

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Спеціальність 181 «Харчові технології»

Допускається до захисту
В.о.зав. кафедри безпечності та якості
харчових продуктів, сировини і
технологічних процесів
доцент  Мерзлова Г.В.
« 5 » 11 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТУ

Виконала  ГОЛОВАЙ Р.В.

Керівник, доцент  КАЧАН А.Д.

Рецензент  Кобачук І.І.

Я, Головай Руслана Віталіївна, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2024

З М І С Т

стор.

	Завдання на кваліфікаційну роботу	
	Анотація	
	Annotation	
	Відгук керівника	
	ВСТУП	
1.	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ Сучасні технології виробництва йогуртів в Україні, стан та перспективи	
2.	МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	
3.	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТУ	
3.1.	Вимоги до сировини та матеріалів	
3.2.	Продуктовий розрахунок йогурту	
3.3.	Апаратурно-технологічне забезпечення	
3.4.	Опис технології виготовлення йогурту	
4.	КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКТУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА	
5.	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	

АНОТАЦІЯ

Головай Р. В. Аналіз та удосконалення технології виробництва йогурту

Мета роботи полягає у розробці технології фруктових-овочевих пектиновмісних йогуртів з біфідогенними властивостями.

Фруктово-овочева сировина має досить хороший пребіотичний потенціал. Найбільший вміст пектинових речовин виділяється при гідролізі яблучного та айвового пюре. З овочевої сировини найбільша концентрація пектинових речовин міститься в пюре з гарбуза. Наростання кислотності в ферментованому фруктовому пюре відбувається швидше, титрована кислотність найбільша при використанні ферментованого гарбузового пюре. Зміна титрованої кислотності найбільша в разі застосування овочевих пюре в порівнянні з фруктовими. Це узгоджується з даними про ступінь етерифікації пектинових речовин.

Для функціонального призначення запропоновано додавати до складу рецептури комбіноване фруктових-овочевого пюре (суміш гарбузового та айвового).

Кваліфікаційна робота магістра містить _____сторінки, _____таблиць, _____рисунок, список використаних джерел складається із _____найменувань.

Ключові слова: йогурт, пектин, сквашування, фруктових-овочева сировина, пребіотичний потенціал.

ANNOTATION

Holovai R. V. Analysis and Improvement of Yogurt Production Technology

The objective of this work is to develop a technology for producing fruit-vegetable pectin-containing yogurts with bifidogenic properties. Fruit and vegetable raw materials have a good prebiotic potential. The highest content of pectin substances is released during the hydrolysis of apple and quince puree. Among vegetable raw materials, the highest concentration of pectin substances is found in pumpkin puree. The acidity in fermented fruit puree increases more rapidly, with the highest titratable acidity observed when using fermented pumpkin puree. The change in titratable acidity is greater with vegetable purees compared to fruit purees. This is consistent with data on the degree of esterification of pectin substances.

For functional purposes, it is proposed to add a combined fruit-vegetable puree (a mixture of pumpkin and quince) to the formulation.

The master's thesis contains _____ pages, _____ tables, and _____ figure, with a list of references consisting of _____ items.

Keywords: yogurt, pectin, fermentation, fruit and vegetable raw materials, prebiotic potential.

ВСТУП

Важлива роль у забезпеченні та підтриманні життєдіяльності людини належить кисломолочним продуктам, які у загальній структурі виробництва молочної продукції в Україні сьогодні займають 15 %. Одним із популярних кисломолочних продуктів, що широко використовується в раціоні харчування людей у багатьох країнах світу є йогурт.

За період з 2012 по 2023 рік виробництво йогурту в Україні збільшилося з 17,9 тис. т до 103,8 тис. т, тобто на 85,9 тис. т.

Йогурт в Україні споживає понад 40 % населення. У середньому мешканець України споживає до 2,5 кг йогурту за рік, тоді як житель Німеччини – 15 кг, Фінляндії – 35 кг. У структурі споживчих переваг покупці надають перевагу йогурту питному рідкому зі шматочками фруктів. Менше споживають йогурт ароматизований, найменше – без фруктових добавок.

Технології функціональних молочних продуктів базуються на використанні унікальної біологічної рідини молока, до якої додаються різноманітні біологічно активні компоненти, в тому числі і пробіотичні мікроорганізми.

Йогурт є джерелом кальцію, мінералу, який сприяє здоров'ю кишечника і знижує ризик виникнення раку товстої кишки. Кальцій перешкоджає надмірному росту клітин, що вистилають товсту кишку, що може сприяти підвищеному ризику розвитку раку товстої кишки. Також йогурт покращує засвоєння вітамінів, групи В.

Актуальність теми. Здоров'я людини, перш за все, залежить від його повноцінного і збалансованого харчування. Проте, не менш значимими факторами, що впливають на здоров'я людини, є екологічні, що обумовлює необхідність розширення обсягів та асортименту продуктів харчування з біфідогенними властивостями. Біфідогенний потенціал (властивості) – це прояв продуктом про- і пребіотичних властивостей.

Ефективним пребіотиком є пектин, який представляє собою полісахарид, утворений залишками D-галактуранової кислоти, і міститься в рослинній сировині.

В даний час все більшого значення також набувають фруктово-овочеві молочні напої, які є джерелами мінеральних речовин і вітамінів. Відзначається значне розширення асортименту цієї групи продуктів.

Актуальним є збільшення обсягів виробництва фруктово-овочевих йогуртів, що включають драглеутворювачі природного походження, що пролонгують дію біологічно активних речовин в організмі людини.

Ступінь розробленості теми в даний час є недостатньою, оскільки практично відсутні відомості про комплексний вплив фруктово-овочевої сировини і пектину на біфідогенні властивості продуктів харчування при збереженні їх харчової цінності і антитоксичної здатності.

Мета і завдання досліджень. Метою даної роботи є розробка технології фруктово-овочевих йогуртів з біфідогенними властивостями.

Відповідно до мети було визначено такі задачі дослідження:

- аналіз хімічного складу і функціонально-технологічних властивостей фруктово-овочевої сировини для встановлення її пребіотичного потенціалу;
- дослідження можливості посилення пребіотичних властивостей фруктово-овочевої сировини шляхом збагачення його пектоолігосахаридами, отриманими в результаті ферментного гідролізу;
- вивчення впливу виду та концентрації пектинових речовин на пробіотичні властивості продукції;
- розробка рецептур та технології напоїв з пробіотичними властивостями;

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Сучасні технології виробництва йогуртів в Україні, стан та перспективи

Концепція функціонального харчування виникла на стику медичної і харчової біотехнології та отримала офіційне визнання в Японії в 1989 р. Японські дослідники визначають три основні якості таких продуктів: харчова цінність, смакові властивості та фізіологічну дію.

На відміну від загальноприйнятого поняття раціонального харчування під терміном «функціональне харчування» японські дослідники мають на увазі використання продуктів природного походження, які при систематичному вживанні надають позитивний регулюючий вплив на певні системи і органи організму, покращуючи фізичне і психічне здоров'я людини [23,29].

Світовий ринок функціональних продуктів на сьогоднішній день приблизно оцінюється цифрою в 60 млрд. дол. США. В Україні ринок функціональних продуктів харчування розвинений недостатньо і представлений, в основному молочними продуктами, розробка яких була почата в 1980-х роках, при цьому фруктово-овочеві продукти з біфідогенними властивостями майже відсутні.

У зв'язку з цим проблема організації та забезпечення правильного харчування людини в нашій країні, його адекватності і збалансованості є одним з найважливіших завдань спільної діяльності технологів, медиків і соціологів [5].

Аналіз науково-технічної літератури показав, що з урахуванням зростання і виду захворювань населення найбільш актуальним напрямком досліджень є розробка продуктів харчування з пробіотичними властивостями із застосуванням фруктової та овочевої сировини. Встановлено, що систематичне вживання продуктів з пробіотичними властивостями забезпечують оздоровчий ефект без застосування лікарських засобів. При

цьому відзначено нешкідливість пробіотиків для організму, практична відсутність побічних явищ і звикання до них при тривалому споживанні.

Офіційно зареєстрованими і дозволеними до застосування в харчовій промисловості пробіотиками є біфідо- і лактобактерії [22]. В даний час перспективним вважається напрямок, пов'язаний з одержанням продукції на молочній основі, володіє і синбіотичними властивостями. Слід також зауважити, що введення до складу харчових продуктів біологічно активних (функціональних) компонентів дозволяє надати традиційним продуктам нові властивості. Так, наприклад, харчові волокна роблять різнобічну дію на організм людини: вони сорбують токсичні сполуки, які потрапляють з продуктами харчування, зменшують концентрацію та час їх дії на слизову оболонку кишечника, покращують обмін речовин [6].

Створення збагачених харчовими волокнами продуктів – актуальне завдання харчової індустрії. Тривалий час харчові волокна вважали непотрібними баластними речовинами, їх прагнули видалити з готових продуктів. В результаті фактичне споживання харчових волокон населенням знизилася в 2-3 рази порівняно з нормою: замість 30-35 г на добу середньостатистична людина з'їдає їх не більше 10-15 г [7].

Досить перспективним напрямком у функціональному харчуванні є застосування нутріцевтиків, які є джерелом таких поживних речовин як вітаміни, мінеральні речовини – у вигляді соків, овочевих і фруктових пюре.

Найбільш активною країною Європи за сумою всіх про-, пре- і синбіотических продуктів, за даними «Mintel's Global New Products Database» (GNPD), є Німеччина, в якій за останні 5 років запущено 240 молочних продуктів даної категорії. Друге місце займає Великобританія – 144 види, далі йдуть Італія, Австрія, Іспанія, Ірландія, а замикають європейську десятку Угорщина, Польща та Чехія [12].

Виробництвом йогурту в Україні займається більше 70-ти підприємств. Серед провідних виробників йогурту виділяють п'ять компаній, які сьогодні утримують 85,0 % ринку. Це ЗАТ "Галичина", ВАТ "Данон Дніпро" (ТМ

"Актімель", ТМ "Активія", ТМ "Даніссімо") і підприємства групи "Юнімілк" (ТМ "Галактон", ТМ "Біобаланс", ТМ "Простоквашино", ТМ "Актуаль", ТМ "Літній день", ТМ "Кремез", ТМ "Біопреміум") та ін.

