфічним фактором захисту організму від несприятливих умов зовнішнього середовища. Біфідофлора пригнічує розвиток багатьох видів патогенних мікроорганізмів, відновлює ушкоджену структуру слизової оболонки кишківника. З віком або внаслідок дисфункції шлунково – кишкового тракту в організмі людини спостерігається зменшення абсолютної кількості біфідобактерій і, відповідно, збільшення загальної кількості анаеробів, у тому числі таких, які мають токсичну дію. У зв'язку з цим

особливої уваги набуває питання, яке пов'язане з підтримкою мікроекологічної рівноваги у шлунково – кишковому тракті як захисного фактору життєдіяльності людини.

Найбільш ефективний шлях нормалізації дисбалансу кишкового мікробіоценозу полягає у використанні синбіотиків, тобто комплексу пробіотиків і пребіотиків і виготовленні продуктів на їхній основі, що дозволить стимулювати власну мікрофлору кишківника людини. Тому одним із перспективних напрямків розвитку молочної промисловості є розробка продуктів функціонального призначення та підвищення їхньої біологічної цінності шляхом збагачення лакто- і біфідобактеріями, а також за рахунок використання багатих на біологічно активні речовини продуктів переробки рослинної сировини.

В Україні все більшої популярності набувають молочні десертні ферментовані продукти функціонального призначення. Кисломолочні десерти мають добрі споживчі властивості, високу харчову і біологічну цінність. У їхньому виробництві використовують широкий спектр смакових добавок, наповнювачів, ароматизаторів, стабілізаторів, які регулюють процеси структуроутворення, попереджають осадження часточок наповнювача та денатурацію білків під час теплової обробки сумішей, дозволяють розширити асортимент десертних продуктів. Поряд із формуванням консистенції, притаманної десертним продуктам, стабілізуючі системи зв'язують вільну вологу і вона стає недоступною для мікроорганізмів, що сприяє продовженню термінів придатності молочної десертної продукції для споживання.

РОЗДІЛ 1

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЛОЧНІ ПРОДУКТИ І ЇХ РОЛЬ У ДІЄТИЧНОМУ І ЛІКУВАЛЬНО – ПРОФІЛАКТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ

1.1. Сучасні тенденції розробки кисломолочних продуктів функціонального харчування

Термін функціональне харчування з'явився у останні десятиліття, зважаючи на погіршення стану здоров'я всіх категорій населення, пов'язане передусім із зменшенням адаптивної потужності людини, що виявляється в зниженні імунітету, зміні складу корисної мікрофлори в шлунково – кишковому тракті людини, виникненні низки захворювань під дією техногенних факторів, хімічного навантаження, емоційних стресів та інших несприятливих чинників. Ситуація, що склалася вимагає обов'язкового застосування засобів, що сприяють відновленню та підтриманню імунобіологічного гомеостазу людини [6, 13, 43, 73, 92, 98].

Створення продуктів функціонального харчування є одним із – перспективних напрямків вирішення цієї проблеми, оскільки продукти, що належать до розряду функціонального харчування, сприяють зміцненню здоров'я, процесам перетравлювання в кишківнику, містять велику кількість баластних речовин, нормалізують кишкову мікрофлору, підтримують природну рівновагу в організмі й активують внутрішні захисні сили організму, позитивно впливаючи на його самопочуття [3, 61, 55, 63, 66, 96].

До категорій функціонального харчування належать харчові волокна, олігосахариди, амінокислоти, холіни, поліненасичені жирні кислоти, біфідобактерії, молочнокислі бактерії [24, 46, 61, 62, 63, 103].

Концепція функціонального харчування розроблялася спочатку в Японії (з 1989 року), а потім у Європі (з середини 90 – х рр.). В Україні про функціональне харчування заговорили тільки в 1993 році. У наш час виробництво продуктів функціонального харчування набуває вищих темпів

[63].

З огляду на, те що молоко і кисломолочні продукти є продуктами масового споживання, доступні для всіх груп дитячого і дорослого населення і регулярно використовуються в повсякденному харчуванні, розробка продуктів функціонального харчування на базі молочних продуктів є перспективною.

Основні біохімічні і мікробіологічні зміни в молоці під час виробництва кисломолочних продуктів викликані мікроорганізмами, що входять до складу заквасок для цих продуктів [5, 6, 7, 14, 15, 49, 51, 53]. Тому значна увага останнім часом приділяється підбору певних штамів мікроорганізмів з пробіотичними властивостями (тобто пробіотиків).

Пробіотики – це живі мікроорганізми і речовини мікробного походження, які під час природному введенні позитивно впливають на фізіологічні функції, біохімічні реакції організму господаря через оптимізацію його мікроекологічного статусу [13, 63].

Кисломолочні продукти можна віднести до продуктів, які надають пробіотичну дію на організм людини [11, 21, 45, 50, 52, 56].

Кисломолочні продукти мають дієтичні властивості: знижують вміст сироваткового холестерину, покращують імунітет, позитивно впливають на процеси травлення, сприяють виведенню сечовини і панкреотичного соку, покращують моторику кишківника, а залози травного тракту інтенсивніше виділяють ферменти, що прискорюють перетравлювання їжі. Кисломолочні продукти засвоюються краще, ніж молоко, оскільки в процесі виробництва молочний цукор (лактоза) піддається гідролізу з подальшим утворенням молочної кислоти, що надає продуктам специфічного смаку, аромату і певних дієтичних властивостей. Молочна кислота затримує розвиток гнильних мікроорганізмів [22, 70, 94].

Краща перетравність кисломолочних продуктів зумовлена і протеолізом молочного білка під дією ферментів, що продукуються мікроорганізмами закваски.

У результаті антибіотичної активності бактерії виробляють специфічні

антибіотичні речовини, які пригнічують ріст патогенних і умовно – патогенних мікроорганізмів, що сприяє нормалізації складу мікрофлори шлунка і кишківника. Синтез ряду життєво важливих речовин мікрофлорою кисломолочних продуктів позитивно впливає на організм людини.

За літературними даними можна визначити, що у світі частка споживання кисломолочних продуктів функціонального харчування на основі біфідобактерій або молочнокислих бактерій займає значне місце в раціоні харчування населення – 70 % (продукти йогуртового типу) від загальної частки споживання молочних продуктів [4, 17, 39, 63, 74]. Незважаючи на те, що йогурт давно популярний у всьому світі, в Україні він здобув велику популярність відносно недавно.

Йогурт містить усі основні харчові речовини, оптимально збалансовані і легко засвоювані. Засвоюваність йогурту як кисломолочного продукту вища від засвоюваності молока, оскільки він впливає на секреторну діяльність шлунку і кишківника, в результаті чого залози травного тракту інтенсивніше виділяють ферменти, що прискорюють засвоєння їжі. Цей продукт поліпшує обмін речовин в організмі, покращує перистальтику кишківника, накопичує вуглекислоту, молочну кислоту та інші речовини, що збуджують апетит. Йогурт містить молочний жир, білки, цукри, вітаміни, мінерали, які легко засвоюються й утилізуються організмом [95].

Йогурт відрізняється підвищеним вмістом сухих речовин. Вміст жиру в йогурті може становити від 0,1 % (молочний нежирний) до 10 % (вершковий).

Вуглеводи в йогурті представлені сахарозою і молочним цукром. Двадцять п'ять відсотків молочного цукру під впливом молочнокислих бактерій розщеплюється з утворенням молочної кислоти. Молочна кислота вилучає з казеїнатів кальцій, утворює розчинні солі молочнокислого кальцію і фосфату кальцію.

Казеїн коагулює, дає згусток при рН 4,5 – 4,7, змінюються властивості і характер засвоєння компонентів продукту. Молочна кислота пригнічує розвиток гнильної мікрофлори кишківника, під дією якої білки розкладаються з

утворенням отруйних сполук (індол, крезол, кетон, фенол). Вміст молочного білка в йогурті коливається від 2,8 % до 3,2 %.

На сьогодні розроблені нові технології виробництва йогурту, наприклад відомий новий асептичний енергоощадний спосіб приготування високоякісного йогурту [89].

Молоко спочатку піддають тепловій обробці при 90 – 95 °С протягом декількох хвилин, потім при температурі 120 – 140°С протягом декількох секунд охолоджують, згущують миттєвим випаровуванням, в асептичних умовах вносять закваску йогурту, квасять і отримують йогурт високої якості. Повторне використання виділеної енергії під час проведення теплової обробки на всіх етапах технологічного процесу сприяє суттєвому зниженню енерговитрат.

У всьому світі проводиться постійна робота зі створення нових продуктів функціонального харчування, що володіють як широкими спектрами застосування, так і точковою спрямованістю на конкретний орган, біотоп, систему, захворювання [27, 28, 29, 30, 31, 33, 37, 38, 40, 58, 72].

У зв'язку з цим на велику увагу заслуговують мікроорганізми, що володіють пробіотичними властивостями. До таких належать: *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. lactis*, *S. salivarius* subsp. *thermophilus* та ін [42, 57, 59, 62, 63, 80, 82, 97, 99, 100].

Особливе місце серед них займають біфідобактерії, оскільки вони домінують з поміж інших мікроорганізмів кишкової мікроекологічної системи людини (60 % і більше у дорослих і 90 % – у новонароджених).

Установлено, що у грудних дітей переважає штам *B. bifidum*, *B. longum* або *B. breve*, у дорослих – *B. longum* і *B. adolescentis*. За несприятливого впливу екології, широкого застосування антибіотиків, при великих фізичних і розумових навантаженнях рівень біфідобактерій у шлунково – кишковому тракті людини знижується, що сприяє розвитку дисбактеріозу різного ступеня.

Відомо, що біфідобактерії, що становлять 90 % від сукупності всієї нормофлори, представлені в кишківнику здорової людини переважно відразу декількома видами, кожен з яких має свої біохімічні та фізіологічні особливості.

Кисломолочні продукти на основі біфідобактерій підтримують і нормалізують мікробіоценоз кишківника, підтримують імунну систему організму, беруть участь у білковому, жировому, мінеральному обміні [25, 45, 78, 81, 90].

Для дорослої людини загальний обсяг кисломолочних продуктів повинен становити близько 600 мл на день [10].

Важливим показником для мікроорганізмів є антагоністична дія на патогенні та умовно – патогенні мікроорганізми, стійкість до антибіотиків, адгезивні здатності. Як молочнокислі, так і біфідобактерії проявляють антагоністичні властивості відносностафілококів, ентерококів, сальмонелів, патогенних і ентеропатогенних кишкових паличок [48, 65, 75, 85]. У результаті адгезивних здібностей молочнокислі і біфідобактерії колонізуються на стінках кишківника, перешкоджаючи тим самим адгезії патогенних і умовно – патогенних бактерій.

Унікальним продуктом вважається кисломолочний продукт "Біфілайф" [19], який містить відразу п'ять штамів біфідобактерій: *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. breve*. Це дозволить, на думку розробників, організму самостійно відібрати представників тих видів біфідобактерій, які в кишківнику знаходяться в дефіциті. Хоча, на думку [63], важко запобігти мікробній конкуренції і зберегти оптимальне співвідношення всіх штамів під час виробництва продукту і в процесі його зберігання.

На основі культур *B. bifidum* з додаванням фтору і вітаміну B_{12} в Італії отримують лікувально – дієтичний продукт "Доделакт" [101].

Однак основним недоліком виробництва кисломолочних продуктів на основі біфідобактерій була тривалість їхнього отримання (24 год і більше), дотримання суворої асептики. Тому розпочалось виробництво кисломолочних

продуктів на основі комплексної закваски біфідо- і молочнокислих бактерій [71, 79, 83, 84, 86].

Так, "Біфілакт" включає в себе суміш штамів *B. longum* або *B. bifidum* 1 з *L. plantarum* 8 РА – 3, *L. fermentum* 90 ТС – 4. Продукт вирізняється підвищеним вмістом амінокислот і ненасичених жирних кислот, і скороченим часом виготовлення (14 – 17 год) [20].

Барнаульською біофабрикою запропоновані препарати лікувально – профілактичного призначення "Біфілакт А" для виробництва напою "Віта" та "Біфілакт Д" для виробництва напою "Углицький". До складу препаратів входять молочнокислі і біфідобактерії. Особливість цих продуктів полягає в тому, що їх готують шляхом безпосереднього внесення активізованого препарату до підготовленої суміші, минаючи процес приготування заквасок. Для виробництва 1 т готового продукту досить 2 г бактеріального препарату [2].

У Київському технологічному інституті харчової промисловості, Інституті мікробіології і вірусології НАН України, Інституті геронтології АМН України ведуться дослідження із створенням кисломолочних продуктів на основі штамів молочнокислих бактерій, виділених з мікрофлори кишківника довгожителів для геродієтичного харчування [39, 67].

У Німеччині спостерігається зростання виробництва кисломолочних продуктів, у тому числі кисломолочних напоїв "Біогурт" і "Біогард", технологія виготовлення яких розроблена технологічною лабораторією молочної промисловості Німеччини. Продукти виробляються резервуарним і термостатним способами з плодово – ягідними наповнювачами і без них. Технологія заснована на використанні бактеріальних заквасок з поєднанням штамів молочнокислих бактерій: ацидофільної палички і термофільного стрептокока – для "Біогурта", а також поєднанням аналогічних штамів цих бактерій з біфідобактеріями для "Біогард". На сьогодні в Німеччині 2/3 всіх кисломолочних продуктів виробляються з використанням заквасок для виробництва продуктів "Біогурт" і "Біогард" [93].

Крім цих кисломолочних продуктів, виробляється кефір з біфідобактеріями (Біокефір, Бифидок, Біфілакт і ін.) [38, 44, 54, 63].

На думку [63], висока кислотність кефіру (більш 100 – 130 °Т) не дозволяє типовим штамам біфідобактерій розмножуватися. За іншими літературними джерелами [38, 54] виявлено стимулюючий вплив мікроорганізмів кефіру закваски на ріст біфідобактерій.

На основі закваски біфідобактерій і йогуртової закваски отримують морозиво [22]. Технологія приготування морозива передбачає безпосереднє внесення закваски в кількості не більше 2,0 % до суміші сировинних компонентів. Продукт схвалений Науково – дослідним інститутом харчування Українською академією медичних наук.

В основу багатьох лікувально – дієтичних кисломолочних продуктів входить *L. acidophilus*. Наприклад, широку популярність здобув препарат "Наріне", що містить штам *L. Acidophilus*, на основі якого можна отримати ферментоване молоко для лікувально – профілактичного харчування з вітамінносинтезуючою й антагоністичною активністю.

Штам *L. delbrueckii* рекомендований для створення продуктів – пробіотиків з лікувально – профілактичною активністю, тому що нормалізує мікрофлору травного тракту, підвищує продукцію інтерферону та інших імуномодуляторів, руйнує токсичні продукти обміну, пригнічує пухлинний ріст [34].

В Україні створено унікальний за геропротективним ефектом кисломолочний продукт "Геролакт" з ентерококами [35].

На даний момент молочна промисловість може запропонувати цілий спектр кисломолочних продуктів з пробіотичними властивостями. Здатність пробіотичних кисломолочних продуктів здійснювати позитивний вплив на здоров'я людини шляхом нормалізації мікроекологічного статусу і стимуляції його імунної системи зумовлює зростання їхньої популярності серед споживачів і виробників.

1.2. Мікроорганізми, що використовуються у виробництві кисломолочних продуктів функціонального харчування

Мікроорганізми, що входять до складу кисломолочних продуктів, зумовлюють лікувально – профілактичні та дієтичні властивості кисломолочних продуктів, мають широкий спектр позитивного цілеспрямованого впливу на організм людини, становлять основу мікробіоценозів, що характеризуються певним складом і займають той чи інший біотоп в організмі людини. Особливо велике значення для підтримки здоров'я людини мають пробіотичні продукти, ферментовані лакто- і біфідібактерії. Ці мікроорганізми, домінуючи з – поміж інших представників нормальної мікрофлори кишківника, володіють корисною метаболічною активністю (синтез ряду вітамінів, гідроліз жовчних солей і холестерину), надають антагоністичну дію відносно умовно – патогенної і патогенної мікрофлори (за рахунок зміни рН середовища, продукування бактеріоцинів, позбавлення нутрієнтів і місць адгезії конкуруючих мікроорганізмів і ін.), позитивно впливають на травлення і моторику шлунково – кишкового тракту, усувають дисбіотичні порушення [8, 12, 16, 18, 32, 36, 47, 60].

Лактобацили це мікроаерофільні грампозитивні бактерії, нерухомі, не утворюють спор і продукують каталазу. Вони діляться на дві групи: гомо- і гетероферментативні. Головним кінцевим продуктом метаболізму є D- і L-молочна кислота. У гетероферментативних видів лактобацил в якості кінцевих продуктів також утворюються оцтова кислота і вуглекислий газ. Найбільш часто виявляються лактобацили у шлунково – кишковому тракті людини: *L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. casei*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. lactis*, *L. plantarum*, *L. salivarius* і ін. [63, 68].

Чиста культура молочнокислої болгарської палички *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* в гідролізованому молоці є довгою паличкою, а в молоці в момент згортання – короткою паличкою, яка розташована поодиноці в

більш коротких або більш довгих ланцюжках. У молоці при високій температурі (45 ± 1) °C з підвищенням кислотності клітини *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* подовжуються. За наявності антибіотиків та інших інгібуючих речовин в молоці або за відсутності ростових речовин, таких як вітаміни, амінокислоти і леткі жирні кислоти, клітини *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* стають тоншими, подовжуються і в них з'являються валютінові зерна.

Клітини болгарської палички під час спостереження під електронним мікроскопом мають вигляд коротких паличок із закругленими кінцями. Довжина клітин варіює від 4 до 10 мкм, а товщина від 0,8 до 1,0 мкм. Вони грампозитивні, серед старих трапляються клітини, що не забарвлюються за Грамом. Клітини *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* забарвлюються метиленовою блакитною фарбою Леффлера і особливо добре контрастною фарбою Кантранджієва. Валютінові зерна забарвлюються метахроматично від синього до синьо – червоного.

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus* найкраще розвивається в молоці, особливо овечому або в суміші коров'ячого і овечого молока (1:1). Зі спеціальних середовищ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* є сироватковий агар, молочний агар і особливо середовище Богданова (агар з гідролізованим молоком). Оптимальна рН для розвитку – 6,4 – 6,6. На твердому живильному середовищі (агар з гідролізованим молоком з дріжджовим екстрактом і без нього або MRS-агар) утворює R-, S-форму і перехідні колонії. Колонії S-форми гладкі, величина їх як на поверхні, так і в глибині 2 – 3 мм. Таку ж величину мають колонії R-форми, на поверхні вони локоноподібні з безліччю ниткоподібних виростів, а в глибині мають більш ущільнений центр і багато виростів [26, 69].

Lactobacillus delbrueckii subsp. *Bulgaricus* ферментативна кислотостійка паличка, що не утворює каталазу. Оптимальна температура розвитку 45 – 50 °C, а мінімальна – 20 – 22 °C. Не утворює газу з глюкози, аміаку і аргініну з аргініну, що не розкладає ескулін; більшість штамів стійкі при температурі

60 °C з тривалістю 90 хв. і 63 °C з тривалістю 30 хв; гине при 65 °C протягом 30 хв; росте в бульйоні, що містить 2 % NaCl і 2 % жовчі утворює до 2 % D (-) молочної кислоти. Для свого розвитку потребує нікотинової кислоти, пантотенат і рибофлавін. Належить до серологічної групи E [26].

Болгарська паличка згортає молоко при температурі 45 °C протягом 6 – 10 год. (під час внесення 1 %), надаючи йому специфічного кисломолочного смаку і запаху, більш вираженого при спільному культивуванні з *Streptococcus thermophilus*. Згусток молока, як правило, не містить слизу, але при зниженні температури сквашування до 30 °C деякі штами можуть викликати ослезніння згустків [23].

Деякі штами *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* утворюють полісахариди, що складаються з 10 – 19 % арабіноза, 4 – 27 % манози, 9 – 15 % глюкози і 34 – 62 % галактози, які зумовлюють досить еластичну консистенцію і щільну структуру продукту. При культивуванні в молоці протягом 10 год при 21 °C *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* утворюється 2 – 20 % етанолу. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* не перетворює етаналь в спирт [64].

Болгарська паличка має також протеолітичну активність, у результаті якої в готовому продукті накопичуються різні розчинні азотисті речовини, які беруть участь поряд з іншими хімічними сполуками у формуванні запаху, смаку і аромату. Болгарська паличка утворює продукти протеолізу, в першу чергу вільні амінокислоти (САК), до 15 мг % [64].

Багато амінокислот молока, що утворюються під час декарбоксилювання амінокислот, мають неприємний запах і смак, оскільки *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* продукують гістамін, тирамін, триптаміну. Тому при селекції молочнокислих бактерій необхідно враховувати їхню декарбоксилазну активність і добирати заквасочні культури, які не утворюють гіркі пептиди або закваски, які здатні їх гідролізувати [64].

Під час ідентифікації болгарської палички, а також як і інших молочнокислих бактерій, найбільші розбіжності виникають при визначенні здатності мікроорганізмів зброджувати вуглеводи. Суперечливі думки

пояснюються тим, що не існує штаму з точною певною характеристикою його здатності до зброджування вуглеводів. Крім того, різні автори працювали з різними живильними середовищами і з неоднаковими зачистотою вуглеводами, а також з різними видами і кількістю штамів [23].

Клітини *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* мають кулясту або овальну форму і величину від 0,7 до 1,0 мкм. Трапляються парами і у вигляді довгих S-образних ланцюжків. Мікроорганізм нерухомий, грам позитивний. У момент згортання молока в ньому виявляються клітини, інтенсивно забарвлюються в синій колір фарбою Леффлера або контрастною фарбою Кантранджієва.

Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus* добре росте в незбираному або знежиреному коров'ячому молоці, особливо в овечому молоці або в суміші коров'ячого і овечого (1:1). В овечому молоці або суміші його з коров'ячим клітини мікроорганізму збільшуються і злегка подовжуються. У молоці з антибіотиками або іншими інгібуючими речовинами клітини термофільного стрептокока подовжуються і набувають форми короткої товстої палички [26].

На твердих поживних середовищах утворюються S-колонії. Поверхневі колонії круглі, з гладким світлим краєм і слабозернистою структурою, величиною від 1,0 до 1,2 мкм. В глибині колонії лінзовидні (лодочкоподібні).

У рідкому поживному середовищі з глюкозою за оптимальної температури термофільний стрептокок зростає інтенсивно з помутнінням бульйону. Оптимальна температура розвитку термофільного стрептокока 40 – 45 °С. При температурі 10 °С не зростає, при температурі понад 54 °С розвиток його сповільнюється. Термофільний стрептокок слабо відновлює лакмусове молоко, причому весь згусток залишається рожевим. У бульйоні з рН 9,2 – 9,6, в молоці з 0,1 % метиленового блакитного має високу термостійкість.

За оптимальних умов розвитку термофільний стрептокок зброжує лактозу, глюкозу, фруктозу і сахарозу [23].

Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus* має низьку ліполітичну активність. Протеолітична активність термофільного стрептокока нижча, ніж

болгарської палички, (2 – 4 мг %), а продуктами протеолізу є гістидин, аргінін, тирозин, фенілаланін і лейцин; також використовує вільні амінокислоти з молока [23, 64].

Біфідобактерії були відкриті учнем І. І. Мечникова французьким дослідником Henry Tissier в 1899 році. На сьогодні встановлено, що біфідобактеріями є палички, надзвичайно варіабельні за зовнішнім виглядом; для свіжоприготовлених штамів зазвичай характерні прямі або розгалужені палички, роздвоєні Y- або V- форми, булавоподібні або лопатоподібні форми. На морфологію можуть впливати умови харчування, і під час пересіву прямі або вигнуті палички нерівномірної ширини можуть зазнавати зламів, що нагадують розгалуження. Грампозитивні, не кислотостійкі не утворюють спор нерухомих бактерій. Часто фарбуються нерівномірно, іноді дві або кілька гранул можуть фарбуватися метиленовим синім, тоді як основна клітина може бути не зафарбованою. Глюкоза зброджується головним чином до оцтової і L (+) – молочної кислот, зазвичай в молярному відношенні 3:2 з невеликими кількостями мурашиної і бурштинової кислот. Анаеробні, хоча в присутності CO₂ зрідка можуть бути толерантними до кисню. Оптимальна температура (36 – 38) °C [26, 76, 77, 87, 88, 91, 102].

Біфідобактерії в молоці розвиваються повільно, тому що коров'яче молоко не є природним середовищем їх проживання. Однією з причин поганого росту біфідобактерій у молоці може служити розчинений в ньому кисень, тому що біфідобактерії – строгі анаероби. У них не виявлено казеїнолітичної активності, тобто вони можуть засвоювати казеїн тільки після часткового гідролізу. У результаті розщеплення казеїну утворюються поліпептиди, глікопептиди, аміноцукри, що стимулюють ріст біфідобактерій. Іншою причиною загальмованого зростання біфідобактерій в молоці може бути і їх фосфатазна активність. Швидкість кислотоутворення під час вирощування чистих культур біфідобактерій в молоці низька, що є неприйнятним для виробництва біфідовмісних продуктів на молочних підприємствах. Тому великий інтересіз погляду використання біфідобактерій в молочній

промисловості представляє вивчення їхніх зв'язків із лактобактеріями.

1.3. Структуроутворюючі і пребіотичні властивості функціональних продуктів

Важливе місце у вирішенні завдання поліпшення структури харчування людей займає розширення асортименту продуктів дієтичного призначення з певними функціональними властивостями [115].

Консистенція кисломолочних продуктів є суттєвим аспектом їхньої якості [117].

Під час виробництва асортименту молочних продуктів велике значення належить харчовим стабілізуючим добавкам. Вони забезпечують необхідний вигляд, підтримують задану консистенцію, підвищують стійкість продукту до дії зовнішніх чинників протягом терміну придатності продукту, що досягається в результаті сукупності хімічних і фізичних процесів, що відбуваються в колоїдній системі під час внесення в неї стабілізуючих добавок [104].

У хімічному відношенні стабілізаторами є полісахариди або білки. За походженням розрізняють натуральні гідроколоїди тваринного і рослинного походження.

У якості натуральних стабілізаторів використовують желатин, пектин, альгінат натрію, агар-агар, агароїди, рослинні камеді, карагенан. До речовин, одержаних штучно, належать метилцелюлоза, амілопектин, модифіковані крохмалі [105].

Речовини природного походження, що є, як правило, харчовими компонентами або отримані з рослин, що вживаються в їжу, відносно нешкідливі для людини. Желатин, нативні крохмалі мають харчову цінність і повністю засвоюються організмом, пектин – приблизно на 12 %.

Пектин, агар-агар, альгірати, карагенан, деякі камеді, метилцелюлоза з гігієнічного погляду абсолютно нешкідливі, як, практично, неметаболізуючі речовини, повністю виводяться з організму.

Речовини, що отримуються штучно, як правило, мають обмеження до застосування [108, 113].

Одне із завдань, які здатні виконати стабілізатори – це підвищення стійкості молочного білка до нагрівання в кислому середовищі. Завдяки захисту білка кисломолочні продукти витримують теплову обробку, що дозволяє збільшити термін їхнього зберігання мінімум до 7 – 10 днів.

Серед інших можливостей, які відкриває застосування стабілізаційних систем під час виробництва кисломолочних продуктів, можна відокремити регулювання структури і консистенції продуктів. За їхньою допомогою можна досягти еластичності структури крему сирних виробів, необхідної в'язкості йогурту, сметани. Вони дозволяють також попереджувати відстій сироватки під час зберігання кисломолочних продуктів, що вдається завдяки підвищенню вологоутримуючої здатності молочно – білкового згустка. Ця ж властивість стабілізаційних систем дозволяє зменшувати витрати сировини, знижуючи жирність продукту. Стабілізаційні системи дають можливість регулювати в'язкість продуктів на різних етапах технологічного процесу, що полегшує їх виробництво [107].

Пектин, молочний білок, желатин і модифікований крохмаль – це стабілізатори, які найкраще проявляють себе в кисломолочних продуктах, і кожен з них має свої особливості. Сухе знежирене молоко створює високу в'язкість продукту і наповнює смак без утворення гелю; желатин надає однорідний приємний вигляд, дає високий рівень в'язкості, попереджує синерезис; модифікований крохмаль створює високу в'язкість продукту і наповнення смаку без утворення гелю, пектин дає пружну структуру з легким гелем.

Однак ці види стабілізаторів мають і свої недоліки. Так, під час використання сухого знежиреного молока необхідне високе його дозування, характерний недолік гладкості структури. Желатин утворює гель при передозуванні, спостерігається падіння рівня в'язкості при температурі 15 – 20 °С у зв'язку з розчиненням желатину. Модифікований крохмаль чутливий до підвищення температури і механічного впливу, у продукті відсутній блиск, недостатньо однорідний згусток. Пектин порушує процес

ферменту за високого дозування[96].

Високометоксилірований пектин утворює згусток за рахунок водневих зв'язків за участю недисциційованих карбоксильних груп. Ефективна стабілізація продукту пектином спостерігається при рН близько 4,0. Зменшення рН на 0,5 призводить до різкого зниження стабілізуючого ефекту.

Карагенан здатний утворювати комплекси з негативно зарядженими молекулами казеїну також за наявності кальцію. На відміну від пектина карагенан проявляє крім властивостей желеутворювання, властивості згущувачів.

Желатин використовується як желеутворювач і утворює високо еластичний термозворотний гель з точкою плавлення, що знаходиться в межах рівня температури тіла людини (менше 37 °С). Гелі желатину формуються за рахунок зв'язків різної природи (водневих, гідрофобних, електростатичних).

Камеді (смоли) за досить низької концентрації (0,1-1 %) виявляють властивості ефективних загусників і стабілізаторів у багатофазних сумішах. Розчини камеді стійкі до невеликих зсувних напружень, мають високу тиксотропність. В'язкість розчинів при невисоких температурах знижується незначно і з часом підвищується. Її оптимум спостерігається при рН 8,0, при відхиленні рН в той або інший бік в'язкість знижується.

Альгинати й агар-агар крім властивостей загустіння і стабілізації володіють також желеутворювальною здатністю. Альгінат кальцію володіє потужною сорбуючою здатністю відносно солей важких металів і радіонуклідів.

Похідні целюлози – загусники, стабілізатори, емульгатори – утворюють у воді розчини, в'язкість яких залежить від ступеня полімеризації. Розчини псевдоластичні, тиксотропні, стабільні в широкому діапазоні рН. Під час нагрівання від 20 до 60 °С в'язкість зменшується в 3-5 разів залежно від умов нагрівання. Взаємодіють з білками з утворенням стабільного комплексу при рН від 3,5 до 5,5.

Нативні крохмалі залежно від виду та ступеня зрілості джерела мають

вигляд лінійного полімера глюкози – амілазу або розгалуженого полімера амилопектина, або містять обидва типи структур. В'язкість і міцність желе, отриманих фракціями з лінійного ланцюга, залежать від молекулярної маси. Крохмалі з високим вмістом амілопектину утворюють неміцне желе, а м'які пасти більше схильні до плинності [108].

Для різних галузей промисловості крім звичайного сухого крохмалю з картоплі і кукурудзи випускають крохмаль зі зміненими природними властивостями. Його називають модифікованим. Такий крохмаль отримують за рахунок фізичних, хімічних і біохімічних впливів на вихідний крохмаль [107].

Модифікований крохмаль практично не містить амілазів, не виявляє тенденцій до ретроградації; стабільний, що дозволяє мінімізувати ретроградації і синерезис у кінцевому продукті затривалого зберігання; він з'єднаний поперечними зв'язками і, таким чином, стійкий до теплообробки; забезпечує тривалий термін зберігання кінцевого продукту [119].

Групу так званих розщеплених крохмалів називають ще рідкокиплячими, оскільки клейстер таких крохмалів має низьку в'язкість. Крохмаль цієї групи отримують шляхом розщеплення полісахаридних ланцюгів кислотою, окислювачами, амілазами, деякими солями, опроміненням і т.д.

Окислені крохмалі отримують шляхом впливу на крохмаль перманганату, перекисів, йодної кислоти і її солей та інших сполук. Під час окислення картопляного або кукурудзяного крохмалю перманганатом калію в кислому середовищі отримують крохмаль, який використовується в якості драглеутворювального компонента як замітник агару або пектину.

До групи крохмалів, які набухають належать модифікований крохмаль, отриманий під час вологотермічної обробки, що викликає часткове або повне руйнування структури зерен крохмалю. У результаті зерна крохмалю втрачають свою первісну структуру і властивості, що дозволяє отримувати нові види продукту.

До групи заміщених крохмалів і сополімерів крохмалю входять крохмалі, властивості яких змінені в результаті приєднання хімічних радикалів або

спільної полімеризації з іншими високомолекулярними сполуками.

У сучасних умовах отримують два види фосфатних крохмалів: монокрохмалофосфати і дікрохмалофосфати. Фосфатні крохмалі утворюють клейстер, стабільний до заморожування, тому їх використовують для виробництва продуктів, що зберігаються в замороженому вигляді.

Ацетильований крохмаль (ацетат крохмалю) одержують шляхом обробки крохмалю льодяною оцтовою кислотою. Такі крохмалі використовують для виробництва консервованих, заморожених, сухих продуктів харчування, а також у сухих сумішах кремів і начинок.

Модифіковані крохмалі в результаті різноманітних видів впливу (фізичного, хімічного, біологічного) відрізняються за ступенем гідрофільності, здатності до клейстеризації і драглеутворення, утворюють клейстер зниженої в'язкості заданих структур і властивостей. Отримані шляхом спеціальної обробки, вони набувають підвищеної драглеутворювальної (окислений крохмаль), а також загущувальної, стабілізуючої та емульгуючої здатності. Ця обробка підвищує стійкість цих систем до зміни кислотності середовища, дії високих температур, перемішування і перекачування [107, 109].

Крохмалі використовують у якості стабілізаторів під час виробництва кисломолочних продуктів для запобігання відділення сироватки, поліпшення консистенції і в'язкості продукту, коли цього не можна досягти застосуванням адекватних технологічних і технічних засобів. Внесені в необхідних кількостях крохмалі не погіршують смак у продукту і не впливають на процес сквашування, оскільки вносяться до нього. Їхнє застосування усуває необхідність підвищення вмісту СЗМЗ в молоці, попереджає агрегацію білка, яка може відбуватися під час додавання фруктових наповнювачів, а також при термізації молочного згустка [108].

Застосування крохмалю під час виробництва молочних продуктів дозволяє отримувати принципово нові продукти харчування з хорошими органолептичними показниками, розширює функціональні властивості одержуваних продуктів, сприяє поліпшенню їхньої стійкості при зберіганні, а

отже, збільшення термінів придатності останніх.

Стійкість продукту до синерезису і рівень його в'язкості – дуже важливі показники стабільності якості. Міцність зв'язків між частинками, форма з'єднання і взаємодії між різними молочними білками і функціональними інгредієнтами впливають на якість продукту з погляду однорідності, синерезису і в'язкості.

Останнім часом на заході вважається більш ефективним збагачувати продукти функціонального харчування пребіотиками [124] для стимулювання кількісного зростання власної мікрофлори, уникаючи проблеми приживлюваності [120, 123].

Прикладом служать такі субстанції як певні фруктоолігосахариди, лактулоза [110].

На сьогодні в розвинених країнах продукти функціонального харчування часто збагачуються тільки пребіотиками, або поєднанням пре – і пробіотиків [121, 122].

В останні роки пребіотичні властивості харчових волокон широко використовуються під час розробки нових видів ферментованої продукції [106, 111, 114].

При цьому розробники нових технологій прагнуть використовувати доступну, місцеву рослинну сировину і продукції переробки [116, 118].

Харчові волокна – це велика група полімерних речовин різної хімічної природи, джерелами яких в основному служать рослинні продукти. Нестача харчових волокон у їжі призводить до порушення динамічного балансу внутрішнього середовища людини і є чинником ризику багатьох захворювань.

Узагальнюючи наведені дані, варто зробити висновок. Проблема, яка пов'язана із забезпеченням якості і безпечності молока – сировини та розробкою технології виробництва молочних десертних ферментованих продуктів функціонального призначення на основі синбіотиків, збагачених біологічно активними речовинами рослинного походження, є актуальною.

РОЗДІЛ 2

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ МОЛОКА – СИРОВИНИ

Молоко завдяки високій харчовій цінності належить до категорії дієтичних продуктів. Біологічна цінність молока визначається вмістом у ньому багатьох корисних для організму людини речовин – білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів тощо. Воно може використовуватись як незбиране, так і у вигляді різноманітних молочних продуктів – кефірів, сирів, йогуртів, десертів тощо.

2.1. Характеристика якості, фізико – хімічних властивостей і бактеріальної безпечності молока – сировини

Для виготовлення незбираного молока можна використовувати сировину різного гатунку, в той час як виготовлення йогуртів, кремів, пудингів, сирів потребує суворого і постійного контролю за його санітарно – гігієнічним станом і фізико-хімічними властивостями. Молоко повинне відповідати певним вимогам, які зумовлюють його безпеку, харчову і біологічну цінність, технологічні властивості. Проблема якості сирого молока була і залишається в теперішній час однією з найбільш актуальних для молочної промисловості.

Якість молочної продукції формується під впливом комплексу факторів, основними з яких є якість і безпека сировини, рівень якості технологічних процесів, а також чітке функціонування системи контролю на всіх етапах виробництва [169, 170, 171].

Нами проведено аналіз нових систем управління якістю продукції, що запроваджує сучасна світова харчова промисловість – матеріалів Комісії Codex Alimentarius (CA), положення санітарної і фітосанітарної угоди Світової організації торгівлі (СОТ), законодавства з продуктів харчування ЄС [172].

Європейським Парламентом та Радою прийнято Постанову (ЄС) №178/2002, дія якої поширюється на всі етапи виробництва, обробки та збуту

продуктів харчування та кормів. Небезпечні продукти з моменту початку дії закону не можуть використовуватись у країнах ЄС, імпортуватися чи експортуватися. Сутність системи надійності продуктів передбачає можливість спостереження за рухом і місце знаходженням харчової продукції, тварин і компонентів тваринного походження, призначених для використання в якості продуктів харчування, на всіх стадіях виробництва, обробки та розподілу. Згідно з постановою (ЄС) № 178/2002, небезпека – це біологічний, хімічний або фізичний фактор у продукції або кормах, або стан продукту або кормів, які можуть завдати шкоди здоров'ю людини або тварини [125].

В Україні законодавча база нормативно – правових актів щодо якості та безпеки молока врегульована недостатньо, а введений нормативний документ ДСТУ 3662-2018 розрахований в основному на молоко, яке заготовляється в колективних сільськогосподарських підприємствах. Тому фахівцями ветеринарної медицини України розроблені і введені в дію «Ветеринарні та санітарні вимоги до особистих підсобних господарств населення – виробників сирого товарного молока» і «Ветеринарні та санітарні вимоги до пунктів закупівлі молока від тварин, які утримуються в особистих господарствах населення» [128, 173], оскільки значна частина молока надходить на молокопереробні підприємства з приватного сектору. Для великих господарств відсутня будь-яка нормативна база, і вони керуються вимогами колишнього СРСР, але ці нормативні документи не відповідають сучасним вимогам. Відповідно до сучасних міжнародних вимог щодо якості молока і молочної продукції, лише якісний контроль є вже недостатнім, тому що він не може гарантувати повну безпечність молочної продукції.

