

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Допускається до захисту

Зав. кафедри харчових технологій і

технологій переробки продукції тваринництва

Загоруй Л.П. к.вет.н., доц. Загоруй Л.П.

« 1 » 12 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**Аналіз та удосконалення технології
ферментованих молочних напоїв**

Виконав Князев Олександр Сергійович

Керівник, доцент Загоруй Л.П.

Рецензент

Шурт Н.О. Шуртова

Я, *Князев Олександр Сергійович*, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2025

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу здобувачу.....	3
АНОТАЦІЯ.....	4
ANNOTATION.....	5
ВІДГУК КЕРІВНИКА	6
РЕЦЕНЗІЯ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Тенденції розвитку молочної галузі України.....	10
1.2. Асортимент ферментованих молочних продуктів.....	13
1.3. Сучасні підходи до збагачення кисломолочних напоїв.....	17
Розділ 2. Методологія кваліфікаційної роботи.....	21
Розділ 3.Розроблення удосконаленої технології	23
3.1. Вимоги до сировини	23
3.2. Продуктовий розрахунок.....	28
3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення	33
3.4. Опис удосконаленої технології.....	40
Розділ 4. Контроль безпечності та якості продукту, екологізація виробництва	43
Розділ 5. Економічна частина.....	49
Висновки та пропозиції	51
Список використаної літератури.....	53

АНОТАЦІЯ

Князєв Олександр Сергійович «Аналіз та удосконалення технології ферментованих молочних напоїв»

У кваліфікаційній роботі проведено комплексний аналіз сучасного стану виробництва ферментованих молочних напоїв та визначено основні напрями їх удосконалення. На основі аналізу літературних джерел обґрунтовано доцільність розроблення технології безлактозного кисломолочного напою «Айран» підвищеної біологічної цінності з використанням рослинних інгредієнтів.

Запропоновано удосконалену технологію виробництва безлактозного айрану із застосуванням ферменту β -галактозидази та додаванням сушеної петрушки і вівсяних висівків, що дає змогу отримати продукт з покращеними органолептичними та функціональними властивостями. Проведено продуктовий розрахунок виробництва безлактозних кисломолочних напоїв, визначено потребу в основній і допоміжній сировині.

Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва, здійснено підбір обладнання та обґрунтовано параметри основних технологічних процесів. Проаналізовано технологію з точки зору безпечності та нешкідливості, визначено критичні контрольні точки відповідно до принципів НАССР. Розглянуто питання екологізації виробництва та мінімізації впливу технологічних процесів на навколишнє середовище. Виконано розрахунок економічної ефективності удосконаленої технології.

Одержані результати можуть бути використані на молокопереробних підприємствах з метою розширення асортименту ферментованих безлактозних напоїв та удосконалення існуючих технологій.

Кваліфікаційна робота містить 57 сторінки, 6 таблиць, 4 рисунки, список використаних джерел із 39 найменувань.

Ключові слова: ферментований молочний напій, айран, безлактозна продукція, β -галактозидаза, петрушка, вівсяні висівки, економічний ефективність.

ANNOTATION

Knyazev Olexandr «Analysis and improvement of the technology of fermented milk drinks»

The qualification work presents a comprehensive analysis of the current state of production of fermented milk drinks and identifies the main directions for their improvement. Based on the analysis of literature sources, the feasibility of developing a lactose-free fermented milk drink “Ayran” with increased biological value using plant ingredients has been substantiated.

An improved technology for the production of lactose-free ayran using β -galactosidase and the addition of dried parsley and oat bran is proposed, which makes it possible to obtain a product with improved organoleptic and functional properties. Product calculations for the production of lactose-free fermented milk drinks were carried out, and the demand for basic and auxiliary raw materials was determined.

An equipment-and-technological scheme of production was developed, technological equipment was selected, and the parameters of the main technological processes were substantiated. The technology was analyzed from the standpoint of safety and harmlessness, and critical control points were identified in accordance with HACCP principles. Issues of production environmentalization and minimization of the impact of technological processes on the environment were considered. The economic efficiency of the improved technology was calculated.

The obtained results can be used at dairy processing enterprises to expand the assortment of fermented lactose-free drinks and to improve existing technologies.

The qualification work contains 57 pages, 6 tables, 4 figures, and a list of 39 references.

Key words: fermented milk drink, ayran, lactose-free products, β -galactosidase, parsley, oat bran, economic effect.

ВСТУП

Сучасний етап розвитку харчової промисловості характеризується посиленням вимог щодо безпечності та якості харчових продуктів. Першочерговим завданням молочної галузі є виробництво харчових продуктів, які поєднують високі стандарти якості, натуральність та виражену користь для здоров'я людини. Хоча асортимент вітчизняних молочних виробів постійно розширюється за рахунок різних харчових добавок і вдосконалених технологічних процесів, у сучасних інноваційних підходах дедалі більшого значення набувають концепції «збагачення» та «натуральності». Ці тенденції відображають зростання попиту на продукти, що містять природні біологічно активні компоненти та відповідають принципам здорового харчування.

Особливо перспективним напрямом є комбінування молочної сировини з інгредієнтами рослинного походження, які є природним джерелом вітамінів, антиоксидантів, мінеральних речовин, органічних кислот, рослинних волокон, полісахаридів, природних цукрів і пектинових сполук. Поєднання пробіотичного потенціалу кисломолочних продуктів із біологічно активними рослинними компонентами відкриває нові можливості для створення функціональних харчових продуктів, що здатні чинити багатовекторний позитивний вплив на організм людини.

Кисломолочні продукти, зокрема напої, традиційно відзначаються високою харчовою та біологічною цінністю, оскільки виготовляються за участю молочнокислих бактерій – природних представників нормальної мікробіоти кишківника. Їх антагоністична дія щодо патогенних мікроорганізмів, здатність синтезувати органічні кислоти тощо забезпечує корисний вплив на організм людини. Наукові дослідження підтверджують, що регулярне споживання ферментованих молочних продуктів сприяє покращенню стану кишкової мікробіоти, зміцненню імунної системи,

нормалізації процесів травлення, профілактиці дисбіозу, ентероколітів і порушень моторики шлунково-кишкового тракту [34].

Хоча користь кисломолочних продуктів давно доведена, збагачення їх рослинними компонентами є відносно новим, але стратегічно значним напрямом у розвитку харчової галузі. На ринку натуральних молочних виробів функціонального спрямування переважають йогурти з додаванням фруктів, злаків, насіння чіа, льону, амаранту, граноли тощо. Натомість збагачені кефір, айран чи інші кисломолочні напої трапляються рідше, хоча саме вони мають високий потенціал для створення продуктів дієтичного й оздоровчого призначення [28].

В Україні зростає попит на безлактозні кисломолочні продукти, оскільки значна частина населення має різні прояви непереносимості лактози. Це стимулює виробників розширювати асортимент ферментованих напоїв, у тому числі айрану, використовуючи сучасні ферментні технології та адаптовані закваски. Науковці також активно працюють над вдосконаленням таких технологій, застосовуючи ресурсоощадні методи та ферментативний гідроліз лактози. Завдяки використанню ферменту лактази вдається зберегти традиційні властивості продукту та зробити його доступним для ширшої групи споживачів. Безлактозні ферментовані напої сьогодні є важливою частиною сучасного ринку молочної продукції.