На ринку питних йогуртів основними гравцями є компанія "Юнімілк-Україна", "Данон", "Вілл-Білл-Данн" і "Галичина"; на ринку густих йогуртів – "Данон", "Лакталіс Україна", що виробляють продукцію під торговою маркою "Президент" [9, 19].

Найбільш виразні функціональні властивості мають кисломолочні продукти, що виготовляють із застосуванням бактерій *L. acidophilus*, які є постійними представниками мікрофлори кишечника людини.

Промисловість випускає велику кількість кисломолочних продуктів з використання комплексних заквасок, що містять лактобактерії, термофільні стрептококи та інші молочнокислі бактерії. Вагому цінність представляє нова генерація функціональних кисломолочних продуктів – біопродукти (біопростокваша, біойогурт, біо-ряжанка, біокефір) [10].

На сучасному етапі розвитку найбільш результативною є концепція створення функціональних молочних продуктів, які сприятливо діють на організм людини [10, 35].

Відомий спосіб виробництва нежирного йогурту, що містить знежирене молоко, сухе знежирене молоко, закваску, порошок топінамбура, концентрат лактулози, янтарну або яблучну кислоту. Введення порошку топінамбура дозволяє збагатити йогурт цінними поживними компонентами.

Відомий спосіб виробництва йогурту, що містить знежирене молоко, сухе знежирене молоко, закваску, порошок гарбуза. Винахід дозволяє поліпшити харчову цінність, підвищити профілактичні властивості йогурту за рахунок введення пектиновмісних наповнювачів та харчових волокон.

Запатентований винахід виробництва йогурту, що містить нормалізоване молоко з закваскою, який відрізняється тим, що додатково вносять сухий сироватковий продукт з лактулозою [34, 14].

Відомий йогурт з підвищеними функціональними властивостями, що

містить нормалізовану гомогенізовану пастеризовану молочну суміш з масовою часткою сухого знежиреного молочного залишку 10-12 % та симбіотичну закваску, який відрізняється тим, що він додатково містить фруктозу та сироп лактулози, при цьому як симбіотичну закваску він містить закваску, що включає змішані культури біфідобактерій – *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidum* і *Bifidobacterium breve* та змішані культури молочнокислих бактерій - *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus* при співвідношенні вказаних культур 1:1:1:5:5 [15, 30].

Зернобобові і продукти їх переробки досить часто використовуються як наповнювачі окремих груп молочних продуктів функціонального спрямування. Прикладом можуть бути функціональні кисломолочні продукти із екструдованими пшеницею, рисом і гречкою [8].

Недавні дослідження показали, що йогурти зі злаками посилюють позитивну дію на організм завдяки корисним властивостям як злаків, особливо вівса, так і мікроорганізмів. Овес містить мікроелементи, які сприяють зниженню холестерину в крові, при цьому рівень глюкози та інші показники крові не змінюються.

Пропонується вносити вівсяні пластівці в нежирний кисломолочний сир, які попередньо піддаються обсмаженню, а потім заварюванню, що дозволяє отримувати продукт високої якості [26].

Розроблені технології кисломолочних продуктів профілактичного призначення «Біосол-1», «Біосол-2», «Протосол-1» і «Протосол-2» із сумішами солодових екстрактів ячменю, кукурудзи, пшениці і листового протеїну кропиви, люцерни (4–5 % від маси молочної основи).

Запропоновано виробництво кисломолочного продукту з борошном із зародків пшениці «Вітазар». Спосіб передбачає внесення в нормалізоване молоко борошна «Вітазар», яке попередньо розчиняють в частині нормалізованого молока у співвідношенні 1:3 відповідно. За допомогою рослинних добавок у нових продуктах збільшений вміст вітамінів А, В₂, С, біотину, а також Са, К, Р, Fe, Mg і амінокислот [1, 26].

У створенні молочних продуктів функціонального призначення важливе місце займають наповнювачі на основі нетрадиційної сировини.

Перспективними для використання можуть бути плоди шипшини, які характеризуються багатокomпонентністю складу. У виробництві аерованих заморожених молочних продуктів використовують пюре й підварку шипшини, що містять біологічно активні компоненти. Завдяки цьому вони поліпшують якість аерованих заморожених молочних продуктів. Готовий продукт має виражені смак і аромат шипшини [2].

Підвищити харчову й біологічну цінність продуктів харчування можна за рахунок використання добавок з підвищеним вмістом білка і дефіцитних амінокислот: лізину й метіоніну. Для цього застосовують пасту «Кенділак», яка містить 10% білка, 65% лактози, 6 % золи, вітаміни А, Е, РР, С, групи В, макроелементи (Na, K, Ca), амінокислоти (лізин, валін, лейцин, ізолейцин, метіонін, треонін, феніланін, цистин) [21, 27].

Також розроблена технологія нового продукту функціонального призначення – сирної пасти на основі альбумінної маси.

Отримання продукції на молочній основі з синбіотичними властивостями дуже перспективне в оздоровчому харчуванні. Синбіотик – фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт, що являє собою поєднання пробіотиків і пребіотиків. Використання синбіотиків дозволяє стимулювати ріст аутофлори людини і поліпшувати виживання бактеріальних добавок у кишечнику.

На ринку України представлений йогуртний напій «Фіброгам», збагачений харчовим волокном. Ця добавка представляє собою полісахарид смоли акації, яка здатна зв'язуватися з багатьма мікронутрієнтами, мінералами і поліфенолами, іншими біологічно активними речовинами, в результаті чого підсилюється корисний вплив йогурту на організм. Збагачення йогурту харчовим волокном здійснюється шляхом внесення фіброгаму одночасно з наповнювачем в охолоджену до 15°C сквашену молочну основу. Спосіб дозволяє збільшити вміст фібро гаму в продукті до 3–5%, в результаті чого підвищуються функціональні властивості йогурту [11, 28].

Йогурт – кисломолочний продукт з підвищеним вмістом сухих знежирених речовин молока, вироблений з використанням суміші заквасочних мікроорганізмів – термофільних молочних стрептококів і болгарської молочної палички.

Для підвищення харчової цінності та функціональних властивостей йогуртів в їх склад вводять різні наповнювачі та добавки, особливо ті, які підвищують їх лікувально-профілактичну дію. Використання харчових добавок і наповнювачів, багатих харчовими волокнами, якими є пектини, мікрокристалічна целюлоза (МКЦ), рослинні камеді, овочеві та плодово-ягідні добавки дозволяють надати йогуртам додаткові функціональні властивості [32].

Така різноманітність рослинної сировини, що застосовується при виробництві йогуртів, вказує на широкі можливості створення їх широкого асортименту, збалансованого складу, а також продуктів функціонального цільового призначення [16, 19].

Розроблено модель конкурентного потенціалу функціональних харчових продуктів, що включає п'ять груп показників – функціональної ефективності, соціального призначення, надійності, патентно-правові та ергономічні, що дозволяють об'єктивно оцінити очікувану конкурентоспроможність функціональних продуктів трьома методами: повної оцінки з урахуванням одиничних показників, методом ранжирування і методом інтегральної оцінки [20].

Погіршення екологічної ситуації, крім отруєнь різного ступеня тяжкості забруднювачами із зовнішнього середовища, призводить також до імунодефіциту. Радіація, пестициди, важкі метали, діоксини та нітрати порушують імунологічну реактивність організму, тобто його здатність відповідати на подразник адекватної пристосувальної реакцією. Тому дуже актуальна проблема детоксикації організму за допомогою спеціальних речовин-детоксикантів [7,13].

Особливе значення пектинові речовини набули в останні три

десятиліття, коли з'явилися відомості про їхню здатність, утворюючи нерозчинні комплекси, виводити з організму людини токсичні метали і довгоживучі (з періодом напіврозпаду в кілька десятків років) ізотопи стронцію, цезію та т. д. Крім того, пектинові речовини здатні сорбувати і виводити з організму біогенні токсини, ксенобіотики, анаболіки, продукти метаболізму і біологічно шкідливі сполуки, що накопичуються в організмі. Вони визнані в більшості країн як цінні харчові інгредієнти, які не мають обмежень по застосуванню.

Пектин – природний полісахарид, що отримуються шляхом гідроліза-екстрагування з вторинних сировинних ресурсів сокового і буряко-цукрового виробництва, який крім сорбційних властивостей є одним з найбільш ефективних драглеутворювачів, і, завдяки цьому, широко використовується в харчовій промисловості. Механізм драглеутворення обумовлений асоціацією пектинових ланцюгів з утворенням тривимірної просторової структури, де два або більше ділянки ланцюга з регулярною частотою зближуються один з одним [4, 25].

В даний час випускають кілька різновидів пектинів, які виділяються з різної сировини і відрізняються за складом і функціональними властивостями (яблучний, цитрусовий, буряковий, з суцвіть-кошиків соняшнику, вичавок винограду і ін.) [17].

Плоди і ягоди є джерелами глюкози і фруктози, вітамінів, мінеральних речовин, фенольних сполук, харчових волокон. Овочі багаті вітамінами, мінеральними речовинами, азотистими сполуками і харчовими волокнами. З урахуванням сполучуваності з молоком найбільш прийнятними вважаються гарбуз, морква, шпинат, горошок, капуста. Для додання йогуртам, вираженого смаку і запаху фруктів і ягід, овочів, а також для надання їм привабливого вигляду використовують плодово-ягідні і овочеві добавки у вигляді сиропів, концентратів або сухих сумішей. За рахунок цих наповнювачів регулюють вміст в кисломолочних продуктах вітамінів, вуглеводів, мінеральних речовин. Особлива роль у формуванні функціональних властивостей належить

харчовим волокнам [3,16].

Виділено кілька напрямків, що складають основні сировинні групи наповнювачів йогуртів.

Перша група включає плодово-ягідну сировину. Вона підрозділяється на 3 підгрупи: ягоди, фрукти, горіхи. За рахунок цих компонентів в продуктах можна регулювати вміст вітамінів, пектинових речовин, цукрів, ароматичних, а також ліпідних речовин і інших біологічно активних сполук.

Друга група наповнювачів представлена широким асортиментом овочевої сировини. Представники цієї групи, а також продукти, отримані за їх переробці, збагачують молочні продукти пектинами, вітамінами, мікроелементами та іншими корисними речовинами. Овочі та продукти їх переробки, як наповнювачі є ефективним засобом проти серцево-судинних захворювань, так як їх вживання знижує рівень холестерину, жирів і шлаків. Клітковина знижує ймовірність розвитку онкологічних захворювань молочної залози, прямої і товстої кишки, підшлункової та передміхурової залоз; бета-каротин перешкоджає розвитку раку сечового міхура, стравоходу, шлунка, гортані, легенів. Цьому ж сприяє вітамін С, кумарова і хлорогенова кислоти.