Директивою 92/46 ЄС від 16.07.92 р., яка встановлює медико – санітарні правила виробництва і розміщення на ринку сирого молока, підданого тепловій обробці, і продуктів на молочної основі, визначені граничні вимоги для цієї продукції [127]. При цьому зазначено, що вона повинна мати температуру замерзання не вищу, ніж (- 0,520 °С), густину – не меншу, ніж 1027 г/дм³ при температурі 20 °С, містити 28 г білка на літр, сухого знежиреного залишку – не

менше 8,503 г, а також містити не більше, ніж 100 тис. мікроорганізмів в 1 см³ і не більше, ніж 400 тис. соматичних клітин в 1 см³. Відповідно до нашого чинного стандарту, МДР соматичних клітин становить 800 тис. в 1 см³, що у два рази перевищує вимоги директиви ЄС, і 3 млн. в 1 см³ мікроорганізмів, що перевищує встановлені норми ЄС у 3000 разів. Аграрний комплекс Вінниччини займає одне з провідних місць в Україні з виробництва молока і продуктів його переробки [174]. Провідні підприємства молочної галузі постійно розширюють асортимент молочної продукції і види її пакування [175, 176].

Поняття «якість молока – сировини» охоплює кілька складових: поживну і біологічну цінність, фізико – хімічні властивості і санітарно – гігієнічні показники. Поживна і біологічна цінність характеризує склад молока – вміст білка, жиру, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин тощо; фізико – хімічні показники характеризують його властивості і придатність до переробки на молокопродукти – кислотність, густина, редокс-потенціал тощо; санітарно – гігієнічні показники характеризують безпеку молока і придатність до споживання – бактеріальне обсіменіння, наявність соматичних клітин, інгібуючих речовин тощо. Однією з основних причин, що зумовлюють зниження якості молочної продукції, є високе бактеріальне обсіменіння молока – сировини. Якість молока за бактеріальним обсіменінням залежить від дотримання санітарно – гігієнічних норм на всіх етапах його отримання, обробки, зберігання і транспортування. Молоко і молочні продукти є сприятливим середовищем для переносу збудників різних захворювань як вірусної, так і мікробної природи. Одні збудники розмножуються в молоці, інші – не розмножуються, але тривалий час у ньому зберігаються.

Розмноження і зберігання патогенних мікробів і вірусів, а також їхня здатність викликати захворювання залежить від притаманних їм властивостей, ступеня інфікування молока, температури і тривалості зберігання, терміну і характеру теплової обробки та ряду інших факторів.

Щойно видоєне молоко має бактерицидні властивості, які проявляються в дуже короткотривалій здатності протистояти інтенсивному розмноженню

бактерій, і залежать від температури охолодження молока.

Зокрема, при температурі 30 °С бактерицидність молока зберігається лише біля трьох годин [158, 177]. Кількість мікроорганізмів у молоці свідчить про санітарно – гігієнічні умови його отримання й ефективність проведення попередньої обробки, тобто фільтрування, охолодження, зберігання, транспортування на молокопереробні підприємства.

До найважливіших умов, які сприяють активному росту та розвитку мікроорганізмів у молоці, належить температура. Психрофільні мікроорганізми потрапляють у молоко із довкілля та з водою і розмножуються при низьких температурах – від (-10) °С до 25 °С. Вони становлять основну масу мікроорганізмів у сирому молоці, які гинуть при пастеризації.

Термотропні і термофільні мікроорганізми є залишковою мікрофлорою після пастеризації. Вони ростуть і розмножуються при високих температурах – від 25 – 30 °С до 75 – 80 °С.

Нами проведено дослідження мікробного забруднення молока – сировини (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Стан бактеріологічного забруднення молока – сировини

Проба молока-сировини (збірне)	Загальна кількість мікроорганізмів, тис. клітин/см ³	Титр кишкової палички, см ³	Сортність молока
1	1000	0,01	2
2	71	0,1	2
3	600	0,1	2
4	580	0,1	2
5	920	0,01	2
6	85	0,1	2
7	650	0,1	2

За показниками мікробного забруднення, відповідно до чинних стандартів, усі досліджені зразки молока – сировини належать до 2 – го ґатунку.

Для визначення основного джерела мікробного забруднення нами проведено дослідження якості молока – сировини на різних етапах отримання і

підготовки його до відправки на молокопереробний завод. Установлено, що мікробне забруднення молока поступово збільшується на всіх етапах первинної обробки (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Забруднення молока – сировини на різних етапах виробництва

Етап виробництва	Кількість мікроорганізмів, тис. в 1 см ³
Ручне доїння	5,2
Доїльна установка	40,9
Збірник молока	94,3
Резервуар-охолоджувач	94,8
Автоцистерна	189,5

Особливо різко зростає бактеріальне забруднення молока – сировини під час використання доїльного обладнання та автоцистерн. Використання доїльної установки збільшує кількість мікробних клітин майже у 8 разів. На етапі транспортування охолодженого молока в автоцистернах бактеріальне забруднення його збільшується майже в 36 разів, що пов'язано з низьким санітарно – гігієнічним станом устаткування і транспортних засобів. Однак молоко, отримане в асептичних умовах, вміщує в середньому 6,2 тис. мікроорганізмів в 1 см³ [178].

Поряд із корисними і нейтральними мікроорганізмами до складу мікрофлори молока і молочних виробів можуть потрапити патогенні мікроорганізми. До небезпечних для людини патогенних мікроорганізмів належать збудники туберкульозу і бруцельозу. У світі склалася несприятлива епідеміологічна ситуація щодо туберкульозу. Високі темпи росту цього захворювання зареєстровані як у розвинених країнах, так і в країнах, які розвиваються.

Останнім часом підвищилась захворюваність худоби на туберкульоз, бруцельоз, ящур, лейкоз тощо. Туберкульоз великої рогатої худоби становить серйозну небезпеку для здоров'я людей. Збудники туберкульозу стійкі до дії хімічних дезінфікуючих речовин. Вони здатні тривалий час існувати в організмі тварини, а також у продуктах, виготовлених з молока хворих тварин. Якщо

збудники бруцельозу гинуть під час кип'ятіння молока навіть без витримки, то молоко від корів, які хворіють на туберкульоз, необхідно кип'ятити не менше 5 хв [131].

У зв'язку з тим, що збудники туберкульозу під час посіву патологічного матеріалу ростуть дуже повільно (до 8 – 12 тижнів), неможливо отримати швидкі результати під час постановки біологічних тестів. На сьогодні для визначення збудників туберкульозу застосовують складні тверді живильні середовища, на яких колонії мікобактерій туберкульозу бичачого з'являються тільки через 20 – 60 діб. Відсутність швидких і доступних способів діагностики туберкульозу для визначення безпеки продуктів харчування тваринного походження потребує особливої уваги. Тому проведено роботу зі створення такого способу визначення збудника туберкульозу на живильному середовищі, у якому досягається скорочення тривалості інкубування матеріалу з одночасним підвищенням чутливості методу.

Проведені нами дослідження дозволили досягти поставленої мети шляхом додаткової обробки патологічного матеріалу злаковим біологічним стимулятором збудника туберкульозу з наступним висіванням на живильному середовищі. Досліди проводили при мінімальних концентраціях усіх компонентів живильного середовища, (%): агар-агар – 1,0 %, сухий ферментативний пептон – 8,0 %, САМСУМ – 3,0 %, розчинний стрептоцид – 1,0 %, телуристий калій – 0,04 %, решта – вода.

У якості тест – культур, які слугували контролем, використали збудник туберкульозу у людей – *Mycobacterium tuberculosis* H-37 RV клінічний штам, чутливий до всіх протитуберкульозних препаратів – *Mycobacterium tuberculosis*, збудник туберкульозу у великої рогатої худоби – *Mycobacterium bovis* 8, тест-культури супутньої мікрофлори – *E. coli* (K 12), *B. subtilis*, *S. epidermidis* (1225).

За контроль обрали спосіб, який передбачає наступні операції: приготування живильного середовища, підготовку патологічного матеріалу, висів патологічного матеріалу на живильне середовище з наступним

термостатуванням [241], недоліком якого є довготривалість інкубування матеріалу й обмежений обсяг можливих бактеріологічних досліджень. Запропонований нами спосіб визначення збудника туберкульозу на живильному середовищі включає послідовність вказаних операцій, але посівний матеріал, який готували за загальною методикою, додатково обробляли злаковим біологічним стимулятором.

Усі сухі компоненти, що входять до складу живильного середовища, перемелювали на лабораторному млині протягом 10 – 55 хв і додавали до 100 см³ очищеної води, кип'ятили 3 – 5 хв до повного розплавлення агару, фільтрували через ватно-марлевий фільтр, розливали у колби, стерилізували при температурі (120±1) °С протягом 15 хв в автоклаві і розливали в асептичних умовах по 20 см³ у стерильні чашки Петрі. Як правило, через 7 – 10 хв відбувалося застигання живильного середовища з рН 7,2±1 і кольором червоного вина, на яке проводили посіви.

Попередньо підготовлений злаковий біологічний стимулятор росту збудника туберкульозу також стерилізували в автоклаві при температурі (120±1) °С протягом 15 хв. Підготовленим стимулятором обробляли тест-культури мікроорганізмів та патологічний матеріал у співвідношенні стимулятора росту мікобактерій та патологічного матеріалу 1:1, термостатували 24 год при температурі (36±1) °С і висівали отриману посівну суспензію в чашки Петрі на живильне середовище у кількості 1 см³. Засіяні чашки ставили у термостат і витримували протягом 5 діб при температурі (36±1) °С. Облік результатів проводили після 24 годин інкубування в термостаті, а в подальшому щоденно до закінчення строку.

Патологічний посівний матеріал – мокротиння, кров, спинномозкову рідину, частини тканини тощо, як і тест-культури мікроорганізмів перед висівом обробляли біологічним стимулятором. До підготовленого загальноприйнятим методом патологічного матеріалу додавали стимулятор у масовому співвідношенні 1:1, термостатували протягом 24 – 48 год при температурі (36±1) °С і висівали отриману посівну суспензію в чашки Петрі на

живильне середовище в кількості 1 см³. Засіяні чашки, не перевертаючи, розташовували в термостаті кришками вверху. Термостатували при температурі (36±1) °С протягом 1 – 5 діб. Збудник туберкульозу при температурі (36±1) °С проростає на запропонованому середовищі через 12 – 15 годин у вигляді вологих світлих або темно – сірих колоній, які поступово чорніють, а через 24 години збільшуються у розмірах з почорнілим центром та світлими краями.

Поява росту колоній на 1 – 5 добу вказувала на позитивний результат, а відсутність росту мікобактерій після 5 діб вважали негативним результатом, що підтверджує відсутність захворювання. Відсутність росту тест – культур *E. coli*, *B. subtilis*, *S. Epidermitidis* на живильному середовищі протягом 10 діб вказувала бактерицидну дію на супутню мікрофлору і при цьому спостерігався активний ріст збудника туберкульозу.

У результаті проведених досліджень встановлено, що ріст колоній через 24 год спостерігається на чашках з тест – культурами збудника туберкульозу у людей – *Mycobacterium tuberculosis* H-37 RV та збудника туберкульозу великої рогатої худоби – *Mycobacterium bovis* 8 і з дослідженим патологічним матеріалом. Варто зазначити, що на третю добу з'явився на вище зазначених чашках газонний ріст, характерний для збудника туберкульозу. На чашках Петрі, де висівали *Mycobacterium tuberculosis* – клінічний штам, що резистентний до всіх протитуберкульозних препаратів, спостерігався пригнічений ріст колоній також через 24 год, а через 72 год – газонний ріст.

Результати досліджень патологічного матеріалу були аналогічні обраним тест – культурам збудника туберкульозу, що підтверджує якість обраних компонентів. Результати досліджень росту тест – культур *E. coli*, *B. subtilis*, *S. Epidermitidis* на запропонованому живильному середовищі були відсутні протягом 10 діб, що вказує на бактерицидну дію антисептика і при цьому спостерігався активний ріст збудника туберкульозу.

Аналогічні дослідження були проведені нами з патологічним молоком, отриманим від корів через тиждень після туберкулінодіагностики. У якості контрольного використано живильне середовище Левенштейна – Йенсена.

Для запобігання впливу сторонньої мікрофлори раніше вказані тест – культури оброблені антисептиком-стимулятором, піддавали електромагнітному опромінюванню протягом 40 хв, інкубували при температурі (36 ± 1) °С протягом 24 – 48 год і висівали на живильні середовища.

Молоко отримане від корів через тиждень після туберкулінодіагностики, як і тест-культури мікроорганізмів, перед посівом обробляли антисептиком – стимулятором 1:1, піддавали електромагнітному опромінюванню (потужність 8 герц, 50 Вт), протягом 40 хв, витримували в термостаті протягом 24 – 48 годин при температурі (36 ± 1) °С і висівали 1 см³ отриманої суспензії в чашки Петрі на живильні середовища.

Засіяні чашки Петрі витримували в термостаті при температурі (36 ± 1) °С протягом 10 діб. Перший облік росту культур проводили після 24 годин інкубації в термостаті, а далі – щоденно до закінчення терміну інкубації. Поява росту колоній протягом 10 діб вказувала на присутність збудника туберкульозу, а відсутність росту мікроорганізмів після 10 діб – на відсутність збудників захворювання.

Відсутність росту тест – культур *E. coli* (К 12), *B. subtilis*, *S. epidermitidis* (1225) на використаних поживних середовищах протягом 10 діб вказує на бактерицидну дію антисептика – стимулятора і при цьому спостерігається активний ріст збудника туберкульозу (табл. 2.3).

На контрольному живильному середовищі Левенштейна – Йенсена ріст колоній мікобактерій на чашках Петрі з культурами *Mycobacterium tuberculosis* H-37 RV спостерігався на 26 – 28 добу, з культурами *Mycobacterium bovis* 8 – на 36 – 37 добу, з посівами молока – на 36 – 38 добу.

На розробленому живильному середовищі ріст колоній на чашках Петрі з тест-культурами *Mycobacterium tuberculosis* H-37 RV спостерігався на другу добу, з тест-культурами *Mycobacterium bovis* 8 і на чашках з посівами патологічного молока – на третю добу. Вже на третю і четверту добу на чашках Петрі з'явився характерний для збудника туберкульозу газонний ріст.

Порівняльна характеристика результатів досліджень

Дослідний матеріал	Кількість проб, n	Живильне середовище			
		Левенштейна-Йенсена		Запропоноване нами	
		Кількість позитивних проб	Термін росту культури, діб	Кількість позитивних проб	Термін росту культури, діб
M. tuberculosis H-37 RV	5	5	27±1,15	5	2±0,22
M. bovis 8	10	10	36±0,56	10	3±0,35
Молоко	10	3	37±1,16	10	3±0,30
E. Coli (K 12)	10	-	-	-	-
B. subtilis	10	-	-	-	-
S. epidermidis (1225)	10	-	-	-	-

Результати досліджень із патологічним матеріалом, тобто молоком, отриманим від корів через тиждень після туберкулінодіагностики, були аналогічні обраним тест – культурам збудника туберкульозу.

Наведені результати свідчать, що розроблений нами спосіб визначення збудника туберкульозу дозволяє швидко виявити його як у хворих тварин, так і в отриманому від них молоці [179, 180].

Ефективність теплової обробки залежить від температури і терміну теплової обробки, бактеріального забруднення сирого молока та видового складу мікрофлори. Для знищення мікрофлори з усіх видів обробки молока – хімічного, механічного, радіоактивного, електричного – найбільш дієвим є тепловий, тобто пастеризація і стерилізація [181].

Пригнічення патогенних мікроорганізмів можливо за різних комбінацій температури і тривалості її дії. Особлива увага приділяється знищенню збудників туберкульозу, бруцельозу, кишкових захворювань, ящуру тощо. Основним критерієм надійності пастеризації вважається режим теплової обробки, який забезпечує загибель найбільш стійкого з патогенних мікроорганізмів – туберкульозної палички, яка гине при температурі вищій, ніж 65 °С. Дотичним показником ефективності пастеризації є руйнування в молоці

ферменту фосфатази, який має температурний оптимум вищий, ніж туберкульозна паличка.

Фахівцями встановлено, що ефективність пастеризації молока забрудненого термостійкими мікроорганізмами при 76 –78 °С з витримкою 20 с досягає 99,9 % і забезпечує інактивацію патогенних, а також санітарно – показових мікроорганізмів [126].

Останнім часом на потужних молокопереробних підприємствах виникає потреба у накопиченні і резервуванні молока – сировини до переробки у зв'язку з його постачанням із невеликих фермерських і приватних господарств. Питома вага приватного сектора у виробництві молока досягає 81,5 %, що створює складну ситуацію з його заготівлею, якістю та безпекою. Виникає серйозна проблема збереження якості сирого молока до переробки. Відповідно до наявної технології первинної переробки, молоко відразу після доїння охолоджують до температури 4 °С, що дозволяє подовжити термін його зберігання до двох діб.

Більша кількість патогенних та небезпечних для людини бактерій є психротрофами: *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*, *Campylobacter coli*, *Campylobacter jejuni*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella* тощо. Зазначені мікроорганізми у процесі росту та розмноження продукують термостійкі ферменти – протеазу і ліпазу, які діють на білки та жир і викликають такі вади молока як гіркота, ослизнення, зміна кольору [182].

Контроль психрофільних та психротрофних мікроорганізмів під час зберігання сирого молока дозволяє оцінити якість та безпеку такого молока для переробки і споживання, що є обов'язковим відповідно до вимог ЄС та СОТ. У країнах ЄС та СОТ термофільні та термотрофні мікроорганізми є індикаторними під час установленні придатності молока для переробки на молокопродукти. Молоко, в якому встановлено перевищення гранично допустимого рівня вмісту цих мікроорганізмів за нормативами ЄС та СОТ, вилучається з технологічного процесу переробки на молокопродукти [184, 185].

Визначення психрофільних мікроорганізмів у сирому молоці в Україні на

сьогодні не регламентується. Нами проведено дослідження складу психрофільних та психротрофних мікроорганізмів, що містяться у сирому молоці, і виявлено значну кількість стійких до низьких температур мікроорганізмів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Груповий склад мікрофлори сирого молока

Мікроорганізми	Кількість мікроорганізмів у молоці, КУО/см ³
Lactococcus	$(7,9 \pm 0,62) \cdot 10^3$
Enterococcus	$(6,3 \pm 0,32) \cdot 10^3$
Coliforms	$(6,8 \pm 0,36) \cdot 10^3$
Staphylococcus	$(7,2 \pm 0,54) \cdot 10^3$
Pseudomonas	$(3,7 \pm 0,57) \cdot 10^3$

Кількість психрофільних мікроорганізмів залежить від тривалості зберігання сирого молока до переробки. Фахівцями встановлено, що затримка охолодження молока після доїння на 3 години збільшує число бактерій у молоці у 3,5 рази, на 5 годин – майже у 5 разів [132].

Нами досліджено процес накопичення мікроорганізмів у сирому молоці залежно від тривалості його зберігання при температурах 4 і 8 °С (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Залежність бактеріального обсіменіння молока від тривалості зберігання

Тривалість зберігання сирого молока, год.	Кількість мікроорганізмів у молоці, КУО/см ³ , при температурі зберігання	
	4 °С	8 °С
До охолодження (контроль)	$(1,12 \pm 0,32) \cdot 10^6$	$(1,12 \pm 0,32) \cdot 10^6$
3	$(1,19 \pm 0,42) \cdot 10^6$	$(1,65 \pm 0,45) \cdot 10^6$
6	$(1,99 \pm 0,35) \cdot 10^6$	$(2,25 \pm 0,30) \cdot 10^6$
9	$(2,12 \pm 0,22) \cdot 10^6$	$(3,99 \pm 0,25) \cdot 10^6$
12	$(2,50 \pm 0,33) \cdot 10^6$	$(4,89 \pm 0,30) \cdot 10^6$

Отримані нами результати свідчать, що під час зберігання щойно видоєного молока при 4 °С протягом 12 годин кількість мікроорганізмів збільшується у 2,2 рази, а при 8 °С зростає майже у 4,4 рази, що вказує на значний вплив температури зберігання на швидкість розвитку мікроорганізмів.

Охолодження сирого молока до низьких температур змінює біологічну

активність мікрофлори та її якісний склад. При температурі зберігання молока нижче 8 °С, у якому переважають психрофільні мікроорганізми, межа ризику отримання неякісної молочної продукції знаходиться біля 10^6 мікробів у 1 см³.

Тому для забезпечення бактеріальної безпеки, на наш погляд, доцільно знизити температуру зберігання молока – сировини до (3 ± 1) °С і скоротити термін зберігання, або проводити теплову обробку в режимах, які здатні забезпечити бактеріальну безпеку молока – сировини і не погіршувати якість продуктів з їхнім використанням.

У сучасних умовах ринкової економіки, враховуючи особливості збору молока і його високе бактеріальне обсіменіння, проводяться дослідження, які пов'язані з удосконаленням термообробки молока для отримання якісної продукції тривалого зберігання. У нашій країні і за її межами останнім часом запропоновано ряд технологій виробництва пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання, в яких використовуються режими теплової обробки від 76 °С до 95 °С з витримкою від кількох секунд до 2 – 3 хв. При цьому перевага надається процесам, які забезпечують бактеріальну безпеку і мають мінімальний ступінь негативного впливу на основні компоненти молока і його фізико – хімічні властивості.

Протягом останніх років все частіше виникають повідомлення про подвійну теплову обробку молока, з використанням термізації – найбільш привабливого способу подовження терміну зберігання молока до переробки без зміни його фізико – хімічних властивостей. Найбільш поширений режим термізації – тепла обробка при температурі (60 – 68) °С з витримкою 15– 25 с і подальшим охолодженням до температури не вище, ніж 10 °С, що дозволяє зберігати молоко до трьох діб. Використання режимів подвійної теплової обробки молока – термізації і пастеризації після зберігання при низьких температурах, у звичайних теплових режимах 76 – 78 °С дозволяє значно підвищити ефективність термічної дії на бактеріальне обсіменіння молока навіть за наявності значної кількості мікроорганізмів.

Нами проведено аналіз збірного молока – сировини, а також молока, що

піддавали термізації при температурі $64 \pm 1 - 68 \pm 1^\circ\text{C}$ з наступною пастеризацією при температурі $76 \pm 1 - 78 \pm 1^\circ\text{C}$ з витримкою 15 с (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Вплив теплової обробки на бактеріальне забруднення молока

Температура обробки, $^\circ\text{C}$ (15 с)	Кількість мікроорганізмів після обробки, КУО/см ³	Кількість бактерій, що вижили, %
Сире молоко	$(1,12 \pm 0,32) \cdot 10^6$	100
Термізація	-	-
64 ± 1	$(1,38 \pm 0,45) \cdot 10^5$	12,32
66 ± 1	$(0,99 \pm 0,35) \cdot 10^5$	8,84
68 ± 1	$(0,68 \pm 0,40) \cdot 10^5$	6,07
Пастеризація	-	-
76 ± 1	$(0,32 \pm 0,30) \cdot 10^4$	0,28
78 ± 1	$(0,21 \pm 0,25) \cdot 10^4$	0,18

Масова частка бактерій, що вижили при температурі термізації молока $68 \pm 1^\circ\text{C}$, становить 27,2 %. Тобто, процес термізації на 72,8 % руйнує психротрофні бактерії, що дозволяє зберігати молоко в охолодженому стані при температурі $5 - 7^\circ\text{C}$ протягом двох – трьох діб.

За результатами наших досліджень за наступної пастеризації при температурі $78 \pm 1^\circ\text{C}$ масова частка бактерій, що вижили, становить 0,18 %. Основну групу залишкової мікрофлори у пастеризованому молоці становлять термофіли, які розвиваються при температурі від 15 до 70°C , термостійкі бактерії, мікрококи, спорові палички і представники молочнокислих бактерій – термостійкі стрептококи і палички.

Отримані нами дані свідчать, що процес пастеризації термізованого молока після зберігання забезпечує необхідний рівень його бактеріальної безпеки. Мікрофлора молока відразу після доїння і термізації представлена переважно нестійкими до нагрівання психрофільними бактеріями, тому ефективність теплової обробки такого молока є достатньо високою.

Нами досліджено і визначено якісний і кількісний склад мікроорганізмів, які зберігають свою життєдіяльність на етапах отримання і первинної технологічної обробки молока. Проведено контроль загальної кількості

мезофільних аеробних і факультативно – анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), кількість молочнокислих бактерій (МКБ), протеолітичних бактерій (ПБ), дріжджів і плісняви, аеробних спорових бактерій і бактерій групи кишкової палички (БГКП) (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Склад мікроорганізмів молока на різних етапах технологічної обробки

Проби молока	Склад мікрофлори , КУО/см ³				
	МАФАНМ	ПБ	МКБ	Дріжджі, пліснява	Спороутворюючі мезофільні аероби
Молоко сире	$4.30 \cdot 10^6$	$0.86 \cdot 10^6$	$2.51 \cdot 10^6$	$0.68 \cdot 10^6$	$0.23 \cdot 10^3$
Після термізації	$4.47 \cdot 10^2$	$0.21 \cdot 10^2$	$0.90 \cdot 10^2$	$0.73 \cdot 10^2$	$2.50 \cdot 10^2$
Після резервування	$6.90 \cdot 10^3$	$4.10 \cdot 10^2$	$6.17 \cdot 10^3$	$0.01 \cdot 10^2$	$5.12 \cdot 10^2$
Після пастеризації	$0.71 \cdot 10^2$	$0.02 \cdot 10^2$	$0.15 \cdot 10^2$	-	$0.65 \cdot 10^2$

Мезофіли представлені в молоці пліснявими грибами, дріжджами, молочнокислими бактеріями, кишковими паличками, а також умовно-патогенними і більшістю сапрофітних мікроорганізмів. Теплова обробка в обраних інтервалах температури знищує більшість молочнокислих бактерій, дріжджів, більшість протеолітичних бактерій і грибів. У той же час, як свідчать отримані нами дані, спори бактерій майже не чутливі до короткотермінового підвищення температури, на що вказує значна їхня кількість у складі мікрофлори молока після пастеризації.

Наведені нами дані свідчать, що після термізації та пастеризації БГКП не були виявлені в жодній із досліджуваних зразків молока, а також, що бактеріальне забруднення молока, яке поступово збільшується на всіх етапах первинної обробки, доцільно знижувати до його надходження на переробку, використовуючи процес термізації. Термізація пригнічує розвиток психротрофних бактерій і дозволяє подовжити термін зберігання молока до двох діб при температурі 5 – 7 °С.

Під час виробництва молока шляхом подвійної пастеризації нормалізоване за масовою часткою жиру молоко пастеризують при температурі 76 ± 2 °С з витримкою 15-20 с і швидко охолоджують до температури 6 – 8 °С.

Пастеризоване молоко витримують протягом доби для пророщення спорової мікрофлори, яку знищують повторною пастеризацією при температурі 90 °С і вище [186]. Далі технологічний процес відповідає загальній технологічній схемі виробництва пастеризованого молока.

Нами проведено дослідження впливу подвійної пастеризації на бактеріальну безпеку молока залежно від температури і терміну теплової обробки. Першу пастеризацію молока після приймання, охолодження, резервування, нормалізації, очистки, бактофугування і гомогенізації проводили при температурі 78 ± 1 °С з витримкою 15 с.

За нашими даними ефективність пастеризації у такому режимі без попередньої теплової обробки, коливається від 96 до 98 %. Другу пастеризацію резервованого молока проводили за різних температур і тривалості витримки. Досліджено ефективність дії другої пастеризації залежно від вихідного бактеріального забруднення молока (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Ефективність дії другої пастеризації залежно від температури

Кількість мікроорганізмів в молоці після першої пастеризації і резервування, КУО/см ³	Бактеріальне забруднення молока після другої пастеризації, КУО/см ³			
	(78 ± 1) °С τ = 15 с	(85 ± 1) °С τ = 4 с	(90 ± 1) °С τ = 4 с	(95 ± 1) °С τ = 4 с
6900	140	80	40	38
1100	35	32	30	30
4600	125	75	38	35
3650	118	70	35	32

Живі клітини мікроорганізмів більш сприйнятливі до дії тепла, ніж складові компоненти молока, і короткочасна пастеризація при високій температурі викликає меншу кількість хімічних трансформацій складових молока, ніж пастеризація при нижчих температурах за більший тривалий час обробки [158, 166], про що свідчать результати аналізу вмісту вітамінів у молоці залежно від температури другої пастеризації (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Вміст вітамінів залежно від температури другої пастеризації молока

Вітаміни	Вміст вітамінів після теплової обробки молока, мг/100 г		
	Сире молоко	t=(78±1) °C, τ=15 с	t=(95±1) °C, τ=4 с
Вітамін А	0,035	0,028	0,030
β-каротин	0,030	0,021	0,026
Вітамін С	1,800	1,450	1,560
Вітамін В ₂	0,220	0,118	0,210
Вітамін В ₁	0,050	0,040	0,048
Вітамін В ₆	0,120	0,080	0,990
Вітамін В ₁₂	0,62·10 ⁻³	0,49·10 ⁻³	0,58·10 ⁻³

Вітаміни є необхідними факторами росту мікроорганізмів заквасок під час виготовлення кисломолочної продукції.

Нами проведено також дослідження впливу теплової обробки сирого молока при температурах (78 ± 1) °C, (85 ± 1) °C, (90 ± 1) °C, (95 ± 1) °C з витримкою 15 с на бактеріальне забруднення молока. Після швидкого охолодження зразки молока досліджували на присутність мікроорганізмів (табл. 2.10).

Таблиця 2.10

Ефективність пастеризації молока в залежності від температури

Режим теплової обробки	Бактеріальне забруднення молока, КУО/см ³
Сире молоко	(1,12 ± 0,32)·10 ⁶
(78 ± 1) °C τ=15 с	(0,88 ± 0,4)·10 ⁴
(85 ± 1) °C τ=15 с	(0,32 ± 0,2)·10 ²
(90 ± 1) °C τ=15 с	(0,21 ± 0,3)·10 ²
(95 ± 1) °C τ=15 с	(0,15 ± 0,3)·10 ²

Отримані нами дані свідчать, що під час використання одноразової теплової обробки при 85 °C із витримкою 15 с різко покращуються санітарно-гігієнічні показники молока, порівняно з сирим молоком. Мікроорганізми, які утворили колонії на чашках Петрі з посівами молока, яке пройшло теплову обробку при температурі 78 °C, не відрізнялись від тих, що утворили колонії при посіві сирого молока на термостійкі мікроорганізми. Це ентерококи,

термофільні стрептококи, мікрококи та коринебактерії. Подальше підвищення температури до 85 °С призвело до знищення мікроорганізмів, присутніх при 78 °С.

Бактеріальне забруднення молока, яке пройшло теплову обробку при температурі 85 °С з витримкою 15 с, дорівнює 32 КУО/см³, а при підвищенні температури до 90 і 95 °С зменшується до 21 і 15 КУО/см³ відповідно. Аналіз залишкової мікрофлори засвідчив, що наявна мікрофлора в молоці представлена мікроорганізмами роду *Bacillus*.

Враховуючи, що підвищення температури пастеризації і тривалості витримки під час теплової обробки молока призводить до погіршення фізико-хімічних властивостей, визначено, що оптимальним температурним режимом пастеризації визнано температуру 85 °С з витримкою 15 с.

Під час використання молока в якості сировини для виробництва різноманітної молочної продукції поряд із санітарно – гігієнічними показниками великого значення набувають його фізико – хімічні властивості.

2.2. Вплив первинної обробки на фізико – хімічні і технологічні властивості молока – сировини

Фізико – хімічні властивості молока зумовлюються концентрацією і ступенем дисперсності його складових компонентів. Дисперсна фаза молока впливає на густину, кислотність і окисно-відновний потенціал, а в'язкість і поверхневий натяг визначаються складовими компонентами молока, які знаходяться у емульгованому і колоїдному стані. Складові компоненти молока у вигляді молекулярної й іонної дисперсії зумовлюють осмотичний тиск, електропровідність, температуру замерзання.

Аналіз вимог до показників якості молока – сировини країн західної та Центральної Європи показав, що густина молока, яке виробляється в цих країнах, повинна знаходитись у межах 1028-1029 кг/м³ [187].

До важливих технологічних показників молока, що визначають придатність його до високотемпературної обробки і впливають на якість

молочних виробів, відноситься термостійкість, яка зумовлена в основному кислотністю і сольовим балансом.

Особливості постачання молока як сировини на молокопереробні заводи в сучасних умовах господарювання зумовлюють доволі низьку термостійкість, що ускладнює виробництво продуктів високої якості та подовження терміну їхнього зберігання. Термостійкість молока залежить від багатьох факторів, до яких відноситься порода тварин, умови отримання молока, його густина, величина рН, кислотність, хімічний склад молока, умови та тривалість зберігання тощо. Варто зазначити, що охолодження сирого молока та його зберігання призводить до суттєвих фізико – хімічних змін усіх його складових [188, 189].

Кислотність характеризує ступінь свіжості молока. Нами встановлено, що у свіжовидоєному молоці, яке має кислотність у межах (16 – 17) °Т, під час зберігання протягом доби при температурі 4 °С кислотність не змінюється. При підвищенні температури зберігання молока до 8 °С кислотність протягом доби зростає у середньому на 0,7 °Т, а протягом двох діб зберігання – майже на 2 °Т.

Фахівцями встановлено, що термостійкість молока визначається властивостями казеїну та мінеральним складом. Після резервування молока в охолодженому стані змінюється його сольова рівновага, підвищується активність іонів кальцію. При цьому частина колоїдного фосфату кальцію переходить у розчинний стан, змінюється структура і розмір міцел казеїну [189].

Підвищення термостійкості молока із збільшенням кількості дрібних часточок білка зумовлене тим, що дрібні часточки мають більшу гідрофільність, високий поверхневий заряд і, як наслідок, підвищену колоїдну стійкість. Крім того, дрібні частинки білка у своєму складі містять менше фосфору, який сприяє коагуляції білка. Одночасно з цим знижується енергія кислотоутворення та інтенсивність формування згустку, зменшується його густина, що негативно впливає на консистенцію і реологічні властивості готових кисломолочних виробів. При підвищенні кислотності молока і накопиченні молочної кислоти спостерігається зменшення від'ємного заряду міцел казеїну і відщеплення

фосфату кальцію від казеїнаткальційфосфатного комплексу, внаслідок чого міцели казеїну втрачають здатність зберігати колоїдний стан. Відбувається зміна структури міцел казеїну, послаблюються гідрофобні зв'язки, зменшується розмір міцел казеїну і зростає масова частка його розчинної форми [190].

У присутності води, яка потрапляє до складу молока в процесі первинної обробки, термостійкість молока погіршується у зв'язку зі зміною нормальної первісної сольової рівноваги, що впливає на стабільність білків.

Під час теплової обробки молока – сировини змінюється не тільки бактеріальний стан, але й склад білків, сольова рівновага та їхні технологічні властивості. У зв'язку з цим нами досліджено хімічний склад, бактеріальне забруднення і технологічні властивості молока до і після теплової обробки за режимом пастеризації (85 ± 1) °C з витримкою 15 с, при якому, за нашими даними, виживає тільки 0,18 % бактерій (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Бактеріальне забруднення, хімічний склад і технологічні властивості молока – сировини

Показники	Сире молоко	Після теплової обробки
Загальна кількість бактерій, КУО/см ³	$(1,12 \pm 0,32) \cdot 10^6$	$(0,32 \pm 0,2) \cdot 10^2$
Масова частка білка, %	$2,8 \pm 0,06$	$2,8 \pm 0,10$
Масова частка жиру, %	$3,7 \pm 0,2$	$3,7 \pm 0,15$
Масова частка сухих речовин, %	12,4	12,6
Сухий знежирений молочний залишок, %	8,7	8,9
Густина молока, кг/м ³	1028,2	1028,6
Титрована кислотність, °Т	$17,0 \pm 0,4$	$18,0 \pm 0,10$
pH	$6,68 \pm 0,02$	$6,64 \pm 0,02$
Сичужне згортання, хв.	$10,4 \pm 0,8$	$12,2 \pm 1,1$
Сінеретична здатність згустку, %	$83,2 \pm 1,1$	$81,0 \pm 0,5$

За вмістом білка молоко – сировина не відповідає вимогам ЄС, де базова норма становить не менше 3,0 %. За вмістом сухих речовин і здатністю до сичужного згортання молоко можна віднести до першого гатунку, за кислотністю – до другого. Наведені дані свідчать, що теплова обробка молока при режимі (85 ± 1) °C з витримкою 15 с не призводить до значних змін

хімічного складу і технологічних властивостей молока.

Проведена нами пастеризація термізованого молока після зберігання при температурі 4 °С показала, що під час виробництва з нього кисломолочних продуктів термін утворення згустків дещо подовжується, а сам згусток стає менш щільним порівняно з формуванням згустків із пастеризованого молока без попередньої теплової обробки і холодильного зберігання протягом однієї доби.

Дослідження зміни складу і властивостей білків молока – сировини під час теплової обробки показали, що з підвищенням температури пастеризації відбувається зменшення концентрації іонізованого (вільного) кальцію і підвищення окиснювально – відновного потенціалу (табл. 2.12).

Таблиця 2.12

Зміна складу і властивостей білків молока під час пастеризації

Режим теплової обробки	pH молока	Концентрація іонізованого кальцію, мг%	Стабільність білків за етанолом, см ³ 95 % етанолу	Окиснювально-відновний потенціал, мВ
Молоко сире	6,68 ± 0,05	13,73 ± 0.18	4,68 ± 0.16	+180 ± 15
(85 ± 1) °С τ = 15 с	6,64 ± 0,04	11,15 ± 0.04	5,42 ± 0.22	+217 ± 12
(95 ± 1) °С τ = 15 с	6,62 ± 0,02	10,14 ± 0.02	5,80 ± 0.34	+232 ± 15

Наведені нами дані свідчать, що залежно від режиму теплової обробки відбувається зміна складу і властивостей білків молока. Пастеризація молока супроводжується зниженням активної кислотності, зменшенням кількості іонізованого кальцію, підвищенням стабільності білків та окиснювально-відновного потенціалу порівняно із сирим молоком.

Найбільш термостабільною білковою фракцією молока є казеїнаткальційфосфатний комплекс. Згідно з літературними даними [158, 174,191], частина сироваткових білків, що переходить у нерозчинний стан під час пастеризації, осідає на міцелах казеїнаткальційфосфатних комплексів, які зберігають стійкість у процесі нагрівання і виконують роль захисного колоїду сироваткових білків. При рН більше, ніж 6,8 і температурі вищій ніж 90 °С денатуровані сироваткові білки осідають на міцели казеїну, де утримуються за

рахунок гідрофобних взаємодій і кальцієвих містків [190].

Дуже важливе значення у забезпеченні стабільності білків відіграє сольова рівновага. Відомо, що у молоці кальцій, вміст якого коливається в межах від 100 до 140 мг %, знаходиться у трьох формах: іонізованій або вільній, у вигляді фосфатів і цитратів та міцно зв'язаний з казеїном [134, 176].