Таким чином, актуальним є розробка безлактозних кисломолочних напоїв, у тому числі «Айрану» підвищеної біологічної цінності за рахунок внесення до рецептури рослинних компонентів.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Тенденції розвитку молочної галузі України

Молоко традиційно посідає особливе місце серед харчових продуктів, оскільки є цінним і постійним джерелом життєво необхідних поживних речовин – вітамінів, амінокислот, мікроелементів та незамінних вищих жирних кислот. Воно виконує не лише роль основного харчового продукту, а й розглядається як природний лікувально-профілактичний засіб, що сприяє підтриманню та зміцненню здоров'я [9].

Наразі молочна галузь посідає провідне місце у структурі харчової індустрії України, оскільки молочні продукти, у тому числі кисломолочні напої, становлять вагомую частку у споживанні населення. Населення України на молочну продукцію витрачає біля 15% від загальних витрат на харчові продукти, тобто молочні продукти посідають четверте місце після м'ясних, хлібобулочних (борошняняних) та макаронних виробів.

Сучасна молочна промисловість охоплює кілька ключових технологічних напрямів, кожен з яких формує специфічний асортимент продукції: виробництво незбираномолочних продуктів, до яких належать питне молоко різних ступенів термічної обробки, кисломолочні напої (йогурт, кефір, простокваша), а також кисломолочні сири; маслоробство, що включає виготовлення вершкового масла, топленого масла, спредів та різних масложирових композицій; сироробство, яке охоплює виробництво сичужних сирів різних груп – твердих, напівтвердих, м'яких, розсільних та плавлених; молочноконсервне виробництво, зосереджене на випуску згущених та сухих молочних продуктів, які характеризуються тривалим терміном зберігання та широким застосуванням у харчовій промисловості [21].

Нині в молочній галузі відбуваються динамічні зміни, зумовлені як російською воєнною агресією, так і зміною моделі функціонування, яка започатковувалась ще на початку 2000-х років. Основа розвитку молочної галузі – молочне скотарство, яке забезпечує молокопереробні підприємства молочною сировиною для виробництва молочних продуктів. У 2025 році

зберігається спад загального поголів'я корів: за прогнозами, їх кількість уперше може знизитися до менш ніж 1 млн голів. Валовий надій також скорочується і становитиме менше 7 млн тонн (для порівняння: 2018 року – понад 10 млн т) рис. 1.1 [36].

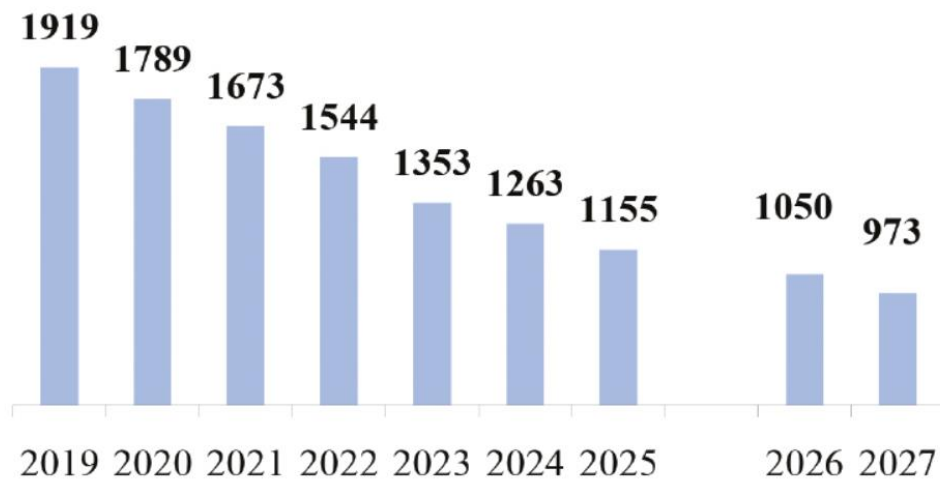


Рис.1.1. Загальне поголів'я корів в Україні (тис.гол.)

Водночас у секторі підприємств тенденції є дещо протилежними: виробництво молока у 2024 році зросло до 3,0 млн т, а у 2025 році очікується до 3,2 млн т, що на 15,5% вище середнього рівня 2018–2021 рр.; частка підприємств у загальному виробництві зросла з 25% (у середині 2010-х рр.) до 41% (2024 р.) і може сягнути 46% у 2025 році; продуктивність корів у сільськогосподарських підприємствах поступово збільшується: 7,57 т у 2023 році, 8,17 т у 2024 р. та орієнтовний прогноз 8,4 т у 2025 р (рис. 1.2) [36].

Цінова динаміка 2023–2024 рр. підвищила рентабельність молочного виробництва. Проте у 2025 р. очікується менша волатильність: прогнозоване підвищення цін у II півріччі становитиме 10–12%, що нижче показників минулих років (31% у 2023 р., 45% у 2024 р.).

Наразі виробництво молока зміщується із східних регіонів у центральні та західні області (найбільше – Тернопільська й Хмельницька). Станом на 1 вересня 2025 року загальне поголів'я скоротилося майже на 10 %: у сільськогосподарських підприємствах – зростання поголів'я +0,7% (382 тис. голів), водночас у населення падіння – 14,3% (750 тис. голів).

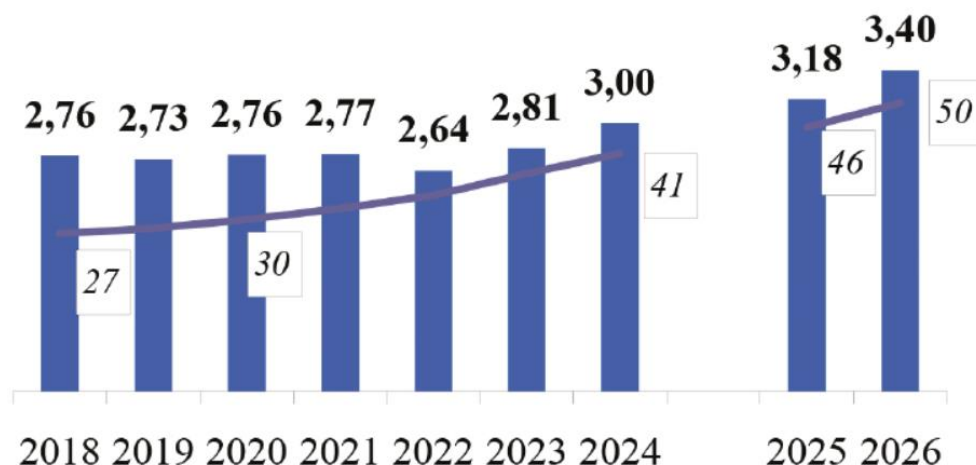


Рис. 1.2. **Обсяги виробництва молока сільськогосподарськими підприємствами (млн т) та їх частка у загальних обсягах виробництва молока в Україні**

За статистичними даними у період з січня по серпень 2025 року загальний обсяг виробництва молока зменшився майже на 5%, при цьому сільськогосподарські підприємства показали приріст у 6%, а у господарствах населення відбувся спад на 12%.

Починаючи з 2023 року стабільно зростають обсяги надходження молока-сировини на промислову переробку – середній річний темп становить понад 10%. За прогнозами експертів у 2025 році очікується понад 3,5 млн т сировини, що навіть перевищить рівень 2020 року [8, 36].

На ринку молока та молочної продукції України працює досить велика кількість підприємств, при цьому більше 50% загального обсягу виробництва концентрується в руках десяти великих компаній [38].