У третю групу виділені продукти бджільництва, такі як мед, маточне молочко, прополіс та інші. Вивчено вплив добавки – пюре з фізалісу на органолептичні показники та реологічні властивості йогуртів. Пюре вводили в йогурти в кількості від 5 до 20% до маси готового продукту. Встановлено, що найбільш оптимальною кількістю є 15%-на добавка пюре, так як покращуються органолептичні показники, підвищується в'язкість за рахунок пектинів пюре і стійкість до механічної деформації молочних йогуртів. З метою збагачення молочної основи вуглеводами, харчовими волокнами, вітамінами, мінеральними речовинами розроблені технології йогуртів з внесенням цукатів з гарбуза та моркви. Очищені і нарізані овочі проварювали в сиропі з додаванням цукру і лимонної кислоти. Шматочки цукатів підсушували і вносили в йогурти після його сквашування. Для сквашування молока 2,5-жирності використовували препарат «Наріне». Оптимальна

кількість внесення цукатів – 10%. Йогурти з додаванням цукатів з овочів відрізнялися хорошими органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, мали однорідну консистенцію, приємний і ніжний смак з яскравим прикусом доданих овочів. Рекомендовано використання продуктів переробки моркви у виробництві молочних продуктів. Розроблений асортимент кисломолочних напоїв з екстрактами рослинної сировини, що володіють функціональними властивостями. Вивчено вплив режимів екстрагування рослинної сировини на вилучення біологічно активних речовин. Розроблено кисломолочний продукт з відваром м'яти. [31, 36].

При виробництві йогуртів важливу роль відіграють культури молочнокислих бактерій і закваски, які сприяють сквашування молочної суміші, формують консистенцію і смакоароматичні властивості готових продуктів.

Питання підбору мікрофлори заквасок для кисломолочних напоїв особливо актуальне. Особливу роль відіграють біфідобактерії, які надають позитивний вплив на травлення [18]. За кордоном вивчаються процеси гідролізу лактози, розроблені ферментативні препарати β -галактозидази. Широкі можливості для розширення асортименту кисломолочних напоїв мають продукти переробки на основі молочної сироватки.

Розроблено серію заквасок YoFlex Express, основною особливістю якої є швидке сквашування без шкоди для м'якості, якості і стабільної кислотності йогурту протягом усього терміну придатності [18, 33].

Компанія «Даніско» при виробництві кисломолочних продуктів, у тому числі йогуртів, використовує заквасочні культури прямого внесення YO-MIX серії 400 і серії 800, які представляють собою суміш штамів термофільного стрептокока і болгарської палички. Культури цих серій забезпечують оптимальний баланс для контрольованого процесу сквашування, надаючи можливість підбору фагової альтернативи. Використання цих заквасок надає продукту вершкове, освіжаючий смак без відчуття кислоти, забезпечує гладку, щільну, в'язку, однорідну консистенцію. Закваски сприяють

активному продукуванню екзополісахаридів, які діють як стабілізатори консистенції, тому йогурти можна виробляти на нижньому допустимому рівні сухих речовин [18].

Вивчено можливість використання комплексних лактомістких добавок на основі молочної кислоти і лактатів натрію, калію, і кальцію для отримання йогурту. В якості сировини використовували незбиране і сухе знежирене молоко, йогуртну закваску сублімованої сушіння на основі *Str. Thermophilus* штам DVS (YC-X11). Йогурти виробляли за традиційною технологією. Були встановлені закономірності застосування активної і титруємої кислотності зразків йогуртів при використанні добавок «Ділактін-S», «Ділактін-P» і «Ділактін-Са розчинна» в залежності від рН, дозування і моменту внесення. Застосування досліджуваних добавок у виробництві йогуртів технологічно ефективно і доцільно, найкращі показники мав йогурт з додаванням «Ділактін-Са розчинна». При широкому розмаїтті культур молочнокислих бактерій і заквасок, використовуваних в технологіях йогуртів, мікробіологічний контроль дозволяє визначити якісний і кількісний склад лактококков і лактобактерій в молоці [27, 32].

Молочнокислі мікроорганізми, що відносяться до виду *Lactobacillus bulgaricus*, широко використовують в якості стартових культур при промисловому виготовленні йогуртів. Природні ізоляти та промислові штами молочнокислих бактерій не завжди вдається диференціювати на штамовому рівні, ґрунтуючись на їх фізіолого-біохімічною характеристикою. Здатність лактобацил до ферментації вуглеводів - основний критерій межродової та видової ідентифікації цих мікроорганізмів. Однак при ідентифікації лактобацил тільки з використанням стандартних мікробіологічних методів можуть виникнути труднощі [34].

Результати критичного аналізу патентно-інформаційної та науково-технічної літератури показали, що в харчуванні населення спостерігається нестача харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, що сприяє збільшенню зростання аліментарних захворювань. Погіршення екологічної

ситуації, в свою чергу, знижує стійкість людини до несприятливих факторів зовнішнього середовища і порушення мікробіоценозу кишечника [20].

Такі фактори обумовлюють актуальність розширення асортименту та обсягів виробництва харчових продуктів функціонального харчування. При цьому основними фізіологічними інгредієнтами слід розглядати пре- і пробіотики, розчинні харчові волокна, фруктова і овочева сировина.

Аналіз ринку функціональних продуктів харчування показав, що найбільш конкурентоспроможними можуть стати йогурти з наповнювачами на рослинній основі, що містять в своєму складі пектинові речовини.

Узагальнюючи дані опрацьованих літературних джерел можна зробити висновок:

- різноманіття немолочного сировини дозволяє розширити асортимент йогуртів. Сировинні групи наповнювачів для йогуртів представлені переважно плодово-ягідними та овочевими добавками. Розроблено асортимент низькокалорійних і функціональних йогуртів;
- інноваційні прийоми в технологіях йогуртів дозволяють поліпшувати структуроутворення і підвищувати споживчі властивості йогуртів;
- на ринку представлено безліч серій і видів молочнокислих культур і заквасок зарубіжного і вітчизняного виробництва, що виявляють перспективні культури для кисломолочної продукції [7,24].

Отже, критичний аналіз науково-технічної літератури дає підставу для висновку про необхідність розширення асортименту і збільшення обсягів виробництва пробіотичних продуктів харчування на фруктово-овочевій основі з включенням в них пектинових речовин, які є і розчинними харчовими волокнами, і пребіотиками.

2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою наших досліджень в роботі була розробка технології йогуртів з біфідогенними властивостями.

Для реалізації поставленої мети були визначені наступні завдання:

- аналіз хімічного складу і функціонально-технологічних властивостей фруктово-овочевої сировини для встановлення його пребіотичного потенціалу;
- дослідження можливості посилення пребіотичних властивостей фруктово-овочевої сировини шляхом збагачення його пектоолігосахаридами, отриманими в результаті ферментативного гідролізу з вмістом пектинових речовин;
- вивчення впливу виду та концентрації пектинових речовин на пробіотичні властивості напоїв на соковій основі;
- розробка рецептур та технології напоїв на основі соків з пробіотичними властивостями;
- розробка рецептур та технологій десертів з біфідогенними властивостями на основі фруктових і овочевих пюре;
- розробка технічної документації для постановки на виробництво нових видів фруктово-овочевих продуктів з біфідогенними властивостями;
- вивчення функціональної спрямованості і конкурентоспроможності розроблених продуктів.

Масову частку пектинових речовин (водорозчинних, протопектину та їх суми) визначали титрометричним методом, який полягає у титруванні лугом попередньо виділених та підготовлених пектинових речовин до та після гідролізу.

Фізико-хімічні показники пектину (вміст вільних карбоксильних груп) методом кондуктометричного титрування розчином NaOH та замірювали показники опору розчину;

Активну кислотність pH – потенціометричним методом за допомогою приладу pH-320M згідно з ГОСТ 26188-84. Метод заснований на вимірюванні потенціалів між двома електродами (вимірювальним та порівняльним), які занурювали у досліджувану пробу.

Визначення вмісту пектину в екстрактах проводили кальцій- пектатним методом, заснованим на осадженні пектинових кислот у вигляді солей кальцію.

Гелеутворювальну здатність пектину проводили за методом Сосновського, який засновано на визначенні міцності 2% гелю.

Вміст сухих речовин – рефрактометричним методом.

Загальну кислотність визначали за ГОСТ 3624-92. Кислотність в кисломолочних продуктах визначають титрометричним методом. Проводиться титрування кислих солей, білків, вуглекислоти та інших компонентів розчином лугу в присутності фенолфталеїну.

Методи дослідження органолептичних показників.

Органолептичний метод – це визначення якості продукції за допомогою органів відчуттів людини(зору,слуху,дотику, смаку). В стандартах нормовані всі значення органолептичних показників.

Відбір проб і підготовка їх до органолептичного дослідження проводиться за ГОСТ 3624. Аналіз повноти і якості маркування оцінювали у відповідності з вимогами Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» та ДСТУ 4343:2004 «Йогурт. Загальні технічні умови». Методику органолептичних та фізико-хімічних досліджень проводили за ГОСТ 26809.

Методи дослідження фізико-хімічних показників.

У роботі визначали такі фізико-хімічні показники: масову частку жиру, густину, титровану і активну кислотність, умовну в'язкість, синергетичну здатність згустків.

Масову частку жиру визначали кислотним методом.

Метод заснований на виділенні жиру з молока і молочних продуктів під дією концентрованої сірчаної кислоти і ізоамілового спирту з подальшим центрифугуванням і вимірі обсягу виділеного жиру в градуйованій частині жироміру.

Титровану кислотність визначали за ГОСТ3624-92.

Активну кислотність (рН) визначали за ГОСТ26781–85

3. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТУ

3.1. Вимоги до сировини та матеріалів

Основною сировиною для виробництва йогуртів слугують: молоко коров'яче, молоко коров'яче знежирене, молоко пастеризоване, вершки з молока коров'ячого, вершки пастеризовані, молоко незбиране сухе, молоко сухе знежирене, цукор-пісок, цукор-пісок рафінований, цукор рідкий, стабілізатори, фруктові наповнювачі, харчові ароматизатори, закваски, вода питна.