Більша частина фосфатів і цитратів кальцію знаходиться у колоїдному стані, і тільки невелика частина (20-30) % – у вигляді істинного розчину. Співвідношення цих форм впливає на кількість іонізованого кальцію у молоці і відіграє важливу роль у підтримці певного ступеню дисперсності, гідратації білкових часточок, а також їхньої стабілізації під час теплової обробки [194].

За нашими даними, нагрівання майже не впливає на загальну кількість кальцію, вміст якого становить 112,6 мг %, але з підвищенням температури пастеризації змінюється співвідношення між його формами. Розчинні форми солей переходять у нерозчинний стан і вміст іонізованого кальцію зменшується більше, ніж на 27 %, збільшується стабільність білків до дії етанолу майже на 24 % і поступово знижується величина рН. Основною причиною зниження рН молока вважається перехід частини фосфорнокальцієвих солей у нерозчинний стан, що призводить до звільнення водневих зв'язків.

Окислювально – відновний потенціал (ОВП) є кількісною мірою окислювальної або відновної здатності молока, яка залежить від концентрації іонів водню і бактеріального забруднення молока. Фахівцями встановлено, що свіже молоко володіє слабкими відновлювальними властивостями [158, 193, 240]. Отримані нами дані свідчать, що підвищення температури пастеризації призводить до підвищення ОВП молока. Цей процес можна пояснити тим, що в утворенні окислювально – відновного потенціалу приймають участь сульфгідрильні групи білка, які значною мірою визначають термостабільність молока. Під час теплової обробки молока сульфгідрильні групи білка активізуються і діють як відновлювачі, що знижує ОВП. Одночасно відбувається дегідрування органічних речовин, що підвищує окислювальні властивості молока. Існує також думка, що зниження ОВП молока пов'язане із

зміною мікробіального стану молока і відбувається під час пастеризації [158, 193].

Фахівці стверджують [158, 193, 194], що молоко з низьким вихідним значенням ОВП після пастеризації не витримує рекомендованого терміну зберігання і швидко втрачає термостійкість.

На наш погляд ОВП варто пов'язувати з мікробіальним обсіменінням молока, про що свідчать отримані нами результати щодо зміни ОВП після теплової обробки. Під час пастеризації спостерігається значне зниження та повне знищення певних видів мікрофлори з різною окислювально – відновною здатністю. Чим жорсткіший режим пастеризації, тим вищий ОВП. Отримані нами дані підтверджують думку фахівців [193, 240], що ОВП можливо використовувати як дотичний показник оцінки якості і безпечності молока та для прогнозу тривалості його зберігання.

Опираючись на результати проведених нами досліджень, можна зробити висновок, що покращити якість молока як сировини для виготовлення молочних продуктів і підвищити його термостійкість відповідно до вимог ЄС можна за рахунок покращення санітарно – гігієнічних умов отримання молока та покращення його фізико – хімічних властивостей, таких як рН, кислотність, густина, ОВП тощо.

РОЗДІЛ 3

ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ДЕСЕРТНИХ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ

В Україні все більшої популярності набувають ферментовані кисломолочні десертні продукти функціональної спрямованості. Молочні десерти мають добрі смакові властивості, високу харчову і біологічну цінність та густу нетекучу консистенцію. У виробництві десертів використовують широкий спектр смакових добавок, наповнювачів, ароматизаторів, стабілізаторів.

3.1. Розробка пробіотичної складової для використання у виробництві десертних ферментованих продуктів

Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють підтримці і відновленню мікробної екології людини. До пробіотичних культур, які забезпечують корисну дію на організм споживача і нормалізують склад та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, належать такі види лакто- та біфідобактерій як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis* ssp. *lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*). Біфідобактерії – одна з найбільш важливих груп мікроорганізмів кишківника, які домінують в анаеробній флорі товстої кишки [141, 194]. Міжнародна молочна федерація називає біопродуктами такі суміші, в яких міститься не менше $1 \cdot 10^6$ біфідобактерій в 1 см^3 [215, 216]. Варто зазначити, що для більшості мікроорганізмів, які є представниками нормальної мікрофлори кишкового тракту людини, молоко є несприятливим середовищем для їхнього розвитку. Це пов'язано з тим, що в молоці практично відсутні необхідні для розвитку мікроорганізмів низькомолекулярні сполуки, такі як вільні амінокислоти, моноцукри тощо, а також з тим, що більшість бактерій роду *Lactobacillus*, *Lactococcus* і

Bifidobacterium належать до облігатних анаеробів, на які негативно діє розчинений в молоці кисень повітря [144, 183, 237]. Тому біфідобактерії, які належать до анаеробів, у молоці розвиваються дуже повільно.

Фахівцями досліджено можливість сумісного використання біфідо- і лактобактерій. Визначено, що значна кількість видів молочнокислих стрептококів і паличок стимулюють ріст біфідофлори в молоці, сприяють збільшенню кількості активних клітин біфідобактерій та інтенсивному накопиченню продуктів їхнього метаболізму [147, 150, 196, 197, 198, 200].

Біфідобактерії приймають активну участь у поновленні нормальної мікрофлори кишківника при кишково – шлункових захворюваннях та після лікування антибіотиками. Для стимулювання їхнього розвитку необхідно використовувати адаптовані до молока штами біфідобактерій, забезпечити необхідний склад поживного середовища і стимуляторів росту для їхнього розвитку, а також культивувати їх разом з молочнокислими бактеріями, які володіють високою β -галактозідазною активністю, за рахунок якої підвищується власна β -галактозідазна активність біфідобактерій [145, 146, 154, 199, 200, 201].

Необхідно визначити склад високоефективних культур мікроорганізмів, які поряд з високою продуктивністю володіють високою та різноманітною біохімічною активністю. Правильний вибір біологічно активних штамів біфідо- та лактокультур для виробництва ферментованих молочних продуктів дозволяють отримати якість, що відповідає вимогам нормативних документів за органолептичними і фізико – хімічними показниками [142, 202, 203, 205, 237].

Одним із перспективних напрямків створення функціональних кисломолочних ферментованих продуктів є розробка комплексних заквасок на основі консорціумів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп, які більш стійкі до несприятливих факторів середовища і володіють більш високою активністю порівняно з заквасками, які виготовлені з використанням чистих монокультур [139, 140]. Критеріями відбору штамів лакто- і біфідобактерій для заквашувальних композицій є їхня біологічна активність, тобто здатність

забезпечити прогнозований функціональний вплив на організм людини, а також технологічні параметри, які дозволять отримати десертні кисломолочні продукти з певними фізико – хімічними і реологічними властивостями [144, 191, 192, 195].

Вибір біологічно активних штамів лакто- та біфідокультур для виробництва молочних ферментованих десертних продуктів здійснювали з числа штамів, які знайшли широке використання у виробництві кисломолочних функціональних продуктів. Нами проведено дослідження лактобактерій, що культивуються на кафедрі харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету, для визначення штамів, які мають найбільшу здатність зброджувати лактозу, протеолітичну активність, стійкість до кухонної солі, фенолу та антибіотиків, а також дослідження, які пов'язані з визначенням оптимальних умов культивування молочнокислих бактерій під час виробництва десертних ферментованих продуктів функціонального призначення [206, 207, 208].

Для цього використали штам *Lactococcus lactis ssp. lactis*, який широко застосовується у виробництві кисломолочних продуктів. Культивування молочнокислих бактерій проводили на стандартному рідкому середовищі MRS [209]. Облік результатів досліджень проводили шляхом вимірювання оптичної щільності рідких поживних середовищ залежно від часу культивування на фотоелектроколориметрі КФК-3 за загально прийнятою схемою.

Результати визначення оптимальних умов вирощування мікроорганізмів залежно від рН і температури наведено у табл. 3.1 та табл. 3.2.

Таблиця 3.1

Залежність росту *Lactococcus lactis ssp. lactis* від рН поживного середовища

рН	Кількість клітин мікроорганізмів, КУО·10 ⁶ в 1 см ³
5,5	275±3,3
6,0	288±23,2
6,5	475±3,5
7,0	496±26,0
7,5	450±21,4
8,5	10±4,5

Отримані дані свідчать, що найбільший ріст молочнокислих бактерій *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* спостерігається при рН 7,0 і температурі 37 – 40 °С, мінімальний – при рН 8,5 і температурі 50 °С. Лактоза, що міститься у молоці, є основною поживною речовиною для мікроорганізмів закваски.

Таблиця 3.2

Залежність росту *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* від температури

Температура, °С	Кількість клітин мікроорганізмів, КУО·10 ⁶ в 1 см ³
32	203±35,5
37	495±7,1
40	461±18,4
45	161±18,4
50	19±1,2

Нами проведено скринінг молочнокислих бактерій, які оцінювали за такими показниками як здатність зброджувати лактозу, рівень кислотоутворення та протеолітична активність. У якості поживного середовища використовували знежирене молоко, стерилізоване при температурі (121±2) °С з витримкою (15±5) хв [130, 183].

Енергію кислотоутворення визначали за накопиченням молочної кислоти методом титрування розчином лугу. Результати проведених досліджень найбільш поширених штамів молочнокислих бактерій за кількістю збродженої за 24 год лактози, рівнем кислотоутворення та кількістю життєздатних клітин мікроорганізмів наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Характеристика властивостей досліджених штамів лактобактерій

Вид лактобактерій	Кількість штамів	Кількість споживаної лактози, %	Рівень кислотоутворення, °Т	Кількість життєздатних клітин у згустку, Lg КУО/см ³
<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i>	3	17,2±4,7	157,6±2,1	8,9±0,2
<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>	3	15,1±6,5	100,8±4,4	8,5±0,2
<i>Lactobacillus casei</i>	3	9,4±6,3	145,7±1,3	8,6±0,2
<i>Lactobacillus plantarum</i>	3	5,9±2,6	127,2±3,2	8,1±0,2
<i>S. thermophilus</i>	3	38,0±7,3	99,8±1,4	8,3±0,2

<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	45,3±6,9	291,9±3,3	8,6±0,2
<i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	3	40,5±7,1	305,0±5,1	8,4±0,2

Серед досліджених нами штамів високий рівень споживання лактози спостерігається у *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *S. thermophilus*, згідно з літературними даними [221. 222]. Відомо, що найбільший лактозозброджуючий потенціал мають термофільні молочнокислі стрептококи, серед яких найвищою β-галактозидазною активністю володіє використаний нами штам *Str. thermophilus* СТ-14 [145, 238].

Фермент β-галактозидаза термофільного стрептокока найбільш активно гідролізує лактозу молока при рН 6,7. Стимулюють активність β-галактозидази катіони молока [145, 146, 147, 210]. Під час дії ферменту β-галактозидази на молочний цукор утворюються біфідогенні продукти, які підвищують активність біфідобактерій і стимулюють їхній розвиток [148, 149, 211]. Представлені дані свідчать, що всі досліджені штами придатні до розвитку в молоці.

Аналізуючи кислотоутворюючу здатність дослідних штамів молочнокислих бактерій, варто зазначити, що лактококи і стрептококи характеризуються високим рівнем кислотоутворення, але лактобацили *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і *Lactobacillus acidophilus* перевищують інші молочнокислі бактерії за рівнем кислотоутворення. За даними фахівців [183], штами молочнокислих стрептококів *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *S. thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* продукують переважно L (+) – молочну кислоту, яка є більш фізіологічно сприятливою для організму людини. Ацидофільні палички *Lactobacillus acidophilus* пригнічують шкідливу мікрофлору – сальмонели, стафілококи тощо внаслідок здатності продукувати антибіотики ацидофілін і лактоцидин, дія яких посилюється за наявності молочної кислоти [130, 156, 158, 183].

Оцінку протеолізу білків зазначених молочнокислих бактерій визначали за приростом кількості вільних амінокислот у плазмі після осідання білків молока 5,0 % розчином трихлороцтової кислоти відносно контролю за вмістом вільних амінокислот у стерилізованому молоці до процесу ферментації (табл. 3.4).

Протеолітична активність лактобактерій

Вид лактобактерій	Кількість досліджених штамів	Приріст вільних амінокислот у плазмі молока, %	
		циклічні	ациклічні
<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i>	3	15 – 85	17 – 58
<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>	3	1 – 35	(-3) – 27
<i>Lactobacillus casei</i>	3	(- 4) – 16	98 – 175
<i>Lactobacillus plantarum</i>	3	45 – 60	101 – 187
<i>S. thermophilus</i>	3	(-24) – 78	(-30) – 115
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	22 – 154	191 – 673
<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	3	98 – 147	180 – 710

Наведені в табл. 3.4. дані свідчать, що досліджені штами лактобактерій мають різну протеолітичну активність. За думкою фахівців, сумарна кількість вільних амінокислот, що міститься у продукті, залежить від процесів протеолітичного розщеплення білків молока, тобто вивільнення амінокислот і пептидів та одночасного споживання їх у процесі розвитку молочнокислих культур [183, 207, 221, 222].

Найбільший приріст вільних амінокислот спостерігається під час ферментації молока лактобактеріями видів *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* і *L. acidophilus*. Серед досліджених штамів лактобактерій наявні такі, що знижують кількість вільних амінокислот порівняно з початковим рівнем. Такі штами мікроорганізмів для розвитку у молоці потребують додаткового внесення азотовмісних сполук або сумісного використання з іншими молочнокислими культурами, які володіють значною протеолітичною активністю, такими як *L. acidophilus* або *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*.

Результати проведених нами пошуків свідчать, що всі досліджені штами молочнокислих бактерій здатні розвиватися у молоці, мають високу активність до зброджування лактози та протеолізу білків молока [207, 208].

Значний вплив на життєздатність лакто- та біфідокультур, які надходять з молочними ферментованими продуктами до організму людини, має травна система. Тому поряд із визначенням кількості збродженої лактози, здатністю до

кислотоутворення і протеолітичною активністю молочнокислі бактерії оцінювались нами за стійкістю до умов інгібіторів їхнього росту – шлункового соку, жовчі, фенолу, хлориду натрію та антибіотиків. Тривалість вирощування клітин лактобактерій обмежували концентрацією $1 \cdot 10^{10}$ КУО/см³. Нами встановлено, що всі дослідні штами лактобактерій мають стійкість до інгібіторів їхнього розвитку: кислого середовища, характерного для рН шлунку (рН 2,0), 40 % жовчі, 0,3 % розчину фенолу, 4,0 % кухонної солі, пеніциліну і стрептоміцину, їхня фагочутливість знаходиться на рівні 1,33 % [207, 208].

Враховуючи відомості щодо видового складу мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини [136, 141], а також досвід використання чистих культур під час виробництва продуктів спеціального призначення [140, 143, 144], нами для отримання синбіотичних систем і використання їх під час створення ферментованих десертних продуктів функціонального призначення були вибрані кілька штамів біфідобактерій – *Bifidobacterium bifidum* 791, *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* В 379 М, *Bifidobacterium adolescentis* В-1.

У роботі використали стерилізоване знежирене молоко, яке нагрівали до температури 40 °С, очистили, нагрівали до температури 65 °С, гомогенізували при тиску $P = 15$ МПа, стерилізували при температурі (121 ± 2) °С з витримкою (15 ± 5) хв, охолоджували до температури заквашування – (37 ± 1) °С і вносили закваску з чистих культур біфідобактерій у кількості 5,0 %, яка містить $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, та проводили ферментацію при температурі (37 ± 1) °С.

Результати проведеної перевірки вибраних видів біфідобактерій на стійкість до інгібіторів росту наведені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Стійкість досліджених штамів біфідобактерій до інгібіторів росту

Вид біфідобактерій	рН 2 од.	рН 9 од.	40 % жовчі	0,4 % фенолу	4,5 % NaCl
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>longum</i>	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	+	+	+	+	+

Примітка: «+» - позитивний результат, «-» - негативний результат

Нами встановлено, що дослідні штами біфідобактерій у процесі розвитку мають стійкість до високої концентрації жовчі, фенолу, низьких та високих показників рН, а також не утворюють каталазу і сірководню, не відновлюють нітрати і нітрити, не розріджують желатину.

Враховуючи, що між штамами біфідобактерій можливий синергізм, внаслідок чого під час сумісного їх використання можуть покращитися їхні технологічні властивості, нами проведені дослідження з визначення можливості використання досліджених штамів біфідобактерій у консорціумі (співвідношення 1:1:1) із вмістом біфідобактерій кожного штаму $1 \cdot 10^4$ КУО/см³.

Дослідження технологічних властивостей вибраних штамів біфідобактерій та їхнього консорціуму проводили за такими показниками, як активність ферментації молока, енергія кислотоутворення, активна кислотність після ферментації (рН), кількість життєздатних клітин у згустку (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Технологічні властивості дослідних штамів біфідобактерій

Вид біфідобактерій	Активність ферментації, год.	Активна кислотність, рН	Енергія кислотоутворення за час ферментації, °Т	Кількість життєздатних клітин у згустку, Lg КУО/см ³
<i>B. bifidum</i>	49±3	4,8±0,2	63±4	8,1±0,2
<i>B. longum</i>	48±5	4,8±0,2	61±2	7,9±0,2
<i>B. adolescentis</i>	49±4	4,7±0,2	64±3	7,8±0,2
Консорціум	32±2	4,7±0,1	66±3	8,9±0,1

Результати експериментів показали, що всі досліджені штами біфідобактерій, а також їхній консорціум дуже повільно ферментують молоко й утворюють нещільні згустки з відокремленням сироватки. Отримані згустки мають низькі показники титрованої кислотності і рН. Це можливо пояснити тим, що при ферментації лактози, як встановлено дослідниками [135, 140, 144, 148, 150, 165, 239], біфідобактерії разом з молочною кислотою накопичують також оцтову кислоту (до 30 трихлороцтової 40 %), яка має значно вищий ступінь дисоціації, що призводить до зниження активної кислотності молока.

Під дією молочної і оцтової кислот відбувається дестабілізація міцели казеїну внаслідок відщеплення від казеїнаткальційфосфатного комплексу і переходу в плазму фосфату кальцію та органічного кальцію, які є його структурними елементами. Фосфат кальцію під дією молочної й оцтової кислот переходить із нерозчинного стану у розчинний лактат кальцію [190, 191, 192, 195]. Таким чином отримані нами дані свідчать, що біфідобактерії здатні розвиватися в присутності лактози, накопичувати біомасу і знижувати активну кислотність молока.

Для визначення стійкості отриманого нами консорціуму біфідобактерій до несприятливих умов кислотності шлунку та залежно від тривалості зберігання готової продукції, опираючись на результати дослідів фахівців з визначення стійкості окремих видів біфідобактерій в умовах наближених до шлунку (соляна кислота рН 2,0 і рН 3,0), а також в умовах зберігання готової продукції (молочна кислота рН 3,0 і рН 4) [144, 150, 153, 200], нами проведено дослідження з визначення життєздатності клітин отриманого консорціуму біфідобактерій до аналогічних несприятливих умов, використовуючи обрану фахівцями тривалість витримки: при використанні НСІ – 5,0 годин, при використанні молочної кислоти – 24 години [150]. У якості контролю використали стерилізоване заквашене молоко. Результати дослідження життєздатності клітин отриманого нами консорціуму біфідобактерій за наявності соляної кислоти при рН 2,0 і рН 3,0 наведені на рис. 3.1.

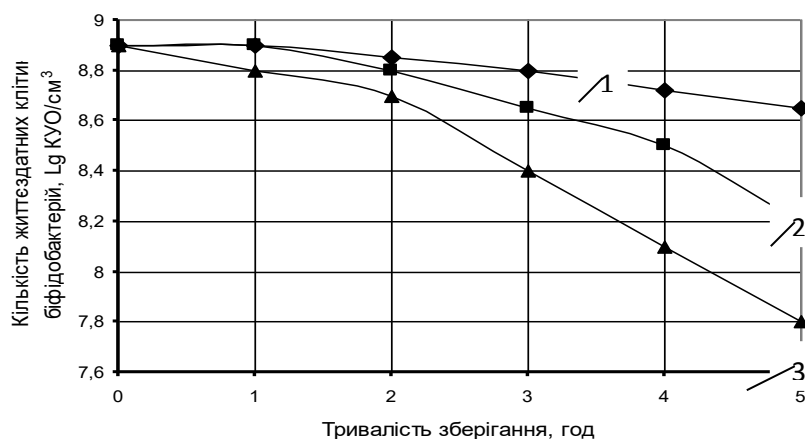


Рис. 3.1. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій

консорціуму від тривалості зберігання в присутності соляної кислоти: 1 – контроль; 2– рН 3,0; 3 – рН 2,0.

Представлені дані свідчать, що кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму протягом 5 годин зберігання за наявності соляної кислоти поступово зменшується. Варто зазначити, що порівняно з контролем кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму втрачається на рівні (%): протягом першої години зберігання при рН 3,0 – 0, другої – 0,6, третьої – 1,7, четвертої – 2,5, п'ятої – 5,2; при рН 2,0, відповідно, 0,6, 1,7, 4,3, 7,1, 9,8. Втрати життєздатних клітин біфідобактерій у консорціумі після п'яти годин зберігання при рН 2,0 майже в 2 рази більше, ніж при рН 3,0.

Результати дослідження життєздатності клітин біфідобактерій у консорціумі в умовах зберігання готової продукції (за наявності молочної кислоти) наведені на рис. 3.2.

За наявності молочної кислоти під час зберігання отриманих згустків протягом 24 год кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму після 6 годин зберігання починає поступово зменшуватись і через 24 години втрата їх при рН 4,0 становить 3,4 %, при рН 3,0 – 6,2 %.

Наведені дані дозволяють зробити висновок, що створений консорціум із використаних штамів біфідобактерій є ефективним і його можливо використовувати при виробництві ферментованих десертних продуктів.

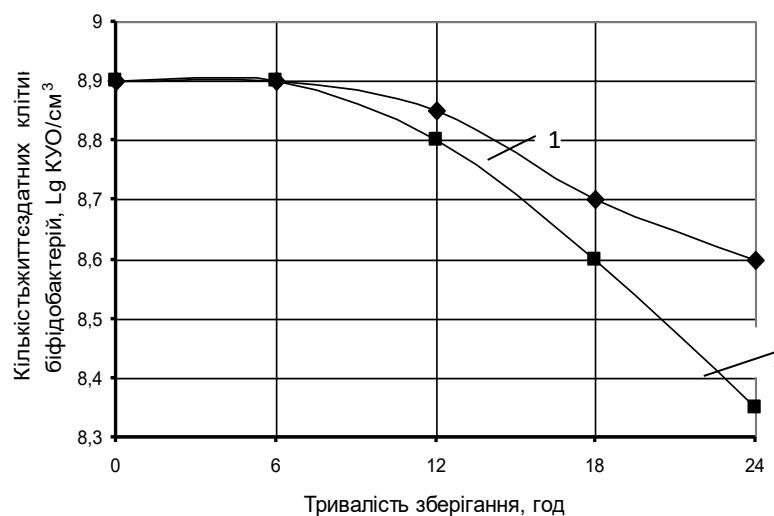


Рис. 3.2. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій

консорціуму від тривалості зберігання за наявності молочної кислоти: 1 – рН 4,0; 2 – рН 3,0.

Отримані експериментальні дані варто розглядати як основу для прогнозування збереження активності біфідобактерій під час проходження через шлунково – кишковий тракт і можливість прижитися у кишківнику, а також дозволяє прогнозувати виживання біфідобактерій у складі молочних ферментованих десертних продуктів у процесі зберігання.

Отримані результати свідчать, що створення консорціумів з окремих штамів біфідобактерій дозволяє значно покращити технологічні властивості біфідобактерій. Якщо під час використання окремих культур згустки утворювались через 48 – 49 годин, то під час використання консорціуму біфідобактерій термін утворення згустків скоротився до 28 – 32 годин, а кількість життєздатних клітин підвищилась у середньому в 3 – 4 рази, що вказує на відсутність взаємного пригнічення використаних штамів біфідобактерій консорціуму, а також на те, що використані штами біфідобактерій у консорціумі стимулюють розвиток одне одного. При цьому органолептичні показники отриманих кисломолочних згустків не змінюються.

Варто зазначити, що чисті культури біфідобактерій потребують анаеробних умов і навіть у консорціумі володіють слабкою кислотоутворюючою здатністю. Для їхнього розвитку необхідні біфідостимулюючі фактори, а також мікроорганізми, які здатні у процесі життєдіяльності збагатити поживне середовище доступними для них азотистими та іншими поживними речовинами.

3.2. Визначення біфідостимулюючих факторів і обґрунтування складу молочної основи для десертних ферментованих продуктів

Під час розробки технологій молочних ферментованих десертних продуктів необхідно обґрунтувати склад молочної основи і визначити фізіологічно функціональні харчові інгредієнти, які здатні стимулювати розвиток біфідобактерій, збагатити продукт біологічно активними речовинами,

підвищити його пробіотичні властивості й одночасно забезпечити отримання певної структури, яка є характерною для молочних десертів. Для здійснення клінічного ефекту на організм людини біфідофактори повинні забезпечити розвиток біфідобактерій у кишківнику на рівні не нижче ніж $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ [201, 221, 222]. У якості стимуляторів росту і розвитку біфідобактерій, нами досліджено наступні пребіотики – фруктоза, лактулоза, концентрат топінамбуру як джерело інуліну, у якості складових стабілізуючої системи – пектин, желатин, крохмаль, рисове і вівсяне борошно для дитячого харчування, які здатні бути не тільки біфідостимуляторами, але й виконувати структуроутворюючу функцію.

На першому етапі роботи проведено дослідження впливу фруктози, лактулози та інуліну як біфідогенних факторів на розвиток біфідобактерій. Роботу з визначення стимулюючої дії біфідофакторів на процес зброджування молока проводили, використовуючи стерилізоване знежирене молоко, у яке вносили закваску у кількості 5,0 % у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією $1 \cdot 10^4$ КУО/см³. У якості контролю використали стерилізоване знежирене молоко без біфідостимуляторів, заквашене консорціумом біфідобактерій у тій же кількості.

У стерилізоване знежирене молоко додавали від 0,1 до 0,5 % фруктози. Отриману суміш нагрівали до температури 40 °С, очищували, нагрівали до температури 65 °С, гомогенізували при тиску $P = (15 \pm 2)$ Мпа і для виключення впливу сторонньої мікрофлори стерилізували при температурі (121 ± 2) °С з витримкою (15 ± 5) хв, охолоджували до температури заквашування – (37 ± 1) °С. В охолоджену суміш вносили стартову культуру і проводили ферментацію до рН 4,6 – 4,7, тобто до утворення згустка. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки фруктози як біфібостимулюючого фактора наведені на рис. 3.3.

Значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, за думкою фахівців, можна пояснити тим, що у процесі молочнокислого бродіння фруктоза є первинною ланкою у метаболізмі біфідофлори. У вигляді фруктозо-

б-фосфату фруктоза долучається до процесу бродіння, що сприяє більш швидкому накопиченню біомаси біфідобактерій [133, 205, 206, 207].

Лактулоза є найбільш дослідженим пребіотиком у світі. Відмінність лактулози від інших цукрів полягає в тому, що вона не перетравлюється у верхньому відділку шлунково – кишкового тракту, а надходить до товстої кишки у незмінному вигляді, де слугує стимулятором росту і розвитку власної біфідо-флори «господаря». У той же час лактулоза не слугує субстратом для патогенної мікрофлори, у тому числі кишкової палички і сальмонели [124, 129, 175].

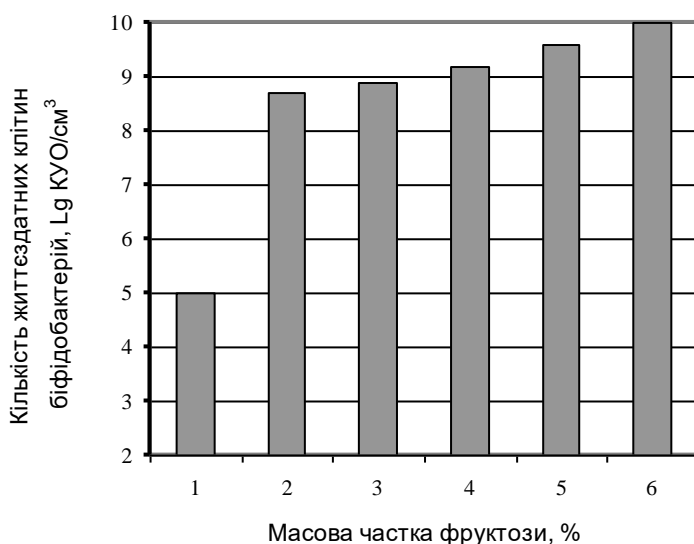


Рис. 3.3. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках від масової частки фруктози: 1 – контроль; 2 – 0,1 %; 3 – 0,2 %; 4 – 0,3 %; 5 – 0,4 %; 6 – 0,5 %.

Сьогодні на ринку України наявний концентрат лактулози «Лактусан» у вигляді сиропу, який містить 40 % лактулози. Клінічними дослідженнями доведено, що він може бути рекомендований як пребіотична добавка під час виготовлення ферментованих кисломолочних продуктів функціональної спрямованості при захворюваннях шлунково – кишкового тракту [140, 203].

Для визначення оптимальної кількості сиропу «Лактусан» у десертних ферментованих кисломолочних продуктах, нами *in vitro* проведено

дослідження, які пов'язані з визначенням пребіотичних властивостей сиропу лактулози за використання консорціуму біфідобактерій (*B. bifidum* + *B. longum* + *B. adolescentis*). Опираючись на відомості з використання лактулози під час виробництва молочних продуктів [152, 197, 204], сироп лактулози вносили у стерилізоване знежирене молоко у кількості, яка відповідала збільшенню концентрації лактулози у молоці від 0,1 до 0,6 %. До підготовленої суміші вносили 5,0 % закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією $1 \cdot 10^4$ КУО/см³. Контролем слугувало стерилізоване знежирене молоко заквашене консорціумом біфідобактерій без додавання лактулози. Технологічну підготовку отриманої суміші до заквашування і процес заквашування проводили так само, як і з використанням біфідостимулятора фруктози. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій від масової частки лактулози у знежиреному молоці наведено на рис. 3.4.

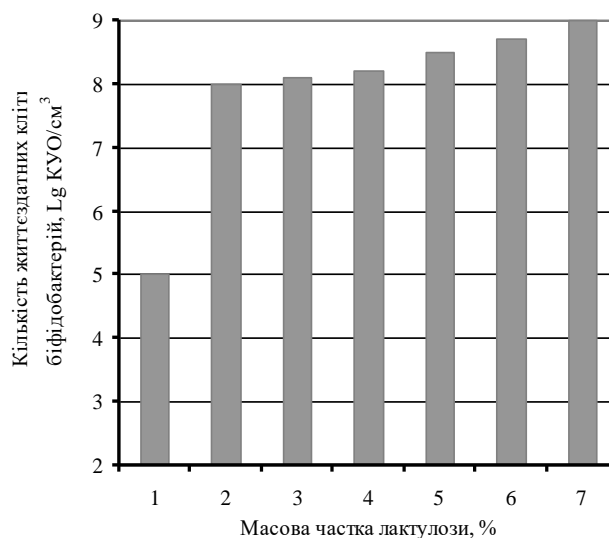


Рис. 3.4. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у згустках від масової частки лактулози: 1 – контроль; 2–0,1 %; 3–0,2 %; 4– 0,3 %; 5 – 0,4 %; 6 – 0,5 %; 7 – 0,6 %.

Наведені дані свідчать, що для досягнення пробіотичного ефекту достатньо внести 0,1 % лактулози, і кількість життєздатних клітин біфідобактерій у процесі ферментації протягом 6 годин порівняно з вихідною

кількістю $1 \cdot 10^2$ КУО/см³ збільшується до $6 \cdot 10^9$ КУО/см³. Це свідчить про те, що кількість біфідобактерій, яка утворюється за наявності 0,1 % лактулози, здатна забезпечити пробіотичний ефект впливу на організм людини.

Відомо, що поряд із пребіотичним ефектом, який забезпечує лікувально-профілактичний вплив на стан пробіотичної мікрофлори кишківника, лактулоза впливає також на функціонування печінки та нервової системи, тому вміст її у кисломолочних продуктах повинен становити не менше 0,6 % [213].

В роботі в якості біфідостимулятора використано також інулін у вигляді сухого водорозчинного концентрату топінамбура, до вуглеводного складу якого входить не менше 70 % інуліну. Наважки концентрату топінамбуру від 0,1 до 0,5 % розчиняли у невеликій кількості стерилізованого знежиреного молока, нагрівали при постійному перемішуванні до температури (90 ± 2) °С, витримували протягом 5 хв, охолоджували до температури (55 ± 2) °С і додавали до стерилізованої молочної основи. Технологічну підготовку отриманої суміші до заквашування і процес заквашування проводили так само і у тій же кількості, як і з використанням біфідостимуляторів фруктози та лактулози.

Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки інуліну як біфібостимулюючого фактора наведена на рис. 3.5.

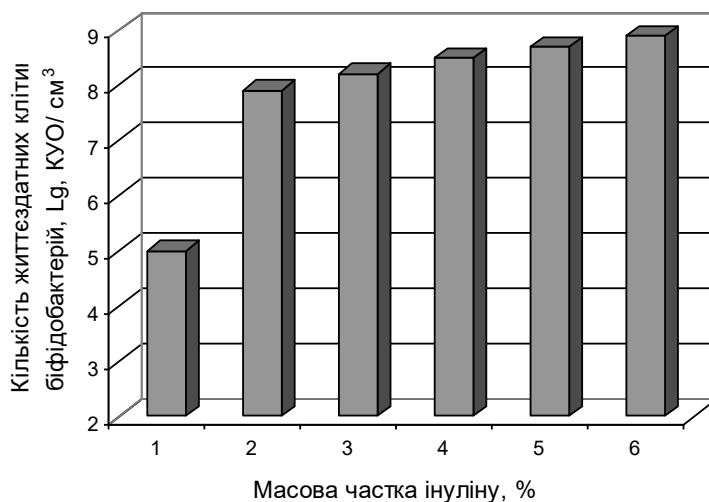


Рис. 3.5. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках залежно від масової частки інуліну: 1 – контроль;

2 – 0,1 %; 3 – 0,2 %; 4 – 0,3 %; 5 – 0,4 %; 6 – 0,5 %.

Під час використання в якості біфідостимулятора інуліну відбувається значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, що можна пояснити хімічним складом концентрату топінамбура, вуглеводи якого представлені інуліном, фруктозою і її похідними. Крім того, до складу концентрату топінамбура входять повноцінні білки, вітаміни, мінеральні речовини, пектини, які теж сприяють покращенню росту і розвитку біфідобактерій.

Таким чином, представлені результати дослідження дії обраних нами біфідостимуляторів свідчать, що добавки фруктози, лактулози та інуліну навіть у кількості 0,1 % здатні забезпечити пробіотичний ефект, стимулювати ріст і розвиток біфідобактерій у знежиреному стерилізованому молоці в кількості значно вищій, ніж $1 \cdot 10^6$ КУО/см³. За думкою фахівців, лактулоза і лактоза гідролізуються до моноцукрів, які виконують роль енергетичного матеріалу для розвитку біфідобактерій. Збродження моноцукрів відбувається фруктозо – глюкозним шляхом. Тому в першу чергу зброджується фруктоза, а глюкоза і галактоза ізомеризуються у фруктозу і також зброджуються до молочної й оцтової кислот [192, 194, 204].

Для визначення раціональних технологічних параметрів процесу зброджування проведено дослідження процесу ферментації стерилізованого знежиреного молока консорціумом біфідобактерій за сумісної наявності вибраних нами біфідостимуляторів – фруктози, лактулози та інуліну. У стерилізоване знежирене молоко вносили попередньо підготовлені біфідостимулятори при температурі (55 ± 2) °С. Подальші операції обробки отриманої суміші проводили у послідовності і технологічних режимах, наведених раніше. До підготовленої суміші вносили 5,0 % закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією $1 \cdot 10^6$ КУО/см³. Контролем було знежирене стерилізоване молоко без стимуляторів росту, заквашене консорціумом біфідобактерій у тій же кількості. Процес ферментації проводили до утворення згустків (рН 4,6 – 4,7). У процесі заквашування визначали зміну

активної кислотності (рис. 3.6), титрованої кислотності (рис. 3.7), а також в'язкість отриманих згустків (рис. 3.8).