Станом на 2025 рік провідні позиції на ринку молочної продукції України займають найбільші переробні підприємства: група «Молочний альянс» (ТМ «Яготинське», «Пирятин») переробляє понад 400 тис. т молока на рік і забезпечує близько 12–14% ринку; «Danone Україна» лідирує у сегменті йогуртів та кисломолочних напоїв із річною переробкою понад 300 тис. т; компанія «Lactalis-Ukraine» (ТМ «President») переробляє 250–300 тис. т, а «Галичина» – понад 200 тис. т молока щорічно. До найбільших виробників також належать «Молочний дім» (150–180 тис. т), «Волошкове

поле» (біля 150 тис. т), «Інтермол» (120–140 тис. т), «Терра Фуд» (близько 120 тис. т), «Люстдорф» (110–130 тис. т) та «Дубномолоко», яке переробляє 80–100 тис. т молока на рік [35]. Очікується, що вже після завершення воєнного стану більшість підприємств повністю відмовиться від закупівель молока від населення через підвищені вимоги до якості [38].

Попри воєнну ситуацію в країні, частка молока, що йде на експорт після переробки у I півріччі 2025 року зросла до 22,5%. Основними експортними позиціями до країн ЄС є: масло та молочні жири біля 30%; сухе й згущене молоко – 30%; сири <20%; казеїн – 10%, водночас імпорт також збільшується, в основному за рахунок сирів. Таким чином, торгівельне сальдо з ЄС (співвідношення імпорт/експорт) зменшилось з 3,8 у 2023 р. до 1,7 у 2025 р. Подальший розвиток молочної галузі України визначатимуть: упровадження сучасних технологій утримання корів та підвищення продуктивності; модернізація переробки та розвиток інноваційних молочних продуктів; розширення присутності України на ринках ЄС та нових зовнішніх ринках; адаптація до скорочення населення та низької купівельної спроможності.

1.2. Асортимент ферментованих молочних продуктів

Особливо важливу групу молочних виробів становлять ферментовані (кисломолочні) продукти. Вони поширені у багатьох країнах світу й користуються високою популярністю серед споживачів, які орієнтуються на принципи здорового способу життя. Завдяки ферментованій природі ці продукти відомі своїм сприятливим впливом на стан травної системи та загальне самопочуття.

У більшості країн, включно з Україною, у харчуванні переважно використовується коров'яче молоко, тоді як молоко кіз, овець, кобил, верблюдів чи буйволів застосовуються значно рідше [28]. Залежно від виду молочної сировини та складу мікробіоти, під час ферментування формуються різноманітні кисломолочні продукти.

Підприємства молочної промисловості України виробляють кисломолочні продукти (напої) в наступному асортименті: кефір, простокваша (звичайна, мечніківська, ацидофільна), варенець, ряжанку, напої «Південний» і «Сніжок», йогурт, ацидофілін тощо. Проте останніми роками, у зв'язку зі зростанням уваги до здорового харчування, на ринку з'являється дедалі більше нетрадиційних для України ферментованих напоїв – айран, тан, кумис, мацун та інші, які доповнюють традиційний асортимент [19].

Відповідно до нормативної документації [16], кисломолочні напої – продукти отримані внаслідок ферментації молока або вершків за участю культур молочнокислих, пропіоновокислих, оцтовокислих бактерій та кефірних грибків. У процесі їх життєдіяльності утворюються органічні кислоти (передусім молочна й оцтова), етанол та інші метаболіти. Наприкінці встановленого терміну зберігання у продукті повинно міститися не менше ніж 10^6 КУО/г життєздатних клітин мікроорганізмів. До складу ферментованих молочних напоїв можуть додаватися харчові добавки, підсолоджувачі, сіль, а також ягоди, фрукти, овочі, злакові та продукти їх переробки.

За характером сквашування кисломолочні напої поділяються на групи: отримані в результаті молочнокислого бродіння (кисле молоко, йогурт тощо); змішаного – молочнокислого та спиртового (кефір, кумис тощо). Незважаючи на різноманіття асортименту дієтичних кисломолочних напоїв, їх виробляють за загальною технологічною схемою, відповідно до якої підготовлене молоко сквашується заквасками визначених чистих культур, а потім згусток охолоджується та дозріває [19].

Кисломолочні напої залишаються однією з найбільш затребуваних категорій молочної продукції, що підтверджується результатами маркетингових досліджень і широким асортиментом, представленим у торговельній мережі. Стійкий інтерес споживачів до ферментованих продуктів зумовлений доведеними позитивними ефектами їхнього впливу на

організм людини, зокрема нормалізацією мікробіоти, покращенням травлення та загального метаболічного стану [9, 28].

Нині розвиток галузі виробництва кисломолочних напоїв спрямований на розширення використання біологічно активних інгредієнтів, створення продуктів із функціональними властивостями, підвищення їх органолептичних показників і оптимізацію технологічних процесів. У наукових установах України, зокрема на кафедрі біотехнології НФаУ, впродовж останніх років активно ведуться дослідження, спрямовані на вдосконалення рецептур, впровадження інноваційних заквасок, підвищення біологічної цінності та оцінку лікувально-профілактичного потенціалу ферментованих молочних продуктів [3, 33].

На сучасному українському ринку кисломолочних продуктів спостерігається стійка тенденція до розширення асортименту ферментованих напоїв. Одним із перспективних представників цієї групи є айран – традиційний кисломолочний напій тюркських народів, який останніми роками активно впроваджується у виробництво українськими підприємствами.

Айран є рідким ферментованим продуктом, що характеризується освіжаючим смаком із легким солонуватим відтінком та високою харчовою цінністю. Основними компонентами айрану є коров'яче молоко, заквасочні культури на основі *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, питна вода та кухонна сіль. У деяких сучасних рецептурах додатково використовують зелень (кріп, кінза, петрушка) чи інші натуральні інгредієнти (овочеві наповнювачі), що дозволяє сформувати різні варіанти смакових композицій, що розширює можливості формування функціонального асортименту.

Харчова цінність айрану обумовлена вмістом вітамінів А, Е, С, D та групи В, а також важливих мінеральних елементів – кальцію, фосфору, магнію, калію, цинку, заліза тощо. Енергетична цінність напою становить у середньому 25–60 ккал на 100 г продукту залежно від рецептури та густини.

У середньому айран містить 1,1–2,5 г білків, 1,5–2,0 г жирів та 1,4–2,9 г вуглеводів на 100 г продукту. У витриманому айрані можливе утворення незначних кількостей етанолу (до 0,6%), що є характерним для ферментованих напоїв і не впливає на безпечність продукту. Для цього продукту характерне утворення природного осаду, який зникає після збовтування, що є нормальним для ферментованих напоїв з низькою в'язкістю.

Завдяки своїм біологічним властивостям айран чинить позитивний вплив на організм людини. Зокрема, він сприяє нормалізації водно-сольового балансу, що робить його ефективним засобом для втамування спраги. Молочнокислі бактерії та органічні кислоти стимулюють відновлення кишкової мікрофлори, тому напій рекомендований для осіб, які перенесли або проходять антибіотикотерапію. Крім того, айран сприяє зміцненню судинної стінки, покращує процеси кровотворення, позитивно впливає на обмін речовин та може сприяти зниженню рівня холестерину.

Найбільші частки ринку айрану в Україні належать ТОВ «Арьяка» (ТМ «Опиг») та холдингу «Молочний Альянс» (ТМ «Яготинське»), які разом формують основний обсяг виробництва цього виду кисломолочної продукції. За наявними аналітичними даними, кожен із зазначених виробників забезпечує близько 35% усього українського ринку айрану, що свідчить про їх провідні позиції у сегменті ферментованих напоїв [10].