Для виробництва йогуртів використовують молоко коров'яче незбиране, яке повинно відповідати вимогам ДСТУ 3662:2018 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі».

За показниками безпечності молоко не повинно перевищувати максимально допустимі рівні залишків речовин, встановлених санітарними заходами.

Закваска для кисломолочних напоїв має відповідати вимогам ДСТУ 7355:2013 «Молоко, молочні продукти та закваски. Метод визначання кількості біфідобактерій»

Цей стандарт установлює метод визначання кількості біфідобактерій та поширюється на закваски, які виробляють з використанням біфідобактерій. Цей метод використовують як у продуктах, вироблених тільки з застосуванням біфідобактерії, так і на основі іншої мікрофлори, зокрема з молочнокислими бактеріями, дріжджами тощо (змішана мікрофлора).

Згідно стандарту, метод ґрунтується на інкубації біфідобактерій у поживних середовищах в анаеробних умовах за температури $(39\pm 2)^{\circ}\text{C}$ упродовж від 24 год до 72 год з подальшим підрахуванням кількості утворених колоній з типовими морфологічними ознаками.

Вибір видів овочевої та фруктової сировини в якості об'єктів дослідження обумовлений їх невисокою вартістю і доступністю (пюре з гарбуза, моркви, столового буряка, яблук), високими органолептичними

показниками і перевагами споживачів на продовольчому ринку. Обрані овочева і фруктова сировина також має хімічний склад, що дозволяє розглядати їх як джерело біологічно активних речовин.

Так, у складі яблук присутні харчові волокна, макро- і мікроелементи (натрій, калій, кальцій, магній, фосфор, залізо), вітаміни (β - каротин, С і групи В).

Айва є також пектиновмісною сировиною. Загальний вміст пектинових речовин в айві становить в середньому 0,5 – 1,4%, що в перерахунку на суху масу становить 2,6 – 8,6%. Крім того, айва – цінне джерело поліфенолів. У зв'язку з цим з фруктового сировини нами була обрана айва.

Буряк столовий – також корисний вітамінний овоч, а також джерело бетаїну – амінокислоти, що допомагає роботі печінки, захищає її від токсинів і, за деякими даними, перешкоджає переродженню клітин печінки.

Не менш корисним і смачним овочем є гарбуз, яка містить велику кількість вітамінів (групи В, С, А, D, Е, а також таких рідкісних, як К і Т), солей заліза, міді, фосфору, а також різноманітних біохімічних речовин. Серед овочевої сировини обрана гарбуз і тому, що крім того, що він є джерелом каротиноїдів, а й надає зразкам вищі органолептичні показники в порівнянні з морквою і буряком.

Відомо, що поживні середовища повинні відповідати певним стандартам, створюючи оптимальні умови для росту, розмноження і життєдіяльності мікроорганізмів: легко засвоюватися з певним складом азотистих речовин, вуглеводів, вітамінів та ін. поживних речовин.

У першу чергу, бактерії мають потребу в азоті, вуглеці і водні для побудови власних білків. Середовища повинні бути також збалансовані за мінеральним складом і містити іони заліза, міді, марганцю, цинку, кальцію, натрію, калію. Це, в свою чергу, визначає доцільність застосування при розробці нових видів продукції з біфідогенними властивостями овочевої та фруктової сировини.

Для розробки технологій і рецептур нових видів фруктово-овочевих

пектинопродуктів нами проведено вивчення хімічного складу обраних об'єктів дослідження за даними довідкової літератури які представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад фруктової сировини у розрахунку на 100 г

Хімічний склад	Яблучний концентрований сік	Яблучне пюре	Вишневий концентрований сік	Сік айвовий	Пюре з айви
Вологість, %	30,2	65,1	35,1	85,2	64,3
Вуглеводи, %	41,1	19,1	45,1	11,3	19,3
Пектинові речовини, г	0,5	2,1	0,5	1,6	2,6
Органічні кислоти, г	0,6	0,7	1,8	1,3	0,9
натрій	25,1	1,1	40,1	9,1	19,1
кальцій	20,1	12,1	50,1	18,1	36,1
фосфор	25,1	17,1	72,1	18,1	37,1
калій	449,0	124,1	850,1	91,1	183,1
магній	17,1	7,1	25,1	10,1	20,1
залізо	0,8	1,4	1,1	1,4	1,6
В1 (тіамін), мг	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
В2 (рибофлавін), мг	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02
С (аскорбінова кислота), мг	2,1	1,7	25,1	7,5	7,5
β-каротин, мкг	—	—	0,06	0,2	0,2

З табличних даних випливає, що за вуглеводним складом між концентрованими фруктовими соками немає суттєвої різниці (41,0%, 43,6% і 45,0%), як і між айвовим та яблучним пюре (19,2% і 19,0%). Виняток становить сік айвовий прямого віджиму (11,2%). За змістом пектинових речовин виділяються з айви і яблучне пюре, сік з айви (2,5 г, 2,0 г і 1,5 г - відповідно).

Результати дослідження хімічного складу овочевої сировини представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Показники хімічного складу овочевої сировини на 100 г

Хімічний склад	Морквяне пюре	Пюре з гарбуза	Пюре зі столового буряку
Вологість, %	74,7	93,8	90,2
Білки, %	0,8	0,8	2,3
Жири, %	0,2	0,2	1,8
М.ч. суми засвоюваний вуглеводів, %	6,4	4,8	12,7
Пектинові речовини, г	1,8	1,8	1,7
Органічні кислоти, г	23,7	0,2	0,3
Мінеральні речовини, мг			
натрій	23,7	1,1	83,1
кальцій	48,3	15,1	14,1
фосфор	56,8	30,1	14,1
калій	227,9	230,1	183,0
магній	22,7	9,2	15,0
залізо	0,6	0,7	0,4
Вітаміни, мг			
В1 (тіамін), мг	0,06	0,04	0,02
В2 (рибофлавін), мг	0,09	0,09	0,05
С (аскорбінова кислота), мг	5,7	4,8	2,5
β-каротин, мкг	7000,1	345,1	20,1

З представлених даних випливає, що за вмістом білків, жирів і вуглеводів виділяється пюре зі столового буряка (2,2%, 1,7% і 12,6% відповідно).

Вміст цих же компонентів в морквяному і гарбузовому пюре приблизно однакове. За наявністю пектинових речовин виділяється пюре з гарбуза (1,9%), між морквяним і буряковим пюре немає суттєвої різниці (1,7 і 1,6% відповідно). Найбільший вміст органічних кислот характерно для морквяного пюре (23,6 г).

Згідно даних таблиці за вмістом натрію виділяється пюре із столового

буряка (83 мг). Найменша вміст натрію спостерігається в гарбузовому пюре (1 мг). Високий вміст кальцію відзначено в морквяному пюре (48,2 мг). За вмістом фосфору відрізняється морквяне пюре (56,7 мг) і пюре з гарбуза (30 мг). Вміст калію висока у всіх зразках овочевої сировини, але найбільше в пюре з гарбуза (230 мг). За вмістом магнію відрізняється морквяне пюре (22,6 мг). За вмістом заліза між досліджуваним овочевим сировиною немає суттєвої різниці.

Таким чином, на основі аналізу хімічного складу обраної сировини можна зробити висновок про доцільність розробки на його основі продуктів функціонального призначення.

3.2. Продуктовий розрахунок йогурту

Спочатку визначаємо масу вихідного молока для виробництва 5000 кг йогурту з масовою часткою жиру 1,5 %. Масова частка жиру у вихідному молоці – 3,5 %, нормалізація – в потоці. Масова частка вершків – 23,6 %. Норма витрат – 1014 кг на 1 т продукту.

Рецептуру йогурту плодово-овочевого, кг на 1 т, наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Рецептура плодово-овочевого йогурту

Сировина	Витрати на 1 т	
	без урахування втрат	з урахуванням втрат
Молоко: з масовою часткою жиру 3,2 %	479,0	484,8
знежирене	325,8	330,6
сухе знежирене з масовою часткою сухих речовин 93 %	46,2	46,8
Сироп плодово-овочевий	101,0	101,5
Закваска на знежиреному молоці	51,0	50,8
Всього	1002,0	1015,0

Масу нормалізованої суміші, кг визначаємо за формулою:

$$m_{\text{сум}} = \frac{5000 \times 1014}{1000} = 5070;$$

у тому числі:

масу нормалізованого молока з вмістом жиру 3,2 %, кг

$$m_{\text{н.м.}} = \frac{5070 \times 484,67}{1014} = 2423,44;$$

розраховуємо масу молока знежиреного, кг

$$m_{\text{зн.м.}} = \frac{5070 \times 330,44}{1014} = 1652,30;$$

вміст сухого молока знежиреного з часткою сухих речовин 93 %, кг,

$$m_{\text{сух.зн.м.}} = \frac{5070 \times 46,73}{1014} = 233,71;$$

вміст плодово-овочевого сиропу, кг,

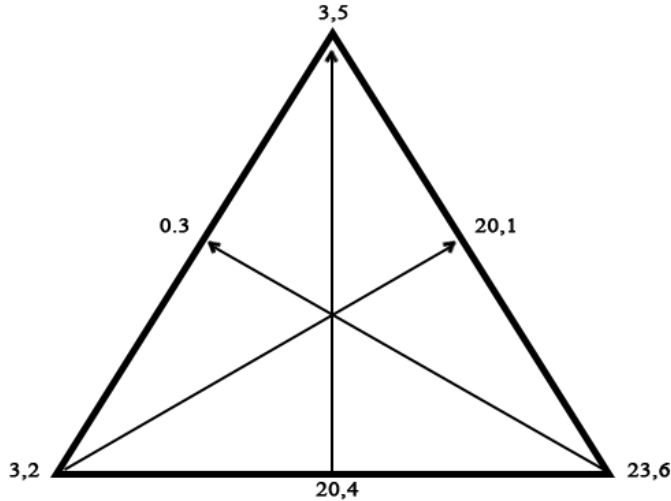
$$m_{\text{сиропу.}} = \frac{5070 \times 101,2}{1014} = 507,0;$$

масу закваски на знежиреному молоці, кг,

$$m_3 = \frac{5070 \times 50,5}{1014} = 253,30;$$

розраховуємо масу вихідного молока для одержання 2423,45 кг молока з вмістом жиру 3,2 %, кг

Згідно правила трикутника виводимо рівняння:



$$\frac{2423,44}{20,1} = \frac{m_{\text{незб.м1}}}{20,4}$$

$$m_{\text{незб.м1}} = \frac{2423,44 \times 20,4}{20,0} = 2459,61;$$

$$m_{\text{в1}} = 2459,61 - 2423,44 = 36,16$$

Визначаємо масу вихідного молока для одержання 1652,30 кг знежиреного молока і 253,5 кг закваски, кг,

$$m_{\text{незб.м2}} = \frac{(1652,3 + 253,5) \times (23,4 - 0,05)}{(23,5 - 3,5)} \frac{100}{100 - 0,4} = 2242,86;$$

Кількість вершків, одержаних шляхом сепарування, кг, визначаємо за формулою:

$$m_{\text{в}}^{\text{сеп}} = (m_{\text{нез.м.}}^{\text{сеп}} - m_{\text{зн.м}}) \frac{100 - B_{\text{в}}}{100}$$

$$m_{\text{в2}} = (2241,86 - 1652,30 - 253,30) \frac{100 - 0,07}{100} = 335,86.$$

Повна маса вихідного молока для одержання 5000 кг йогурту, кг,

$$m_{\text{незб.м2}} = m_{\text{незб.м1}} + m_{\text{незб.м2}} = 2459,6 + 2241,86 = 4701,50$$

Розраховуємо масу вершків, одержаних при виготовленні 5000 кг йогурту, кг,

$$m_{\text{в}} = m_{\text{в1}} + m_{\text{в2}} = 36,15 + 335,86 = 372,01$$

3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення

Правильно підібране обладнання сприяє ефективній роботі підприємства, і цеху зокрема.