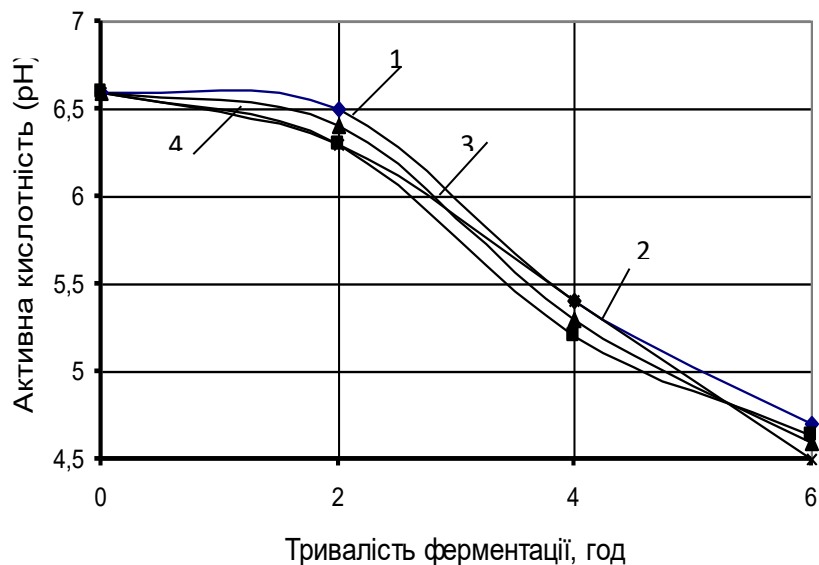


Рис. 3.6. Залежність активної кислотності знежиреного молока з біфідостимуляторами, заквашеного консорціумом біфідобактерій, від тривалості ферментації: 1 – контроль; 2 – фруктоза; 3 – лактулоза; 4 – інулін

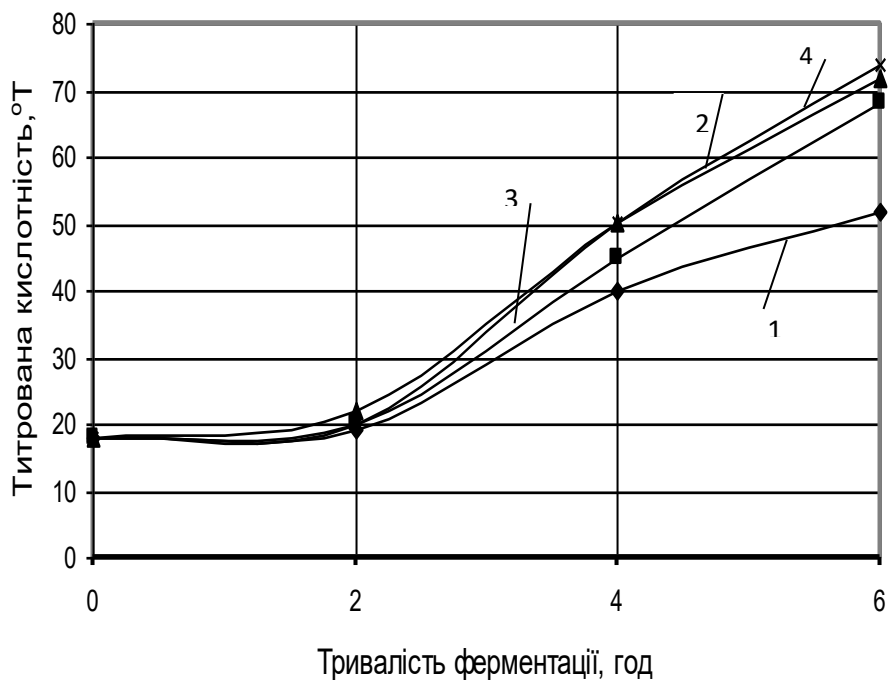


Рис. 3.7. Залежність титрованої кислотності знежиреного молока з біфідостимуляторами, заквашеного консорціумом біфідобактерій, від

тривалості ферментації: 1 – контроль; 2 – фруктоза; 3 – лактулоза; 4 – інулін

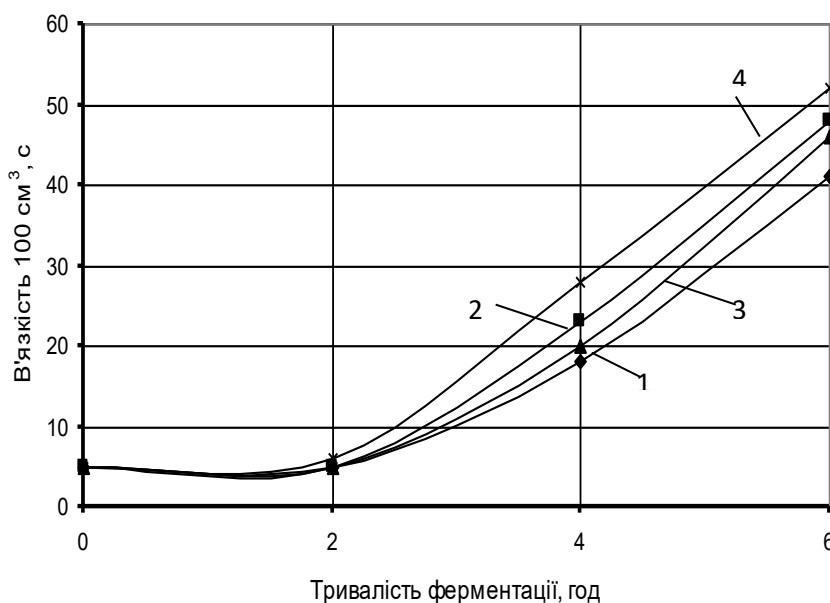


Рис. 3.8. Залежність в'язкості знежиреного молока з біфідостимуляторами, заквашеного консорціумом біфідобактерій, від тривалості ферментації: 1 – контроль; 2 – фруктоза; 3 – лактулоза; 4 – інулін

За час ферментації стерилізованого знежиреного молока консорціумом біфідобактерій, який до утворення згустків триває 6 год, активна кислотність за наявності біфідостимулятора фруктози досягла рівня рН 4,64, лактулози – рН 4,6, інуліну – рН 4,5, без біфідостимуляторів – рН 4,7, в той час як титрована кислотність досягла, відповідно, 68, 72, 74 і 52 %.

Більш низьку активну кислотність порівняно з контролем і значно вищу титровану кислотність зразків з біфідостимуляторами можна пояснити підвищеною активністю біфідобактерій за наявності біфідостимуляторів, під дією яких у процесі бродіння поряд з молочною кислотою утворюється оцтова кислота, яка є більш сильним електролітом порівняно з молочною кислотою.

В'язкість зразків, одержаних з використанням біфідостимуляторів, залишається майже незмінною протягом перших двох годин процесу заквашування і кислотність зразків майже не змінюється. Особливо швидко відбувається наростання в'язкості наприкінці процесу заквашування. Протягом

шести годин процесу ферментації адаптованими культурами середнє значення в'язкості зразків з використанням фруктози досягло 48 с, лактулози – 46 с, інуліну – 52 с, у той час як в'язкість контрольного зразка становила тільки 41 с.

Визначення кількості життєздатних клітин біфідобактерій після шести годин зброджування за наявності біфідостимуляторів показало, що всі отримані згустки мають високі пробіотичні властивості (рис. 3.9).

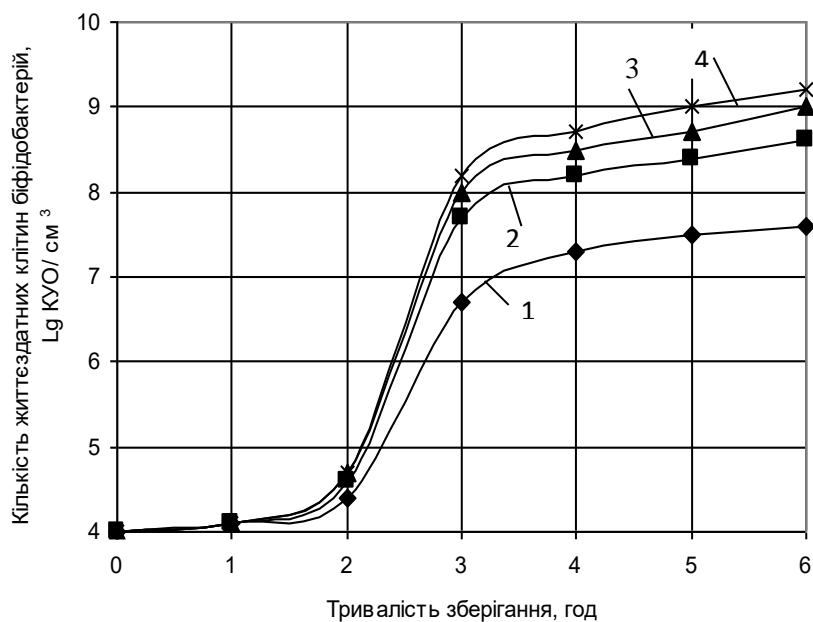


Рис. 3.9. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у знежиреному молоці, заквашеному консорціумом біфідобактерій, від тривалості ферментації: 1 – контроль; 2 – фруктоза; 3 – лактулоза; 4 – інулін.

Таким чином можна зазначити, що для росту і розвитку біфідобактерій найбільш сприятливим середовищем є активна кислотність в інтервалі рН 6,6 – 5,5. Процес ферментації знежиреного молока супроводжується поступовим збільшенням титрованої кислотності і зниженням активної кислотності за рахунок накопичення молочної й оцтової кислот, що призводить до уповільнення наростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, які при досягненні стану гелеутворення (рН 4,6 – 4,7) погано розвиваються.

Отже, отримані нами результати свідчать, що під час використання біфідостимуляторів – фруктози, лактулози та інуліну не тільки збільшується

кількість життєздатних клітин біфідобактерій, але й значно зростає в'язкість отриманих згустків, що сприятливо впливає на органолептичні властивості готового продукту. Таким чином, отриману композицію біфідобактерій з стимуляторами активності їхнього росту і розвитку можна використовувати для створення синбіотиків – комбінації про- і пребіотиків, призначених для виготовлення продуктів функціональної спрямованості.

Основна сировина, тобто молочна основа формує певну структуру продукту з необхідними механічними і реологічними властивостями, а немолочні рослинні компоненти, такі як плодово – ягідні або овочеві добавки, надають ферментованим десертним продуктам привабливого зовнішнього вигляду, підвищують харчову цінність, покращують структуру, подовжують терміни зберігання.

Під час виробництва молочних десертних ферментованих продуктів, знежирених або з низьким вмістом жиру у якості основної сировини доцільно використовувати знежирене молоко, яке у великій кількості залишається на молочних заводах для виробництва вершкового масла і належить до вторинної сировини, що суттєво позначиться на собівартості готової продукції. Лактоза, що міститься у молоці, є основною поживною речовиною для мікроорганізмів закваски, в той час як білки відіграють важливу роль у формуванні структури згустку кисломолочних продуктів. Суттєвим фактором, що визначає якість структури кисломолочних продуктів та її стабільність, є вміст сухих речовин (СР) у молочній основі, який безпосередньо пов'язаний з його густиною. Підвищення вмісту СР у вихідному молоці може бути досягнуте різними методами: шляхом випаровування або концентрування; доданням сухого знежиреного молока (СЗМ); яєчних білків; білків рослинного походження – соєвого або кокосового молока; вівсяного, рисового, перлового, гречаного, кукурудзяного борошна тощо [159, 160, 162, 217, 218].

Якщо кислотність і вміст цукру або цукрозамінника у продукті можна регулювати у процесі виробництва, то в'язкість і консистенція продукту визначається вмістом білка у молочній основі, видом і вмістом доданих до

десертних ферментованих продуктів структуроутворювачів. У зв'язку з цим дуже важливо нормалізувати молоко за кількістю СР, збільшуючи у його складі масову частку сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ). Підвищення у молочній основі вмісту СЗМЗ сприяє збільшенню кількості контактів між частинами казеїну при коагуляції на одиницю об'єму дисперсійного середовища і призводить до більш інтенсивної їхньої взаємодії. Унаслідок цього зростає в'язкість продукту і покращується його консистенція. Відомо також, що збільшення концентрації СЗМЗ у поживному середовищі суттєво стимулює ріст і розвиток біфідобактерій за рахунок збільшення кількості сірковмісних амінокислот. Підвищення їхнього вмісту у молочній основі підвищує титр біфідобактерій, а збільшення у молочній суміші вмісту казеїнаткальційфосфатного комплексу (ККФК) – утворює буферну систему, яка стримує наростання кислотності при збільшенні біомаси [190].

Таким чином, під час виготовлення молочних десертних ферментованих продуктів необхідною технологічною операцією є нормалізація молока за масовою часткою СЗМЗ з використанням СЗМ, а нормалізацію молочної основи за жиром доцільно проводити вершками. Для забезпечення певної консистенції кисломолочних ферментованих продуктів знежирених, або з низьким вмістом жиру рекомендується збільшити вміст СЗМЗ у молочній основі до 18 – 20 % [191].

У якості основної сировини в роботі використали знежирене молоко кислотністю 18 °Т і густиною 1032 кг/м³, яке нормалізували СЗМ для отримання оптимального складу молочної основи за СЗМЗ як поживного середовища для біфідобактерій. Тому нами проведена робота з визначення необхідної кількості СЗМ для отримання молочної основи, яка забезпечить збільшення титру біфідобактерій і надасть певних фізико – хімічних властивостей кисломолочним згусткам. Для визначення раціональної концентрації СЗМЗ у стерилізоване знежирене молоко, яке містить СР 9,0 % , СЗМЗ – 8,95 %, білка – 3,0 %, додавали СЗМ у кількості, яка дозволила збільшити вміст СЗМЗ на 10, 20, 30, 40, 50 %, і становила, відповідно, 9,8 %,

10,7 %, 11,6 %, 12,5 і 13,4 % СЗМЗ у молоці, при цьому кількість білка у молочній основі збільшувалась і становила, відповідно, 3,4, 3,7, 4,1, 4,4, 4,8 %, що стимулює розвиток біфідобактерій. Подальші операції обробки знежиреного стерилізованого і нормалізованого за СЗМЗ молока проводили з використанням технологічних режимів наведених раніше і заквашували 5,0 % закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією $1 \cdot 10^6$ КУО/см³. Контролем було знежирене стерилізоване молоко заквашене консорціумом біфідобактерій у тій же кількості, але без додавання СЗМ. Процес ферментації проводили до рН 4,6.

У процесі роботи контролювали кількість життєздатних клітин біфідобактерій у згустках і термін їхнього утворення. Результати дослідження кінетики накопичення клітин біфідобактерій у процесі ферментації з використанням молочного середовища з різною масовою часткою СЗМЗ представлено на рис. 3.10.

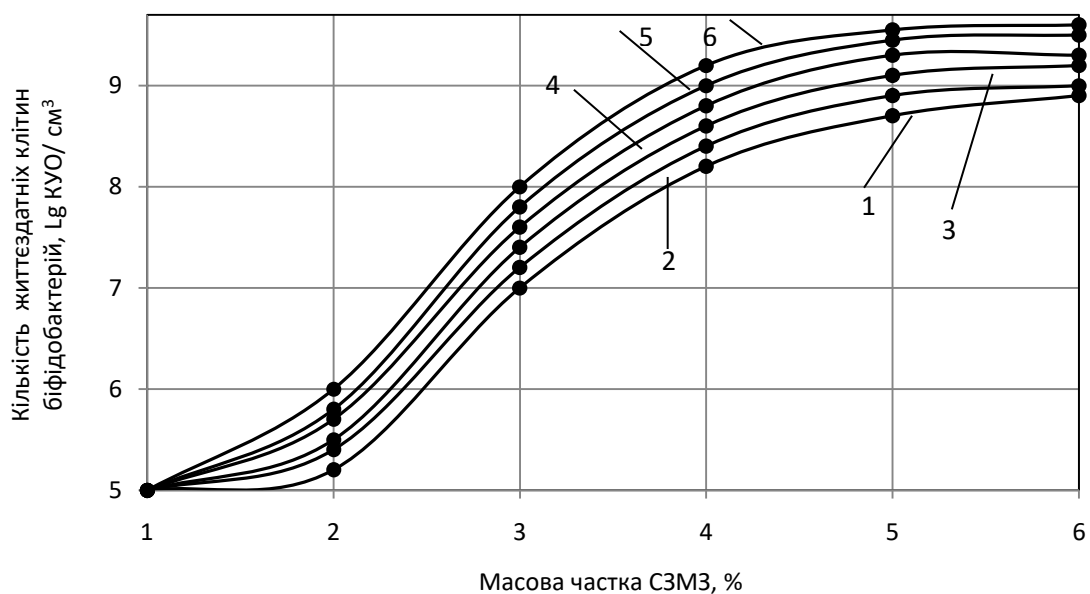


Рис. 3.10. Кінетика росту біфідобактерій в залежності від масової частки СЗМЗ у молоці: 1 – 8,95 % (контроль); 2 – 9,8 % СЗМЗ; 3 – 10,7 % СЗМЗ; 4 – 11,6 % СЗМЗ; 5 – 12,5 % СЗМЗ; 6 – 13,4 % СЗМЗ.

Різне зростання кількості життєздатних клітин у молоці спостерігається

при СЗМЗ 12,5 %. При подальшому збільшенні СЗМЗ у молоці до 13,4 %, кількість життєздатних клітин біфідобактерій підвищується, але при цьому відчувається погіршення смакових властивостей отриманих згустків. Варто зазначити, що збільшення вмісту СЗМЗ у молоці вище 15 % призводить до утворення нещільної структури з погіршеними органолептичними властивостями, яка легко розпадається з відділенням сироватки.

Підвищення у молочній основі вмісту СЗМЗ супроводжується збільшенням масової частки лактози, що сприяє підвищенню кількості життєздатних клітин біфідобактерій, і казеїну, який утворює буферну систему і стримує наростання кислотності при збільшенні біомаси. З підвищенням у молочній основі масової частки СЗМЗ, швидкість утворення згустка зростає.

Тривалість утворення згустка у контрольному зразку з вмістом СЗМЗ 8,95 % становить в середньому 23 – 24 год. При підвищенні масової частки СЗМЗ у молоці тривалість утворення згустків скорочується на 2 – 3 год., але за вмісту СЗМЗ більше 15 % отримані згустки мають не суцільну структуру і розпадаються з відділенням сироватки.

Таким чином, проведені дослідження з визначення раціонального складу молочної основи для виробництва молочних десертних ферментованих продуктів засвідчили, що забезпечити необхідні органолептичні і реологічні властивості, які притаманні молочним десертам, тільки за рахунок підвищення у молочній основі масової частки СЗМЗ неможливо. Погіршенню якості десертних ферментованих продуктів можна запобігти за рахунок стабілізаторів, використання яких дозволяє усунути необхідність подальшого підвищення вмісту СЗМЗ у молоці.

Для надання десертним ферментованим продуктам властивостей, притаманних пастам та пудингам, необхідно використовувати гідроколоїди-стабілізатори, наявність яких дозволить отримати необхідну структуру, забезпечити певну вологість, покращити органолептичні властивості, попередити агрегацію білків молока під час використання фруктів – ягідних

наповнювачів.

3.3. Дослідження процесу біоферментації молочної основи композицією заквасочних культур на основі лакто- і біфідобактерій

У світовій практиці під час виробництва кисломолочних продуктів у якості закваски використовують комбінації біфідо- і лактобактерій.

Біфідобактерії підтримують слабкокисле рН у товстому кишечнику за рахунок синтезу оцтової і молочної кислот, що пригнічує ріст багатьох видів патогенної й умовно-патогенної мікрофлори, а молочнокислі бактерії, зокрема *Lactobacillus acidophilus*, продукують антибіотики ацидофілін і лактоцидин, які володіють значно вищою антагоністичною активністю порівняно з біфідобактеріями відносно до таких тест-культур, як *E. coli*, *B. subtilis*, *S. Epider-mitidis* тощо [137, 139, 140, 143.156, 219, 220].

У результаті проведених нами попередніх досліджень встановлено (табл. 3.3 і 3.4), що під час виробництва молочних десертних ферментованих продуктів доцільно використовувати молочнокислі бактерії *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і / або *Lactobacillus acidophilus*, які мають високий рівень кислотоутворення і продукують значну кількість вільних циклічних і ациклічних амінокислот необхідних для розвитку біфідобактерій, а також *S. thermophilus* чи *L. acidophilus*, які володіють значно вищою β-галактозидазною активністю необхідною для гідролізу лактози порівнянно з іншими мезофільними культурами [145, 221, 222].

Термофільні стрептококи мають здатність поряд з β-галактозидазною активністю підвищувати в'язкість і стабільність кисломолочного згустка, знижувати кислотність. Для підвищення пробіотичних і антагоністичних властивостей молочних десертних ферментованих продуктів у роботі використали консорціум лактобактерій *S. thermophilus* і *L. acidophilus* у співвідношенні 1:1 [234, 235, 236].

Співвідношення біфідо- і лактобактерій здійснює певний вплив на процес заквашування і якість отриманих згустків. Збільшення у складі закваски кількості біфідобактерій, призводить до зниження в'язкості кисломолочних

згустків, подовження процесу сквашування і погіршення органолептичних властивостей, а збільшення вмісту лактобактерій – до підвищення кислотності і погіршення росту і розвитку біфідобактерій.

У зв'язку з цим нами проведені дослідження з визначення впливу сумісного використання консорціумів біфідо- і лактобактерій на енергію кислотоутворення і кількість життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках. Знежирене молоко підігрівали до температури 40 – 45 °С, нормалізували за вмістом СЗМЗ до рівня 12,5 % за допомогою СЗМ, що за результатами наших досліджень забезпечує покращення консистенції ферментованих молочних продуктів і стримує процес синерезису утворених згустків.

Подальшу технологічну обробку отриманої молочної основи проводили у послідовності і технологічних режимах наведених раніше і заквашували композицією консорціумів біфідо- та лактобактерій, які містили $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, взятих у співвідношенні 2: 1.

Результати дослідження впливу консорціумів адаптованих лакто- і біфідобактерій, а також їхніх комбінацій, на енергію кислотоутворення і кількість життєздатних клітин у згустку протягом 6 год. наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Технологічні властивості дослідних композицій мікроорганізмів

Використані мікроорганізми	Активна кислотність, рН	Енергія кислотоутворення за час ферментації, °Т	Кількість життєздатних клітин у згустку, Lg КУО/см ³	
			біфідобактерій	лактобактерій
Консорціум лактобактерій (Lb. acidophilus + Str. thermophilus) (1:1)	4,5±0,2	73±0,5	-	7,2±0,2
Консорціум біфідобактерій (B. bifidum + B. longum + B. adolescentis)(1:1:1)	4,7±0,2	66±0,3	8,9±0,2	-
Композиція (консорціум біфідобактерій + консорціум лактобактерій) (2:1)	4,6±0,2	69±0,5	9,5±0,3	8,0±0,2

Отримані результати свідчать, що при використанні композиції

консорціумів лакто- і біфідобактерій, енергія кислотоутворення композиції порівняно з консорціумом біфідобактерій зростає, але зменшується порівняно з консорціумом лактобактерій, що є сприятливим явищем для росту біфідобактерій.

Також у розвитку біфідобактерій важливу роль відіграють поживні речовини, що накопичуються в результаті життєдіяльності використаних штамів лактобактерій і як наслідок, зростає кількість життєздатних клітин біфідобактерій.

Важливою характеристикою штамів пробіотичних бактерій, які використовуються у виробництві функціональних продуктів, є їхня антагоністична дія на патогенні і умовно – патогенні мікроорганізми.

У зв'язку з цим нами в умовах *in vitro* досліджено антагоністичну активність консорціуму штамів біфідобактерій і їхніх композицій з консорціумом лактобактерій. Для визначення антагоністичної активності використали тест – культури патогенних і умовно – патогенних мікроорганізмів *E. coli*, *Proteus vulgaris*, *B. subtilis* з лабораторії кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету та ВНМУ.

Аналіз антагоністичної активності дослідних зразків проводили, використовуючи метод лунок. У чашках Петрі контролювали розміри зон пригнічення росту патогенних і умовно – патогенних тест – культур при внесенні створених нами консорціумів і їхніх композицій. Результати дослідження антагоністичної активності консорціумів біфідо- і лактобактерій, а також їхніх композицій наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Антагоністична активність консорціумів біфідо- та лактобактерій

n = 3 P ≥ 0,95

Композиції мікроорганізмів	Зона пригнічення росту тест-культур, мм		
	<i>E. coli</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>Bac. subtilis</i>
Консорціум біфідобактерій (<i>B. bifidum</i> + <i>B. longum</i> + <i>B. adolescentis</i>)	22,1±1,2	18,6±2,1	31,3±1,0
Консорціум лактобактерій (<i>L. acidophilus</i> + <i>S. thermophilus</i>)	20,2±2,0	17,4±2,1	28,6±1,2

Композиція (консорціум біфідобактерій + консорціум лактобактерій)	26,7±1,5	23,3±1,3	35,8±1,1
---	----------	----------	----------

Отримані нами дані свідчать, що антагоністична активність консорціуму біфідобактерій вища, ніж консорціуму лактобактерій. При їхньому спільному використанні антагоністична активність підвищується, що свідчить про можливість використання отриманої композиції з біфідо- і лактобактерій під час виготовлення молочних десертних ферментованих продуктів функціональної спрямованості.

Використання комплексних заквасок на основі композиції пробіотичних мікроорганізмів, які дозволяють отримати готовий продукт з великою кількістю життєздатних клітин біфідобактерій і значною антимікробною активністю є новим підходом до створення молочних десертних ферментованих продуктів нового покоління.

3.4. Обґрунтування складу стабілізуючих систем і визначення їхнього впливу на якість десертних ферментованих продуктів

Стабілізатори і стабілізуючі системи відіграють важливу роль у виробництві десертних продуктів, оскільки забезпечують видові характеристики десертів, регулюють процеси структуроутворення, попереджають осідання часточок наповнювача у продуктах та денатурацію білків під час теплової обробки сумішей.

До стабілізаторів, які найкраще проявляють себе у кисломолочних продуктах, зокрема в десертних кисломолочних продуктах, належать пектин, желатин, модифікований крохмаль і сухе молоко [223]. Останнім часом у якості стабілізаторів використовують борошно для дитячого харчування – рисове, вівсяне, гречане тощо. Кожен з них має свої особливості і по-різному впливає на реологічні властивості кисломолочних продуктів.

Харчові волокна є субстратом для нормальної мікрофлори кишківника. Їх дефіцит сам по собі може зумовлювати дисбіотичні явища у мікробіоценозі людини. Тому лікувально – профілактичні властивості харчових волокон добре

співвідносяться з дієтичними властивостями молока і молочних продуктів [224]. У роботі досліджено вплив стабілізаторів рослинного і тваринного походження, використання яких дозволить надати десертним ферментованим продуктам певної консистенції і привабливого зовнішнього вигляду.

Останнім часом у якості стабілізатора в молочній промисловості використовується пектин – гідроколоїд рослинного походження, який належить до пребіотиків, що стимулюють ріст і розвиток біфідобактерій [157].

Нами *in vitro* проведено дослідження з обґрунтування використання раціональної концентрації пектину як стабілізатора, який має пребіотичні властивості і є поживним середовищем для росту власної нормальної мікрофлори шлунково – кишкового тракту людини, а також володіє детоксикуючими і радіопротекторними властивостями. Дослідами на тваринах доведено, що наявності пектину підвищується активність протеолітичних ферментів і покращується процес перетравлення. Це пояснюють здатністю пектину у кишківнику емульгувати жир й усувати його інгібуючу дію на протеоліз білків [138, 148]. Нами досліджено вплив пектину на розвиток біфідобактерій і на фізико – хімічні властивості отриманих кисломолочних згустків.

Наважки пектину від 0,1 до 0,5 % змішували в окремій ємності з 0,1 % фруктози, розчиняли у невеликій кількості знежиреного молока, нагрівали при постійному перемішуванні до температури (90 ± 2) °С, витримували протягом 5 хв, охолоджували до температури (55 ± 2) °С і додавали до молочної основи перед гомогенізацією.

Знежирене і нормалізоване за вмістом СЗМЗ молоко нагрівали до температури (55 ± 2) °С, вносили при перемішуванні розчини добавок пектину з фруктозою, очищували, нагрівали до температури (65 ± 2) °С, гомогенізували при тиску $P = (15\pm 2)$ МПа, пастеризували при температурі (90 ± 2) °С із витримкою 5 – 10 хв, охолоджували до температури заквашування (37 ± 1) °С і вносили 5 % закваски, яка містить $1\cdot 10^6$ КУО/см³ біфідо- та лактобактерій, витримували протягом 24 годин, охолоджували до температури (4 ± 2) °С і

визначали вплив масової частки пектину на рН заквашеноу молочну основу, вологозв'язуючу здатність і в'язкість отриманих структур. У якості контролю використали зразок без добавок пектину.

Результати дослідження впливу пектину на процес розвитку біфідобактерій у нормалізованій за СЗМЗ молочній основі наведено на рис. 3.11.

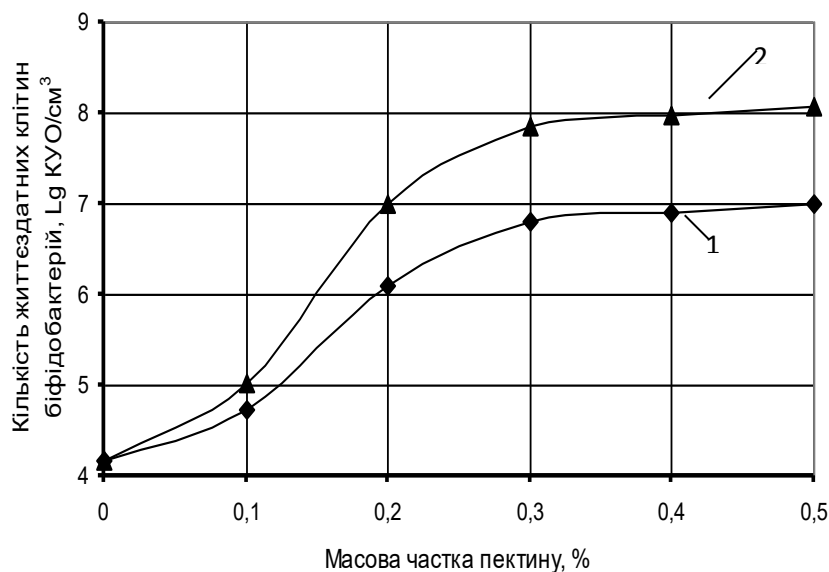


Рис. 3.11. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій від масової частки пектину в молочній основі: 1 – контроль; 2 – з пектином

Отримані дані свідчать, що пектин активізує розвиток біфідобактерій у процесі ферментації. Кількість життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках збільшується з $1 \cdot 10^4$ КУО/см³ до $2,5 \cdot 10^8$ КУО/см³, порівняно з контролем, у якому кількість біфідобактерій зростає з $1 \cdot 10^4$ КУО/см³ до $1,2 \cdot 10^7$ КУО/см³.

Пектин як гідроколоїд зв'язує вологу й утворює пружну структуру з легким гелем, але його надлишковий вміст у продукті здатний порушити процес ферментації під час виготовлення кисломолочних десертних виробів і збільшити тривалість культивування на кілька годин. При масовій частці пектину від 0,4 до 0,5 %, утворюється неоднорідна щільна консистенція і відчувається присмак пектину. Тому кількість пектину, яку доцільно

використовувати у виробництві молочних ферментованих десертних продуктів у якості біфідостимулятора і стабілізатора, обмежили 0,3 %. Варто зазначити, що дослідні зразки з пектином краще відновлювали свою структуру після механічного перемішування, ніж контрольні, що свідчить про яскраво виражені тиксотропні властивості кисломолочного продукту. Наявність пектину впливає на процес сквашування та утворення кисломолочного білкового згустка. Внесення 0,3 % пектину в молочну основу, заквашену композицією біфідо- та лактобактерій, дещо змінює показники титрованої та активної кислотності порівняно з контрольними зразками (рис. 3.12).

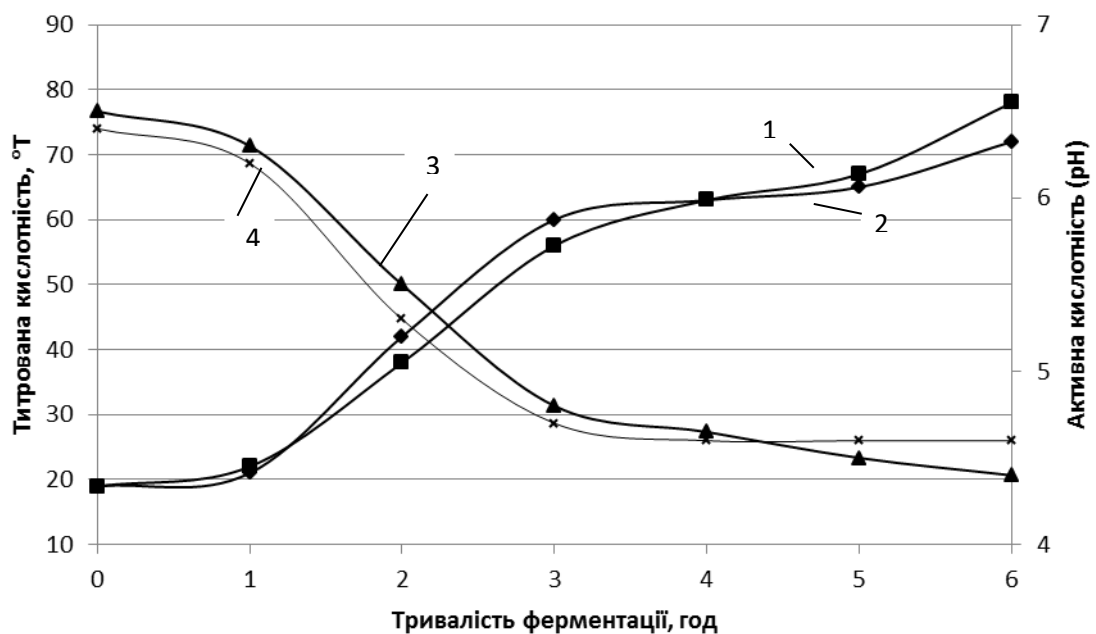


Рис. 3.12. Залежність зміни активної та титрованої кислотності в процесі сквашування від вмісту пектину: титрована кислотність: 1 – контроль; 2 – за наявності пектину; титрована кислотність: 3 – контроль; 4 – за наявності пектину.

На п'ятій годині зброджування у контрольному зразку спостерігається утворення гелю, але консистенція утворених згустків не настільки міцна, за наявності пектину. Титрована кислотність протягом першої години

підвищується у контрольному і дослідному зразках на 6 і 7 °Т відповідно, а протягом наступних двох годин різко зростає і досягає у контрольному зразку 55 °Т, у дослідному – 60 °Т. Починаючи з четвертої години у контрольних зразках відбувається інтенсивне наростання титрованої кислотності і вона майже досягає рівня титрованої кислотності дослідного зразка, наростання кислотності у якому дещо уповільнюється. Через шість годин сквашування титрована кислотність дослідних зразків досягає 72 °Т, контрольних – 77 °Т. За подальшої витримки продукту титрована кислотність дослідних зразків становила (80 ± 2) °Т, контрольних – (88 ± 1) °Т.

Перевірка вологоутримуючої здатності отриманих кисломолочних згустків методом центрифугування показала, що у дослідних зразках з добавками пектину, вологоутримуюча здатність порівняно з контролем зростає на 4,0 %. Таку різницю у вмісті води можна пояснити набуханням пектину, а також появою комплексних структур між молочним білком і пектином за рахунок електростатичних сил, водневих та гідрофобних зв'язків з утворенням трьох-мірної просторової сітки, яка утримує вологу. Ефект стабілізації досягається також шляхом утворення додаткових водневих зв'язків між біополімерами за участю недисоційованих вільних карбоксильних груп.

Отримані дані свідчать, що у процесі заквашування молочної основи з наявності пектину значно збільшується кількість життєздатних клітин, а значення рН дозволяє біфідобактеріям зберігатися у фізіологічно активному стані. Незначне збільшення рН можна пояснити процесом комплексоутворення між амінними групами молочного білка і карбоксильними групами пектину.

Желатин має білкову природу і широко використовується в молочній промисловості у якості гелеутворювача. Гелі желатину концентрацією до 3,0 % належить до коагуляційних, володіють тиксотропними властивостями і здатні відновлювати свою структуру після багаторазового механічного порушення [191].

Желатин як білкова речовина у кислому середовищі несе позитивний заряд, зв'язує вологу й утворює щільні гелі при низьких значеннях рН. Нами

досліджено функціонально – технологічні властивості молочної основи з його добавками. Желатин у кількості від 0,5 до 3,0 % замочували у знежиреному молоці у співвідношенні 1:5, витримували для набрякання протягом 30 – 60 хв, нагрівали при перемішуванні до температури 76 – 80 °С, витримували протягом 5 – 10 хв для повного розчинення і охолоджували до температури (55±2) °С.

У знежирене нормалізоване за вмістом СЗМЗ і нагріте до температури (55±2) °С молоко, вносили добавки попередньо підготовленого желатину.

Подальші операції обробки отриманих сумішей проводили у послідовності і відповідних технологічних режимах і вносили 5 % закваску, яка містить $1 \cdot 10^4$ КУО/см³ біфідо- та лактобактерій, витримували протягом 24 годин, охолоджували до температури (4±2) °С і визначали вплив желатину на зміну рН сквашеної молочної основи, вологозв'язуючу здатність і в'язкість отриманих структур. У якості контролю використали зразки сквашеної молочної основи без желатину. Результати дослідження зміни активної кислотності та вологозв'язуючої здатності сквашеної молочної основи від масової частки желатина наведено на рис. 3.13 і рис. 3.14.

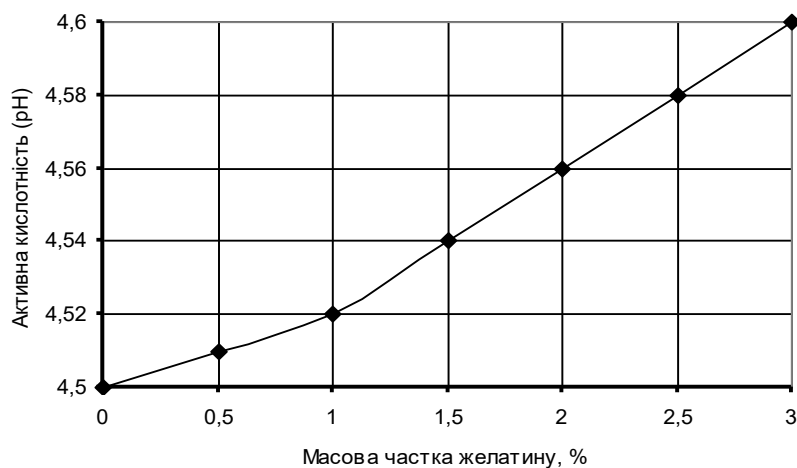


Рис. 3.13. Вплив масової частки желатина на зміну активної кислотності сквашеної молочної основи

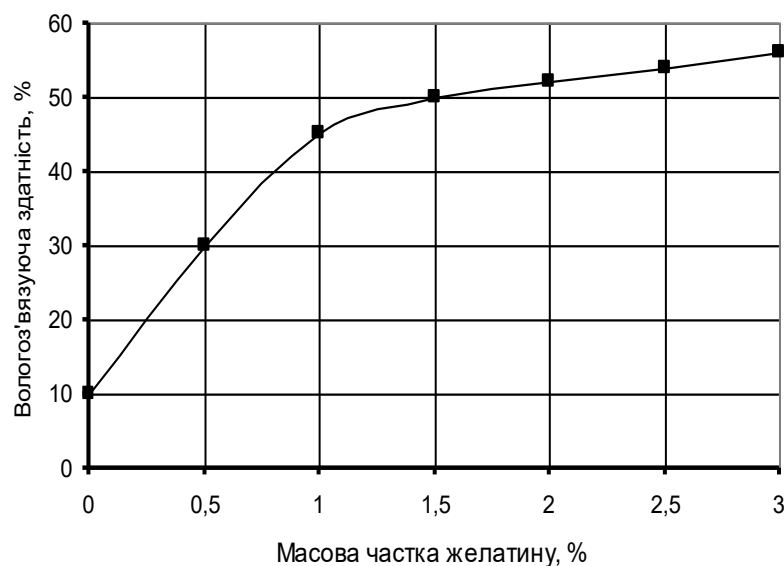


Рис. 3.14. Залежність вологозв'язуючої здатності сквашеної молочної основи від вмісту желатина

Отримані дані свідчать, що з ростом масової частки желатину до 3,0 %, активна кислотність нормалізованого за СЗМЗ молока зміщується у лужний бік. Це явище можна пояснити підвищеним вмістом в амінокислотному складі діаміномонокарбонових кислот, таких як лізин, аргінін, гістидин, що призводить до незначного зміщення рН молочної основи у лужний бік.

Із додаванням желатину 1,5 % масова частка зв'язаної вологи кисломолочними згустками підвищується з 10 % до 50 %. За подальшого збільшення вмісту желатину у білковій основі значного зростання вологозв'язуючої здатності не спостерігається. Здатність желатину зв'язувати вологу можна пояснити особливостями її структури. За низьких значень рН у поліпептидних ланцюгах желатину утворюються надлишкові позитивні заряди, які зумовлюють їхнє взаємне відштовхування і збільшення відстані між її фібрилярними ланцюгами. Порожнини, які при цьому утворюються, заповнюються водою і відбувається набрякання волокон желатину [225].

Здатність желатину добре зв'язувати вільну вологу й утворювати щільні згустки і гелі за рахунок утворення трьохмірної сітчастої структури має велике

значення у молочній промисловості, тому що знижується ризик появи синерезису у виготовлених продуктах, підвищується вихід, знижується собівартість і покращується якість готової продукції.

Результати дослідження зміни ефективної в'язкості сквашеної молочної основи у присутності желатину наведено на рис. 3.15.