Окрім них, на внутрішньому ринку представлені й інші виробники, зокрема ТМ «Злагода» (м. Дніпро) та ТМ «Молокія» (м. Тернопіль), ТОВ «РФУД» (ТМ Ekofood) та «Терра Фуд» (ТМ «Ферма»). Асортимент продукції цих підприємств включає різні види айрану та подібних ферментованих напоїв, що дозволяє споживачам обирати продукти відповідно до смакових уподобань і харчових потреб.

Паралельно зі зростанням інтересу до традиційних ферментованих напоїв, на ринку України активно розвивається сегмент безлактозних кисломолочних продуктів, орієнтований на споживачів із непереносимістю

лактози. Поширення безлактозних ферментованих продуктів є важливою сучасною тенденцією, оскільки за статистичними даними від 15 до 35% населення України можуть мати різний ступінь лактазної недостатності. Це стимулює виробників розширювати асортимент безлактозних молочних продуктів, у тому числі кефірів, йогуртів та айрану, впроваджуючи сучасні ферментні технології та адаптовані закваски.

З огляду на поширеність лактозної непереносимості серед населення, вітчизняні науковці [12] не залишаються осторонь і активно працюють над удосконаленням відповідних технологій із застосуванням ресурсоощадних підходів. На сьогодні у виробництві безлактозної продукції використовують кілька основних методів зниження вмісту лактози, зокрема: ферментативний розклад лактози; часткове або повне зброджування лактози молочнокислими мікроорганізмами; застосування білкових концентратів, отриманих ультрафільтрацією, у поєднанні з іншими компонентами [4].

Безлактозні йогурти, кефіри, ряжанка та молочні напої виготовляються зазвичай шляхом застосування ферменту лактази, який гідролізує лактозу до глюкози та галактози. Такий підхід дозволяє зберегти традиційні властивості продукту – конистенцію, кислотність, вміст білка та жиру, водночас розщепити лактозу, що значно підвищує доступність ферментованих напоїв для відповідних споживачів [37, 39].

Загалом сучасний асортимент ферментованих молочних продуктів в Україні характеризується поєднанням традиційних напоїв і новітніх функціональних рішень, серед яких особливе місце займають айран та безлактозні продукти. Їх популярність зумовлена не лише органолептичними перевагами, а й значною харчовою та фізіологічною цінністю, що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування.

1.3. Сучасні підходи до збагачення кисломолочних напоїв

У сучасній технології ферментованих молочних продуктів базові етапи виробництва залишаються незмінними та включають: очищення й

нормалізацію молочної сировини, пастеризацію, охолодження до температури заквашування, внесення закваски, подальше сквашування та охолодження готового продукту до температури зберігання.

Одним із основних напрямків державної політики в сфері здорового харчування є розроблення технології продуктів функціонального призначення. Функціональний харчовий продукт – продукт, що призначений для систематичного вживання у складі харчових раціонів всіма віковими групами здорового населення. Він знижує ризик розвитку захворювань, пов'язаних з харчуванням, зберігає і поліпшує здоров'я за рахунок наявності в його складі фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів [5].

Додавання функціональних інгредієнтів може здійснюватися на різних стадіях процесу: одночасно з внесенням закваски, перед заквашуванням або після завершення ферментації, що визначає особливості формування структурно-механічних і органолептичних характеристик продукту [33].

Один із найбільш поширених підходів під час створення кисломолочних продуктів функціонального призначення є додавання декількох рослинних інгредієнтів – інуліновмісних та глікозидовмісних компонентів у поєднанні з ароматичною речовиною. Інулін вносять у пастеризовану молочну основу, тоді як глікозидні та ароматичні добавки додають після сквашування. Відомо, що інулін є джерелом харчових волокон, вітамінів та мікроелементів, сприяє виведенню важких металів та має потенційну протипухлинну активність. Крім того він використовується для складання адекватних дієт і коригування харчування при цукровому діабеті. Однак застосування кількох функціональних інгредієнтів суттєво ускладнює технологію, а їх сумарний вплив на біохімічні процеси прискорює накопичення кислотності, що скорочує термін придатності і знижує життєздатність корисної мікрофлори [33, 34].

Як більш спрощений аналог існує технологія виробництва кисломолочного напою за використання одного функціонального інгредієнта – концентрату топінамбура або подрібнених бульб. За такої технології

інгредієнт (топінамбур) змішують з білковою фракцією, отриманою діалізацією, пастеризують за температури 78–82 °С, охолоджують і піддають заквашуванню. Незважаючи на певну технологічну зручність, даний спосіб має низку недоліків, оскільки використання топінамбуру не забезпечує суттєвого поліпшення сенсорних властивостей продукту, а тому для стабілізації консистенції, зокрема запобігання відокремленню сироватки, додатково потребує внесення стабілізаторів [34].

Використання різноманітних рослинних наповнювачів і добавок удосконалює рецептури кисломолочних функціональних напоїв. В залежності від типу рослинної сировини добавки для виготовлення функціональних кисломолочних продуктів поділяються на плодові (горіхоплідні та ягідні) та овочеві (зернобобові та коренеплідні) [27].

Процес удосконалення існуючих технологій харчових продуктів і створення нових є безперервним. Так, розроблено технологію кефіру зі шротом розторопші [23], насінням чіа [15], дивосилу [32]; збагачення кисломолочних напоїв йодом та селеном «Спірулекс» [30]; айран за додавання пюре «Яблуко-гарбуз» ТМ «Gerber» кількості 14% [34], насіння чіа [7], борошна кіноа [1]; кисломолочного продукту з використанням яєчного білка, розчиненого у 4–5% розчині янтарної кислоти [3]. У різних країнах виробники активно впроваджують інноваційні кисломолочні продукти за додавання пробіотиків та пребіотиків (лактолоза, інουλін, харчові волокна, лактоглобуліни, вітаміни та ін.), які сприяють виведенню з організму токсинів, захищають епітелій кишківника, посилюють імунну активність флори кишківника та виявляють антиоксидантну, антиканцерогенну дію [29, 30].

Перспективним є використання висівків злакових культур у технології молочних та кисломолочних продуктів, що обумовлено у них високим вмістом біологічно активних речовин, харчових волокон, білку, вітамінів, мінеральних речовин [2].

Косабас Н. et all [4], розробили технологію айрану зі зниженим або нульовим вмістом лактози шляхом попереднього гідролізу молока ферментом β -галактозидазою, використовуючи сировину з частковим ($\approx 50\%$) або повним ($\approx 100\%$) розщепленням лактози перед сквашуванням.

Використання у кисломолочних напоях наповнювачів рослинного походження, які не мають вузькоспрямованої фізіологічної дії, легко включаються в метаболічні ланцюги організму, сприяючи кращому обміну речовин, утворенню власних структур і відновленню пошкоджень, зокрема такі, що мають антиоксидантну активність, роблять кисломолочні напої здатними не тільки протистояти дії вільних радикалів, а й відновлювати порушені функції організму, запобігаючи розвитку тяжких захворювань, і сповільнювати процеси старіння [13, 31].

Підсумовуючи, слід зазначити, що айран належить до групи кисломолочних напоїв із високим потенціалом для розширення виробництва в Україні. Поєднання корисних функціональних властивостей, приємних смакових характеристик і доброї засвоюваності робить його перспективним продуктом для щоденного раціону населення та для подальшого вивчення у контексті розроблення нових видів безлактозної ферментованої продукції функціонального призначення.