Підприємство приймає 200 т молока за зміну. Підприємство працює у дві зміни.

Приймально-апаратне відділення

За нормами для незбираномолочних підприємств прийомка молока становить 3-4 год.

Згідно чого встановлюють відцентровий насос марки 75Щ0-14,0-31 продуктивністю 50000 л/год.

Другий насос призначений для не гатункового молока. Тривалість прийомки:

$$T=m/n;$$

$$T=200000/500= 4 \text{ год.}$$

Отже, підібраний насос задовольняє .

За продуктивністю насосів підбираємо лічильник для молока маркиСВМ-50, з продуктивністю 50000 л/год.

Для очищення молока вибираємо сепаратор-молокоочисник маркиЖ5-ОМ2Е-С потужністю 50000 л/год.

Розраховуємо продуктивність сепаратора-молокоочисника необхідного для переробки 200 т молока.

$$n=m/T;$$

$$n=200000/4=50000 \text{ л/год.}$$

За розрахунком сепаратор-молокоочисник задовільняє.

Для збереження молока потрібно забезпечити ємності з розрахунку від добового надходження. На підприємстві встановлено 4 резервуара В2 - ОХР-100 ємністю 100000 л .

На виробництво направлено 80 т молока.

Апаратний цех

Перший процес сепарування .

Час ефективної роботи обладнання розраховується так :

$$P_{\text{обл}} = \frac{M_m}{T_{\text{еф}}}$$

де M_m маса молока, яке надходить до апаратного відділення, кг;

$T_{\text{еф}}$ – ефективний час роботи сепаратора-вершко відділювача, год,

$$T_{\text{еф}} = 4 \dots 5 \text{ год.}$$

На пастеризацію направляємо 40 т молока незбираного.

$$P_{\text{пл.устн.}} = \frac{40\,000}{4} = 10\,000 \text{ (кг/год)}$$

На підприємстві встановлена за розрахунком, пластинчаста пастеризаційно – охолоджувальна установка марки ОПУ 10, потужністю 10000 кг/год.

Розраховуємо фактичний час її роботи :

$$T_{\text{факт}} = \frac{40\,000}{10\,000} = 4 \text{ год.}$$

Синхронно до підігрівача буде працювати сепаратор – вершковіддільник НМРРХ-618, охолоджувач марки ОПУ-У1, потужністю 1000 кг/год.

В апаратному відділенні встановлено резервуар для вершків, який відповідає нашим потребам за розрахунком:

- під час сепарування ми отримуємо 3244,8 кг вершків, нашим потребам задовольняє ємність обсягом саме 4000 л, тому підбираємо резервуар для вершків В2-ОМВ-4 місткістю 4000 л.

Ділянка виробництва йогурту

На виробництво йогурту надійшло 5070,0 нормалізованої суміші. Розрахуємо потужність ПОУ за формулою:

$$P_{\text{тепл.уст.}} = \frac{5070}{5} = 1014 \text{ кг/год.}$$

Отже, ПОУ марки Т1-ОУТ продуктивністю 1000 кг/год . Розрахуємо фактичний час роботи пастеризатора:

$$T_{\text{фак.}} = \frac{W}{P}$$

Фактичний час роботи :

$$T_{\text{фак.}} = \frac{5070}{1000} = 5,07 = 5 \text{ год. } 07 \text{ хв.}$$

Для вершків підбираємо трубчастий пастеризатор, ефективний час роботи якого складає 5 години, на ньому можемо і пастеризувати суміш для йогурту тож підрахунок зробимо для загальної кількості.

Підбір гомогенізатора. Як відомо це технологічне обладнання працює синхронно з пастеризатором й очисником .Отже, підбираємо гомогенізатор марки А1-ОГМ сепаратор-очисник марки ООТ-М 5000.

Резервування проводимо в резервуарах Pasilak ємністю на 2000 л для йогурту та вершків 5000 л

Дільниця фасування готових продуктів

Фасування йогурту ,сироваткового напою та вершків питних в тетра брік по 0,25 л на передбачено здійснювати на автоматі Л5-ОРП(1900 уп/год).

Фасування йогурту в полістиролові стаканчики по 0,2 л на передбачено здійснювати на автоматі марки CFM-2C (1200 уп/год).

Таблиця 4

Зведена таблиця технологічного обладнання

Найменуванняобладнання	Тип, Марка	Продуктивність м³/год	Габарити, мм			одиниці обл.,м ²	К-ть одиниць	Заг. площа обл. м ²
			довжина	ширина	висота			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приймальне відділення								
Відцентровий насос	75Ц14,0-31	50	1300	950	503	1,235	2	2,47
Лічильник для молока	СВМ50	50						
Сепаратор-молокоочисник	Ж5-ОМ2Е-С	50	1300	350	1230	0,45	4	1,8
Резервуар	В2-ОХР-100	100	4965	3450		17,15	4	68
Всього								4,27
Апаратне відділення								
Пласт. паст.-охолоджувальна установка	ОПУ10	10	4100	700	2500	2,87	1	2,87
Сепаратор вершковіддільник	НМРРХ-618HGV	10	1505	1350	960	1,96	1	1,96
Охолоджувач вершків	ОП-У1	10	3400	2400		8,16	1	8,16
Резервуар для вершків	В2-ОМВ-4	4	2190	2245	3180	4,9	1	4,9
Коагулятор	Я1-ОСВ6	10	2900	2535		8,41	4	29,4
Пластинчастий підігрівник	А1-ОНС	3000	940	640		0,6	1	0,6

Сепаратор- сировиготовлювач	MSD	3000	1365 0	950		1,28	1	1,28
Змішувач	Doni Creamer	3000	2500	2500		6,25	1	6,25
Охолодник	Д5-ОТД	3000	4580	2330		10,67	1	10,67
Фасувальнийавтомат	Милкпак	5000	1785	809		1,44	1	1,44
Всього								67,54
<i>Ділянка виробництва йогурту та питних вершків</i>								
Резервуар длязмішування	ПВ-ОАБ	1000	2500	2500	6450	6,25	1	6,25
ПОУ	А1-ОПЧ	1	1700	700		1,19	1	1,19
Очищення	ООТ-М	1000	1030	800	3,762	0,82	1	0,82
Гомогенізація	А1-ОГМ	2,5	1480	1100		1,6	1	1,6
Трубчастий пастеризатор	Т1-ОУТ	1500	1500	1250			1	1,8
Резервуар для вершків	Pasilak	6000	2190	2245	12,500	4,92	1	4,92
Резервуар длязаквашування йогурту	Pasilak	2000	1260	1260		1,58	1	1,58
<i>Фасування</i>								
Фасування Флекс	Л5-ОРП	4000	3550	4450		158	1	158
Фасування в полістироловістаканчики	CFM-2C	1200 уп/год		2400	1200		1	2,89
Всього								160,8

Технологічний процес виготовлення йогуртів термостатним способом містить такі операції: приймання і підготовку сировини; нормалізацію молока за жиром і сухими речовинами; підготовку молочної суміші, її очищення, гомогенізацію, пастеризацію та охолодження; заквашування суміші; внесення наповнювачів і барвників; сквашування; перемішування; охолодження і розливання у споживчу тару; маркування і зберігання (рис. 1).

Для приготування йогурту резервуарним способом усі технологічні операції до охолодження підготованої суміші аналогічні виготовленню йогурту термостатним способом. Ці операції здійснюють у спеціальних резервуарах (танках). Після охолодження суміші до температури сквашування вносять наповнювачі, заквашують, розливають у споживчу тару, маркують, сквашують та охолоджують.

Термостатний спосіб виробництва йогурту відомий досить давно, головна його перевага – отримана продукція має традиційну непорушну консистенцію. Впровадження резервуарного способу виробництва має ряд переваг: зменшуються затрати ручної праці, для виробництва йогурту не потрібні термостатні камери, а значить, зменшуються виробничі площі. Але недоліком цього способу вважають отримання продукту з порушеним згустком і в міру рідкою консистенцією.

Технологічний процес виробництва йогурту резервуарним способом складається із наступних операцій: приймання і підготовка сировини і матеріалів, нормалізація по жиру і сухим речовинам, очищення, гомогенізація суміші, пастеризація, охолодження, розлив, пакування, маркування і зберігання.