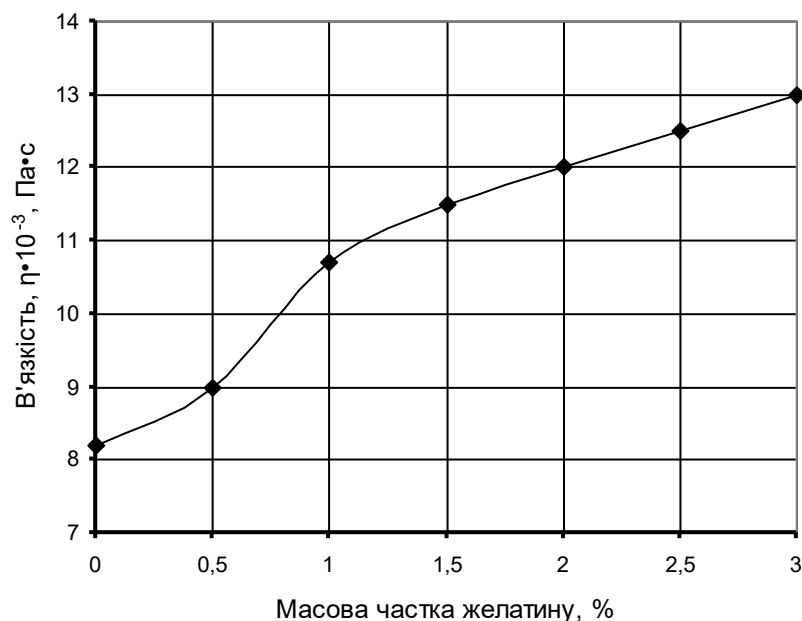


Рис. 3.15. Залежність в'язкості сквашеної молочної основи від вмісту желатину

Порівняно з контролем, в'язкість якого дорівнює $8,2 \cdot 10^{-3}$ Па·с, за наявності желатину у кількості від 0,5 до 3,0 % в'язкість молочної основи зростає від $9,0 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $13,0 \cdot 10^{-3}$ Па·с. При цьому утворюється гладка, блискуча текстура з легким гелем. Отримані зразки мають драгледоподібну консистенцію, приємний однорідний зовнішній вигляд, тиксотропні властивості.

Фахівцями за допомогою електронного скануючого мікроскопа було досліджено кисломолочні продукти з використанням желатину у якості згущувача і встановлено, що процес синерезису попереджає утворена комплексна структура, яка має компакту закриту білкову решітку і дрібні пори [223].

Таким чином, вміст желатину у кількості 1,0 % забезпечує отримання драглеподібної структури без відділення сироватки і зміни органолептичних властивостей.

У молочній промисловості для виробництва кисломолочних продуктів у якості структуроутворювача широко використовується модифікований крохмаль, який належить до нейтральних полісахаридів.

Для отримання драглеподібної консистенції продукту з глянцевою поверхнею, стійкої до розшарування протягом тривалого часу, нами проведено дослідження з визначення раціональної кількості добавки модифікованого крохмалю, яка дозволить отримати структуру, притаманну молочним десертам типу паст і пудингів. Наважки крохмалю від 1,0 до 5,0 г заливали чотирьохкратною кількістю знежиреного молока, нагрітого до температури 30 °С, ретельно перемішували і залишали на 1 годину для набухання.

Протягом цього часу суміш перемішували кілька разів. Отриману суміш при перемішуванні нагрівали до температури (85±2) °С для повного розчинення крохмалю й охолоджували до температури змішування з нормалізованим молоком (55±2) °С.

Подальші операції обробки отриманих сумішей проводили у послідовності і в технологічних режимах та вносили 5 % закваски, яка містить $1 \cdot 10^4$ КУО/см³ біфідо- та лактобактерій, витримували протягом 24 годин, охолоджували до температури (4±2) °С і визначали вплив крохмалю на вологоутримуючу здатність і в'язкість отриманих структур.

У якості контролю використали зразок сквашеної молочної основи без крохмалю. Результати дослідження вологоутримуючої здатності сквашеної молочної основи за наявності крохмалю наведено на рис. 3.16.

Наведені дані свідчать, що крохмаль виконує роль як драглеутворювача, так і стабілізатора отриманих структур. Добавка крохмалю в кількості 5,0 % підвищує вологоутримуючу здатність сквашеної молочної основи порівняно з контролем майже на 20 %, надає суміші яскраво виражених тиксотропних властивостей, але продукт має недостатньо однорідну

консистенцію.

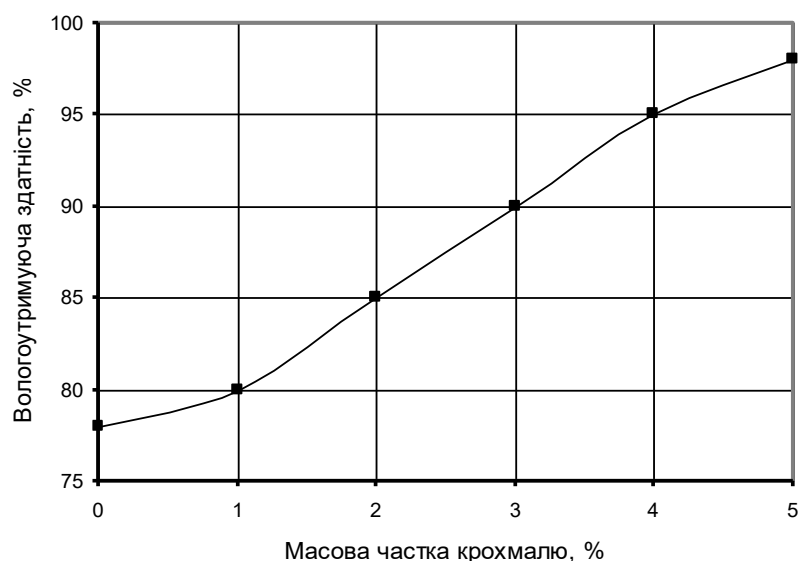


Рис. 3.16. Залежність вологоутримуючої здатності сквашеної молочної основи від вмісту крохмалю

Варто зазначити, що крохмаль впливає на кислотоутворюючу здатність біфідобактерій. Протягом 24 годин у контрольному зразку без крохмалю кислотність отриманих структур досягає майже 88 °Т, у зразках із вмістом крохмалю 5,0 % – не перевищує 76 °Т.

Можна припустити, що крохмаль як нейтральний гідроколоїд безпосередньо не впливає на процес бродіння, але зв'язує вологу і підвищує в'язкість, що перешкоджає розвитку заквасочних культур й уповільнює процес бродіння.

Динамічну в'язкість дослідних зразків із використанням крохмалю визначали за допомогою ротаційного віскозиметра «Reotest-2» (рис. 3.17).

Під час використання 5,0 % крохмалю відчувається його присмак. Тому використання модифікованого крохмалю у складі стабілізуючої системи молочних десертних ферментованих продуктів обмежили до 4 %.

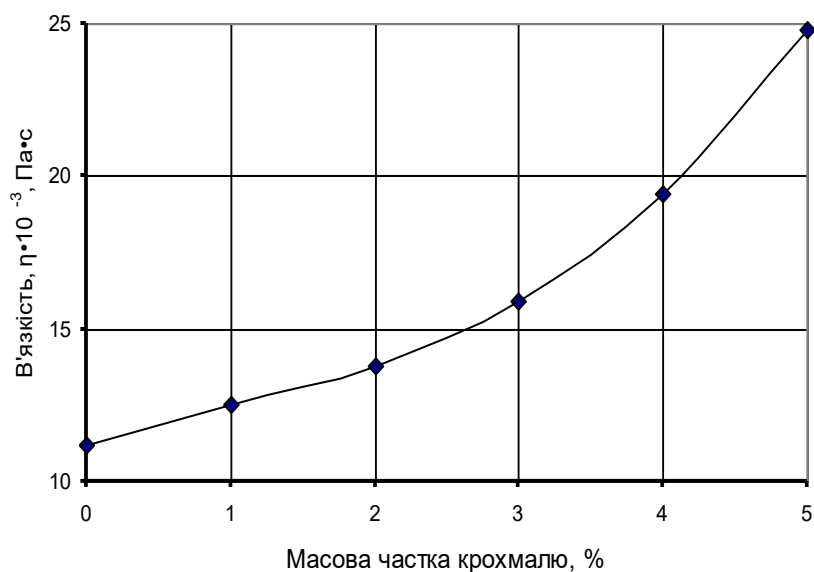


Рис. 3.17. Залежність в'язкості сквашеної молочної основи від вмісту модифікованого крохмалю

До головних вимог продуктів переробки зерна, що використовуються у виробництві молочних десертних продуктів масового вживання, належить відсутність у їхньому складі ферменту ліпази, який гідролізує жир, що може призвести до появи вад у готових кисломолочних продуктах.

Нами проведено дослідження хімічного складу рисового та вівсяного борошна для дитячого харчування, яке використали під час виробництва молочних ферментованих десертних продуктів. Установлено, що до складу рисового борошна входять (%): сухі речовини 86,0, білок – 7,4, жир – 0,6, вуглеводи – 77,5 (в т.ч. крохмаль – 76,7, клітковина – 0,4, моно- та дисахариди – 0,4), мінеральні речовини – 0,5; вівсяного борошна: сухі речовини – 86,0, білок – 13,0, жир – 6,8, вуглеводи – 64,4 (в т.ч. крохмаль – 62,6, клітковина – 1,8), мінеральні речовини – 1,8.

Рисове борошно відрізняється від вівсяного більш високим вмістом крохмалю та мінеральних речовин і меншою кількістю білків та жиру. Крохмаль рисового борошна добре набухає, об'єм його збільшується в 5 – 7 разів, порівняно з вівсяним борошном, крохмаль і білки якого погано

набухають і об'єм їх збільшується тільки в 4,5 рази [161]. Ці види борошна містять значну кількість мінеральних речовин – кальцій, магній, калій, фосфор, вітаміни В₁, В₂, РР, ненасичених жирних кислот – олеїнову і ліноленову, харчові волокна – β-глюкан. Ліноленова кислота належить до поліненасичених жирних кислот, які входять до складу ω-3 – жирних кислот[226]. β-глюкан сприяє зниженню холестерину і уповільнює підвищення рівню цукру у крові після прийому їжі, забезпечуючи баланс цукру і інсуліну.

Проведено дослідження впливу масової частки рисового і вівсяного борошна, а також їх суміші (1:1), на хімічний склад молочно – борошняних композицій на основі знежиреного нормалізованого за вмістом СЗМЗ молока (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Характеристика молочно-рослинних композицій

n = 3 P ≥ 0,95

Показники	Контроль	Масова частка рослинних компонентів, %			
		4	5	6	7
З добавками рисового борошна					
Масова частка сухих речовин, %	12,5±0,1	15,64±0,1	16,42±0,1	17,21±0,1	17,99±0,1
Масова частка жиру, %	-	0,024±0,1	0,03±0,2	0,036±0,2	0,042±0,1
Масова частка білка, %	4,4±0,1	4,52±0,1	4,55±0,1	4,58±0,1	4,61±0,1
З добавками вівсяного борошна					
Масова частка сухих речовин, %	12,5±0,1	15,64±0,1	16,42±0,1	17,21±0,1	17,99±0,1
Масова частка жиру, %	-	0,27±0,2	0,34±0,1	0,41±0,2	0,47±0,2
Масова частка білка, %	4,4±0,1	4,74±0,1	4,83±0,1	4,92±0,1	5,00±0,1
З добавками борошна у співвідношенні 1:1					
Масова частка сухих речовин, %	12,5±0,1	15,64±0,1	16,42±0,1	17,21±0,1	17,99±0,1
Масова частка жиру, %	-	0,15±0,1	0,18±0,1	0,22±0,1	0,26±0,1
Масова частка білка, %	4,4±0,1	4,63±0,1	4,68±0,1	4,75±0,1	4,80±0,1

Контролем слугувало знежирене нормалізоване за вмістом СЗМЗ молоко у якому з'являється незначний присмак, характерний для рослинного борошна. У якості стимулятора росту біфідобактерій до суміші рослинного борошна додавали 0,1 % фруктози і 0,1 % сухого концентрату топінамбура.

Суміш рисового та вівсяного борошна (1:1) у кількості 7,0 % змішували з 0,1 % сухого концентрату топінамбура, 0,1 % фруктози, додавали до

знежиреного нормалізованого за вмістом СЗМЗ і нагрітого до (55 ± 2) °С молока, витримували протягом 30 хв при постійному перемішуванні для набухання крохмалю борошна і розчинення концентрату топінамбура, очищували, нагрівали при перемішуванні до температури (65 ± 2) °С, гомогенізували при тиску $P = (15\pm 2)$ МПа і пастеризували при температурі (95 ± 2) °С з витримкою 5 хв. Висока температура пастеризації обрана у зв'язку з тим, що під час використання рослинних інгредієнтів у молочно – борошняній суміші можуть бути наявні спорові форми мікроорганізмів. В охолоджену до температури (37 ± 1) °С молочно – борошняну суміш вносили 5 % закваски з вмістом біфідо- і лактобактерій $1 \cdot 10^4$ КУО/см³, витримували протягом 18 годин, охолоджували до температури (4 ± 2) °С і визначали вплив рослинного борошна на реологічні властивості молочно – борошняної основи, а також титровану і активну кислотність у процесі сквашування.

Результати дослідження реологічних властивостей молочної основи з добавками рослинного борошна залежно від їхньої масової частки у нормалізованому за вмістом СЗМЗ молоці наведено на рис. 3.18.

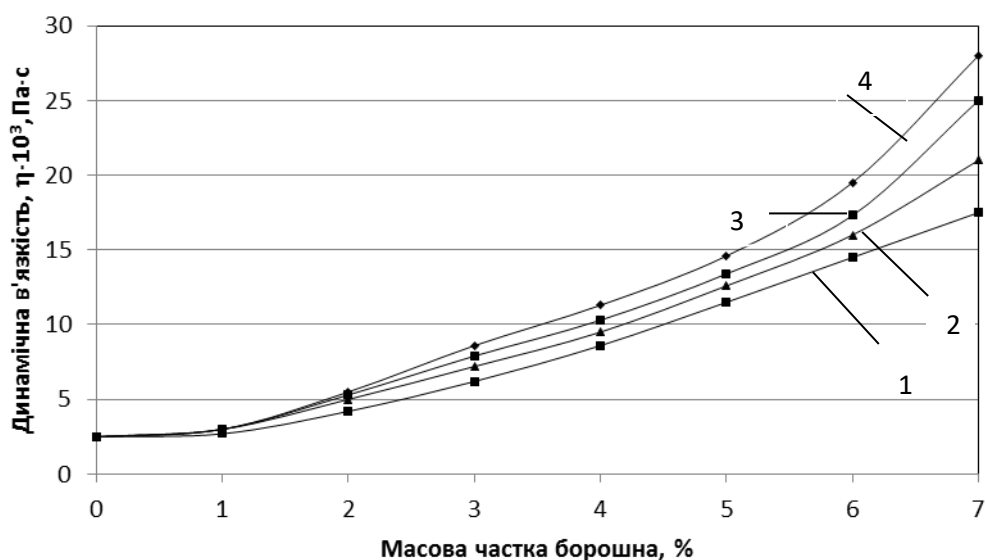


Рис. 3.18. Залежність в'язкості молочно – рослинної суміші від масової частки рослинного борошна: 1 – вівсяне борошно; 2 – суміш борошна (1:1); 3 – рисове борошно.

Представлені дані свідчать, що при сумісному використанні рисового і вівсяного борошна не тільки підвищується харчова і біологічна цінність продукту, але й значно покращуються реологічні властивості отриманої молочно – рослинної основи і її доцільно використовувати під час виготовлення молочних десертних ферментованих продуктів. Утворюється складна гетерогенна система за участю молекул вуглеводів та білків, що збільшує кількість зв'язаної води та міцність структури готового продукту. Найкращі реологічні властивості виявлені у нормалізованому молоці за наявності суміші рослинного борошна 7,0 %.

Результати дослідження зміни активної і титрованої кислотності молочно – рослинної основи залежно від масової частки суміші рослинного борошна, наведені на рис. 3.19.

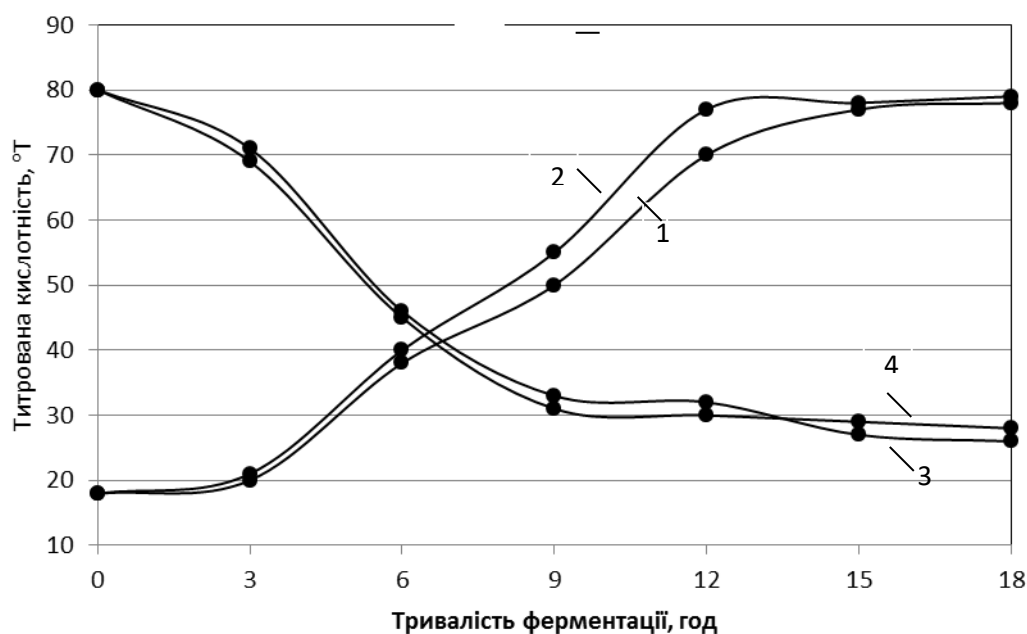


Рис. 3.19. Залежність зміни активної та титрованої кислотності за наявності 7,0 % суміші рослинного борошна в процесі ферментації: 1-2 – 3 год.; 2-3 – 6 год.; 3-4 – 9 год.; 4-5 – 12 год.; 5-6 – 15 год.; 6-7 – 18 год: активна кислотність: 1 – контроль; 2 – молочно – рослинна основа, титрована кислотність: 3 – контроль; 4 – молочно – рослинна основа.

Проведено дослідження впливу рослинного борошна на ріст і розвиток біфідобактерій у знежиреній молочній основі за наявності суміші рослинного борошна із тривалістю ферментації 12 годин (рис. 3.20).

Збільшення масової частки рослинного борошна у нормалізованій молочній основі стимулює ріст і розвиток біфідобактерій у процесі сквашування з $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^9$ КУО/см³. Особливо сприятливою для розвитку біфідобактерій виявилась масова частка рослинного борошна у молочній основі 6,0 і 7,0%. Рослинне борошно стимулює ріст і розвиток біфідобактерій, покращує реологічні властивості кисломолочних згустків.

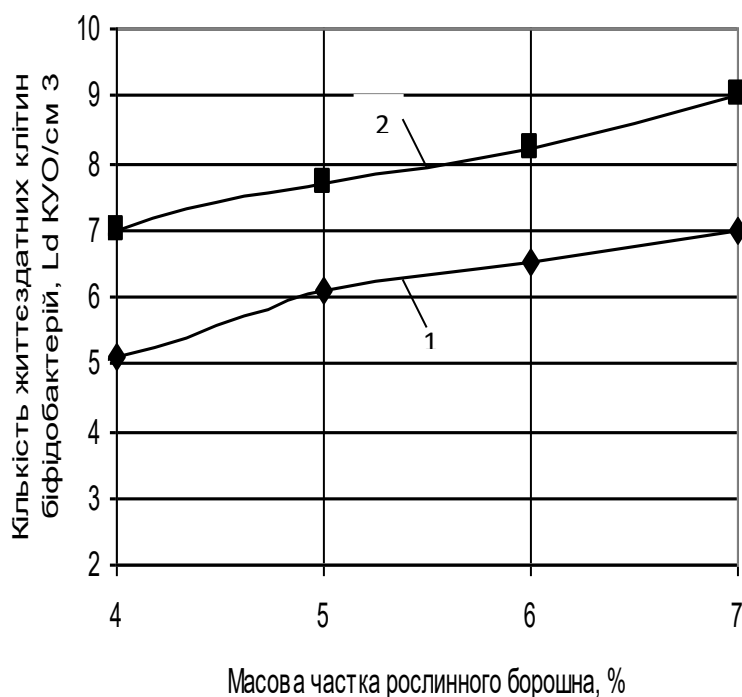


Рис. 3.20. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій від масової частки рослинного борошна у молочній основі: 1 – молочна основа (контроль); 2 – молочно – борошняна основа.

Отриманий ефект можливо пояснити покращеним компонентним складом молочно – борошняної суміші – підвищенням вмісту білка, вітамінів, мікро- та макроелементів, крохмалю. Найбільш доцільною масовою часткою рослинного борошна у молочно – борошняній суміші є 7,0%. Отримані кисломолочні

згустки мають легкий присмак рослинного борошна, драгледобібну консістенцію, характерну для паст та пудингів без відділення сироватки.

Таким чином, досліджений компонентний склад стабілізувочної системи дозволяє отримати десертні продукти, які мають ніжну, драгледобібну, однорідну структуру з глянцевою поверхнею і за зовнішнім виглядом та консістенцією відповідають вимогам до молочних паст та пудингів. Стабілізуючі системи зв'язують вільну вологу і вона стає недостатньою для розвитку мікроорганізмів, що сприяє подовженню термінів придатності до споживання в процесі зберігання.

Таким чином, на основі аналізу мікробіологічних і фізико – хімічних параметрів дослідних зразків експериментальним шляхом нами підібрана і обґрунтована стабілізуюча система з полімерів різної природи. Отримані результати покладено в основу розробки нових рецептур і технологій молочних ферментованих десертних продуктів функціональної спрямованості.

РОЗДІЛ 4

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ДЕСЕРТНИХ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ

В сучасних умовах зростаючої конкуренції поширюються вимоги до якості кисломолочної продукції, зокрема до ферментованих десертних виробів. Зберігання їхніх якісних і харчових властивостей забезпечується різними способами, до яких належать і технологічні фактори: механічна та теплова обробка молока, температура і тривалість сквашування, склад і властивості закваски, структуроутворюючі добавки – стабілізатори консистенції.

4.1. Обґрунтування технологічних параметрів виробництва десертних ферментованих продуктів

Структуру кисломолочних продуктів можна віднести до коагуляційних дисперсних систем. Відомо, що коагуляційні структури утворюються у дисперсних системах шляхом взаємодії між часточками і молекулами через прошарки дисперсійного середовища за рахунок Ван-дер-Ваальсових сил зчеплення. Утворені структури мають тиксотропні властивості, які можна посилити і стабілізувати шляхом використання стабілізаторів, що містять гідрофільні групи.

Критична концентрація макромолекул стабілізаторів обумовлена їхньою специфікою, а також умовами процесу структуроутворення, до яких відноситься температура, кислотність, склад дисперсної системи, час тощо.

Молоко представляє собою складну полідисперсну систему, дисперсні фази якого знаходяться у вигляді колоїдних і тонкодисперсних часточок різної величини. Переважний розмір жирових кульок після механічної обробки у гомогенізаторі становить 1,0 – 1,5 мкм, що запобігає дестабілізації жирової фази і процесу розшарування молочно-жирової суміші [151, 227]. Вважається, що при нагріванні молока до температури 50 – 80 °С відбуваються агрегаційні

зміни оболонок жирових кульок пов'язані з конфірмаційними змінами їх білків, тобто з процесом десорбції з поверхонь оболонок жирових кульок ліпопротеїнових комплексів і заміною їх на білки плазми [167]. При частковому або повному руйнуванні оболонок жир виділяється на поверхні. Гідрофобізація поверхонь жирових кульок сприяє їхньому взаємному притягненню, що є першою ознакою деемульгування [156].

Проведення гомогенізації передбачає дві мети: дроблення жирових кульок для попередження відстою жиру в процесі зберігання продукту і підвищення вологозв'язуючої здатності казеїнового комплексу. Зміна дисперсності жирової фази при механічній обробці молочної сировини у гомогенізаторі обумовлена зменшенням розмірів жирових кульок у процесі гомогенізації до 1,0 – 1,5 мкм і утворенням на їх поверхні білково – ліпоїдних адсорбційних оболонок за рахунок молочних білків і фосфоліпідів [167].

Одержання гомогенної емульсії залежить від наявності необхідної кількості білкових сполук для утворення оболонок жирових кульок, кількість яких збільшується при гомогенізації. Процес гомогенізації може бути ефективним тільки в тому випадку, якщо жир повністю перейшов у рідкий стан. Тому гомогенізацію необхідно проводити при температурі не нижче 50 – 65 °С.

Для отримання молочної основи використали знежирене молоко з масовою часткою жиру 0,05 %, кислотністю 18 °Т, густиною – 1032 кг/м³, нормалізоване сухим знежиреним молоком за вмістом СЗМЗ до 12,5 %, і вершками – до масової частки жиру 2,5 %. Вибір оптимального режиму гомогенізації здійснювали на основі аналізу даних за величинами ефективності гомогенізації та відстою жирової фракції після здійснення гомогенізації при різних значеннях температури (від 55 до 75 °С) та тиску (від 10 до 15 МПа).

Результати дослідження ефективності гомогенізації молочної основи представлені на рис. 4.1.

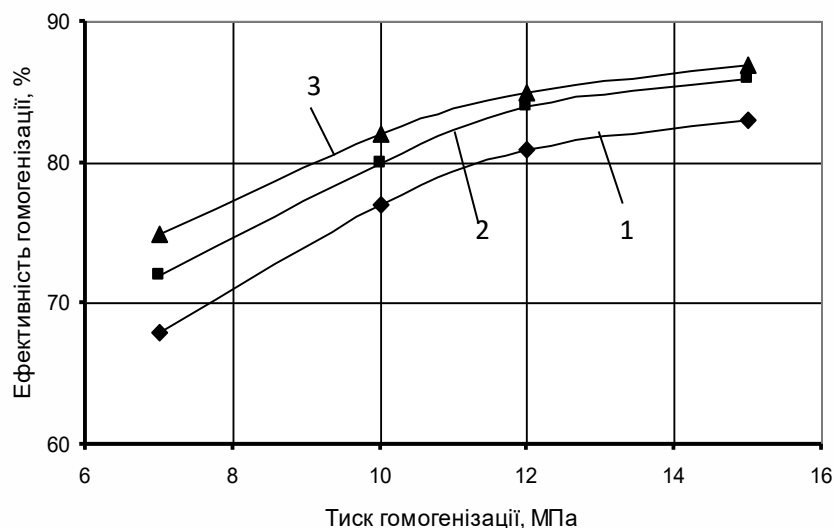


Рис. 4.1. Залежність ефективності гомогенізації молочної основи від тиску і температури: 1 – 55 °С; 2 – 65 °С; 3 – 75 °С.

Під час гомогенізації частина білків плазми молока перерозподіляється на поверхню жирових кульок. При цьому змінюється не тільки склад, але і фізичні властивості оболонок жирових кульок. Їх можна розглядати як білоково – жирові комплекси, які за властивостями наближуються до крупних казеїнових міцел. При ферментації білкові речовини оболонок жирових кульок включаються у структуроутворення кисломолочного згустку. Жирові кульки слугують вузлами структурованої сітки і підвищують її міцність. В'язкість кисломолочного продукту, виготовленого із гомогенізованого молока, зростає у 1,5 – 2 рази [191].

Проведені дослідження доводять, що при підвищенні тиску та температури гомогенізації її ефективність підвищується. При підвищенні тиску гомогенізації збільшується швидкість руху молочно-жирової суміші у клапанній щілині, що призводить до утворення жирових кульок діаметром до 1,0 мкм. При такому розмірі жирових кульок електростатичні сили відштовхування перевищують Ван-дер-Ваальсові сили притягнення, внаслідок чого процес коалесценції жирових кульок неможливий [167, 228]. Підвищення температури гомогенізації сприяє переведенню молочного жиру у рідкий стан,

завдяки чому жирові кульки у клапанній щілині гомогенізатора витягуються, потоншуються і утворюють нові кульки діаметром менше 1,0 мкм, а використання високого тиску гомогенізації сприяє роздробленню жирових кульок і міцел казеїну до субміцел, що призводить до збільшення загальної поверхні білкових глобул, і, відповідно, підвищенню гідрофільних властивостей казеїну. [135, 229].

Для отримання консистенції, притаманної молочним десертам, зокрема пастам і пудингам, разом з нормалізованим за СЗМЗ і жиром молоком використовували суміш стабілізаторів – гідроколоїдів, яка складається з пектину, що має властивості емульгатора, желатина і крохмалю. Для визначення ефективності гомогенізації використали метод відстою.

Результати дослідження ефективності гомогенізації молочної основи наведено на рис. 4.2.

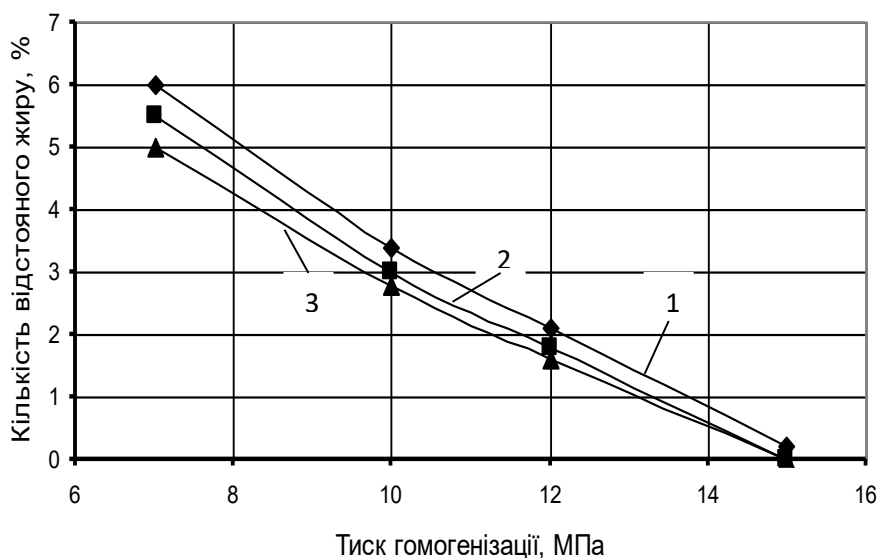


Рис. 4.2. Залежність відстою жирової фази від тиску і температури гомогенізації: 1 – 55 °C; 2 – 65 °C; 3 – 75 °C.

Отримані дані свідчать, що для забезпечення стійкості ферментованих десертних продуктів і розробки технології їх виробництва раціональним режимом гомогенізації слід вважати тиск 15 МПа і температуру 65 °C.

Проведені також експерименти з приводу гомогенізації нормалізованої за СЗМЗ і жиром молочно – борошняної основи з використанням 7 % суміші рисового і вівсяного борошна (співвідношення 1:1), до складу якої входить 0,1 % фруктози та концентрату інуліну, за режимом: тиск 15 МПа і температура 65 °С (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Реологічні характеристики молочно-борошняної основи

n = 3P ≥ 0,95

Показники	Молочно-рослинна основа	
	не гомогенізована	гомогенізована
Динамічна в'язкість, $\eta \cdot 10^{-3}$ Па·с	11,2±0,2	15,0±0,2
Час витікання (при 20 °С), с	36,0±1	44,0±2
Ступінь розшарування, %	27,5±0,1	23,6±0,1

Наведені дані свідчать, що процес гомогенізації дозволяє отримати однорідну, більш стійку до зберігання консистенцію дослідних зразків.

Встановлено, що оптимальний режим гомогенізації в присутності стабілізаторів консистенції – тиск 15 МПа і температура 65 °С, – сприяє утворенню і збереженню тонкодисперсної молочно-жирової емульсії, що забезпечує кінетичну стійкість продукту протягом всього терміну зберігання.

Режим теплової обробки відноситься до головних етапів при створенні технології виробництва кисломолочних ферментованих десертних продуктів функціонального призначення, тому що саме теплова обробка є визначальним фактором якості і харчової цінності продукту, а також тривалості його зберігання.

Доброякісна продукція, яка відповідає вимогам нормативної документації, повинна бути безпечною з мікробіологічної точки зору, і саме теплова обробка є гарантом безпечності та якості готового продукту [135, 155, 156, 191].

Режим пастеризації повинен сприяти повному знищенню патогенних мікроорганізмів, максимальному знищенню сапрофітної мікрофлори, інактивувати ферменти та забезпечити мінімальну зміну кількісного та якісного

складу основних біологічно цінних компонентів продукту.

Пастеризацію молочної суміші проводили після процесу гомогенізації, з метою знищення сторонньої мікрофлори, яка може потрапити в продукт протягом доставки і зберігання молока, попередніх технологічних процесів виготовлення десертних продуктів, а також з використаними добавками. Тому всі компоненти, які вибрали в якості біфідостимуляторів і стабілізаторів, вносили в молочну основу до пастеризації. У зв'язку з цим виникла необхідність у дослідженні впливу режиму пастеризації на її ефективність під час виробництва десертних ферментованих продуктів.

У теперішній час на молокопереробних підприємствах для виробництва продуктів переробки молока використовують досить жорсткі режими пастеризації. Це обумовлено, в першу чергу, високим бактеріальним забрудненням сировини, а також необхідністю одержати продукт з подовженим терміном зберігання, який за останніми даними не повинен бути менше 7 діб.

В технологічних процесах виробництва молочних десертних продуктів використовують наступні режими пастеризації: желе – $t = (85 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 2 - 3$ хв; кисломолочних напоїв – $t = (92 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 2 - 8$ хв; пасти ацидофільної – $t = (90 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 2 - 3$ хв; пасти вершкової – $t = (92 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 2 - 3$ хв; пудингу молочного – $(90 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 50 - 60$ с тощо [97, 218].

З огляду на вказані режими пастеризації, в роботі було досліджено ефективність пастеризації синбіотичного продукту, визначено кількісний і якісний склад мікрофлори до і після пастеризації за режимами, які використовуються під час виробництва десертних продуктів: $(85 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $(90 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, $(92 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$. У дослідних зразках визначали вміст колонієутворюючих МАФАМ, термостійких мікроорганізмів та БГКП. Результати дослідження мікрофлори до і після пастеризації синбіотичного продукту наведено в табл. 4.2.

У зв'язку з тим, що до складу молочної основи входить знежирене молоко, яке отримують шляхом сепарування сирого незбираного молока, кількість МАФАМ і термостійких мікроорганізмів у не пастеризованому

синбіотичному продукті на порядок вище, ніж у пастеризованих зразках при температурі (85 ± 2) °С.

Таблиця 4.2

Вплив режиму пастеризації на мікрофлору молочної і молочно-рослинної основи

$n = 3 P \geq 0,95$

Режими пастеризації	Залишкова кількість клітин мікроорганізмів, КУО/см ³		
	МАФАМ	Термостійкі	БГКП
Не пастеризований	$(67,9\pm 0,32) \cdot 10^4$	$(52,5\pm 0,12) \cdot 10^3$	$(1,3\pm 0,1) \cdot 10^2$
$t = (85\pm 2)$ °С, $\tau = 2$ хв	$(25,3\pm 0,2) \cdot 10^3$	$(12,4\pm 0,22) \cdot 10^2$	відсутні
$t = (90\pm 2)$ °С, $\tau = 2$ хв	$(2,6\pm 0,12) \cdot 10^2$	$(0,6\pm 0,15) \cdot 10^2$	відсутні
$t = (92\pm 2)$ °С, $\tau = 2$ хв	$(1,2\pm 0,02) \cdot 10^2$	$(0,3\pm 0,01) \cdot 10^2$	відсутні

Із підвищенням температури пастеризації з (85 ± 2) °С до (90 ± 2) °С кількість колонієутворюючих МАФАМ зменшується майже у 100 разів, термостійких мікроорганізмів – у 20 разів, БГКП – у 3 рази. При подальшому підвищенні температури пастеризації до (92 ± 2) °С, кількість всіх мікроорганізмів скорочується в два рази. Тобто вирішальний вплив температури на мікрофлору синбіотичного продукту відбувається під час пастеризації при температурі (90 ± 2) °С.

Ефективність пастеризації в залежності від використаного режиму теплової обробки синбіотичних продуктів наведена в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Ефективність теплового оброблення в залежності від режиму пастеризації

$n = 3 P \geq 0,95$

Режим пастеризації	Ефективність пастеризації, %
	КМАФАнМ
$t = (85\pm 2)$ °С, $\tau = 2$ хв	$98,27\pm 0,2$
$t = (90\pm 2)$ °С, $\tau = 2$ хв	$99,62\pm 0,12$
$t = (92\pm 2)$ °С, $\tau = 2$ хв	$99,82\pm 0,02$

Як свідчать наведені дані, режим пастеризації синбіотичного продукту при $t = (85\pm 2)$ °С, $\tau = 2$ хв не забезпечує необхідний ефект теплової обробки, за винятком БГКП, які повністю знешкоджуються.

Лише застосування високотемпературної пастеризації при температурі (90 ± 2) °С і (92 ± 2) °С з витримкою 2 хв. дозволяє гарантувати безпечність

пастеризованої молочної суміші. Залишкова мікрофлора під час високотемпературної пастеризації дослідних зразків представлена споровими мікроорганізмами, які з біохімічної точки зору мало активні, і при низьких температурах зберігання молочних продуктів (4 ± 2) °C не розвиваються [183, 147].

Аналізуючи отримані дані варто відзначити, що ефективність пастеризації синбіотичних продуктів на молочній основі при температурі (90 ± 2) °C і (92 ± 2) °C з витримкою 2 хв відрізняється незначно, тому для їх пастеризації можливо використовувати тепловий режим (90 ± 2) °C з витримкою 2 хв.

Під час використання рослинних інгредієнтів у молочно – борошняній суміші можуть бути наявні спорові форми мікроорганізмів, тому температуру пастеризації при використанні молочно – рослинної основи встановлено (95 ± 2) °C.

Проведено дослідження впливу пастеризації молочно – рослинної основи при температурі (95 ± 2) °C на кількість залишкової мікрофлори залежно від тривалості теплової обробки протягом 2, 5 і 7 хв (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Вплив режиму пастеризації на мікрофлору молочно - рослинної основи

n = 3 P \geq 0,95

Режим пастеризації	Залишкова кількість клітин мікроорганізмів, КМАФАнМ КУО/см ³
До пастеризації	$(68,9\pm 0,3)\cdot 10^4$
t = 95 °C, τ = 2 хв.	$(2,0\pm 0,3)\cdot 10^2$
t = 95 °C, τ = 5 хв.	$(1,5\pm 0,3)\cdot 10^2$
t = 95 °C, τ = 7 хв.	$(1,2\pm 0,2)\cdot 10^2$

Отримані мікробіологічні дані свідчать, що пастеризація молочно – рослинної основи при t = 95 °C з витримкою 5 і 7 хв призводить до більш значного зниження кількості залишкової мікрофлори, ніж із витримкою 2 хв.