РОЗДІЛ 2.МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Мета кваліфікаційної роботи – удосконалення технології айрану функціонального призначення за рахунок внесення вівсяних висівок та петрушки, а також ферменту лактази.

Для виконання кваліфікаційної роботи магістра було зазначено наступні завдання:

- проаналізувати сучасний стан молочної галузі України та особливості розвитку сегменту кисломолочних напоїв, зокрема айрану;
- провести літературний аналіз щодо шляхів збагачення кисломолочних продуктів;
- описати удосконалену технологію виробництва безлактозного айрану з рослинними добавками;
- виконати продуктовий розрахунок та визначити економічну ефективність удосконаленої технології;
- розрахувати потребу у обладнанні та представити технологічну схему виробництва;
- запропонувати заходи контролю якості, безпечності та екологізації виробництва
- сформулювати рекомендації щодо можливостей впровадження функціонального безлактозного айрану з рослинними наповнювачами в промислове виробництво.

Дослідження виконували відповідно до чинних стандартів і методик, прийнятих у молочній промисловості. Розрахунки технологічних показників проводили з урахуванням нормативів витрат сировини на етапах нормалізації, пастеризації, фасування та з урахуванням потужності виробництва й типу пакування.

Підбір та розрахунок необхідного обладнання здійснювали на основі принципів раціонального використання виробничих ресурсів, дотримання

технічних характеристик машин і забезпечення їх ефективної роботи в умовах реального виробничого процесу.

Під час розроблення удосконаленої технології враховували основні вимоги системи НАССР, що дало змогу сформулювати комплекс заходів щодо запобігання небезпечним чинникам і гарантування безпечності продукції на всіх етапах її виготовлення.

Розрахунок економічної ефективності здійснювали за загальноприйнятими методиками з розрахунку собівартості, прибутку, рентабельності.

У роботі для виробництва кисломолочного безлактозного напою «Айран» з оптимізованим складом (функціонального призначення) пропонується додати вівсяні висівки та зелень петрушки як функціональний компонент та внесення ферменту лактази.

З метою удосконалення передбачається виробництво 3,5 т напою безлактозного кисломолочного «Айрану» з м.ч. жиру – 2 % та 2 т безлактозного напою кисломолочного «Айрану з петрушкою та вівсяними висівками» з м. ч. жиру 1,8 %. Виробництво здійснюватиметься резервуарним способом, а фасування у пляшки поліетилентетрафталат (ПЕТ) місткістю 450 г.

3. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

3.1. Вимоги до сировини

Айран є традиційним рідким ферментованим напоєм, поширеним у Туреччині, на Кавказі та в країнах Середньої Азії. Попри простий склад, якість сировини відіграє ключову роль у формуванні смаку, консистенції та стабільності готового продукту. Айран має освіжаючий смак із характерним легким солонуватим відтінком і зберігає основні поживні речовини молока – білки, кальцій, фосфор та вітаміни групи В (В1, В2, В12). Його харчова цінність і густина частково залежать від частки доданої води, яка визначає концентрацію сухих речовин та інтенсивність смаку [5].

Основою для виробництва айрану слугує коров'яче молоко, яке повинне відповідати вимогам до мікробіологічної чистоти та фізико-хімічних показників. Ферментація здійснюється за участю заквасочних культур *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, які забезпечують формування кисломолочного смаку, стійкої структури та властивості айрану кислотності. До складу також входять питна вода та кухонна сіль, що надає напою характерного смакового профілю.

У сучасних технологічних підходах допускається використання додаткових натуральних компонентів – подрібненої зелені (петрушки, кропу, кінзи), овочевих або рослинних наповнювачів. Такі інгредієнти не лише створюють нові смакові варіації, але й підвищують функціональну цінність продукту завдяки вмісту вітамінів, антиоксидантів та харчових волокон. Це розширює можливості формування асортименту та сприяє створенню айрану з підвищеними оздоровчими властивостями.

Сировиною для кисломолочних напоїв є **молоко незбиране коров'яче**, що відповідає показникам ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» [17] за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками (табл. 3.1). За сенсорними ознаками сировина повинна мати чистий молочний смак та аромат, без сторонніх присмаків і ароматів; мати рідку консистенцію та колір від білого до кремового. Густина

сировини відіграє важливу роль у виробництві кисломолочних напоїв, а її значення має бути не менше 1028 кг/м³. Цей показник має прямий вплив на реологічні показники готових напоїв. Тому підлягає суворому контролю і оцінці якості та відборі сировини.

Таблиця 3.1

Показники якості молока-сировини за ДСТУ 3662-2018

Назва показника	Норма для гатунків		
	Екстра	Вищого	Першого
Кислотність, °Т	16...17	16...17	≤19
Ступінь чистоти за еталоном, група	1	1	1
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис. КУО/см ³	≤100	≤300	≤500
Температура, °С	≤6	≤8	≤10
Масова частка сухих речовин, %	≥12,2	≥11,8	≥11,5
Кількість соматичних клітин, тис. КУО/см ³	≤400	≤400	≤600

Мікробіологічні показники нормують за загальним умістом мікроорганізмів, соматичних клітин тощо.

У технології безлактозного кисломолочного напою «Айран» передбачено використання наступної сировини: ферментний препарат β-галактозидаза (Ha-Lactase β-галактозидаза фірми «Chr. Hansen»); закваски фірми «Chr. Hansen», що містить термофільний стрептокок та болгарську паличку; сіль кухонна, що відповідає вимогам ДСТУ 3583:2015; вода питна, що відповідає ДСТУ 7525:2014; петрушка сушена, що має гігієнічний висновок МОЗ України та відповідає за показниками безпеки; висівки вівса (клітковина рослинна), що відповідає вимогам ISO 9001, виробник ТОВ «Агросільпром».

Ферментний препарат На-Lactase (β-галактозидаза) компанії «Chr. Hansen» використовується для гідролізу лактози в молочній сировині. Препарат отримують на основі ферментації дріжджів *Kluuyveromyces lactis*, що забезпечує його високу чистоту та стабільність. На-Lactase каталізує розщеплення лактози на глюкозу й галактозу, завдяки чому дозволяє отримувати молочні продукти зі зниженим або повністю відсутнім вмістом лактози. Фермент характеризується високою активністю за температури 35–40 °C та pH 6,5–7,0, може застосовуватися в умовах холодного або теплого гідролізу й повністю інактивується після пастеризації. Використання На-Lactase сприяє підвищенню солодкості та покращенню смаку готового продукту, а також розширює асортимент продукції для споживачів із лактазною недостатністю [18, 20].

Закваски, що використовуються у виробництві айрану, забезпечують формування його характерних органолептичних властивостей та стабільність ферментаційного процесу. Компанія «Chr. Hansen» пропонує високоякісні термофільні культури, до складу яких входять штами *Streptococcus thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Перший із них забезпечує швидке накопичення кислотності та м'який смак, тоді як другий відповідає за аромат, структуру та досягнення необхідного рівня кислотності згустку.

Закваски випускають у вигляді ліофілізованих культур прямого внесення (DVS), що дозволяє вносити їх у молоко без попереднього розмноження та гарантує відтворюваність результатів. Оптимальна температура ферментації становить 38–45 °C, а кінцевий pH – 4,2–4,6, що відповідає вимогам до айрану. Культури вирізняються високою чистотою, стабільністю активності та сумісністю з різними технологічними режимами.