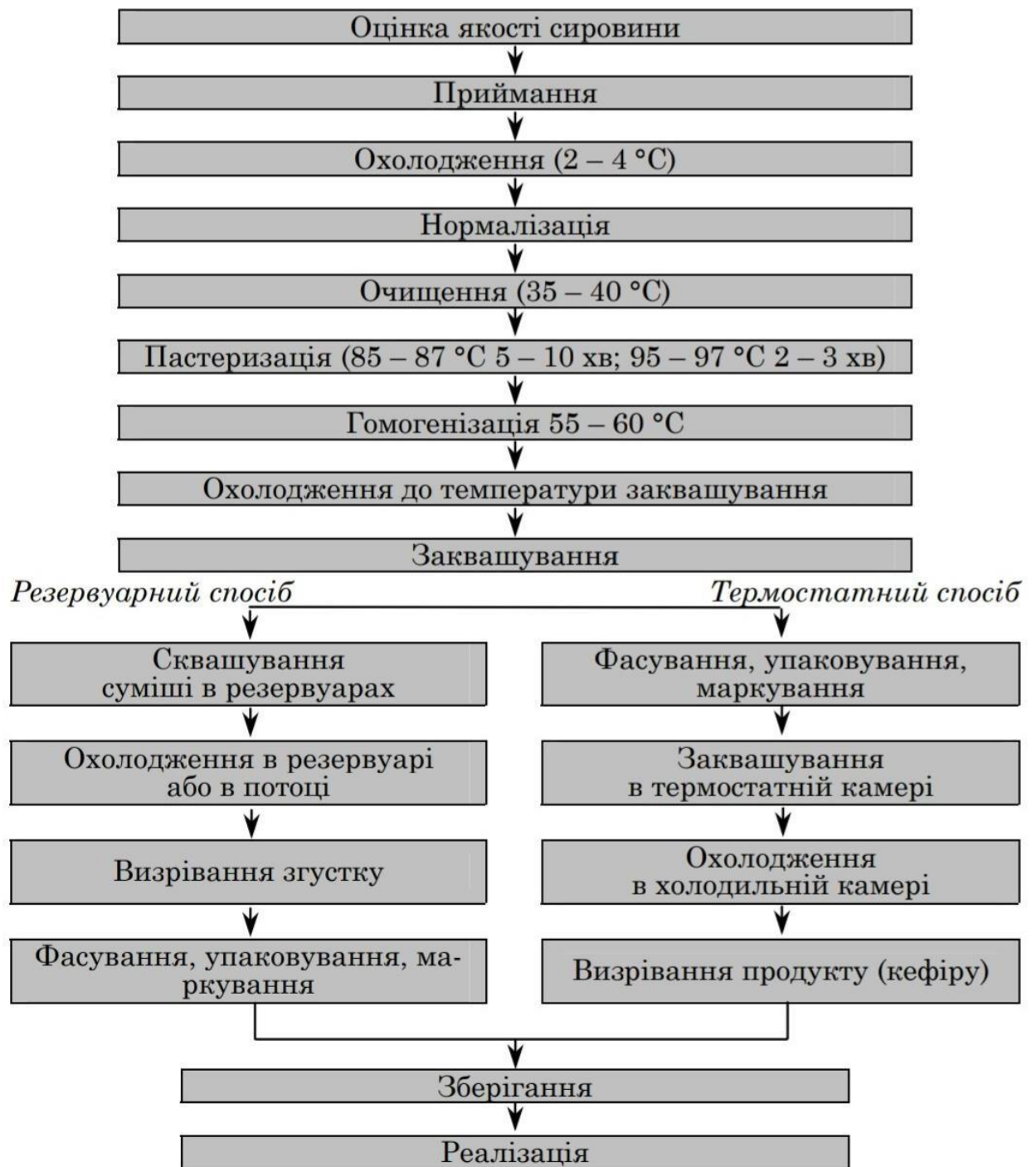


Рис. 1. Технологічна схема виробництва йогурту резервуарним і термостатним способами

3.4. Опис технології виготовлення йогурту

Технологічний процес виробництва кисломолочних напоїв складається з наступних операцій: приймання сировини та оцінка її якості, очищення, охолодження, резервування, підігрів до 35-60°C, нормалізація масової частки сухих речовин, додавання стабілізаторів та цукру, гомогенізація, пастеризація, охолодження, заквашування, сквашування, додавання фруктового наповнювача, охолодження, фасування, зберігання та транспортування.

Молоко, відібране за якістю, нормалізують за масовою часткою і сухих речовин. За жиром молоко нормалізують в потоці, використовуючи сепаратор-нормалізатор, або додаючи до знежиреного молока незбираного молока чи вершків. За сухими речовинами молоко нормалізують додаванням сухого молока, яке повинно відповідати вимогам нормативної документації. Крім того, нормалізацію за сухими речовинами проводять випаровуванням пастеризованого і гомогенізованого молока при температурі 55–60 С.

При виробництві солодкого йогурту нормалізоване молоко підігрівають до 41–45⁰ С, вносять цукор, попередньо розчинений в частині нормалізованого молока при тій же температурі в співвідношенні 1:4. Суміш очищають на сепараторах – молокоочисниках, гомогенізують при тиску 15 МПа і температурі 45–85⁰ С. Допускається гомогенізація і при температурі пастеризації. В суміш вносять підготовлений стабілізатор. Очищену і гомогенізовану суміш пастеризують при температурі 90–94⁰ С з витримкою 2–3 хвилини або при температурі 85–89⁰ С з витримкою 10–15 хвилин і охолоджують до температури заквашування 38–42⁰ С. Суміш заквашують відразу після її охолодження підібраними заквасками (наприклад, виготовляючи на чистих культурах термофільного стрептококу, болгарської палички і типу КД в співвідношенні 7:1:7). Кількість внесеної закваски складає 3–5% об'єму заквашеної суміші, а заквасці, приготованій на стерилізованому молоці в кількості, – 1-3%. Закваску вносять в молоко в резервуар для кисломолочних продуктів при ввімкненій мішалці. Після заповнення резервуару всю суміш додатково перемішують на протязі 15

хвилин. Закваску можна вносити і перед завантаженням резервуара молоком. Закінчення сквашування визначають за утворенням міцного згустку кислотністю 95–100⁰ Т. Згусток охолоджують протягом 10–30 хвилин і перемішують з метою отримання однорідної консистенції молочного згустку і запобігання видалення сироватки. Згусток, охолоджений до 16–20 С, направляють на розлив, упаковання, маркування і до охолодження в холодильних камерах до температури 2–6 С. Після цього технологічний процес вважають закінченим, продукт готовий до реалізації.

Результати теоретичного аналізу науково-технічної літератури показали, що біфідогенні властивості рослинної сировини можна збільшити шляхом ферментації.

Відомо, що *in vitro* біфідобактеріям необхідні фактори росту. Визначено речовини (біфідус-фактори), які при малих концентраціях стимулюють зростання біфідобактерій. До їх числа відносяться пектинові речовини.

Тому на першому етапі дослідження нами вивчено вплив ферментного препарату Pectinex Ultra SP-L на утворення пектинових речовин у фруктовій та овочевій сировині.

У процесі контрольованого ферментного гідролізу в рослинній сировині утворюються гідратопектини.

Для вивчення їх накопичення овочеve і фруктовe пюре попередньо оброблялося ферментним препаратом Pectinex Ultra SP-L. Гідроліз проводили 90 хвилин при температурі (37 ± 2) °С. Ферментний препарат вводили в рослинну масу в дозуванні 1%.

Результати представлені на рис. 2.

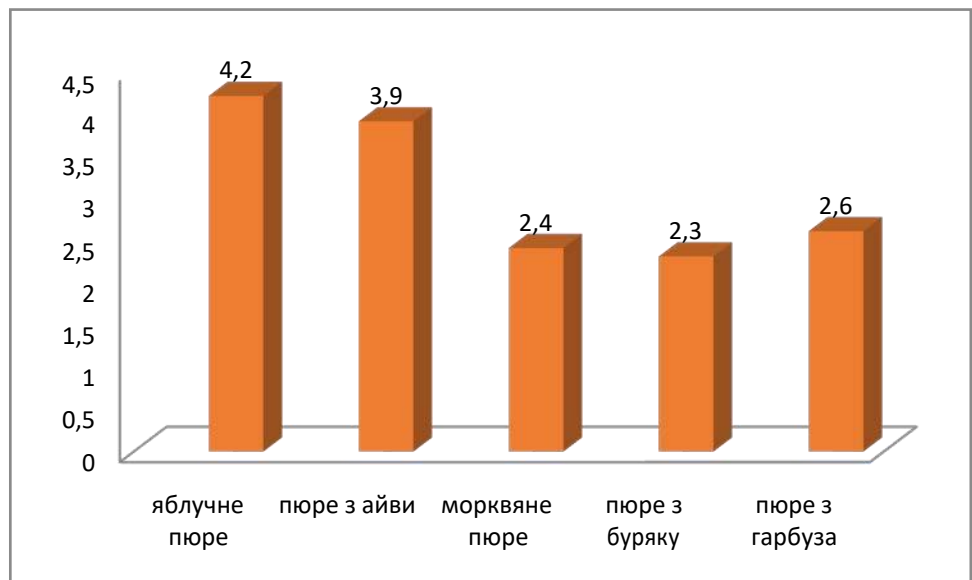


Рис. 2. Масовий вміст пектинових речовин в досліджуваній сировині в процесі ферментації

З представлених даних видно, що найбільший вміст пектинових речовин виділяється при гідролізі яблучного пюре. Слід, однак, відзначити, що вміст пектину в айвовому пюре також досить висока. З досліджуваної овочевої сировини найбільша концентрація пектинових речовин спостерігається в пюре з гарбуза. При цьому суттєвої різниці між вмістом пектинів в зразках пюре зі столового буряка та пюре з моркви не встановлено.