У той же час отримані результати свідчать, що при витримці 5 і 7 хв,

значної різниці у кількості МАФМ і спорових мікроорганізмів не виявлено. Після пастеризації у всіх досліджених зразках на молочно – рослинній основі не виявлені дріжджі і пліснява в 1 г продукту, а також БГКП – в 10 г продукту.

Результати дослідження реологічних характеристик молочно – рослинної основи залежно від тривалості теплової обробки при $t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$ наведені у табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Реологічні характеристики молочно - рослинної основи в залежності від тривалості теплової обробки

$n = 3 P \geq 0,95$

Тривалість витримки	Реологічні характеристики	
	Динамічна в'язкість, $\eta \cdot 10^{-3}$, Па·с	Час витікання (20 °C), сек
$t = 95^{\circ}\text{C}$, $\tau = 2$ хв.	15,5±0,2	49±2
$t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 5$ хв.	17,2±0,2	55±2
$t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 7$ хв.	18,0±0,2	58±2

Отримані нами дані свідчать, що реологічні показники молочно-рослинної основи пастеризованої при режимі $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ з тривалістю витримки 5 і 7 хв відрізняються незначно, тому в подальшій роботі використали режим пастеризації $t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 5$ хв.

Суттєву роль у технології молочних продуктів з використанням стабілізуючих систем відіграє процес структуроутворення, який відбувається як між молочними білками і стабілізаторами, так і між використаними стабілізаторами [231].

Нами проведено дослідження їхнього сумісного впливу, як на процес розвитку біфідо- і лактобактерій, так і на їхні структурно-механічні властивості [230]. Контрольними зразками були кисломолочні згустки, отримані ферментацією нормалізованого за СЗМЗ і жиром молока без використання біфідостимуляторів і стабілізаторів структури. Підготовлені розчини стабілізаторів перед внесенням до молочної або молочно – борошняної основи змішували при температурі $(55 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Під час виготовлення десертів на молочній основі у нормалізоване за

СЗМЗ і жиром молоко додавали суміш підготовлених біфідостимуляторів та стабілізаторів у попередньо встановленій нами раціональній кількості.

Отримані суміші при температурі (55 ± 2) °С очищували, нагрівали при перемішуванні до температури (65 ± 2) °С, гомогенізували під тиском $P = (15 \pm 2)$ МПа, пастеризували у режимах: на молочній основі – (90 ± 2) °С $\tau = 2$ хв, на молочно-борошняній основі – (95 ± 2) °С $\tau = 5$ хв, охолоджували до температури заквашування (37 ± 1) °С, заквашували адаптованою композицією біфідо- та лактобактерій у кількості 5 %, яка містила $1 \cdot 10^4$ КУО/см³, витримували протягом 6 год, охолоджували до температури (4 ± 2) °С і визначали вплив використаних стабілізаторів структури на розвиток пробіотиків, титровану та активну кислотність, в'язкість та синеретичні властивості кисломолочних структур.

Закінчення процесу ферментації визначали за показниками титрованої й активної кислотності. Результати дослідження впливу біфідостимуляторів і стабілізаторів на фізико-хімічні властивості отриманих кисломолочних згустків наведено на рис. 4.3. і 4.4.

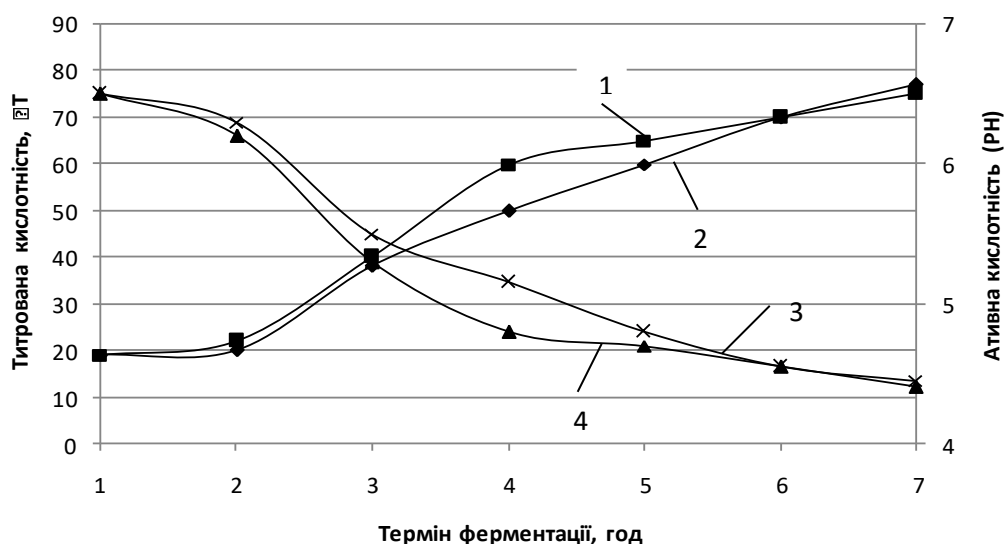


Рис. 4.3. Кінетичні зміни титрованої й активної кислотності десертного продукту на молочній основі у процесі ферментації: активна кислотність: 1 – контроль; 2 – за наявності добавок, титрована кислотність: 3 – контроль; 4 – за наявності добавок.

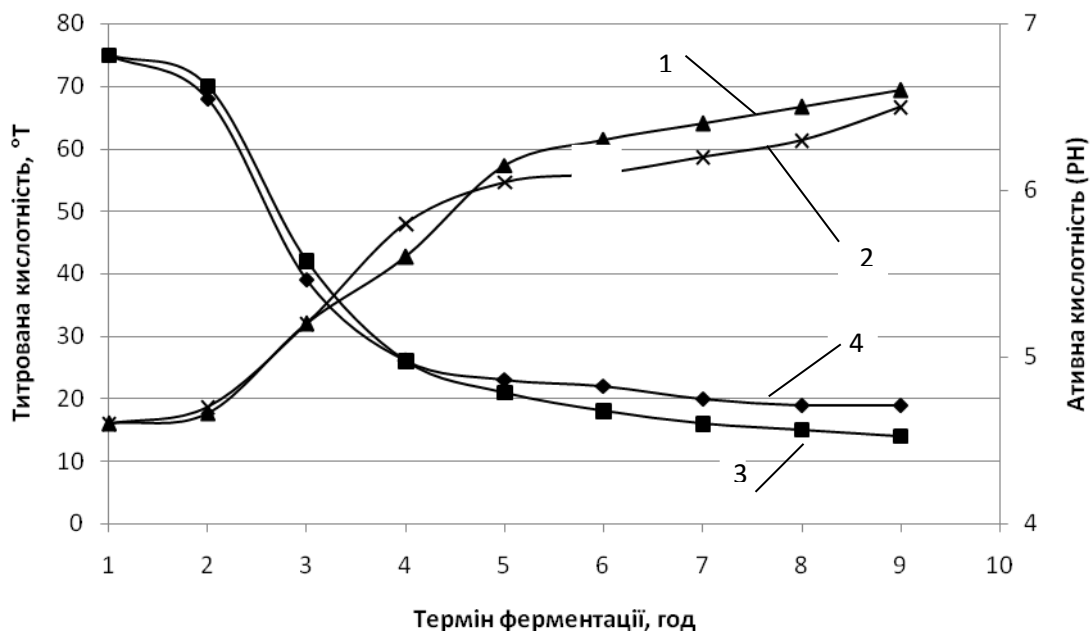


Рис. 4.4. Кінетичні зміни титрованої й активної кислотності десертного продукту на молочно – борошняній основі у процесі ферментації: активна кислотність: 1 – контроль; 2 – за наявності добавок, титрована кислотність: 3 – контроль; 4 – за наявності добавок.

Процес гелеутворення починається на третій і майже закінчується на п'ятій годині процесу ферментації. Тривалість lag- фази при ферментації десертних продуктів з гелеподібною структурою становить 1 годину, що свідчить про правильну визначеність складу і кількості біфідостимуляторів. Найбільш різке підвищення титрованої і зниження активної кислотності відбувається з третьої по п'яту годину ферментації. Титрована кислотність дослідних зразків десертних продуктів на молочній основі через шість годин ферментації становить 72 °Т, контрольних – 85 °Т, на молочно – борошняній основі – 78 °Т і 82 °Т, активна кислотність, відповідно, – 4,7 і 4,5 та 4,4 і 4,5. Проведено дослідження росту і розвитку біфідо- і лактобактерій у процесі ферментації до рН 4,6 молочної основи (рис. 4.5 і рис. 4.6), а також молочно – борошняної основи (рис. 4.7 і рис. 4.8) консорціумами біфідо- і лактобактерій за наявності біфідостимуляторів і стабілізаторів.

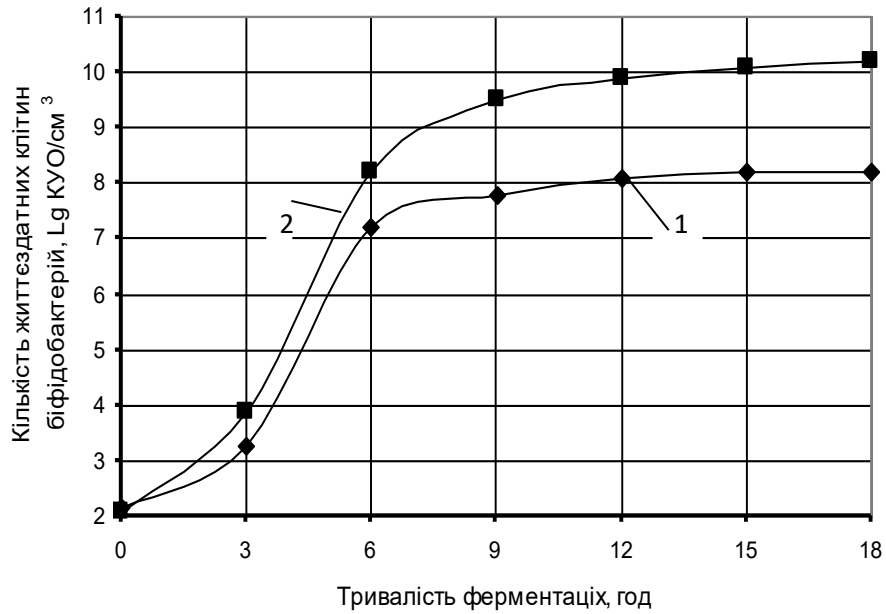


Рис. 4.5. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у десертних сумішах на молочній основі у процесі ферментації: 1 – контроль; 2 – за наявності біфідостимуляторів та стабілізаторів

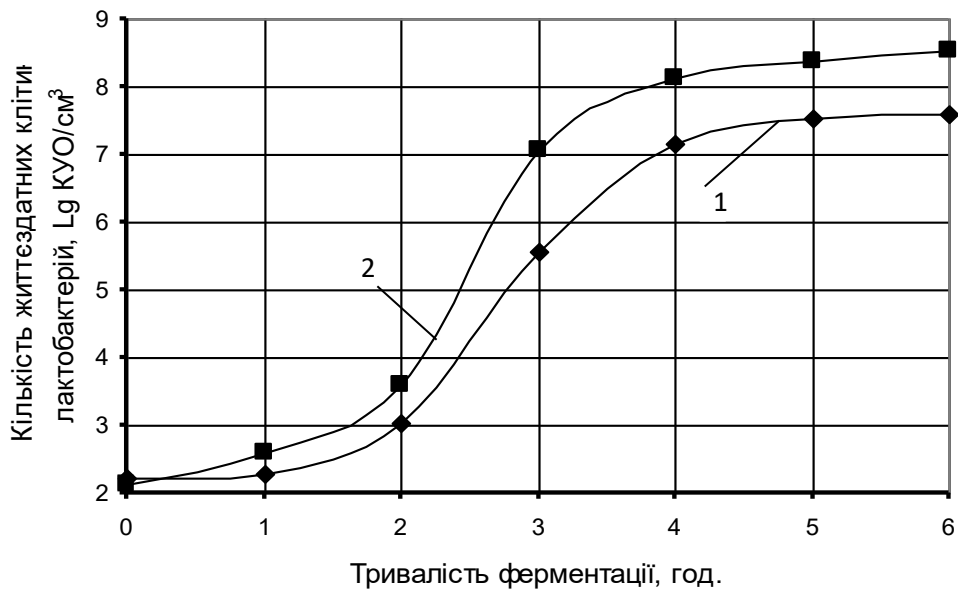


Рис. 4.6. Залежність кількості життєздатних клітин лактобактерій у десертних сумішах на молочній основі у процесі ферментації: 1 – контроль; 2 – за наявності біфідостимуляторів та стабілізаторів

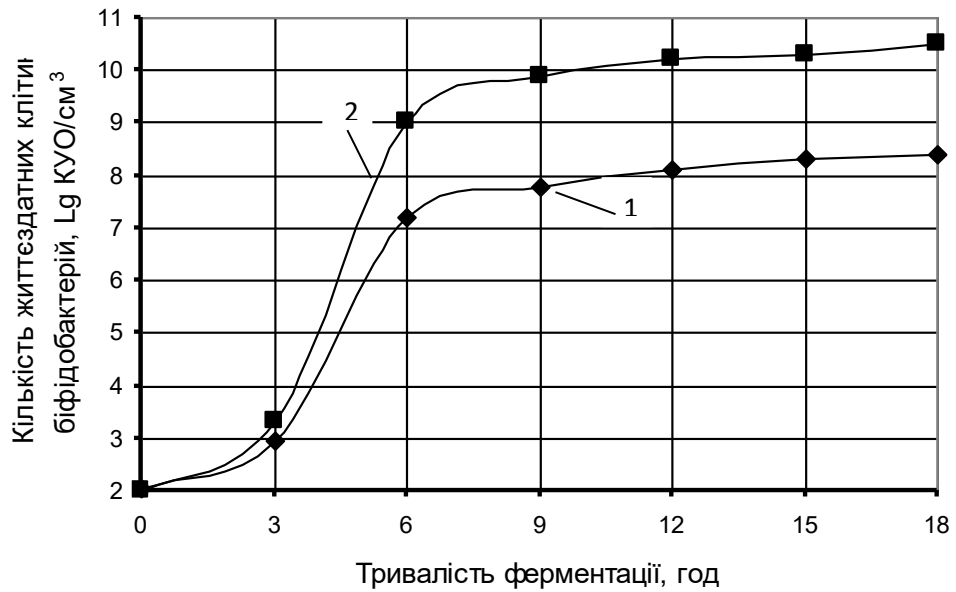


Рис. 4.7. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у десертних сумішах на молочно-борошняній основі від тривалості ферментації: 1 – контроль; 2 – за наявності біфідостимуляторів та стабілізаторів

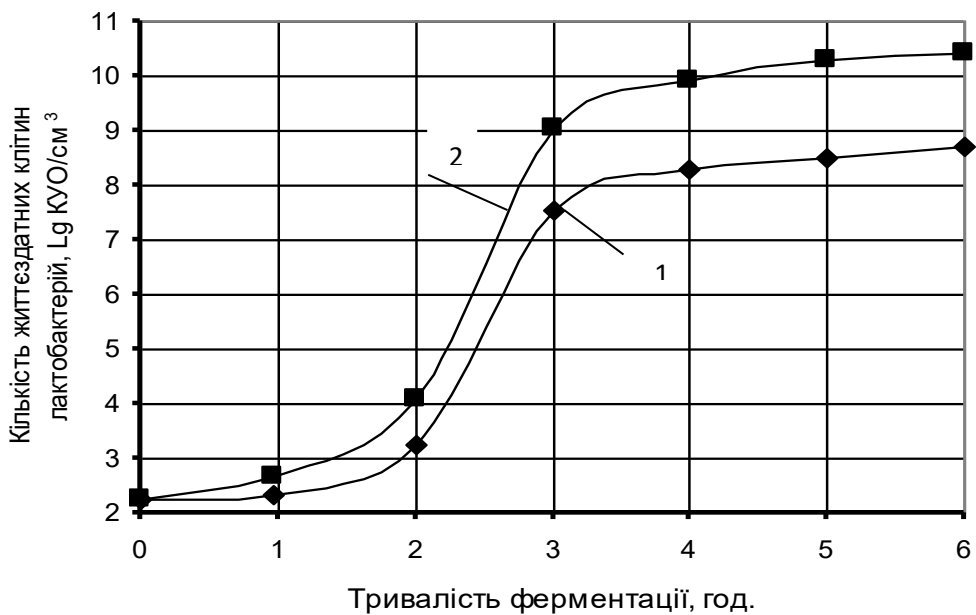


Рис. 4.8. Залежність кількості життєздатних клітин лактобактерій у десертних сумішах на молочно-борошняній основі від тривалості ферментації: 1 – контроль; 2 – за наявності біфідостимуляторів та стабілізаторів

Проведено дослідження зміни реологічних властивостей десертних

продуктів на молочній (рис. 4.9) і молочно – борошняній основі (рис. 4.10) у процесі ферментації.

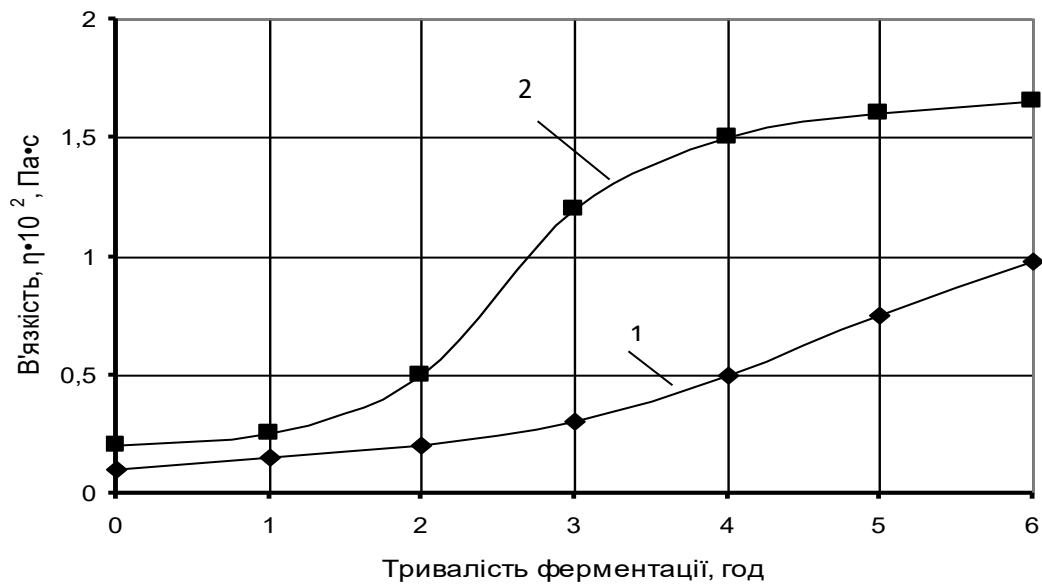


Рис. 4.9. Кінетичні зміни в'язкості десертного продукту на молочній основі в процесі ферментації: 1 – контроль, 2 – за наявності добавок

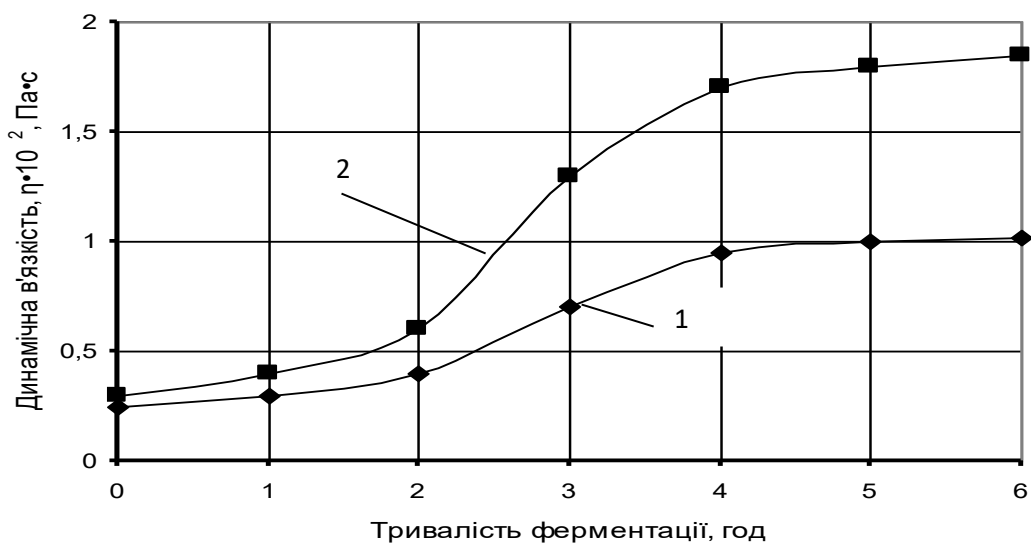


Рис. 4.10. Кінетичні зміни в'язкості десертного продукту на молочно-борошняній основі у процесі ферментації: 1 – контроль, 2 – за наявності добавок.

В'язкість визначали за допомогою віскозиметра «Reotest-2» (градієнт швидкості зсуву $Dr = 0,3333 \text{ c}^{-1}$).

Установлено, що процес структуроутворення за наявності рослинного борошна відбувається повільніше, але через 5 год ферментації досягає рівня $1,85 \cdot 10^2$ Па·с, у той час як на молочній основі процес структуроутворення майже закінчується на рівні $1,65 \cdot 10^2$ Па·с.

4.2. Дослідження впливу плодово-ягідних наповнювачів на якість десертних ферментованих продуктів

Важливою складовою будь-якого продукту є смакові наповнювачі, які не тільки формують органолептичні властивості, але й збагачують продукти біологічно-активними інгредієнтами – вітамінами, мінеральними речовинами, незамінними амінокислотами, поліненасиченими жирними кислотами, поліфенолами, підвищують опір організму несприятливим умовам навколишнього середовища. Під час виготовлення десертних кисломолочних виробів у якості наповнювачів використовують продукти рослинного походження, які дозволяють збагатити кисломолочні вироби біологічно активними речовинами і покращують їхні органолептичні властивості. До них належать продукти переробки плодово – ягідної сировини, овочів, зерна, пряно-ароматичні речовини.

Останнім часом у якості наповнювачів використовують плодови та ягідні ароматизатори, тому що це спрощує технологічний процес, але не дозволяє підвищити біологічну цінність кисломолочних продуктів, що є необхідним під час виробництва продуктів функціональної спрямованості [232].

У якості наповнювачів найчастіше використовують плодово – ягідні соки або сиропи, які рівномірно розподіляються по всьому об'єму продукту. У зв'язку з тим, що до складу сиропів входить значна кількість цукрози, під час виготовлення кисломолочних продуктів функціональної спрямованості доцільно використовувати тільки соки прямого віджиму, які характеризуються високим вмістом вітамінів, поліфенолів, мінеральних речовин.

Складність використання плодово – ягідних наповнювачів пов'язана з тим, що внесення наповнювачів до процесу заквашування може порушити

процес ферментації молочної основи, змінити колір, смак і реологічні властивості готової продукції, що впливає на тривалості зберігання готової продукції.

Нами експериментально доведено, що виробництво десертних ферментованих продуктів доцільно проводити термостатним способом і внесення плодово-ягідних наповнювачів доцільно проводити під час процесу перемішування після внесення закваски [233].

Стійкість продукту до синерезису і рівень його в'язкості належить до дуже важливих показників якості, які впливають на стабільність структури кисломолочних ферментованих десертних продуктів і тривалість їхнього зберігання.

Необхідно враховувати, що плодово – ягідні наповнювачі мають низьку кислотність (рН 2,9-3,6), що може призвести до ущільнення сітки білкового гелю та порушення структури ферментованих десертних продуктів і виникнення синерезису. Наявність стабілізаторів запобігає процесу синерезису в результаті утворення колоїдних агрегатів між білками молока і молекулами гідроколоїдів. Крім того, для попередження синерезису, підтримки рН середовища на оптимальному рівні і підвищення буферної ємності молока нами використана добавка солі лимоннокислого натрію трьохзаміщеного у кількості 0,12 %.

Напівфабрикати плодово – ягідних соків без м'якоті перед внесенням у ферментований продукт піддавали тепловій обробці за температури 70 – 80 °С протягом 20 хв і охолоджували до температури (37±1) °С.

Під час використання соків із м'якоттю напівфабрикати соку протирали, гомогенізували під тиском $P = (15 - 17)$ МПа, пастеризували при температурі 80 – 85 °С протягом 20 хв, охолоджували до температури (37±1) °С і використовували в якості наповнювачів для виготовлення десертних ферментованих продуктів. Під час внесення фруктового наповнювача необхідно враховувати, що рН плодово – ягідного соку знаходиться на рівні 3,8 – 4,2 і до його складу входять органічні кислоти і поліфенольні речовини,

які можуть викликати ущільнення структури кисломолочного продукту і призвести до відділення сироватки, а також до погіршення органолептичних властивостей продукту.

За даними наших пошуків кисломолочні продукти найбільш вдало сполучаються з такими соками як малиновий, вишневий, журавлиний, полуничний, порічковий, абрикосовий тощо.

Варто зазначити, що на тривалість зберігання і зміну реологічних властивостей ферментованих десертних продуктів суттєво впливають масова частка плодово-ягідного наповнювача, реологічні властивості продукту і температура зберігання.

Проведено дослідження фізико-хімічних властивостей отриманих ферментованих кисломолочних десертних продуктів із плодово – ягідним наповнювачем і без нього (контроль) відразу після охолодження до температури зберігання (3 ± 1) °C (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Характеристика десертних продуктів з плодово-ягідним наповнювачем

n = 3 P \geq 0,95

Показник	На молочній основі		На молочно-борошняній основі	
	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
Активна кислотність, од. рН	4,5 \pm 0,1	4,67 \pm 0,1	4,52 \pm 0,1	4.64 \pm 0,1
Титрована кислотність, °Т	77,5 \pm 0,2	75.2 \pm 0,2	78 \pm 0,2	78,8 \pm 0,2
Кількість життєздатних клітин біфідобактерій, Lg КУО/см ³	9,2 \pm 2	9,8 \pm 2	10,1 \pm 2	10,5 \pm 2
Час утворення згустку, год.	5,0 \pm 0,5	5,5 \pm 0,5	5,0 \pm 0,5	5,5 \pm 0,5
В'язкість, $\eta \cdot 10^3$, Па·с	1,89 \pm 0,2	1,93 \pm 0,2	1,91 \pm 0,2	1,95 \pm 0,2
Синерезис, см ³	немає	немає	немає	немає

Представлені дані свідчать, що в контрольних зразках утворення згустків відбувається швидше, ніж у дослідних. Активна кислотність згустків дослідних зразків вища, ніж контрольних, у той час як титрована кислотність вища у контрольних зразках.

Кількість життєздатних клітин біфідобактерій у зразках із плодово – ягідними соками вища, ніж у контролі, синерезис у всіх зразках продуктів відсутній.

Процес формування згустків відбувається протягом 5 – 6 годин. Отримані згустки синбіотичного продукту щільні, консистенція однорідна, ніжна, драглеподібна, в міру в'язка, смак чистий, приємний, присмакі запах полуниці.

4.3. Обґрунтування технологічних параметрів зберігання десертних ферментованих продуктів

Для того, щоб здійснювати вплив на стан мікрофлори у кишківнику, кількість пробіотиків у складі кисломолочних ферментованих продуктів повинна досягти певного мінімального рівня – $1 \cdot 10^7$ КОЕ/см³, тобто клітини біфідобактерій повинні залишатися живими протягом всього терміну зберігання.

Тому до важливих характеристик, які визначають придатність до вживання десертних ферментованих продуктів функціонального призначення, є термін їхнього зберігання.

Технологічною особливістю виробництва десертних ферментованих продуктів є процес структуроутворення, який відбувається при охолодженні готового продукту до температури 4 – 6 °С і триває 6 – 8 годин.

Отримані десертні продукти зберігали при температурі (4 ± 2) °С протягом 25 діб з метою визначення оптимального терміну їхньої придатності до харчування і контролювали за органолептичними, фізико – хімічними, мікробіологічними і реологічними показниками на момент утворення згустка і через 5, 10, 15, 20 і 25 діб (табл. 4.7).

Характеристика органолептичних показників ферментованих десертних продуктів залежно від тривалості зберігання

Показники	Тривалість зберігання, діб					
	Свіжовиготовлений	5	10	15	20	25
Десертний продукт на молочній основі (контроль)						
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх запахів і присмаку					
Колір	Білий з кремовим відтінком, однорідний по всій масі					
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, в'язка, желейна маса без відділення сироватки, з глянцевою поверхнею				З незначним відділенням сироватки	
Десертний продукт на молочній основі з плодово-ягідним наповнювачем						
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, в міру солодкий, з ароматом і присмаком наповнювача					
Колір	Від блідо-рожевого до рожевого, рівномірний по всій масі					
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, в'язка, желейна маса без відділення сироватки, з глянцевою поверхнею				З незначним відділенням сироватки	
Десертний продукт на молочно-борошняній основі (контроль)						
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, в міру солодкий, з незначним присмаком рослинного борошна					
Колір	Від світло-кремового до кремового, однорідний по всій масі					
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, в'язка, желейна маса без відділення сироватки, з глянцевою поверхнею				З незначним відділенням сироватки	
Десертний продукт на молочно-борошняній основі з плодово-ягідним наповнювачем						
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, в міру солодкий, з ароматом і присмаком наповнювача					
Колір	Від світло-рожевого до рожевого, рівномірний по всій масі					
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, в'язка, желейна маса без відділення сироватки, з глянцевою поверхнею				З незначним відділенням сироватки	

Результати дослідження зміни активної і титрованої кислотності в процесі зберігання ферментованих десертних продуктів наведено на рис. 4.11 і 4.12.

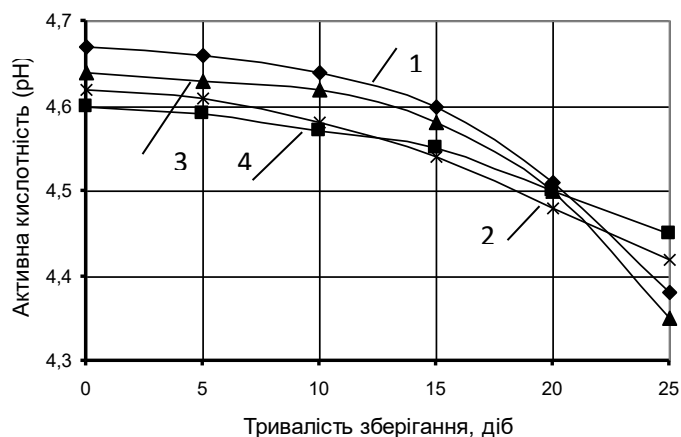


Рис. 4.11. Зміна активної кислотності десертних продуктів на молочній основі у процесі зберігання: 1 – (контроль) і 2 – дослід; на молочно – борошняній основі 3 – (контроль) і 4 – дослід

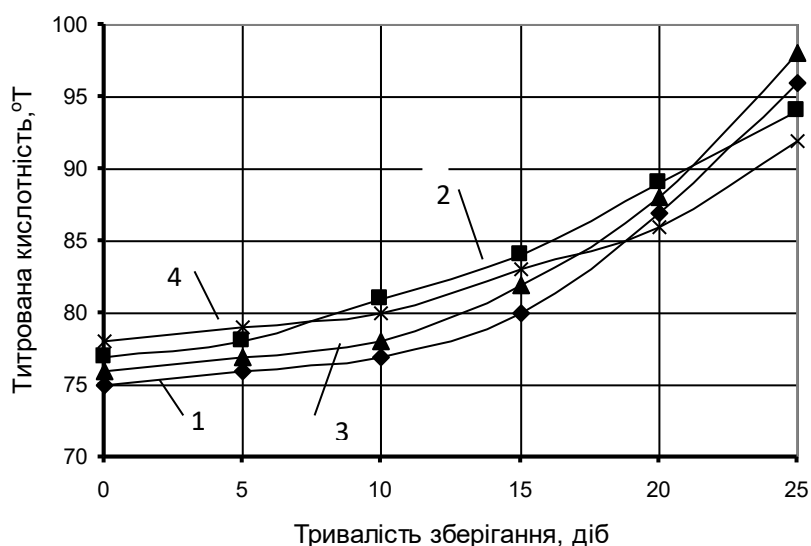


Рис. 4.12. Зміна титрованої кислотності десертних продуктів у процесі зберігання: на молочній основі – 1 (контроль) і 2 - дослід; на молочно – борошняній основі – 3 (контроль) і 4 – дослід

Наведені дані свідчать, що протягом 15 днів зберігання наростання кислотності відбувається рівномірно як у контрольних, так і в дослідних зразках, виготовлених із плодово – ягідним наповнювачем. Протягом наступних п'яти днів активна кислотність різко знижується до рівня рН в

середньому 4,5, а титрована кислотності зростає до 86 – 89 %.

За подовження терміну зберігання до 25 діб активна кислотність контрольних зразків продовжує різко знижуватись, у той час як у дослідних зразках наростання кислотності порівняно з контрольними уповільнюється, що можна пояснити зменшенням вмісту вільних іонів водню внаслідок приєднання молекул води до гідроколоїдів і гідрофільних центрів білків, а також зміною реологічних властивостей продуктів.

Проведено дослідження пробіотичних властивостей десертних ферментованих продуктів при зберіганні протягом 25 діб при температурі (4 ± 2) °C (рис. 4.13).

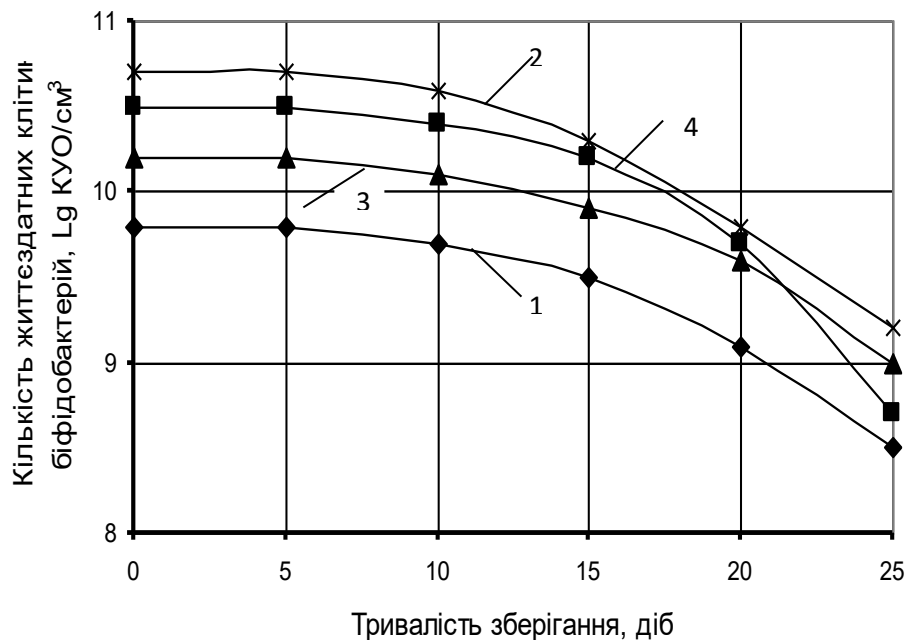


Рис. 4.13. Зміна кількості життєздатних клітин біфідобактерій у десертних продуктах у процесі зберігання: на молочній основі – 1 (контроль) і 2 – дослід; на молочно – борошняній основі – 3 (контроль) і 4 – дослід

Протягом 10 діб зберігання кількість життєздатних клітин біфідобактерій майже не змінюється, за наступні 5 діб починається поступове відмирання клітин біфідобактерій, але кількість їх у продуктах залишається на високому рівні – 10,2 – 10,3 Lg КУО/см³.

Проведено дослідження реологічних властивостей контрольних і дослідних зразків молочних і молочно – борошняних десертних продуктів у процесі зберігання (рис. 4.14).

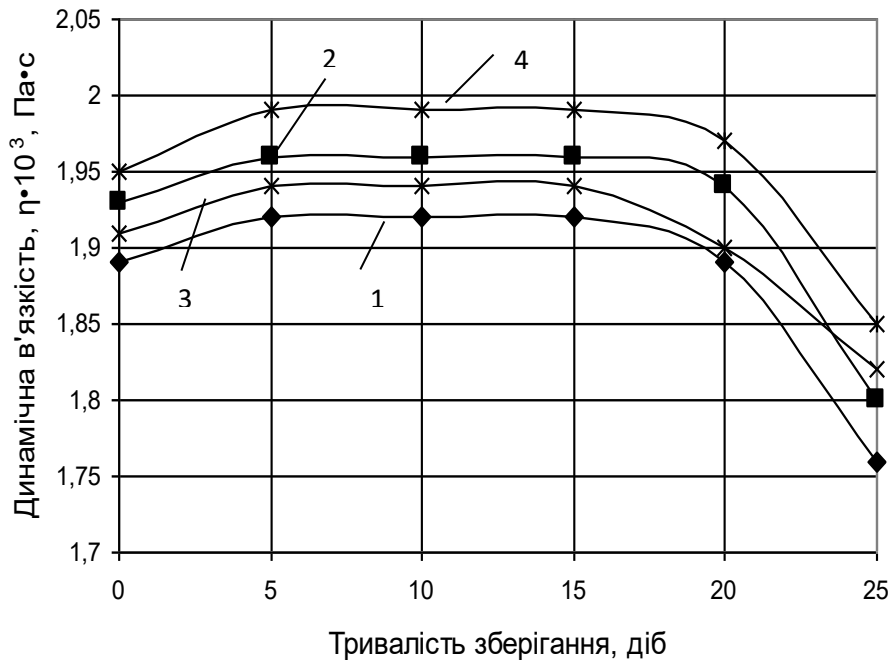


Рис. 4.14. Зміна в'язкості десертних продуктів у процесі зберігання: на молочній основі – 1 (контроль) і 2 – дослід; на молочно-борошняній основі, 3 – (контроль) і 4 – дослід

Протягом перших 5 діб зберігання отримані структури ущільнюються за рахунок утворення водневих зв'язків і в'язкість ферментованих десертних продуктів підвищується. Отримані нами результати підтверджують висловлену думку фахівців [161], що за сумісного використання таких структуроутворювачів як пектин, желатин і крохмаль відбувається ущільнення структури за рахунок процесу комплексоутворення їх із молочними білками, а також між собою.

Установлено, що структура контрольних зразків десертів залишається незмінною протягом 15 діб, дослідних – 20 діб, після чого починається поступове руйнування структури і спостерігається незначне відділення вологи у вигляді окремих крапель на поверхні контрольних зразків (без наповнювача) і

дослідних (з наповнювачами). Через 25 діб синерезис десертного продукту на молочній основі становить $1,2 \text{ см}^3$, на молочно – борошняній основі – $0,8 \text{ см}^3$.