Застосування заквасок «Chr. Hansen» забезпечує контрольований перебіг сквашування, формування однорідної консистенції та типовий смаковий профіль продукту. Їхня якість та безпечність підтверджені міжнародними стандартами, включаючи GRAS та регламенти ЄС.

Сіль кухонну (харчову) додають до айрану для надання смаку, крім того вона поліпшує консистенцію та подовжує термін зберігання готового

кисломолочного напою. Вона має дрібну текстуру, добре розчиняється у воді та легко змішується з іншими інгредієнтами.

Вода передбачена за рецептурою у виробництві кисломолочного напою «Айран» для розведення заквашеного молока. Вона повинна відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014, бути прозорою, без сторонніх присмаків та запахів, мікробіологічно чистою, не містити важких металів, пестицидів, нітратів, мати нейтральний або слаболужний рівень рН (6,5-8,5) та відсутність домішок та осаду.

Петрушка сушена порошок (*Petroselinum crispum*) є натуральним рослинним інгредієнтом, що використовується у харчовій промисловості для підсилення аромату й смаку продукції, яка містить біологічно активні речовини – вітаміни, мінерали, ефірні олії та антиоксиданти.

Сировину (петрушку) отримують шляхом висушування листя та стебел рослини за допомогою щадних методів сушіння, які дозволяють зберегти характерний аромат, легку пікантність та основні біологічно активні компоненти. До важливих показників якості сушеної петрушки належать фракція 2–4 мм, вміст жовтого листя не більше 5 % та наявність ефірних олій не менше 0,2 %. Залежно від кількості стебел виділяють найвищий (до 2 %) та перший (до 35 %) сорти. Сировина має відповідати вимогам безпечності щодо відсутності домішок, мікробіологічних забруднень і залишкових пестицидів. Завдяки своєму складу сушена петрушка є цінною рослинною добавкою для створення функціонального айрану з покращеними органолептичними та оздоровчими властивостями.

Вівсяні висівки (клітковина) – побічний продукт борошномельного виробництва, калорійність яких становить лише 246 кКал. У 100 г вівсяних висівок міститься: вуглеводів – 45,3 г; білків – 18 г (в тому числі замінні і незамінні амінокислоти); жирів – 7,7 г (з них насичені 0,4 г); клітковини – 15,4 г [26]. Зазвичай у харчуванні людей використовується для профілактики хвороб шлунково-кишкового тракту, оскільки вони сприятливо впливають на органи всієї травної системи.

До рослинних волокон належать целюлоза, пектини, геміцелюлоза, лігніни, клітковина, різноманітні камеді, однак найбільш широко розповсюдженим та легкодоступним видом харчових волокон є клітковина, яка є основною складовою клітинних оболонок всіх вищих рослин, у тому числі вівса. За даними Об'єднаного комітету експертів ФАО/ВООЗ встановлено, що для людини допустимі добові дози клітковини в кількості 20–30 мг на 1 кг ваги тіла, що орієнтовно – близько 27–40 г на добу [6, 26].

Вівсяні висівки мають більший вміст розчинних харчових волокон порівняно з пшеничними або рисовими висівками. Встановлено, що білки вівсяних висівок є глобулярними, адже вміст глобулінів найбільший – в 7,4 рази більше, ніж у пшеничному борошні. На відміну від пшеничного борошна, де глобуліни здебільшого представлені едестинном, а глютеліни – глютеніном, у вівсяних висівках серед глобулінів найбільше авеналіну, серед глютелінів – авенін. Проламіни обох культур представлені гліадином. Крім того, білок вівса та продуктів його переробки є гіпоалергенним [6].

За літературними даними, встановлено функціонально-технологічні властивості клітковини за її додавання до харчових продуктів, а саме: висока вологопоглинаюча, вологоутримуюча і жирозв'язуюча здатність. Клітковина здатна зменшувати активність води переводячи її в зв'язану форму, що сприяє подовженню терміну зберігання продукту; також вона зумовлює структуру і здатна заміщати у рецептурі частину жирів без погіршення органолептичних і реологічних показників. Використання клітковини дозволяє декларувати продукцію, як продукцію що має лікувально-профілактичну дію [24].

Таким чином аналіз літературних джерел свідчить про доцільність використання петрушки сушеної та вівсяних висівок у технологіях молочних напоїв. Тому виникає об'єктивна необхідність створення нових видів безлактозних кисломолочних напоїв (айрану), а саме за використання петрушки сушеної та вівсяних висівок. Споживання таких функціональних продуктів гарантує усунення недостатнього харчування, поповнення організму необхідними компонентами.

3.2. Продуктовий розрахунок

Для проведення продуктового розрахунку визначаємо необхідну кількість сировини та очікуваний вихід готових і побічних продуктів. У роботі використовуємо галузеві нормативи технологічних втрат, прийняті для підприємств молокопереробної промисловості.

Першим етапом розрахунків є встановлення річного обсягу переробки молока, адже саме цей показник лежить в основі визначення нормативних витрат виробництва. Передбачається, що підприємство щодоби перероблятиме близько 100 т молочної сировини із середнім вмістом жиру 3,6 %. Ці дані приймаємо як вихідні.

Річний обсяг переробки визначаємо за формулою:

$$РП = П \cdot K_{зм}$$

де РП – обсяг переробки молока-сировини за рік, т

$K_{зм}$ – кількість робочих діб (змін) у році.

Враховуємо, що переробне підприємство буде працювати у 2 зміни, тому планування продукції здійснюється за добу, а кількість змін приймаємо по кількості діб, що відповідно до норм планування становить – 300 змін:

$$РП = 100 \cdot 300 = 30000 \text{ т/рік}$$

Таким чином, таке підприємство за значеннями норм витрат належить до третьої категорії підприємств. Розрахунок основної та додаткової сировини для кисломолочних напоїв здійснюємо поетапно, враховуючи задану масу готових продуктів.

На першому етапі визначаємо масу нормалізованої суміші, що подається на фасування. Саме від цього показника залежатимуть розрахункові частки окремих компонентів та обсяг використаної сировини.

1. Розрахунок маси суміші для безлактозних кисломолочних напоїв перед фасуванням:

$$m_{нсф} = \frac{m_{гп} \cdot H}{1000}$$

де $m_{нсф}$ – маса готової суміші до фасування, кг;

$m_{гп}$ – маса готового (фасованого) продукту, кг

H – норма витрат готової суміші у процесі фасування, кг/т,

- для класичного безлактозного кисломолочного напою «Айран» жирністю 2,0% , норма витрат для заданих умов і потужностей підприємства становитиме $H=1012,7$ кг/т:

$$m_{\text{нсф}} = \frac{3500 \cdot 1012,7}{1000} = 3544,45 \text{ кг}$$

- для безлактозного кисломолочного напою «Айран з петрушкою та вівсяними висівками», норми витрат становитимуть 1012,9 кг/т:

$$m_{\text{нсф}} = \frac{2000 \cdot 1012,9}{1000} = 2025,8 \text{ кг}$$

Виробництво продукції здійснюється за рецептурами. Наступним етапом є розрахунок рецептурних компонентів, які наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Рецептура та перерахунок необхідних компонентів для виробництва безлактозних ферментованих молочних напоїв типу Айран