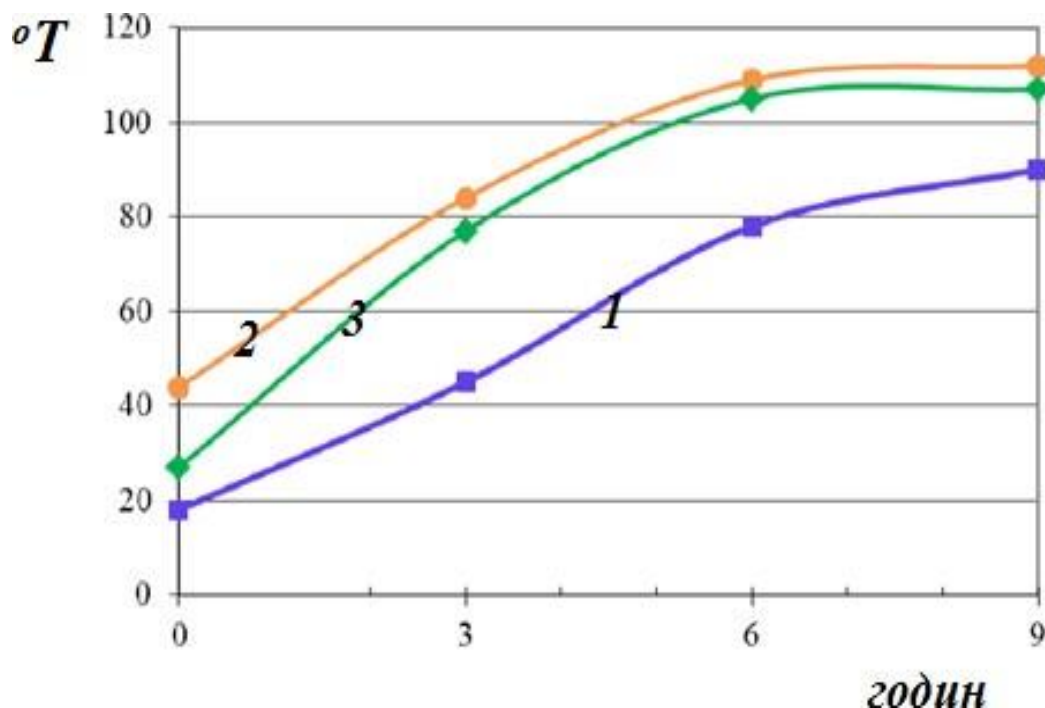
На швидкість росту біфідобактерій робить також вплив ступінь етерифікації пектинових речовин поряд з їх загальним вмістом. Встановлено, що біфідо- і лактобактерії краще ростуть в присутності пектинів.

З цією метою нами на другому етапі досліджень була вивчена ступінь етерифікації пектинових речовин, виділених після ферментації досліджуваного сировини. Пектинові речовини виділяли з сировини шляхом ферментного гідролізу з подальшим осадженням етиловим спиртом. Ступінь етерифікації пектинових речовин визначали титрометричним методом.

Про біфідогенний ефект судили за наростанням титруємої кислотності при сквашуванні фруктової та овочевої сировини після ферментації. В якості основи живильного середовища для біфідо- і лактобактерій використовували

МОЛОКО.

Відомо, що в процесі життєдіяльності біфідобактерії утворюють органічні кислоти. Зміна титруємої кислотності в процесі сквашування фруктової сировини після ферментації з використанням закваски Біфілакт-Плюс представлено на рис. 3.

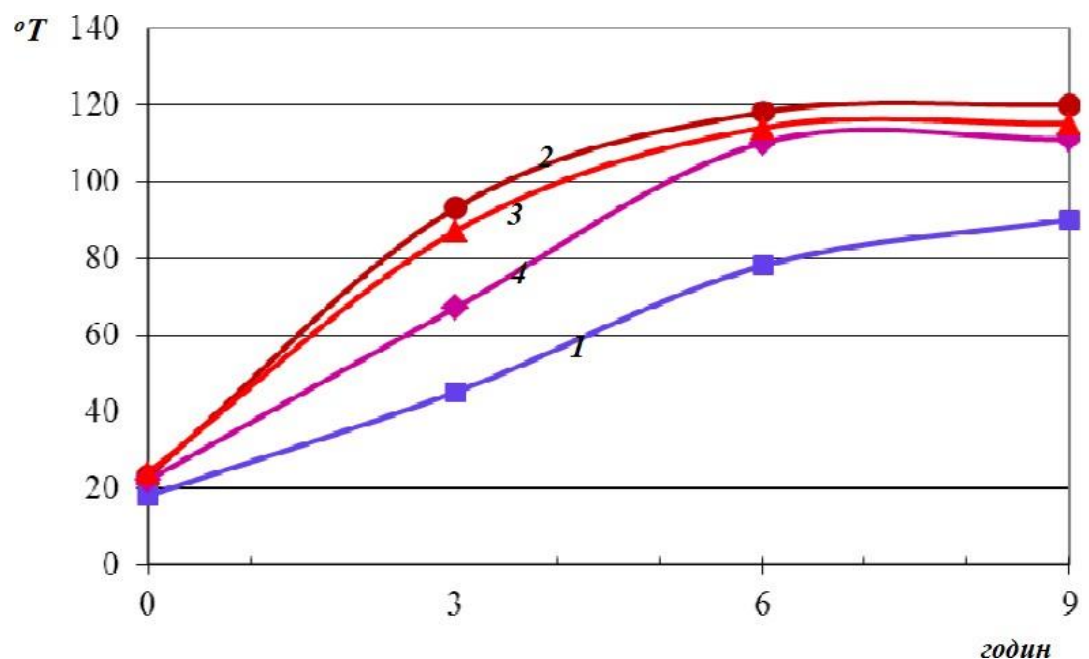


1 – молоко, 2 – айвовоє пюре ферментоване, 3 – яблучне пюре ферментоване

Рис. 3. Залежність титруємої кислотності фруктового пюре від тривалості сквашування з використанням закваски Біфілакт-Плюс

З даних рис. 3 видно, що наростання кислотності в ферментованому фруктовому пюре відбувається швидше. Так, протягом 6 годин кислотність досягає значень 105–109 °T, що пов'язано з більш високим кількісним вмістом пектинових речовин в ферментованому фруктовому пюре. При цьому кращі результати по наростанню кислотності спостерігаються для айвового пюре. Це обумовлено ступенем етерифікації пектинових речовин, що містяться в ньому (70,3% проти 74,9% в яблучному пюре).

Зміна титруємої кислотності в процесі сквашування овочевої сировини після ферментного гідролізу з використанням закваски Біфілакт-Плюс представлено на рис. 4.



1 – молока, 2 – гарбузове пюре ферментоване, 3 – пюре зі столового буряку ферментоване, 4 – морквяне пюре ферментоване

Рис. 4. Залежність титрованої кислотності овочевого пюре від тривалості сквашування з використанням закваски Біфілакт-Плюс

З отриманих даних (рис. 4) випливає, що наростання кислотності також відбувається інтенсивніше, ніж для неферментованого овочевого пюре. При цьому титруєма кислотність найбільша при використанні ферментованої гарбузового пюре. Слід також зауважити, що зміна титрованої кислотності найбільша в разі застосування овочевих пюре в порівнянні з фруктовими. Це узгоджується з даними про ступінь етерифікації пектинових речовин у досліджуваному пюре.

Отже, нами встановлено, що ферментативний гідроліз пюре ферментним препаратом Pectinex Ultra SP-L сприяє прискоренню сквашування, що зумовлює посилення пребіотичних властивостей. Найкраще кислотонакопичення відзначено для морквяного і гарбузового пюре.

Таким чином, на основі результатів проведених досліджень можна зробити висновок про доцільність розробки йогуртів функціонального призначення на основі комбінування фруктового і овочевого пюре.

4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКТУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Серед усіх показників якості для споживача йогурту найважливішими є смак і запах.

Специфічний кисломолочний смак і аромат йогурту зумовлений утворенням ароматичних речовин під час теплової обробки молока. Їх нагромадження в процесі життєдіяльності мікроорганізмів заквасок, формування типового смаку і запаху йогурту і заквасок проходить головним чином у період сквашування, дозрівання та зберігання готових продуктів. Отже, специфічність їх запаху визначається складом і кількістю бактеріальних заквасок, режимом технологічного процесу і зберігання.

У йогуртах і заквасках є такі ароматичні речовини: карбонові кислоти (молочна, оцтова, пропіонова, масляна, капронова, капринова); карбональні сполуки (ацетальдегід, ацетил, ацетон, метилетилкетон та інші), спирти та ефіри (етанол, пропаннол-2, бутанол-1, етилацетат) і вуглекислота.

Молочна кислота і леткі жирні кислоти, серед яких переважає оцтова, надають продукту вираженого кисломолочного смаку; діацетил, ацетальдегід

– специфічного кисломолочного аромату; спирт і вуглекислий газ – приємного освіжаючого смаку. Різноманітні смакові відтінки йогуртів відчуються значною мірою завдяки неоднаковому вмісту ацетальдегіду й етанолу, а також співвідношенню летких жирних кислот.

Для формування приємного типового смаку й запаху йогуртів і заквасок особливо важливе значення має співвідношення діацетилю й ацетальдегіду. Наприклад, для ароматотвірних заквасок оптимальним вважається співвідношення від 3:1 до 5:1. Зрушення співвідношення в бік діацетилю надає сильно вираженого аромату цієї речовини та грубого, терпкого присмаку, а в бік ацетальдегіду – різкого в'язучого смаку.

Вміст діацетилю в заквасках становить 0,2-3 мг/%, у йогурті – 0,4 мг/%. Висока концентрація ацетальдегіду характерна для йогурту 5-7 мг/кг, інколи 10-20 мг/кг і більше. Вважають, що саме він надає йогурту типового запаху.

Кожну партію йогурту оцінюють за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками.

Таблиця 5

Норми мікробіологічних показників

Назва показника	Норма для йогурту		
	Йогурту		Біфідо-йогурту
Кількість молочнокислих бактерій (Lactobacillus bulgaricus і Streptococcus thermophilus), КУО в 1 см ³ , не менше ніж	10 ⁷		
Кількість біфідобактерій (Bifidobactericum), КУО в 1 см ³ , не менше ніж	-	10 ⁶	-
Кількість бактерій ацидофільної палички (L.acidophilus), КУО в 1 см ³ , не менше ніж	-	-	10 ⁷
Бактерії групи кишкової палички (колі форми), в 0,1см ³	Не дозволено		
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Salmonella, в 25 см ³	>>		
Staphylococcus aureus, в 1,0 см ³	>>		
Дріжджі, КУО в 1 см ³ , не більше ніж	50		
Плісєневі гриби, КУО в 1 см ³ , не більше ніж	50		

Вміст у йогуртах антибіотиків повинен відповідати вимогам МБВ №5061, пестицидів – вимогам ДСанПІН 8.8.1.2.3.4. – 000.

Вміст радіонуклідів у йогуртах не повинен перевищувати допустимі рівні ДР: ¹³⁷C_s = 100 Бк/кг, ⁹⁷S_r = 20 Бк/кг.

Йогурти зберігають у холодильниках, холодильних камерах або у спец приміщеннях за температури не вище ніж 2–6 °С на протязі 14 діб з моменту закінчення технологічного процесу.

Вади йогуртів виникають як наслідок використання недоброякісної

сировини, порушення технологічних параметрів та режимів зберігання.

Перевозять і зберігають йогурти згідно з правилами перевезення та зберігання продуктів, що особливо швидко псуються. Для перевезення використовують авторефрижератори або автомобілі з ізотермічним кузовом.