До об'єктивних показників, від яких залежить тривалість зберігання дослідних зразків десертних продуктів, варто віднести ряд факторів – масова частка плодово – ягідного наповнювача, кислотність продукту, в'язкість і температура. Математична модель дозволяє всебічно дослідити процес зміни структурно-механічних властивостей ферментованих десертних продуктів залежно від рецептурного складу і тривалості зберігання. Для цієї мети провели оптимізацію процесу зберігання ферментованих десертних виробів методом математичного планування експериментів [163]. У якості вихідного параметра використали тривалість зберігання «Y» (τ). Основними незалежними параметрами, які суттєво впливають на тривалість зберігання ферментованих десертних продуктів, є масова частка плодово-ягідного наповнювача – x_1 (C), в'язкість – x_2 (η), температура зберігання – x_3 (t). До параметрів, які мають фіксоване значення, належать активна кислотність (pH) – 4,6, кількість життєздатних клітин біфідобактерій – не менша ніж $1 \cdot 10^9$ КУО/см³.

Дослідами фахівців *in vivo* встановлено [167], що адгезивність на слизових оболонках біфідобактерій, які складають більшу частину мікрофлори кишківника здорової людини, саме при pH 4 – 5 значно зростає, що підвищує лікувально – профілактичну спроможність десертних ферментованих продуктів.

Основні рівні й інтервали варіювання змінних параметрів вибрані на основі попередньо проведених досліджень. Дослідження проводили за матрицею планування експериментів відповідно до плану дрібного факторного експерименту ДФЕ-2³. Дослідження повторювалися тричі.

Математична модель процесу визначення тривалості зберігання має вигляд рівняння регресії, знайденої статистичними методами на основі експериментальних даних. Під час обробки експериментальних даних для рівня значущості $P = 0,05$ використали наступні статистичні критерії: критерій Стюдента – для оцінки значущості розрахованих коефіцієнтів, критерій

Фішера – для оцінки адекватності отриманого рівняння [164].

У результаті статистичної обробки експериментальних даних визначили критерій Кохрена, який дорівнює $G_p = 0,3 < G_T = 0,52$, що свідчить про однорідність отриманої дисперсії й відсутність грубих помилок. Після виведення рівняння регресії і визначення значущості розрахованих коефіцієнтів за критерієм Стюдента отримано рівняння регресії, яке описує залежність тривалості зберігання від масової частки наповнювача, реологічних властивостей структурованого продукту і температури зберігання ферментованих десертних продуктів.

$$Y = 18,3 - 0,75x_1 + 2,83x_2 - 1,5x_3$$

Перевірка адекватності отриманих коефіцієнтів рівняння регресії за критерієм Фішера, яке дорівнює $1,56_p < 19,5_T$ довела, що отримане рівняння регресії адекватно описує процес зміни фізико – хімічних властивостей ферментованих десертних продуктів залежно від тривалості їхнього зберігання. Перетворюючи безрозмірні змінні величини x_i на незалежні, отримали рівняння:

$$\tau \text{ (діб)} = 18,3 - 0,75C + 2,83\eta - 1,5t$$

Наведена модель адекватно описує процес зберігання ферментованих десертних продуктів у заданих інтервалах зміни фізико – хімічних показників, встановлених нами на основі результатів попередніх досліджень.

Для визначення оптимальних параметрів процесу зберігання ферментованих десертних продуктів використали метод «крутого сходження» [109], в основі якого лежить проведення дослідів із значеннями параметрів послідовного збільшення тривалості зберігання. Умови проведення дослідів установлювали після визначення кроків варіювання параметрів основних показників, які впливають на процес зберігання.

Установлено, що тривалість зберігання ферментованих десертних продуктів без зміни їхніх органолептичних та фізико – хімічних властивостей: для продуктів на молочній основі – масова частка плодово – ягідного наповнювача 2,0 %, в'язкість – $2,06 \cdot 10^3$ Па·с, температура зберігання – (3 ± 1) °С;

на молочно – борошняній основі – масова частка плодово – ягідного наповнювача – 2,0 %, в'язкість – $2,16 \cdot 10^3$ Па·с, температура зберігання – (3 ± 1) °С, що забезпечує тривалість зберігання десертів на молочної основі протягом 18 діб, на молочно – борошняній – 20 діб без відділення сироватки.

Пробіотичні властивості як контрольних, так і дослідних зразків протягом 20 діб зберігання становлять не нижче $1 \cdot 10^9$ КУО/см³. але, починаючи з 10 діб зберігання, спостерігається поступове відмирання клітин біфідобактерій (рис. 4.13). Тому, незважаючи на високий рівень вмісту біфідобактерій, встановлені нами оптимальні терміни зберігання десертних продуктів без зміни реологічних властивостей, які дорівнюють 18 і 20 діб, тривалість зберігання ферментованих десертних продуктів обмежили строком 15 діб.

РОЗДІЛ 5

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУР ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ДЕСЕРТНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Останнім часом асортимент молочних продуктів розширюється із урахуванням попиту населення. Особливої популярності набувають десертні кисломолочні вироби функціонального призначення, асортимент яких обмежений кисломолочними напоями (йогуртами) та десертами на основі кисломолочного сиру.

Тому асортимент десертних продуктів необхідно розширювати, удосконалювати їх склад, надавати їм лікувально – профілактичні властивості шляхом збагачення про- і пребіотиками.

5.1. Розробка рецептур десертних ферментованих продуктів функціонального призначення

Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити раціональний склад десертних ферментованих продуктів за кількістю структуроутворюючих добавок при використанні нормалізованої молочної і молочно – борошняної основи за вмістом СР і жиру, складу закваски, внесення якої забезпечує отримання продуктів функціонального призначення. Основою для складання рецептур на десертні ферментовані продукти стали рівняння матеріального балансу [226], які для ферментованих структурованих молочних продуктів мають наступний вигляд:

$$\begin{aligned} M_{дфп} = & M_{зм} + M_{сзм} + M_{в} + M_{ф} + M_{л} + M_{п} + M_{ж} + M_{к} + M_{нл} + \\ & + M_{з} + M_{пяс} \end{aligned} \quad (5.1)$$

де: $M_{дфп}$, $M_{зм}$, $M_{сзм}$, $M_{в}$, $M_{ф}$, $M_{л}$, $M_{п}$, $M_{ж}$, $M_{к}$, $M_{нл}$, $M_{з}$, $M_{пяс}$ – маса десертного ферментованого продукту, знежиреного молока, сухого знежиреного молока, вершків, фруктози, лактулози, пектину, желатину, крохмалю, натрію лимоннокислого, закваски, плодово – ягідного соку,

відповідно, кг;

$$M_{дфп} \times Ж_{дфп} = M_{зм} \times Ж_{зм} + M_{сзм} \times Ж_{сзм} + M_{в} \times Ж_{в} \quad (5.2)$$

де: $Ж_{дфп}$, $Ж_{зм}$, $Ж_{сзм}$, $Ж_{в}$, – масова частка жиру у десертному ферментованому продукті, знежиреному молоці, сухому знежиреному молоці, вершках, заквасці, відповідно, %.

Рівняння матеріального балансу для десертного ферментованого продукту на молочно – борошняній основі:

$$M_{дфп} = M_{зм} + M_{сзм} + M_{в} + M_{рб} + M_{вб} + M_{т} + M_{ф} + M_{л} + M_{з} + M_{пяс} \quad (5.3)$$

де: $M_{дфп}$, $M_{зм}$, $M_{сзм}$, $M_{в}$, $M_{рб}$, $M_{т}$, $M_{ф}$, $M_{л}$, $M_{з}$, $M_{пяс}$ – маса десертного ферментованого продукту, знежиреного молока, сухого знежиреного молока, вершків, рисового борошна, вівсяного борошна, топінамбуру, фруктози, лактулози, закваски, плодово-ягідного соку, відповідно, кг;

$$M_{дфп} \times Ж_{дфп} = M_{зм} \times Ж_{зм} + M_{сзм} \times Ж_{сзм} + M_{в} \times Ж_{в} + M_{рб} \times Ж_{рб} + M_{вб} \times Ж_{вб} + M_{т} \times Ж_{т} \quad (5.4)$$

де: $Ж_{дфп}$, $Ж_{зм}$, $Ж_{сзм}$, $Ж_{рб}$, $Ж_{т}$ – масова частка жиру у десертному ферментованому продукті, знежиреному молоці, сухому знежиреному молоці, вершках, рисового і вівсяного борошна, концентраті топінамбуру, заквасці, відповідно, %.

Правильність рецептурних розрахунків підтверджується рядом аналогічних результатів, отриманих в процесі досліджень продукту у лабораторних умовах кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету, та у виробничих умовах підприємства Літинського молокозаводу.

Отримані результати проведених експериментів свідчать про достовірність рецептурних розрахунків, правильність вибору режимів теплової та механічної обробки сировини в процесі виробництва і дають можливість стверджувати, що мінімальним терміном зберігання продукту, при якому

гарантується збереження всіх основних харчових, фізико – хімічних та біохімічних показників для десертних ферментованих продуктів типу паст і пудингів становить 15 діб.

Рецептури (на 1000 кг продукту без врахування втрат) для виробництва десертних ферментованих продуктів функціональної спрямованості наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Рецептури десертних ферментованих продуктів на молочній і молочно - борошняній основі (на 1000 кг продукту без урахувань втрат)

Сировина	Маса сировини, кг, для виробництва десертних продуктів з масовою часткою жиру 2,5 %	
	на молочній основі	на молочно-борошняній основі
Молоко знежирене Ж = 0,05 %	675,1	683,6
Молоко сухе знежирене Ж = 1 %	61,8	56,9
Вершки Ж = 35 %	68,4	68,0
Борошно вівсяне Ж = 0,26 %	-	35,0
Борошно рисове Ж = 0,26	-	35,0
Концентрат топінамбуру Ж = 0,5 %	-	1,0
Фруктоза	50,0	50,0
Сироп « Лактусан»	20,0	-
Пектин яблучний	3	-
Крохмаль желеподібний	40	-
Желатин	10	-
Натрій лимоннокислий	1,2	-
Закваска	50,0	50,0
Сік плодово-ягідний	20,5	20,5
Всього:	1000,0	1000,0

5.2. Розробка технологій виробництва десертних ферментованих продуктів функціонального призначення

В основу розроблених технологій десертних ферментованих продуктів покладено термостатний спосіб виробництва [43, 97].

Молоко, напівфабрикати і всі допоміжні матеріали, які використовуються при виробництві десертних ферментованих продуктів, оцінюються за якістю і кількістю.

Молоко, що використовується як сировина для отримання знежиреного молока, повинно відповідати вимогам, які висуваються за нормативною документацією, і бути не нижче 1 гатунку з кислотністю не вище 18 °Т, ступеню чистоти (за еталоном) – не нижче 1 групи, загальним бактеріальним обсіменінням – не більше $5 \cdot 10^5$ клітин в 1 см^3 , масовою часткою сухих речовин (СР) – не менше 11,5 %, кількістю соматичних клітин – не більше $6 \cdot 10^5$ в 1 см^3 і густиною – не нижче 1027 кг/м^3 [148].

Для складання молочної основи у відповідності з рецептурою здійснювали змішування молочних компонентів у заданих співвідношеннях і у необхідній кількості.

Знежирене молоко (СР = 9,0 %, Ж = 0,05 %), нормалізували сухим знежиреним молоком (СР = 96 %, Ж = 1 %) і вершками (СР = 41,1 %, Ж = 35 %) до досягнення у нормалізованому молоці СЗМЗ 12,5 % і жиру 2,5 %.

В результаті проведених досліджень, викладених у попередніх розділах, нами розроблено технологічні схеми виробництва десертних ферментованих продуктів, які представлені на рис. 5.1 і 5.2.

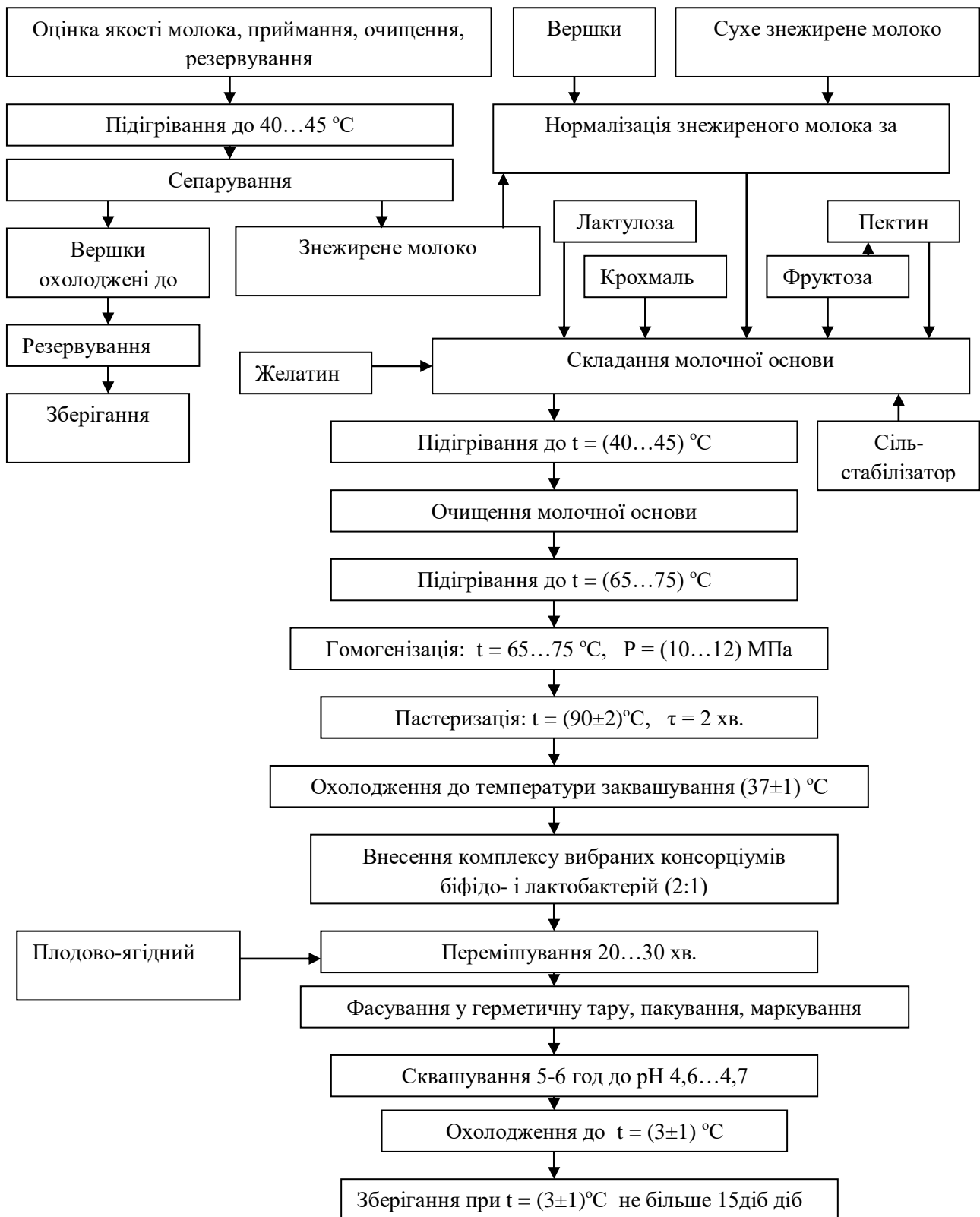


Рис. 5.1. Технологічна схема виробництва десертних ферментованих продуктів на молочній основі

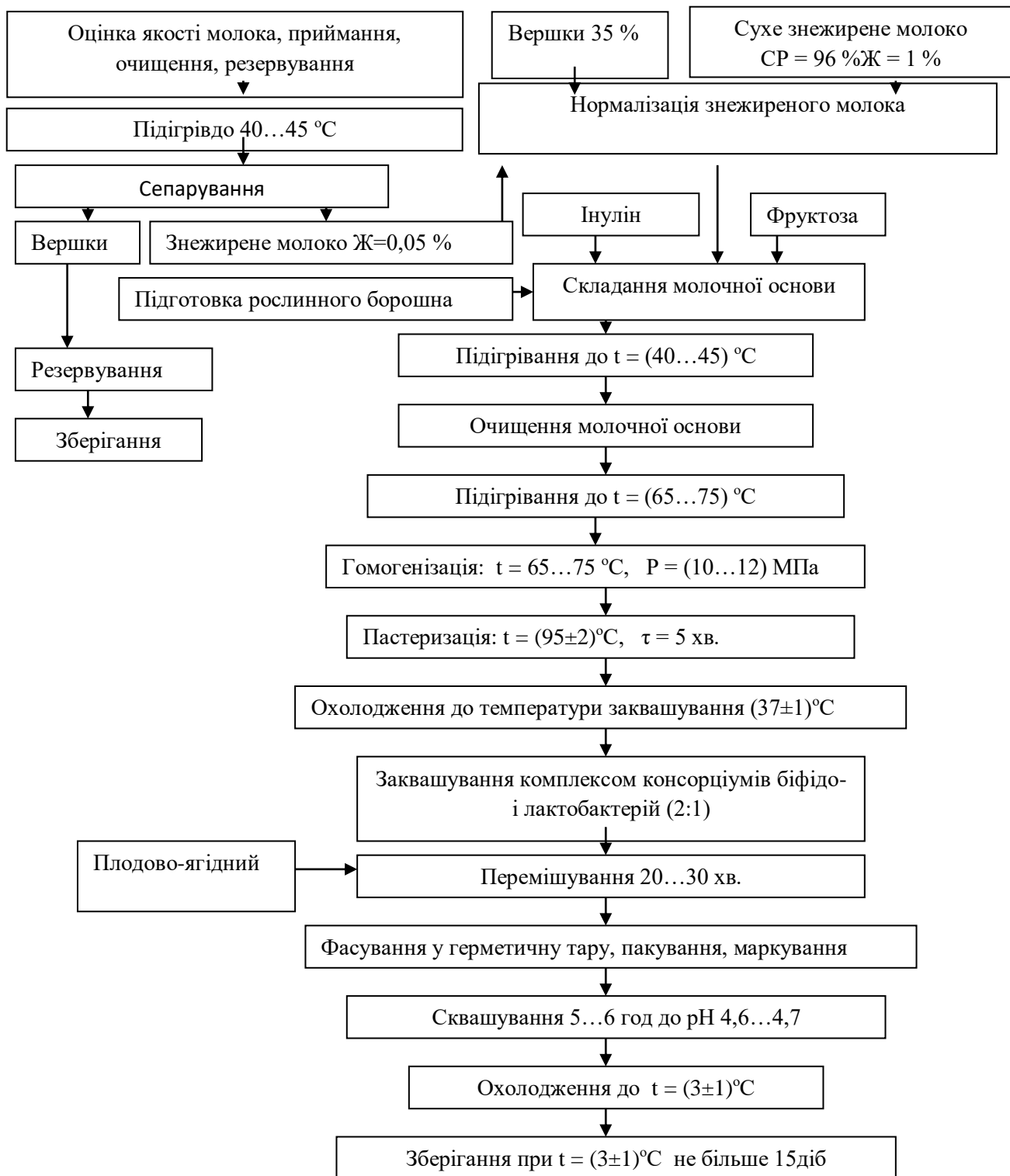


Рис. 5.2. Технологічна схема виробництва десертних ферментованих продуктів на молочно – борошняній основі

Процес нормалізації знежиреного молока за СЗМЗ і жиром проводили у призначеному для цього резервуарі. Під час підготовки молочної основи для виробництва десертів на молочної основі у нормалізоване за СЗМЗ й жиром

молоко, додавали стимулятори розвитку біфідобактерій – лактулозу у вигляді 40 % сиропу «Лактусан» у кількості, що за даними фахівців забезпечує ріст і розвиток біфідобактерій на рівні не менше $6 \cdot 10^9$ КУО/см³, а також сіль натрій лимоннокислий трьохзаміщений для підвищення буферної ємності молока.

Значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій в присутності фруктози пояснюється тим, що в процесі молочнокислого бродіння фруктози є первинною ланкою у метаболізмі біфідофлори. У вигляді фруктозо-6-фосфату, фруктоза включається у процес бродіння, що сприяє більш швидкому накопиченню біомаси біфідобактерій [189, 205, 206, 207].

Лактулоза є найбільш дослідженим пребіотиком у світі. Відмінність лактулози від інших цукрів полягає в тому, що вона не перетравлюється у верхньому відділку шлунково – кишкового тракту, а надходить в товсту кишку у незмінному вигляді, де є стимулятором росту і розвитку власної біфідофлори. І в той же час лактулоза не є субстратом для патогенної мікрофлори, у тому числі кишкової палички і сальмонели [4, 156].

При підготовці молочно – борошняної основи у підготовлену молочну суміш додавали фруктозу, вносили попередньо підготовлену суміш рисового та вівсяного борошна (1:1), сухий концентрат топінамбуру і ванілін.

Сухий концентрат топінамбуру містить 60 – 70 % інуліну, який є поліфруктаном, в основі побудови якого лежить фруктоза. Це природний полісахарид з низьким глікімічним індексом, який майже у незмінному вигляді доходить до товстого кишечника і є поживним середовищем для лакто- і біфідобактерій. Збродження моноцукрів відбувається фруктозо – глюкозним шляхом. Інулін поряд із стимулюючою дією на розвиток біфідобактерій має також опосередкований ефект, який пов'язаний із всмоктуванням його метаболітів крізь стінки кишечника, що покращує засвоєння кальцію і магнію, дуже важливих мінералів для людей похилого віку у зв'язку із поширенням захворюваності опорно – рухового апарату, а також структуроутворюючу функцію.

Суміш рисового та вівсяного борошна (1:1) у кількості 7,0 % змішували із

0,1 % сухого концентрату топінамбура і 0,1 % фруктози, додавали до знежиреного нормалізованого за вмістом СЗМЗ нагрітого до (55 ± 2) °С молока, витримували протягом 30 хв при постійному перемішуванні для набухання крохмалю борошна і розчинення концентрату топінамбура, нагрівали при постійному перемішуванні до температури (92 ± 1) °С, витримували при перемішуванні протягом 15 – 20 хв, охолоджували до температури (55 ± 2) °С, подавали у ємність для змішування із підготовленими стабілізаторами консистенції, підігрівання до температури 40 – 5 °С, очищення, підігрівання до температури (65 ± 2) °С, гомогенізації при температурі 65 – 75 °С і тиску $P = (10 – 12)$ МПа, пастеризації при температурі (95 ± 2) °С протягом 5 хв і охолодження до температури заквашування (37 ± 1) °С .

Підготовку стабілізаторів для молочної основи проводили окремо. Пектин змішували в окремій ємності із сухим порошком фруктози, розчиняли у знежиреному молоці, нагрівали при постійному перемішуванні до температури (90 ± 2) °С, витримували протягом 5 хв, охолоджували до температури (55 ± 2) °С і направляли в ємність для змішування.

Желатин замочували у знежиреному молоці у співвідношенні 1:5, витримували для набрякання протягом 30 – 60 хв, нагрівали при перемішуванні до температури 76 – 80 °С, витримували протягом 5 – 10 хв для повного розчинення, охолоджували до температури (55 ± 2) °С і направляли в ємність для змішування. Крохмаль заливали чотирьохкратною кількістю знежиреного молока нагрітого до температури 30 °С, ретельно перемішували і залишали на одну годину для набухання. Протягом цього часу суміш перемішували кілька разів. Отриману суміш при перемішуванні нагрівали до температури (85 ± 2) °С для повного розчинення крохмалю, охолоджували до температури (55 ± 2) °С і направляли в ємність для змішування. Отриману суміш нормалізованого молока з біфідостимуляторами і стабілізаторами перемішували протягом 5 – 10 хв і подавали на сепаратор – очищувач. Очищену суміш нагрівали до температури (65 – 75) °С і гомогенізували при тиску $P = (10 – 12)$ МПа.

Гомогенізовану суміш пастеризували при температурі (90 ± 2) °С з

витримкою 2 хв.

Пастеризовану суміш охолоджували до температури (37 ± 1) °C і заквашували композицією адаптованих мікроорганізмів, яка складається з консорціумів біфідобактерій (*B. bifidum* + *B. longum* + *B. adolescentis*) і лактобактерій (*Lb. acidophilus* + *Str. thermophilus*) у співвідношенні 2:1, у кількості 5 %, яка містить $1\cdot 10^5$ КУО/см³ лакто- та біфідобактерій, перемішували 20 – 30 хвіз додаванням плодово – ягідного наповнювача у вигляді полуничного соку, фасували у герметичну тару, маркували, сквашували протягом $(5,5\pm 0,5)$ год до значення активної кислотності (рН) 4,6 – 4,7 і охолоджували до температури (3 ± 1) °C. Готовий десертний ферментований продукт зберігали протягом 15 діб при температурі (3 ± 1) °C.

Для виготовлення десертних ферментованих продуктів за розробленими нами технологіями використовується існуюче на молочних заводах обладнання із виробництва пастеризованого молока.

5.3. Дослідження харчової, біологічної, енергетичної цінності та фізико – хімічних властивостей десертних ферментованих продуктів

Отримані у виробничих умовах дослідні партії десертних ферментованих продуктів були перевірені за якістю, а також розраховано економічний ефект від впровадження розроблених технологій у виробництво.

Дослідження десертних ферментованих продуктів за органолептичними (табл. 5.2), фізико – хімічними і мікробіологічними показниками (табл. 5.3) проводили відразу після виготовлення і через 15 діб зберігання при температурі (3 ± 1) °C.

Органолептичні показники десертних ферментованих продуктів в процесі зберігання

Показники	Десертні ферментовані продукти	
	Після фасування	Через 15 діб зберігання
На молочній основі		
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, в міру солодкий, з ароматом і присмаком наповнювача	
Колір	Від блідо-рожевого до рожевого, однорідний, рівномірний по всій масі	
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, ніжна, желеподібна маса, без відстою жиру і відділення сироватки, з глянцевою поверхнею	
На молочно-борошняній основі		
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, в міру солодкий, з ароматом і присмаком наповнювача	
Колір	Від світло-рожевого до рожевого, однорідний, рівномірний по всій масі	
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, в'язка, желеподібна маса, без відстою жиру і відділення сироватки, з глянцевою поверхнею	

Наведені в табл. 5.2 і 5.3 показники якості десертних ферментованих продуктів, виготовлених в промислових умовах, свідчать про те, що за органолептичними, фізико – хімічними та мікробіологічними показниками якості отримані продукти повністю відповідають всім вимогам, які ставляться до десертних ферментованих продуктів з подовженим строком зберігання.

Отримані результати доводять, що внаслідок підвищення вмісту сухих речовин і використання стабілізаторів, процес синерезису протягом 15 діб зберігання не відбувається, а реологічні властивості свідчать, що структура продукту зберігається протягом всього терміну зберігання.

Характеристика десертних продуктів в процесі зберігання

n = 3 P ≥ 0,95

Показники	Десертні ферментовані продукти			
	Після фасування		Через 15 діб зберігання	
	На молочній основі	На молочно-борошняній основі	На молочній основі	На молочно-борошняній основі
Масова частка сухих речовин, %	25,25	28,34	25,25	28,34
Масова частка вологи, %	74,75	71,66	74,75	71,66
Масова частка жиру, % в т.ч. рослинного	2,5	2,5 0,27	2,5	2,5 0,27
Масова частка білка, %	5,56	5,21	5,56	5,21
Масова частка вуглеводів, % в т.ч. розчинних волокон	9,12 3,68	14,35 9,35	9,12 3,68	14,35 9,35
Активна кислотність (pH)	4,67	4,58	4,35	4,40
Титрована кислотність, °Т	77	78	82	85
В'язкість, $\eta \cdot 10^3$, Па·с	1,75±0,2	1,9±0,2	1,75±0,2	1,9±0,2
Масова частка поліфенольних речовин, мг/100 г	98	94	95	91
Масова частка вітаміну ⁰ С, мг/100 г	5	5	2,2	2,8
Кількість життєздатних клітин біфідобактерій, Lg КУО/см ³	9,5	10,3	9,8	10,5
Кількість життєздатних клітин лактобактерій, Lg КУО/см ³	8,0	8,7	8,0	9,2
БГКП в 0,1 см ³	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні
Енергетична цінність, ккал/кДж	83/339	105/431	83/339	105/431

Проведений мікробіологічний аналіз десертів молочних ферментованих протягом усього терміну зберігання у промислових умовах засвідчив відсутність бактерій групи кишкової палички (БГКП) в 0,01 г; патогенних, в тому числі сальмонел в 25 г; *Staphylococcus aureus* в 1,0 г. Для більш повної характеристики десертних ферментованих продуктів досліджено вміст незамінних амінокислот, які входять до складу білка продуктів, виготовлених в промислових умовах до і після зберігання протягом 15 діб і розраховано амінокислотний скор (табл. 5.4).

**Амінокислотний склад і хімічний скор білка десертних продуктів,
мг/1 г білка**

n = 3 P ≥ 0,95

Амінокислоти	Шкала ФАО/ВОЗ		Після фасування				Через 15 діб зберігання			
	А	С	На молочній снові		На молочно-борошняній основі		На молочній снові		На молочно-борошняній основі	
			А	С	А	С	А	С	А	С
Валін	5,0	100	5,86	117	5,63	113	5,85	117	5,63	113
Ізолейцин	4,0	100	5,77	144	5,34	133	5,78	145	5,36	134
Лейцин	7,0	100	9,18	131	8,72	125	9,19	131	8,70	124
Лізін	5,5	100	7,10	129	6,27	114	6,90	125	6,26	114
Метіонін + цистин	3,5	100	3,39	97	3,56	101,6	3,32	95	3,49	100
Треонін	4,0	100	4,60	115	4,36	109	4,50	113	4,32	108
Триптофан	1,0	100	1,31	131	1,36	136	1,30	130	1,35	135
Фенілаланін + тирозин	6,0	100	10,34	172	9,93	166	10,33	172	9,28	155
Загальна кількість НАК			47,55		45,17		47,17		44,39	

Умовні позначення: А – масова частка НАК, г/100 г білка; С – амінокислотний скор, масова частка НАК в еталоні ФАО/ВОЗ, %.

Наведені дані свідчать, що в десертних ферментованих продуктах присутні всі незамінні амінокислоти у кількості, яка відповідає вимогам ФАО/ВОЗ. В процесі зберігання масова частка незамінних амінокислот у десертних ферментованих продуктах виготовлених на молочній основі незначно зменшується, в основному за рахунок сірковмісних амінокислот (метионін + цистин), а у виготовлених на молочно – борошняній основі кількість незамінних амінокислот зберігається на рівні вимог ФАО/ВОЗ.

Вироблені десертні ферментовані продукти характеризуються високим вмістом життєздатних біфідо- і лактобактерій протягом всього визначеного нами терміну зберігання. Десертні ферментовані продукти збагачені харчовими волокнами, пектином і поліфенольними речовинами.

Отже, отримані дані свідчать про правильний вибір технологічних параметрів обробки продуктів при виробництві десертних ферментованих продуктів і відповідають вимогам, закладеним у нормативній документації.

Таким чином, десертні ферментовані продукти, виготовлені в промислових умовах на молочній і молочно – борошняній основі, мають високу харчову і біологічну цінність, характеризуються високим вмістом біфідо- і лактобактерій, що дозволяє віднести їх до функціональних продуктів лікувально – профілактичної спрямованості, які можна зберігати протягом 15 діб.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено, теоретично та експериментально обґрунтовано технології виробництва молочних десертних ферментованих продуктів функціонального призначення на основі знежиреного молока з використанням пробіотичних культур біфідо- і лактобактерій, збагачених харчовими волокнами та біологічно активними речовинами.

2. Визначено, що під час використання композиції заквасочних культур із консорціумів біфідобактерій (*B. bifidum* + *B. longum* + *B. adolescentis*) і лактобактерій (*L. acidophilus* + *S. thermophilus*) у співвідношенні 2:1 енергія кислотоутворення композиції зростає порівняно з консорціумом біфідобактерій на 5,3 %. Використання біфідостимуляторів – фруктози, лактулози та інуліну – стимулює ріст і розвиток біфідобактерій на 8,5 %, 12,2 % і 15,8 % відповідно.

3. Визначено, що збільшення у молочній основі сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) до 12,5 % скорочує тривалість утворення згустків на 2 – 3 год, а також стимулює розвиток біфідобактерій. Для отримання молочно – борошняної основи доцільно використовувати суміш рисового і вівсяного борошна у співвідношенні 1:1 в кількості 7,0 %. Під час використання молочної основи з вмістом СЗМЗ 12,5 % ріст життєздатних клітин біфідобактерій порівняно з контролем підвищується на 19 %, молочно-борошняній основі – на 28,0 %

4. Установлено, що компонентний склад стабілізуючої системи, яка містить пектин – 0,3 %, желатин – 3,0 %, крохмаль – 4,0 %, сприяє збільшенню кількості життєздатних клітин біфідобактерій у десертних продуктах на молочній основі з $1 \cdot 10^4$ КУО/см³ до $1 \cdot 10^8$ КУО/см³, на молочно-борошняній основі – з $1 \cdot 10^4$ КУО/см³ до $1 \cdot 10^9$ КУО/см³ та дозволяє отримати однорідну драглеподібну структуру з глянцевою поверхнею, притаманну пастам і пудингам.

5. Обґрунтовано технологічні параметри виробництва десертних ферментованих продуктів, які становлять гомогенізацію – $t = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 15\text{ МПа}$; пастеризацію продукту на молочній основі – $t = (90\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 2\text{ хв}$, на молочно – борошняній основі – $t = (95\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 5\text{ хв}$, температуру та тривалість зберігання $t = (3\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 15\text{ діб}$, які забезпечують отримання десертних ферментованих продуктів високої якості із вмістом життєздатних клітин біфідобактерій відповідно $1\cdot 10^9\text{ КУО/см}^3$ і $1\cdot 10^{10}\text{ КУО/см}^3$ та в'язкістю $(1,75\pm 0,2)\cdot 10^3\text{ Па}\cdot\text{с}$ і $(1,9\pm 0,2)\cdot 10^3\text{ Па}\cdot\text{с}$.

6. Розроблено та обґрунтовано технології та рецептури десертів ферментованих із в'язкою желеподібною структурою, яка притаманна пастам і пудингам. За наявності плодово – ягідного соку продукти набувають приємного смаку і забарвлення, збагачуються вітамінами та поліфенолами. Десерти на молочній основі містять близько 6,0 % білка, 2,5 % жиру, 16,6 % вуглеводів; на молочно-борошняній основі – 10,7 % білка, 2,5 % жиру, з яких 0,27 % рослинного, 20,9 % вуглеводів. Під час зберігання протягом 15 діб при температурі $(3\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ титрована кислотність десертів на молочній основі збільшується до $82\text{ }^{\circ}\text{T}$, на молочно – борошняній основі – до $84\text{ }^{\circ}\text{T}$, в'язкість незначно збільшується за рахунок утворення нових водневих зв'язків та ущільнення структури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алешкин В. А. Новое направление бактериотерапии – комплексные пробиотики. *Пробиотические микроорганизмы осовременное состояние вопроса и перспективы использования: Материалымежд. науч.- практич. конф. памяти Г. И. Гончаровой.* Москва, 2002. С. 47.
2. Бахнова Н. В., Анищенко И. П. Барнаульская биофабрика. *Молочная промышленность.* 2001. № 4. С. 31–34.
3. Бедных Б. С., Морозов Ю. С., Андреев Л. Г. Молочные продукты для малышей. *Пищевая промышленность.* 1995. № 6. С. 10.
4. Белов В. В., Носков А. В. Производство творожных изделий и йогуртов с использованием стабилизационных систем. *Молочная промышленность.* 1994. № 2. С. 26–27.
5. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Substantiation of technology of fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. *Східно –Європейський журнал передових технологій.* 2019. 1/11 (97). С.6–16.
6. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Development of technological sour – milkdessert senriched with bifidobacteria. «*EUREKAL ife Sciences*».Талін, 2019. №2. Р. 20–26.
7. Большаков О. В. Государственная политика области здорового питания. *Молочная промышленность.* 1999. № 6. С. 56.
8. Бредихин С. А., Космодемьянский Ю. В., Юрин В. Н. Технология и техника переработки молока. Москва, 2001. С. 400.
9. Будорагина И. В., Ростроса Н. К. Производство кисломолочных продуктов. Москва, 1986. С. 151.
10. Василевская Л. С., Охнянская Л. Г. Физиологические основы проблемы питания. *Вопросы питания.* 2002. № 2. С. 42–45.
11. Воеводин Д. А., Розанова Т. Н., Стенина М. А., Скрипник А. Ю. Пробиотические продукты в комплексной терапии детей с хронической неинфекционной патологией. *Молочная промышленность.* 2001. № 3. С. 52–54.

12. Гаврилова Н. Б., Мусина Ф. Х. Молочный десерт. *Молочная промышленность*. 2001. № 4. С. 41 – 42.
13. Танина В. И. Научные и практические основы биотехнологии кисломолочных продуктов и препаратов с пробиотическими свойствами: автореф. дис. д-ра техн. наук. Москва, 2001. С. 48.
14. Ганина В. И. Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии: моногр. Москва, 2001. С. 169.
15. Ганина В. И. Стабильные закваски – качественные и безопасные молочные продукты. *Молочная промышленность*. 1999. № 8. С. 25–26.
16. Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов: 3-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург, 2001. С. 320.
17. Горина Т. А. Разработка технологии поликомпонентной закваски с бифидобактериями для сметаны: автореф. дис. канд. техн. наук. Москва, 1998. С. 21.
18. Губанова Т. С. Йогурт: потребители и предпочтения. *Молочная промышленность*. 2001. № 10. С. 8–9.
19. Дьяконов Л. П., Газина Т. П. Питание, профилактика и лечение дисбактериоза. *Пищевая промышленность*. 1999. № 3. С. 47.
20. Жакевич И. М., Симагина Т. В., Казакова И. В. «Бифилайф»: покупатель и производитель делают выбор. *Молочная промышленность*. 2000. № 1. С. 31.
21. Власенко В. В., Бондар М. М., Семко Т. В., Соломон А. М. Функціональні харчові продукти з наповнювачами. Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК». Вінниця, 2016. №3(95).С.106–109.
22. Иванова Г. В., Арсеньева Т. Л. Пробиотический кисломолочный напиток. *Молочная промышленность*. 2000. № 9. С. 8–9.
23. Казакова Н. В., Творогова А. А., Иванов В. Н. и др. Мороженое с использованием кисломолочных продуктов. *Молочная промышленность*. 1998. №4. С. 13–14.

24. Соломон А. М., Новгородська Н. В. Кисломолочний десерт з використанням рослинних наповнювачів. Матеріали I міжнародної конференції «Сучасні технології харчових виробництв». Вінниця, 2015. С.73–75.
25. Кочеткова А. А., Колеснов А. Ю., Тужилкин В. И., Нестерова И. Н. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты. *Пищевая промышленность*. 1999. № 4. С. 7–10.
26. Красникова Л. В., Салахова И. В., Шаробайко В. И. Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности. Москва, 1991. С. 32.
27. Соломон А.М., Бондар М.М. Fermented desserts of functional purpose using vegetable fillers. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. Вінниця, 2018. №3 (102).С. 168–179.
28. Бережной В.В., Дрох Г.В., Бондарец Ю.И. Применение кисломолочных продуктов функционального питания в практике врачей – педиатров и врачей общей приктики – семейных врачей. *Современная педиатрия* 8(72)/2015. С. 82-87.
29. Кригер О. В. Разработка технологии мягких сыров с бифидобактериями: автореф. дис. канд. техн. наук. Кемерово, 2000. С. 18 .
30. Кудряшева А. А. Биологически активные добавки в пищевых продуктах нового поколения. *Пищевая промышленность*. 1996. №6.С. 36–37.
31. Либец С. П., Сергеева В. А. Новый кисломолочный напиток. *Молочная промышленность*. 1995. № 8. С. 9–10.
32. Липатов Н. Н., Барышникова Е. П., Сажин Г. Ю. Новые специализированные кисломолочные продукты для профилактического питания детей. *Пищевая промышленность*. 1998. № 12. С. 14–15.
33. Манидарова Л.Н. Разработка бифидосодержащих кисломолочных продуктов с длительным сроком хранения: автореф. дис. канд. техн. наук. Улан-Удэ, 2000. С.17.
34. Мартынов А. В. Мировые тенденции построения ассортиментной политики. *Молочная промышленность*. 2000. №2. С. 26.