Компоненти, кг	Типова рецептура		Перерахунок	
	класичний «Айран» 2,0%	«Айран з петрушкою та вівсяними висівками» 1,8%	класичний «Айран» 2,0%	«Айран з петрушкою та вівсяними висівками» 1,8%
Молоко з м.ч.жиру 2,45 та 2,46	743	731,86	2633,5	1482,6
Вода питна	250	250	886,11	506,45
Сіль кухонна	7	7	24,81	14,48
Фермент лактаза	0,04	0,04	0,04	0,08
Закваска	Прямого внесення, суха ліофілізована	Прямого внесення, суха ліофілізована	Прямого внесення, суха ліофілізована	Прямого внесення, суха ліофілізована
Петрушка сушена порошок	-	1,0	-	2,03
Висівки вівсяні	-	10,0	-	20,26
Всього, кг	1000	1000	3544,45	2025,8

Розрахунок рецептурних компонентів:

для класичного безлактозного кисломолочного напою «Айран» жирністю 2%

маса нормалізованої суміші:

$$M_{н.с.} = 3544,45 \times 743 / 1000 = 2633,5 \text{ кг.}$$

$$\text{маса води: } M_{води} = 3544,45 \times 250 / 1000 = 886,11 \text{ кг.}$$

$$\text{Маса солі: } M_{солі} = 3544,45 \times 7 / 1000 = 24,81 \text{ кг.}$$

-для безлактозного кисломолочного напою «Айран з петрушкою та
вівсяними висівками» жирністю 1,8 %,

$$M_{н.с.} = 2025,8 \times 731,86 / 1000 = 1482,6 \text{ кг.}$$

$$\text{маса води: } M_{води} = 2025,8 \times 250 / 1000 = 506,45 \text{ кг.}$$

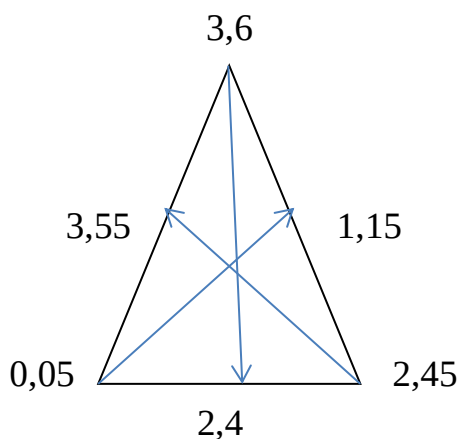
$$\text{Маса солі: } M_{солі} = 2025,8 \times 7 / 1000 = 14,48 \text{ кг.}$$

$$\text{Маса солі: } M_{петр} = 2025,8 \times 1 / 1000 = 2,03 \text{ кг.}$$

$$\text{Маса солі: } M_{вівс.вис.} = 2025,8 \times 10 / 1000 = 20,26 \text{ кг.}$$

Кисломолочний напій безлактозний «Айран» жирністю 2,0 %

1. Розрахунок молочної сировини для нормалізації здійснюємо за правилом трикутника:



Отримуємо пропорцію:

$$\frac{m_{н.с.}}{3,55} = \frac{m_{н.м.}}{2,4} = \frac{m_{зн.м.}}{1,15}$$

Де $m_{н.с.}$ – маса нормалізованої суміші (для зазначеного продукту – нормалізоване молоко з м.ч.жиру 2,45%, кг

$m_{н.м.}$ – маса незбираного молока, кг

$m_{\text{зн.м}}$ - маса знежиреного молока, кг

2. Підставивши відоме значення маси нормалізованої суміші маємо наступну рівність:

$$\frac{2633,5}{3,55} = \frac{m_{\text{н.м.}}}{2,4} = \frac{m_{\text{зн.м.}}}{1,15}$$

3. Розраховуємо кількість незбираного молока:

$$m_{\text{н.м.}} = \frac{2633,5 \cdot 2,4}{3,55} = 1780,4 \text{ кг}$$

4. Знаходимо масу незбираного молока, враховуючи витрати за нормалізації, при цьому враховуємо потужності виробництва:

$$m_{\text{н.м.}}^{\text{в}} = m_{\text{н.м.}} \cdot \frac{100}{100 - B_{\text{н.м}}}$$

де $B_{\text{н.м.}}$ – втрати незбираного молока під час процесу сепарування та нормалізації; (становлять 0,4 %)

$$m_{\text{н.м.}}^{\text{в}} = 1780,4 \cdot \frac{100}{100 - 0,4} = 1787,52 \text{ кг}$$

5. Масу знежиреного молока без втрат знаходимо з пропорції:

$$m_{\text{н.м.}} = \frac{2633,5 \cdot 1,15}{3,55} = 853,1 \text{ кг}$$

6. Маса знежиреного молока з урахуванням втрат під час виробництва буде:

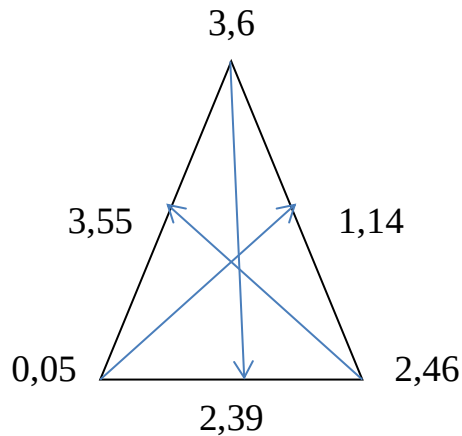
$$m_{\text{зн.м.}}^{\text{в}} = m_{\text{зн.м.}} \cdot \frac{100 - B_{\text{зн.м.}}}{100}$$
$$m_{\text{зн.м.}}^{\text{в}} = 853,1 \cdot \frac{100 - 0,4}{100} = 849,7 \text{ кг}$$

7. Під час виробництва ферментованих напоїв у розрахунках маса закваски не враховується.

***Кисломолочний напій безлактозний «Айран з петрушкою та
вівсяними висівками» жирністю 1,8 %***

Всі розрахунки здійснюємо за аналогічною схемою.

1. Розрахунок молочної сировини для нормалізації:



Отримуємо пропорцію:

$$\frac{m_{\text{н.с}}}{3,55} = \frac{m_{\text{н.м.}}}{2,39} = \frac{m_{\text{зн.м.}}}{1,14}$$

Де $m_{\text{н.с}}$ – маса нормалізованої суміші (для зазначеного продукту – нормалізоване молоко з м.ч.жиру 2,46%, кг

$m_{\text{н.м}}$ – маса незбираного молока, кг

$m_{\text{зн.м}}$ – маса знежиреного молока, кг

2. Підставивши відоме значення маси нормалізованої суміші маємо наступну рівність:

$$\frac{1482,6}{3,55} = \frac{m_{\text{н.м.}}}{2,39} = \frac{m_{\text{зн.м.}}}{1,14}$$

3. Розраховуємо кількість незбираного молока:

$$m_{\text{н.м.}} = \frac{1482,6 \cdot 2,39}{3,55} = 998,14 \text{ кг}$$

4. Знаходимо масу незбираного молока, враховуючи витрати:

$$m_{\text{н.м}}^{\text{в}} = 998,14 \cdot \frac{100}{100 - 0,4} = 1002,13 \text{ кг}$$

5. Масу знежиреного молока без втрат знаходимо з пропорції:

$$m_{\text{н.м.}} = \frac{1482,6 \cdot 1,14}{3,55} = 476,1 \text{ кг}$$

6. Маса знежиреного молока з урахуванням втрат під час виробництва буде:

$$m_{\text{зн.м}}^{\text{в}} = 476,1 \cdot \frac{100 - 0,4}{100} = 474,2 \text{ кг}$$

7. Маса закваски не враховується.