Допускається перевезення продукції відкритим автотранспортом. При цьому ящики мають бути вкриті брезентом або матеріалом, який замінює його. Температура під час зберігання йогуртів має бути від 0 до + 8°C.

Термін придатності до споживання йогуртів – не більше ніж 14 діб.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Йогурт – кисломолочний, біологічно повноцінний і легкозасвоюваний продукт з підвищеним вмістом сухих речовин. Йогуртам властива універсальність, вони добре поєднуються з різними добавками, харчовими продуктами, завдяки чому можна розширювати їх асортимент.

Актуальним є збільшення обсягів виробництва фруктових йогуртів, які включають драглеутворювачі природного походження, що пролонгують дію біологічно-активних речовин в організмі людини.

В роботі запропоновано технологію виробництва йогурту з фруктовими наповнювачами, які володіють біфідогенним потенціалом (про- і пребіотичними властивостями). Ефективним пребіотиком є пектин, який представляє собою полісахарид, утворений залишками D-галактуранової кислоти, і міститься в рослинній сировині.

Витрати, які включаються до собівартості продукції визначаються Національними положеннями (стандартами) бухгалтерського обліку та галузевими методичними рекомендаціями з питань планування, обліку і калькулювання готової продукції. Розрахунки здійснюються шляхом калькулювання за номенклатурою статей витрат.

Всі статті витрат залежно від способу віднесення їх на собівартість поділяють на прямі та непрямі. Прямими є витрати сировини і матеріалів та витрати на оплату праці. Їх величина прямо відноситься на собівартість тих чи інших виробів. Інші витрати пов'язані з виробництвом декількох видів продукції й не можуть бути прямо віднесені на собівартість певних видів продукції, а розподіляються на них відповідно обраних баз розподілу. Як правило такими базами є вартість сировини та матеріалів та основна заробітна плата.

Отримані дані вносимо з іншими показниками економічної ефективності виробництва йогурту в таблицю 6.

Таблиця 6

Показники економічної ефективності виробництва йогурту

Показник	за традиційною технологією	За новою технологією
Кількість, л	5000	5000
Енерговитрати, грн.	760	860
Основна зарплата, грн.	17750	19950
Утримання обладнання, грн.	465	485
Транспортні витрати, грн.	1360	1360
Собівартість 1 л, грн.	65,6	66,1
Ціна реалізації 1 кг, грн.	68,7	71,4
Прибуток, грн.	3,1	5,3
Рентабельність, %	12,5	19,5

Достатньо висока рентабельність дозволяє зробити висновок стосовно цілковитої окупності витрат на введення нової технології.

Розрахунок економічної ефективності виробництва йогурту свідчить про те, що собівартість 1 л продукту за новою технологією має незначну відмінність, однак враховуючи якісні показники ціна реалізації буде вищою, а рівень рентабельності виробництва зросте на 7 %.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Актуальним питанням харчування населення України є розширення асортименту та обсягів виробництва харчових продуктів функціонального призначення. При цьому основними фізіологічними інгредієнтами слід розглядати пре- і пробіотики, розчинні харчові волокна, фруктову і овочеву сировину.

2. З урахуванням корисності, наявних сировинних ресурсів та їх доступності доцільним є збільшення обсягів виробництва пробіотичних продуктів харчування на фруктово-овочевій основі з включенням до їх складу пектинових речовин, які є і розчинними харчовими волокнами, і пребіотиками.

3. Вибір видів овочевої та фруктової сировини зумовлений їх невисокою вартістю і доступністю (пюре з гарбуза, моркви, столового буряка, яблук), високими органолептичними показниками, вмістом пектину та перевагами споживачів на продовольчому ринку.

4. Додавання айвового і яблучного пюре інтенсифікує процес сквашування, сировина має досить хороший пребіотичний потенціал.

5. Найбільший вміст пектинових речовин виділяється при гідролізі яблучного та айвового пюре. З овочевої сировини найбільша концентрація пектинових речовин міститься в пюре з гарбуза.

6. Наростання кислотності в ферментованому фруктовому пюре відбувається швидше, титрована кислотність найбільша при використанні ферментованого гарбузового пюре. Зміна титрованої кислотності найбільша в разі застосування овочевих пюре в порівнянні з фруктовими. Це узгоджується з даними про ступінь етерифікації пектинових речовин.

7. Розрахунок економічної ефективності виробництва йогурту свідчить про те, що собівартість 1 л продукту за новою технологією має незначну відмінність, проте, враховуючи якісні показники ціна реалізації збільшиться, а рівень рентабельності виробництва зросте на 7 %.

8. Для виготовлення йогурту функціонального призначення пропонуємо до складу рецептури додавати комбіноване фруктово-овочеве пюре (суміш гарбузового та айвового).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрушків К.В. Розробка технології йогурту з екстрактом чебрецю. Тернопіль: Навчальний посібник. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2020. 82 с.
2. Бартковський І.І., Поліщук Г.Є., Гудз І.С., Туровська Л.Л. Технологія йогуртів: навч.посіб. К, 2010. 248 с.
3. Берник І. М. Модель управління технологічним процесом ультразвукового кавітаційного вилучення пектину з рослинної сировини Вібрації в техніці та технологіях, 2011. № 1 (61). С. 133-137.
4. Берник І. М. Особливості вилучення пектину в ультразвуковому кавітаційному полі та його властивості Наукові праці Національного університету харчових технологій, 2010. № 32. С. 59–63
5. Болгова Н.В. Продукти оздоровчого призначення. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2013. № 7 (105). С. 94–97.
6. Власенко В.В. Комбіновані кисломолочні напої на основі пробіотичних культур і рослинних екстрактів Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-технічної конференції, м. Тернопіль, 2013. С. 141-142.
7. Власенко В.В. Напій кисломолочний лікувально-профілактичної спрямованості Матеріали І міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 2015. С. 25–26.
8. Власенко В.В. Формування пробіотичних властивостей йогурту шляхом внесення сиропу на основі екстракту ехінацеї. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, 2014. №2 (59). Ч.2. С. 26–32.
9. Грек.О. В., Красуля О.О. Молокопереробка. Інновації: підручник. К.: НУХТ, 2017. 390 с.
10. ДСТУ 3662-2018 «Молоко коров'яче незбиране».2018-8 с.
11. ДСТУ 4556:2006. Молоко сухе знежирене. 2006-6 с.
12. ДСТУ 4623-2006. Цукор білий. технічні умови.2006-4с.

13. ДСТУ 4343:2004 Йогурти. Загальні технічні умови. Дата початку дії, 01.10.2005. [Чинний від 20.09.2004] Вид. офіц. Київ, 2005. 11 с.
14. Домарецький В.А., Остапчук М.В., Українець А.І. Технологія харчових продуктів: Підручник . За ред.. д-ра техн.. наук, проф. А.І.Українця. К.: НУХТ, 2003. 572 с.
15. Запольський А.К., Українець А.І. Екологізація харчових виробництв. Підручник. К.: Вища школа. 2005. 423 с.
16. Калініна, Г.П. Натуральний продукт – запорука здоров'я. Молокопереробка, 2007. № 9. С. 20-21.
17. Козаченко, О.Б. ДСТУ Йогурти. Загальні технічні умови Молокопереробка, 2006. № 1. С. 28-29.
18. Кравцова, О. В. Удосконалена технологія виготовлення йогуртного напою збагаченого харчовим волокном "FIBREGAM. Молокопереробка. К.: ТОВ СЕЕМ, 2010. № 3 (54). С. 10-13.
19. Крижак Л.М. Дослідження основних факторів на формування органолептичних властивостей кисломолочних напоїв з ехінацеєю лікарською. Збірник наукових праць ВНАУ, 2013. Вип. 11 (65). С. 276–282.
20. Крижак Л.М. Обґрунтування складу заквашувальної композиції для виробництва йогурту функціонального призначення. Харчова наука і технологія. – 2015. – №2. – С. 7–14.
21. Машкін, М. І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: підруч. М-во аграрної політики України. К.: Вища школа, 2006. 351 с..
22. Маляренко, Т. Кисломолочні напої з соєвим борошном: [виробництво молока]. Харчова і переробна промисловість, 2002. № 1. С. 22-23.
23. Мельничук М.Д. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник. К.: ФОП Корзун Д. Ю, 2014. 252 с.
24. Міхеєнко О. І. Основи раціонального та оздоровчого харчування : навч. посіб. Суми : Університетська книга. 2013. 184 с.

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

26. Патент 47866 Україна МПК А 23L 1/0524 / Спосіб вилучення пектину з пектиновмісної сировини / О.Ф. Луговський, І.М. Берник, І.О. Крапивницька; заявник та власник патенту Вінницький держ. аграрний ун-т – №200909435; заявл. 14.09.2009; опубл. 25.02.2010, Бюл. № 4/2010.

27. Пересічний М. І., Кравченко, М. Ф., Федорова, Д. В. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: монографія. К: Київ. нац. торг. екон. ун-т, 2008. 225 с.

28. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія молочних продуктів: підручник. К.:НУХТ, 2013. 502 с.

29. Рудавська Г.Б., Тищенко Є.В, Притульська Н.В. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення: монографія. К.:Київ. нац. торг.-екон.ун-т, 2002. 371с

30. Сімахіна Г.О., Українець А. І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування: Навчальний посібник для студентів за напрямом 7.051701 "Харчові технології та інженерія" денної форм . К.: НУХТ, 2010. 294 с.

31. Скорченко Т.А., Поліщук Г.Є., Грек О.В., Кочубей О.В. Технологія незбираномолочних продуктів Навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2005. 264с.

32. Скарбовійчук О. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Чернюшок О. А.Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів: Довідник. К. : НУХТ, 2012. 311 с

33. Соломон А.М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» 2(97) Вінниця, 2017. С. 85-90.

34. Старовойтова А.А. Мікробіологія молока і молочнокислих продуктів. Біла Церква: Навчальний посібник. НАУ, 2017. 153 с.

35. Технологічні розрахунки у молочній промисловості. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. та ін.: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2013. 343 с.
36. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах: Підручник К.: Центральної літератури, 2006. 497 с.
37. ЯНКОВСЬКИЙ, Д.С. Пропіоновокислі бактерії в склад біологічно активних препаратів і кисломолочних продуктів. Вісн. аграр. наук, 2007. № 7. С. 65.