35. Соловйова А.В., Калюжная О.С., Стрілець О.П., Стрельников Л.С. Вивчення показників ефективності деяких функціональних напоїв. *Сучасні досягнення фармацевтичної технології і біотехнології : збірник наукових праць*, випуск 2. – Х.: Вид-во НФаУ, 2017. – С. 175 –179.

36. Закарян, А.Е. Визначення кислотності молока [Текст]. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи: матеріали III Всеукраїнської науково-методичної конференції*, м. Шостка, 19 квітня 2018 р. – Суми: СумДУ, 2018. – С. 83–84.

37. Молокеев А. В., Байбаков В. И., Карих Т. Л. Бифидокефир – лечебно-профилактический продукт. *Пищевая промышленность*. 1998. № 3. С. 61– 62.

38. Молчанова Е. Д. Разработка технологии комбинированных заквасок для производства мягких сыров: автореф. дис. канд. техн. наук. Улан-Удэ, 2001. С.19 .

39. Мурашова А. О. Разработка нового кисломолочного продукта функционального питания на основе усовершенствования производственных процессов культивирования бифидобактерий: дис. канд. мед. наук: 30.11.2000. *Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток РАМН*. Москва, 2000. С. 137 .

40. Петров А. Н., Григоров Ю. Г., Козловская С. Г., Ганина В. И. Геродиетические продукты функционального питания. Москва, 2001. С.91.

41. Правильное питание, пищевые и биологически активные добавки. *Пищевая промышленность*. 2001. № 6. С. 84–85.

42. Соломон А. М., Бондар М. М. Закваски і їх види у сирі виробництві. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. Серія «Харчові технології». Львів, 2016. Т. 18. № 2 (68). С.157–160.

43. Садыкова А. Ф., Кузнецова Т. Н., Нуртдинова А. Н., Файзуллина Н. А. Комплексный препарат – пробиотик, содержащий бифидобактерии. *Пробиотические микроорганизмы – современное состояние вопроса и*

перспективы использования: Материалы международной науч.-практ. конференции, памяти Г.И. Гончаровой. Москва, 2002. С. 50.

44. Лялик А.Т. Сучасні технології виробництва продуктів функціонального призначення, збагачених Омега-3 жирними кислотами. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. *Актуальні задачі сучасних технологій* – Тернопіль 17-18 листопада 2016. С.43 – 44.

45. Пат. RU 2173052. Россия. Способ получения кисломолочного продукта, обладающего биологической активностью. Оpubл. 10.09.2001.

46. Стенфельд Э. К., Шаманова Г. В. Биопродукты – продукты будущего. *Молочная промышленность*. 2000. № 11. С. 20–21.

47. Стенфельд Э. К., Шаманова Г. В. Кисломолочные продукты с увеличенным сроком хранения. *Молочная промышленность*. 2000. № 7. С. 13.

48. Субботин В. В., Конопаткин А. А. Биотехнологические основы промышленного культивирования микроорганизмов. Проблемная лекция по курсу «Основы биотехнологии». Москва, 2001. С. 28.

49. Власенко В. В., Бондар М. М., Соломон А. М., Семко Т. В. Функціональні харчові продукти з наповнювачами. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК»*. Вінниця, 2016. Випуск 3 (95). С. 106–109.

50. Соломон А. М., Віштак І. В., Войціцька О. М., Бондар М. М. Харчові добавки та їх функціональна роль. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. Випуск 4 (103). Вінниця, 2018. С. 130–138.

51. Тихомирова Н. А. Технология продуктов лечебно – профилактического питания. Москва, 2001. С. 242.

52. Некрасов П. О. Інноваційна технологія біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення. *Харчова наука і технологія*. – № 2. – 2014. – С. 49 – 56.

53. Хамагаева И. С., Столярова А. С. Совершенствование технологии кисломолочного напитка «Бифивит». *Молочная промышленность*. 1995. №5. С. 16–17.
54. Новгородська Н. В. Вплив паратипових факторів на термостійкість молока. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології» ВНАУ*. – 2019. – В. 3 (106). – С. 138-146.
55. Хамнаева Н. И. Научные и практические основы использования биотехнологических свойств кефирных грибков: дис. д-ра т. наук: 03.05.01 Москва, 2001. С. 287.
56. Харитонов В. Д. Проблемы и перспективы молочной промышленности 21 века. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2000. № 11. С. 16–18.
57. Семко Т.В. Молочні продукти функціонального призначення. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. – 2016. –Т.4. №1. – С. 240 – 243.
58. Христенко Н. М., Христенко О. Л., Шалыгина А. М. Производство бифидозакваски и бифидумбактерина. *Молочная промышленность*. 1999. № 8. С. 30–31.
59. Ткаченко, Н. А. Заквашувальні композиції бактерій для технологій кисломолочних продуктів дитячого харчування. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2016. №1. С. 55 – 67.
60. Ткаченко Н. А., Некрасов П. О., Вікуль С. І. Оптимізація рецептурного складу напою оздоровчого призначення на основі сироватки. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2016. – № 1(10). – С. 49 – 57.
61. Ткаченко Н. А., Некрасов П. О. Дослідження перетравлюваності білків INVITRO у біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоях функціонального призначення . Прогр. та матер. 4-ї Міжнар. наук.–техн. конф. "*Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції*", 24–25 березня 2015 р. — Київ : НУХТ, 2015. — С. 94–95.

62. Шаманова Г. П. Микробиологические и технологические аспекты производства продуктов функционального питания. *Молочная промышленность*. 1997. № 5. С. 5–6.
63. Шевелева С. А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса *Вопросы питания*. 1999. № 2. С. 32–40.
64. Шендеров Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Том 3: *Пробиотики и функциональное питание*. Москва: Трантъ, 2001. С. 288.
65. Шидловская В. П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: справочник. Москва, 2000. С. 280.
66. Экспериментальный молочный центр – CSL. *Молочная промышленность*. 2002. № 3–4. С. 180–181.
67. Эрвольдер Н. Ю. Разработка кисломолочного продукта для питания детей школьного возраста: автореф. дис. канд. техн. наук. Москва 2000. С. 21.
68. Solovieva A. V., Zhukova Y. A., Strelnikov L. S., Kalyuzhnaya O. S. Development of composition and technology of new functional foods - koumiss, thane, ayran Topical issues of new drugs development: International Scientific And Practical Conference Of Young Scientists And Student, 21 april, 2016. – Kh.: Publishing Office NUPh, 2016.– P. 373 – 374.
69. Kalyuzhna O.S. Development of the laboratory technology of the functional food koumiss. *Pharmaceutical review*. – 2015. – Vol. 34, №2. – P. 17–21.
70. Adnan Y. Tamime, Valerie M.E. Marshall Richard K. Robmson. Microbiological and technological aspects of milks fermented by bifidobacteria. *J. Of Dairy Research*. 1995. № 62.P. 151–187.
71. Joll Jin, Hylmar Bohumil. Antimicrobialni ucinky Kysanych mlecnych vyrobku. *Prim, potravín*. 1991. № 7. С. 310–312.
72. Badawi R.M., El-Sonbaty A.Y. Viabiliti of Staffh. Aureus and Esch. Coli in zabadi made with bifidobacteria. *Egypt J of Dairy Sci*. 1997. Vol. 25. № 2.

73. Berrada N., Lemeland J.F., Larolhe G. Bifidobacterium from Fermented milks: survival during gastric transit. *J. Dairy Sci.* 1991. V. 74. №. 2. P. 409–413.
74. Fuller R. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*. 1989. Vol. 66. P. 365–378.
75. Garbati Maurizio. Aspetti nutrizionali e probiotici in latti fermentati I Ind. alim. Ital. 1991. № 298. C. 992–997.
76. Tamime A.Y., Marchall R. Microbiological and technological aspects of milks fermented by bifidobacteria. *J. Dairy Res.* 1995. V. 62. P. 151–187.
77. Hansen K. Bio-milk products containing Bifidibacteria. *Nort European Dairy Journal*. 1983. №3. P. 61–64.
78. Hoover D. G. Bifidobacteria: activity and potential benefits. *Food Technology*. 1993. V. 47, № 6. P. 120–124.
79. Kaufmann P., Prefferkom A., Teuber M., Meile L. Identification and quantification of Bifidobacterium species isolated from food with genus-specific 16S rRna – Targeted probes by colony hydridization and PCR. *Appl. Environ Microbiol.* 1997. V. 63. P. 1268–4273.
80. Klaver P.M., Kingina F., Weerkamp A.N. Growth and survival of bifidobacteria in milk. *Netherland Milk Dairy*. 1993. V. 47. P. 151–164.
81. Соломон А. М. Біфідостимулюючі інгредієнти для десертних ферментованих продуктів. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. Львів, 2018. Т 20. № 90. С. 53–58.
82. Klupsh H. J. Die Technology der Produktion von sauren Milshprodukten mit *L. acidophilus* und Bifidobacterium. *Eur. Dairy Mag.* 1989. № 2. P. 14–18.
83. Kok R. G., De Waal A., Schut F., Welling G. W., Weenk G. Specific detection and analysis of probiotic Bifidobacterium strain in infant feces. *Appl. Environ Microbiol.* 1996. V. 62. P. 3668–3672.
84. Соломон А. М. Выбор и обоснование функциональных бифидостимулирующих ингридиентов для десертных ферментированных

продуктов. *Сборник научных трудов «Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья»*. Минск, Выпуск 12. 2018. С. 62–71.

85. Laroia S., Martin H. Bifidobacteria as possible dietary adjuncts in cultured dairy products – a review. *Cultured Dairy Products Journal*. 1990. V. 25. № 4. P. 18–22.

86. Mc Cartney A.L., Wenzhi W. Molecular analysis of the composition of the bifidobacterium and lactobacillus microflora of humans. *Appl. Environ Microbiol.* 1996. V. 62. P. 4608–4613.

87. Micanel N., Haynes I. N., Plaun M. J. Viability of probiotic cultures in commercial Australian yogurt. *Australian J. Dairy Technol.* 1997. V. 52. P. 24–27.

88. Misra A. K., Kulla R. K. Antimicrobial substances from bifidobacterium bifidum. *Indian. J. Dairy Sei.* 1995. № 48. P. 612–614.

89. Misra A. K., Kulla R. K. Use of Bifidobacterium bifidum for the manufacture of bio-yogurt and fruit bio-yogurt. *Indian J. Of Dairy Science.* 1994. Vol. 47. №3. P. 192–197.

90. Misra A. K., Sarkar S. Bifidobacteria in food and health. *Indian Dairyman.* 1996. Vol. 48. № 6. P. 13–16.

91. Mitsuhashi S., Murata N. Inhibitory activity of Bifidobacterium on the growth of Gram-negative and Gram-positive bacteria. *Journal of the Japanese Society of Nutrition and Food Science.* 1991. V. 44. № 5. P. 365–372.

92. Kiesner Chr., Hoffman W., Meyer S. Modifizierter vertahren zur kontinuierlichen herstellung von jogurt. *Keil. milchwirt. Forschungsber.* 1998. V. 50. №2. P. 115–125.

93. Moore W. E., Moore L. H. Intestinal floras of population that have a high risk of colon cancer. *Appl. Environ. Microbiol.* 1995. V. 61. P. 3202–3207.

94. Noda H., Akasaka N., Ohsugi M. Biotin production by bifidobacteria. *J. of Nutritional Science and Vitaminology.* 1991. V. 40. № 2. P. 181–188.

95. Ouwehand A. C., Kirjavainen P. V., Shortt C., Salminen S. Probiotic: mechanisms and established effect. *Int. Dairy Journal.* 1999. Vol. 9. № 1. P. 43–52.

96. Ozbas Z. Y., Aytac S. A. Behaviour of *Yersinia enterocolitica* and *Aeromonas hydrophila* in yogurt made with probiotic bacteria: *Bifidobacterium infantis* and *Lactobacillus acidophilus*. *Milchwiss.* 1995. V. 50. P. 626–629.
97. Paulus K. Quality of dietetic food: significance for human nutrition. *Lebens. Wiss. Technol.* 1986. V. 19. №2. P. 147–151.
98. Perdigny G., Valdez J.C., Rashid M. Antitumour activity of yogurt: study of possible immune mechanisms. *J. Dairy Res.* 1998. V. 65. № 1. P. 129–138.
99. Byrne M. Pre-, pro - and synbiotics. Fortified Future for functional foods. 1997. 75 p.
100. Reuted G. Bifidobacteria cultures as components of yoghurt – like products. *Bifidobacteria and Microflora.* 1990. V. 9. № 2. P. 107–118.
101. Roberfroid M. B. Prebiotics and probiotics: are they functional foods. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000. 71 (Suppl. 6). P. 1682–1987.
102. Shah N. P, Lancaputhra W. E., Britz M. L., Kyle W. S. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yoghurt during refrigerated storage. *Int. Dairy J.* 1995. V. 23. № 5. P. 515–521.
103. Suzuci Y., Kauzu H., Yamauchi Y. Et al. Effects of yoghurt culture and bifidobacterium cells on the growth of tumors implanted into mice. *J. Jpn. Soc. Nutrition and Food Sci.* 1991. V. 44. № 5. P. 417–419.
104. Tamim A. Y., Marchal R. Microbiological and technological aspects of milks fermented by bifidobacteria. *J. Dairy Res.* 1995. V. 62. P. 151–187.
105. Velazgues M., Feirtag J.M. Isolation and partial physiological characterization of commercial strains of bifidobacteria. *J. Food Protection.* 1997. V. 60. P. 537–543.
106. Zeimer C. J., Gibson G. R. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. *Inter. Dairy J.* 1998. V. 8. № 5/6. P. 437–479.
107. Батищева Л. В. Кириллова Л. Г., Дятлов В. А. Влияние стабилизирующих добавок на структурообразование десерта «Арония». *Молочная промышленность.* 2001. № 11. С. 39–40.

108. Булдаков А. С. Пищевые добавки: справочник. Москва, 1996. С. 373–375.
109. Дудкин М. С., Щелкунов Л. Ф. Пищевые волокна – новый раздел химии и технологии пищи. *Вопросы питания*. 1998. №3. С. 36–38.
110. Жушман А. И., Карпов В. Г., Лукин Н. Г. Модифицированные крахмалы как эффективные пищевые добавки. *Пищевая промышленность*. 1996. № 6. С. 12.
111. Зобкова З. С., Фурсова Т. П. О консистенции молочных продуктов. *Молочная промышленность*. 2002. № 9. С. 11.
112. Зобкова З. С., Фурсова Т. П. Пищевые добавки – улучшители консистенции молочных продуктов. *Молочная промышленность*. 1998. №7. С. 8.
113. Кнайфель В. М. Бактерии молочной кислоты – тематика между прошлым и будущим. *Мясо и молоко*. 1998. № 2. С. 18–19.
114. Куваева И. Б., Ладодо К. С. Микроэкологические и иммунные нарушения у детей: диетическая коррекция. Москва, 1991. С. 105–121.
115. Оллсен С. Роль стабилизаторов в производстве молочных продуктов. *Молочная промышленность*. 2002. № 8. С. 32–33.
116. Погожаева А. В. Пищевые волокна в лечебно – профилактическом питании. *Вопросы питания*. 1998. № 1. С. 39–41.
117. Позняковский В. М., Габинская О. С., Чеботарев Л. Н. Биотехнология производства продуктов из отходов сырья. Кемерово, 1992. С. 54.
118. Полянский К. К., Глаголева Л. Э., Железной С. А., Рудаков О. Б. Добавка «Витол» в молочных продуктах. *Молочная промышленность*. 2001. № 5. С. 39 – 41.
119. Тутельян В. А., Суханов Б. П., Австриевских А. Н., Позняковский В. М. Биологически активные добавки в питании человека (оценка качества и безопасности, эффективность, характеристика, применение в профилактической и клинической медицине). Томск, 1999. С. 269.

120. Фурсова Т. П., Зобкова С. Б., Зимин А. Ф. Методика инструментальной оценки консистенции кисломолочных напитков. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2001. № 10. С. 44–47.
121. Хантургаев А. Г. Разработка технологии бифидосодержащих кисломолочных продуктов с использованием кедрового шрота: дис. канд. техн. наук. Улан-Удэ, 2002. С. 153.
122. Щедушнов Д. В. Использование модифицированных крахмалов в эмульгированных и стерилизованных сосисках. *Мясо и молоко*. 1999. № 3. С. 34–36.
123. Bengmark S. Ecological control of the gastrointestinal tract. The role of probiotic flora. *Gut*, 1998. V. 42. P. 2–7.
124. Martin J.H. Technical consideration for incorporating bifidobacteria and bifidogenic factors into dairy products. *Bull. Int. Dairy Fed.* 1996, № 313. P. 49–51.
125. Martin J. H., Feijoo S. & Hayes W. Effect of bifidogenic factors on survival of bifidobacterium longum in dairy products. Mississippi, 1995. P.152.
126. Mizota T., Tamura Y., Tomita M. and Okonogi S. Lactulose as a sugar with physiological significance. *Bull. Int. Dairy Fed.* 1996. № 313. 49–51.
127. Olsen Soren. Modern yogurt gets right blend. *Scand. Dairy Inf.* 2001 № 2. S. 27–29.
128. Танащук С. В., Савченко О. А., Подосинников А. Р. Основные характеристики лактулозы, как функционального ингредиента *Молочное Дело*. 2005. № 9. С. 38–39.
129. Якобз Б.А. Безопасность продуктов питания в ЕС. *Продукты и ингредиенты*. 2005. № 7(16). С. 64–66.
130. Храмцов А. Г., Емельянов С. А., Евдокимов И. А. Необходимость бактериальной санации молока – сырья. *Молочная промышленность*. 2006. № 2. С. 18–21, № 3. С. 11–16, № 4. С. 58–61.
131. Медико – санітарні правила з виробництва та розміщення на ринку сирого молока, термічно обробленого і продуктів на молочній основі: Директива 92/46 ЄЕС від 16.06.92.

132. Мельничук С. Д., Хмельницький Г. О., Якубчик О. М. Якість і безпека продукції товарознавства: сучасний стан і перспективи. *Сучасна ветеринарна медицина*. 2005. № 4. С. 6–7.
133. Цветков И. Л., Бабкина Н. Г. «БК Джюлини»: обеспечение микробиологической безопасности молочных продуктов. *Молочная промышленность*. 2009. № 11. С. 19–21.
134. Park H, Lee M, Kim KT et al. Antioxidant and antigenotoxic effect of dairy products supplemented with red ginseng extract. *J Dairy Sci*. 2018 Oct;101(10):8702-8710.
135. Свириденко Г. М. Основной критерий безопасности молока – т сырья – здоровье животных (бруцеллез). *Молочная промышленность*. 2008. № 10. С. 63–65.
136. Якубчак О. М., Джміль О. М. Зміни мікрофлори сирого молока в процесі його зберігання та транспортування. *Молочна промисловість*. 2006. № 2 (27). С. 46–47.
137. Кучерявий В., Кучерява М., Мазур В. Бифидобактерии и лактобактерии – основа здорового организма. Материалы международной научной конференции «Глобальное потепление и агробиоразнообразие». – Тбилиси. – 4-6.11. 2015. – С. 396-399.
138. Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов. Москва, 1984. С. 344.
139. Твердохлеб Г. В., Алексеев В. Н., Соколов Ф. С. Технология молока и молочных продуктов. Київ, 2006. С. 407.
140. Шендеров Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Том I. Микрофлора человека и животных и её функции. Москва, 1998. С. 288.
141. Тихомирова Н. А. Технология продуктов функционального питания. Москва, 2002. С. 213.

142. Ковалёв Ю. И., Токаев Э. С., Рогов И. А. Определение рационального уровня содержания пищевых волокон в мясных продуктах. *Пищ. технология*. 1990. № 2–3. С. 50–52.
139. Рубакова Э. И., Лаврова В. А. Бондаренко В. М. Иммуностимулирующее действие лактобактерий, используемых в качестве основы препаратов пробиотиков. *Микроб. журн.* 1998. №5. С. 107–112.
140. Смирнов В. В., Коваленко Н. К., Подгорный В. С., Сорокулова И. Б. Пробиотики на основе живых культур. *Микроб. журн.* 2002. Т. 64. № 4. С. 62–80.
141. Гончарова Г. И., Семенова Л. Л., Ляная А. М., Козлова Э. П. Бифидофлора человека, её нормализующие и защитные функции. *Антибиотики и медицинская биотехнология*. 1987. Т. 32. № 3. С. 17–25.
142. Дидух Н. А., Могилянская Н. А. К вопросу производства ферментированных молочных напитков диабетического назначения. *Молочна промисловість*. 2008. № 3 (46). С. 44–47.
143. Коваленко Н. К., Касумова С. А. Роль молочнокислых бактерий в метаболизме холестерина. *Молочна промисловість*. 2003. № 3 (6). С. 20–22.
144. Красникова Л. В., Салахова И. В., Шаробайко В. И. Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности. Москва, 1991. С. 32.
145. Ганина В. И., Калинина Л. В., Большакова Е. В. β -Галактозидазная активность молочнокислых бактерий и бифидобактерий. *Молочная промышленность*. 2002. № 8. С. 37.
146. Молотов С. А., Данилевич В. Н., Линд Р. М. Синтез и экскреция β -галактозидазы клетками *Str. Thermophiles*. *Биотехнология*. 1991. № 2. С. 33–37.
147. Степаненко П. П. Микробиология молока и молочных продуктов: Учебник для студ. ВУЗов. Москва, 1999. С. 415.
148. Зобкова З. С. Функциональные цельномолочные продукты. *Молочная промышленность*. 2006. № 3. С. 46–51; № 4. С. 68–70.
149. Бахнова Н. В., Анищенко И. П. Бактериальные концентраты для

продуктов функціонального призначення. *Молочная промышленность*. 2008. № 3. С. 60–61.

150. Дідух Н. А., Чагаровский О. П., Лисогор Т. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса, 2008. С. 234.

151. Дідух Н. А., Могилянська Н. А. Розробка режимів гомогенізації молочно – жирових сумішей для функціональних молочних напоїв діабетичного призначення. *Молочна промисловість*. 2008. № 2 (45). С. 46–48.

152. Наследова Л. Ф. Еще раз о лактулозе. *Молочная промышленность*. 2009. № 9. С. 68–69.

153. Дидух Н. А. Использование чистых культур *Bifidobacterium dolescentis* в производстве биоогурта. *Молочное Дело*. 2008. № 10. С. 40–42. № 11. С. 50, № 12. С. 28–29.

154. Дідух Н. А. Синбіотичні комплекси для виробництва ферментованих функціональних молочних продуктів з імуномодельючими властивостями. *Молочна промисленность*. 2007. № 8 (43). С. 21–23, 2008. № 1(44). С. 44–49.

155. Зобкова З. С., Фурсова Т. П. Влияние температуры на характеристики кисломолочных продуктов со стабилизаторами. *Молочная промышленность*. 2004. № 6. С. 59–60.

156. Скорченко Т. А., Поліщук Г. Є, Грек О. В., Кочубей О. В. Технологія незбираномолочних продуктів. Вінниця, 2005. С. 264.

157. Артюхова С. И., Заика Н. А. Кисломолочный десерт для функционального питания. *Молочная промышленность*. 2004. № 6. С. 56–57.

158. Алексеева Н. Ю., Аристова В. П., Патриций А. П. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: справочник. Москва, 1986. С. 239.

159. Пат. UA50077 Україна. Композиція для виробництва пудингів. Опубл. 25.05.2010.

160. Пат. RU2368144 Россия. Способ производства десертного продукта. Оpubл. 27.09.2009.
161. Мусульманова М. М. Комбинированные молочно – растительные продукты. *Молочная промышленность*. 2005. № 5. С. 72–73.
162. Пат. RU2376779 Россия. Способ производства кисломолочного пастообразного продукта. Оpubл. 27.12.09.
163. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія молочних продуктів. Підруч. – К.: НУХТ, 2013.– С. 502.
164. Остапчук Н. В. Математическое планирование процессов пищевых производств: учеб. пособие. Київ, 1992. С. 175.
165. Капрельянц Л.В., Юргачова К.Г. Функціональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – С. 312.
166. Косой В. Д., Меркулов М. Ю., Юдина С. Б. Контроль качества молочных продуктов методами физико – химической механики. Київ, 2005. С. 208.
167. Крусь Г. Н., Храмцов А. Г., Волокитина З. В., Карпычев С. В. Технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2004.– С.455
168. Токаев Э. С., Ганина В. И., Багдасарян А. С. Свойства единой синбиотической системы бифидобактерий с пребиотиком Fibregum. *Биотехнология*. 2006. № 6. С. 51–62.
169. Бурыкина И. М., Шемелева М. В., Хитрова Г. В. Система НАССР на предприятиях промышленности: программа внутреннего контроля. *Молочная промышленность*. 2004. № 5. С. 16–17.
170. Шепелева Е. В. Системный подход к решению проблем качества молочной продукции. *Молочная промышленность*. 2004. № 12. С. 34–36.
171. Снятковский М. В., Карычев Р. З., Шаманова Г. Л. Бактериофаги в молочном производстве и борьба с ними. *Молочная промышленность*. 2006. № 4. С. 66–67.
172. Соломон А. М. Нові підходи до удосконалення якості та безпеки молока. Зб. наукових праць ВДАУ «Сучасні проблеми підвищення якості,

безпеки виробництва та переробки продукції тваринництва». Вінниця, 2008. Вип. 34. Т. 1. С. 221–225.

173. Материалы международного института естественных наук (ILSI). Оценка безопасного для здоровья содержания химических соединений в продуктах питания. *Пищ. ингрэд. Сырье и добавки*. 2005. № 1. С. 68–69.

174. Раманаускас Р. В. Изменение дисперсности частиц казеинкальцийфосфатного комплекса и его влияние на вязкость молока. Вильнюс, 1980. Т. 14. С. 101–103.

175. Акулова А. В. Лактулоза в функциональных продуктах питания. *Пищевая промышленность*. 2001. № 2. С. 54.

176. Чагаровський О.П., Ткаченко Н.А., Лисогор Т.А. Хімія молочної сироватки: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Одеса : «Сімекс – прінт», 2013. – С. 268.

177. Улитенко А. И., Соколовский Э. И., Тушкин В. А. Количественная оценка бактерицидных свойств молока. *Молочная промышленность*. 2002. № 8. С. 20–23.

178. Полянский К. К., Алтухов Н. М., Семёнов С. Н. Состав микрофлоры молока на различных этапах получения. *Молочная промышленность*. 2005. № 5. С. 69–70.

179. Пат. UA 22150 Україна. Спосіб виділення збудника туберкульозу на живильному середовищі. Опубл. 10.04.2007.

180. Власенко В. В., Лисенко О. П., Власенко І. Г., Фролов О. В., Соломон А. М. Туберкулінодіагностика великої рогатої худоби та біобезпека отриманого молока. *Зб. наукових праць ВДАУ «Сучасні проблеми підвищення якості, безпеки виробництва та переробки продукції тваринництва»*. Вінниця, 2008. Вип. 34. Т. 3. С. 75–80.

181. Бондарчук В. М., Василенко О. О., Сорокіна Н. О. Управління якістю сировини й регулювання законодавчої бази – надійні підвали безпеки продукції. *Молочна промисловість*. 2007. № 6 (41). С. 16–17.

182. Кручек О. А. Вплив теплової обробки на мікрофлору молока. *Наук. Вісник ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2006. Т. 8. № 4 (31). Ч. 1. С. 96–103.
183. Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК»*. Вінниця, 2017. Випуск №2 (97). С. 85–89.
184. Berry E. D., Foegeding P. M. Cold temperatyre adaptation and growth of micro organisms. *Journal of Protection*. 1997. Vol. 60, № 12. P. 1583–1594.
185. Czempirkowa R. Psychrotrophicvs, total bacterial counts in bulk milk samples. *Vet. Med. Czech*. 2002. № 8. P. 46–51.
186. Пономарёв А. Н., Барбашина М. А. Питьевое пастеризованное молоко с увеличенным сроком хранения. *Молочная промышленность*. 2005. № 5. С. 41–45.
187. Гуляев-Зайцев С. С., Ножечкина Г. М. Состав і властивості заготівельного молока у східному регіоні лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 5. С. 59–61.
188. Ромоданова В. О., Шурчкова Ю. О., Бабенко О. Б. Сучасний погляд на процеси у технології молочних продуктів. *Молочна промисловість*. 2005. № 6 (21). С. 35–37.
189. Шурчкова Ю. О., Ромоданова В. О. Шляхи вдосконалення первинної обробки молока. *Молочна промисловість*. 2004. № 4 (13). С. 46–47.
190. Алексеева Н. Ю., Павлова Ю. В., Шишкин Н. И. Современные достижения в области химии белков молока. Москва, 1988. С. 32.
191. Зобкова З. С., Фурсова Т. П. О консистенции кисломолочных продуктов. *Молочная промышленность*. 2002. № 9. С. 30–33.
192. Горбатова К. К. Физико – химические и биохимические основы производства молочных продуктов. Київ, 2004. С. 346.
193. Ромоданова В. А., Шурчкова Ю. А., Недбайло А. Е. Изменение редок – потенциала молока в процессе его обработки. *Молочна промисловість*. 2009. № 4 (53). С. 22–23.

194. Скарбовійчук О.М., Кочубей –Литвиненко О.В., Чернюшок О.А., Федоров В.Г. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів. – К.: НУХТ, 2012. – С. 311.
195. Семенихина В. Ф., Рожкова И. В., Бегунова А. В. Технологические аспекты использования бифидобактерий для кисломолочных продуктов. *Молочная промышленность*, 2009. № 12. С. 911.
196. Дідух Н. А. Розробка процесу сквашування молочно – сироваткових сумішей при виробництві напоїв пробіотичного призначення з фруктово – ягідними наповнювачами. *Наук. Вісник ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2006. Т. 8. № 4 (31). Ч. 1. С. 44–51.
197. Дидух Н. А., Дидух Г. В. Симбиотические комплексы для производства ферментированных молочных геронапитков. *Зб. наук. пр. ОНАХТ*. Одеса, 2008. Вип. 33.С. 147–153.
198. Marteau P., Pochart P., Flourie B. Effestofchronicinges tionofafermented dairyproduct containing Lactobacillus acidophilusand Bifidobacterium bifidumonmetabolic activities on colonic flora in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 1990. Vol. 52. 685–688.
199. Хамагаева И. С., Качаниева Л. М. Кисломолочный напиток «Целебный». *Молочная промышленность*. 2005. № 5. С. 66–68.
200. Дідух Н. А. Наукові основи використання синбіотичних комплексів з чистими культурами Bifidobacterium longum у виробництві ферментованих функціональних молочних продуктів. *Молочное Дело*. 2008. № 3. С. 21–23, № 4. С. 52–54; № 5.С. 34–39.
201. Крашенин П. Ф., Гаврилова Н. Б., Серинникова Л. В. Ассоциации молочнокислых культур и бифидобактерий в кисломолочных продуктах. *Молочная промышленность*. 1996. № 7. С. 25.
202. Чагаровський О. П., Дідух Н. А. «Біфідо – лактон» – новий біфідовмісний кисломолочний напій функціонального призначення. *Молочна промисловість*. 2005. № 1 (16). С. 36–38.

203. Дидух Н. А., Дидух Г. В. Новые решения в создании функциональных кисломолочных напитков. *Молочное Дело*. 2006. № 11. С. 36–39; № 12. С. 36–39; 2007. № 1. С. 24–25.
204. Дідух Н. А. Кисломолочний продукт пробіотичного призначення. *Зб. наук. пр. ОНАХТ*. Одеса, 2006. Вип. 29. Т.2. С. 103–109.
205. Власенко В. В., Соломон А. М., Паулина Я. Б. Сучасний стан та перспективи виробництва кисломолочних продуктів функціонального призначення. *Харчова наука і технологія*. № 4 (9). 2009. С. 21–23.
206. Власенко В. В., Власенко І. Г., Шуляк О. О., Соломон А. М. Використання протеолітичних властивостей лактококів в виробництві молочних продуктів лікувально – профілактичного призначення. *Матеріали II Міжнарод. наук.-практ. конф. «Науковий потенціал світу – 2005»*. Дніпропетровськ, 2005. Т. 1. С. 9–11.
207. Власенко В. В., Мартенюк О. М., Соломон А. М. Визначення ефективності дослідного середовища для культивування молочнокислих бактерій. *Матеріали II Міжнарод. научн.-практич. конф. «Европейская наука XXI века – 2007»*. Медицина. Биологические науки. Химия и химические технологии. Сельское хозяйство. Дніпропетровськ, 2007. – Т. 9. С. 38–40.
208. Власенко І. Г., Власенко В. В., Соломон А. М., Мартинюк О. М. Проблеми якості продуктів пробіотичного призначення. *Науковий Вісник ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2007. Т. 9. № 2 (33). Ч. 2. С. 119–123.
209. Ганина В. И., Рожкова Т. В., Тренина М. А. Плазменный профиль штаммов молочнокислых бактерий, продуцирующих экзополисахариды. *Пищ. технология*. 2005. № 4. С. 37–39.
210. Капрельянц Л. В., Петросьянц Л. В., Розанов А. Я. Ідентифікація функціональних груп каталітичного центру α -галактозидози *Vifido bacterium longum* ЛМ-6. *Зб. наук. пр. ОНАХТ*. Одеса, 2003. Вип. 25. С. 118–122.
211. Храмов А. Г., Пономарев В. А., Лодыгин А. Д. Бифидогенный концентрат «Лактобел-ЭД». *Молочная промышленность*. 2008. № 12. С. 67.

212. Храмов А. Г., Евдокимов И. А., Рябцева С. А. Технологическая платформа отечественного пребиотика лактулозы. *Молочная промышленность*. 2009. № 12. С. 53–56.
213. Капрельянц Л.В., Пилипенко Л.М., Єгорова А.В. Мікробіологія харчових виробництв. навчальний посібник. – Херсон, 2016. С. 478.
214. Власенко В. В., Власенко І. Г., Соломон А. М. Мікробіологія молока та молокопродуктів: навчальний посібник. Вінниця, 2006. С. 600.
215. Скибіцький В. Г., Власенко В. В., Власенко І. Г., Мельник М. В., Ібатулліна Ф. Ж., Соломон А. М. Мікробіологія молока та молочних продуктів. Вінниця, 2008. С. 412.
216. Тамим А. И., Робинсон Р. К. Йогурты и другие кисломолочные продукты. *Научные основы и технологии*. Москва, 2003. С. 664.
217. Пат. RU98105400/13 Россия. Композиция для пудинга и способ его производства. Оpubл. 27.05.1999.
218. Перфильев Г. Д. Влияние антибактериальных свойств молочнокислых бактерий на качество молочных продуктов. Москва, 1985. С. 45.
219. Самойлов В. А. Продукты лечебно – профилактического назначения, БАД и лекарственные препараты на основе компонентов молока. *Молочная промышленность*. 2004. № 2. С. 41–43.
220. Кигель Н. Ф. Заквасочные культуры для ферментирования молочных продуктов: основные свойства и виды. *Молочна промисловість*. 2005. № 1 (16). С. 26–29.
221. Кігель Н. Ф. Насирова Г. Ф. Критерії відбору заквашувальних культур. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 2. С. 58–60.
222. Оллсен С. В. Роль стабилизаторов в производстве кисломолочных продуктов. *Молочная промышленность*. 2002. № 8. С. 32–33.
223. Донская Г. А., Ишмаметьева М. В., Матушевская В. Н., Шевелева С. А. Кисломолочный напиток, обогащенный пищевыми волокнами. *Молочная промышленность*. 2004. № 6. С. 50–51.

224. Полянский К. К. Глаголева Л. Э, Ряховский Ю. В. Пищевые волокна в молочных продуктах. *Молочная промышленность*. 2001. № 6. С. 41.
225. Зобкова З. С. Производство цельномолочных продуктов с использованием белков и жиров растительного и животного происхождения. Москва, 1983. С. 40.
226. Богданова Е. А., Ханджак Р. Н., Зобкова З. С. Технология цельномолочных и молочно – белковых концентратов. *Справочник*. Москва, 1989. С. 311.
227. Станкевич Г. М., Дідух Г. В. Оптимізація параметрів гомогенізації молочно – жирових сумішей для геродієтичних напоїв. *Харчова наука і технологія*. 2009. № 2(7). С. 69–71.
228. Малахов Н. Н., Орешина М. Н. Механизмы дробления жира при гомогенизации молока. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2000 № 7. С. 33.
229. Кочубей – Литвиненко О.В., Ющенко Н.М. Технологія отримання та первинного оброблення молока: Підруч. – К.: НУХТ, 2013. С. 211.
230. Бугаец Н. А. Тамова М. Ю., Прудников С. М. Изучение межмолекулярного взаимодействия в белково – полисахаридных системах методом ядерной магнитной релаксации. *Изв. Вузов. Пищ. технология*. 2004. № 4. С. 54–57.
231. Степанова Л. И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Цельномолочные продукты. Москва, 1999. Т. 1. С. 384.
232. Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі: Підруч. – К.: НУХТ, 2012. – С. 362.
233. Пат. UA 5460 Україна. Кисломолочний десертний продукт Опубл. 10.11.2010.
234. Власенко В. В., Власенко І. Г., Соломон А. М. Мікробіологічна добавка «СІРОЛАКТ» для формування асортименту молочної продукції лікувально-профілактичного напрямку. *Наук. Вісник ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2006. Т. 8. № 4 (31). Ч. 1. С. 25–28.

235. Власенко В. В., Соломон А. М., Дідух Г. В. Визначення пробіотичної складової для десертних кисломолочних продуктів функціонального призначення. *Харчова наука і технологія*. 2010. № 13 (4). С. 69–71.
236. Уразова М. С., Туякова А. Я., Кушугулова А. Р., Уразова М. С. Изучение пробиотических свойств консорциумов для молочной промышленности. *Вестник КазНУ*. Алмата, 2007. С. 114–119.
237. Пат. RU 2157639 Россия. Способ производства кисломолочного продукта. Оpubл. 20.10.2000.
238. Токаев Э. С., Максимов А. А. Разработка нового синбиотического пищевого продукта с высоким содержанием бифидобактерий. *Вопросы питания*. 2009. Том. 78. № 2. С. 39–41.
239. Ромоданова В. А., Шурчкова Ю. А., Недбайло А. Е. Значение окислительно – восстановительного потенциала в оценке качества молока. Наука и инновации в молочной отрасли. *I Республ. науч. конф. молод. ученых, аспирантов и студентов*. Могилёв, 2009. С. 245.
240. Биргера М. О. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования. Москва, 1982. С. 79–80.