Загальна маса незбираного молока, що пішло на виробництво:

$$m_{\text{н.м.}} = 1787,52 + 1002,13 = 2789,65 \text{ кг}$$

Загальна маса знежиреного молока, що утворюється за виробництва:

$$m_{\text{зн.м}} = 849,7 + 474,2 = 1323,9 \text{ кг}$$

3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення

З урахуванням даних розрахунку в потребі і руху сировини за технологічного процесу здійснюємо розрахунок необхідного обладнання. Забезпечення поточності виробництва є основною вимогою під час підбору технологічного устаткування. Тому, необхідно оптимально комбінувати апаратурне обладнання.

Враховуючи специфіку переробки молока та необхідного устаткування, завжди на підприємствах під час підбору технологічного обладнання спираються на продуктивність провідних машин і апаратів як ведуче обладнання. Коли аналогічною потужності неможливо підібрати, то використовують устаткування з вищими показниками продуктивності.

Приймання молока на приймальній дільниці є початковим етапом в технології молочних продуктів. Для цього застосовують відцентрові насоси.

Їх потужність визначаються за формулою:

$$P_p = \frac{V_{\text{сир}}}{T_{\text{еф}}}$$

де $V_{\text{сир}}$ – маса добової сировини, кг

$T_{\text{еф.}}$ – ефективний (корисний) час роботи технічного обладнання.

Як зазначалося раніше, підприємство протягом однієї зміни приймає в середньому близько 100 т молока. Проте в літній період цей показник традиційно зростає, тому для розрахунків доцільно взяти орієнтовну кількість сировини 150 т за зміну.

Враховуючи, що ефективний час роботи відцентрових насосів становить приблизно 2–3 години, їхню продуктивність у приймальному відділенні визначають за допомогою формули:

$$\Pi = \frac{150000}{3} = 50000 \text{ кг/год}$$

На підприємстві встановлено відцентрові насоси DeLaval CM-50 з потужністю 50000 – 60000 кг/год, що відповідає розрахованим вимогам.

Для зберігання молока пропонується використання вертикального резервуару В2-ОХР-50 (ємність 50 т), кількість яких знаходимо за:

$$= \frac{m}{V \cdot K}$$

де m – кількість сировини, що направляється до резервування;

V – місткість резервуару, л (кг)

K – коефіцієнт використання обладнання для зберігання сировини у приймальному відділенні $K=0,75$

$$n = \frac{150000}{50000 \cdot 0,75} = 4 \text{ шт}$$

Подальший етап передбачає термічну та механічну обробку незбираного молока з метою отримання нормалізованої сировини із заданою масовою часткою жиру. Основним обладнанням, що забезпечує виконання цих операцій, виступає пастеризаційно-охолоджувальна установка. Тривалість її ефективної роботи становить орієнтовно 5–6 годин. На підставі виконаних розрахунків визначено, що для реалізації запланованого обсягу виробництва необхідна кількість незбираного молока складає 2789,65 кг.

Рекомендована потужність обладнання ПОУ:

$$\Pi = \frac{2789,65}{5} = 557,93 \text{ кг/год}$$

Для апаратної ділянки виробництва встановлені пастеризаційні установки: 1 – для молока пастеризованого; 2 – для кисломолочних напоїв потужністю 5000 кг/год

Час обробки сировини буде складати:

$$T_{\text{факт}} = \frac{2789,65}{5000} = 0,56 = 34 \text{ хв.}$$

Паралельно з такою продуктивністю буде працювати витримувач, що входить у комплект установки та 2 сепаратори -нормалізатори.

Кількість сепараторів – обов’язково 2 для можливості їх почергової роботи. Ефективний час їх праці – 2-3 години, Після цього необхідно обов’язково провести очищення шламового простору сепараторів. За відсутності цієї операції виникає загроза забруднення сировини, а також неякісного відділення жиру.

Перекачування молока до ПОУ здійснюється з такою ж продуктивністю, для цього задіюють відцентровий насос INOXPA PROLAC HCP 20 у кількості 2 штуки. Цей технічний прийом застосовують для створення умов поточності виробництва. Між одиницями насосів встановлено напірний бачок для постійного рівня рідини в ПОУ.

Обладнання, яке використовується на етапі термічного та механічного оброблення молочної суміші, включає гомогенізатор А1-ОГМ-5 (продуктивність 5000 л/год). Його технічні характеристики повністю відповідають вимогам технологічного процесу.

Після гомогенізації переходять до наступної стадії – сквашування суміші та формування структури готового напою. Оскільки айран є багатокомпонентним продуктом, до його складу входить не тільки молочна основа, а й розчин солі, який готують окремо.

Для приготування сольового розчину доцільно використовувати резервуари серії Я1-ОСВ-4, оснащені «водяною сорочкою». Такі ємності забезпечують можливість одночасного зберігання сировини та її підігріву або охолодження, що робить процес більш контрольованим і зручним. Далі визначаємо необхідну кількість таких резервуарів для приготування потрібного об’єму розчину, коефіцієнт використання обладнання - 1.

Кількість резервуарів Я1-ОСВ-4 для безлактозного напою «Айран»:

$$n = \frac{886,11 + 24,81}{4000 \cdot 1} = 0,23 \approx 1 \text{ шт}$$

Кількість резервуарів Я1-ОСВ-4 для безлактозного напою «Айран з петрушкою та вівсяними висівками»:

$$n = \frac{506,45 + 14,48}{4000 \cdot 1} = 0,13 \approx 1 \text{ шт}$$

Для сквашування та приготування суміші безлактозних напоїв «Айран» пропонується використання резервуарів серії Я1-ОСВ.

Оскільки технологія виробництва передбачає окремо сквашування, а потім – складання суміші, то в загальному коефіцієнт використання – дорівнює 0,9. Тому пропонується впровадити Я1-ОСВ-5 (6300 л)

Кількість резервуарів Я1-ОСВ-5 для безлактозного напою «Айран»:

$$n = \frac{3544,45}{6300 \cdot 0,9} = 0,63 \approx 1 \text{ шт}$$

Кількість резервуарів Я1-ОСВ-5 для безлактозного напою «Айран зпетрушкою та вівсяними висівками »:

$$n = \frac{2025,8}{6300 \cdot 0,9} = 0,4 \approx 1 \text{ шт}$$

Наступна операція – це фасування. Застосовуються фасувальні установки Pragmatic (6500 одиниць за годину) у кількості 4 штуки. Ємність пакувальної одиниці змінюють від 450 до 900 г

Їх завантаження дозволяє використовувати їх у технології напоїв безлактозних кисломолочних «Айран»

Фактичний час роботи установки визначимо за формулою:

$$T_{\text{факт.}} = \frac{m_{\text{прод}}}{V_{\text{уп}} \cdot \Pi}$$

$V_{\text{уп}}$ – ємність одиниці пакування (пляшки);

Π – потужність фасувальної установки

Час фасування безлактозного кисломолочного напою «Айран»

$$T_{\text{факт.}} = \frac{3544,45}{0,45 \cdot 6500} = 1,21 \text{ год} = 1 \text{ год. } 12 \text{ хв}$$

Час фасування безлактозного кисломолочного напою «Айран зпетрушкою та вівсяними висівками»

$$T_{\text{факт.}} = \frac{2025,8}{0,45 \cdot 6500} = 0,7 \text{ год} = 42 \text{ хв}$$

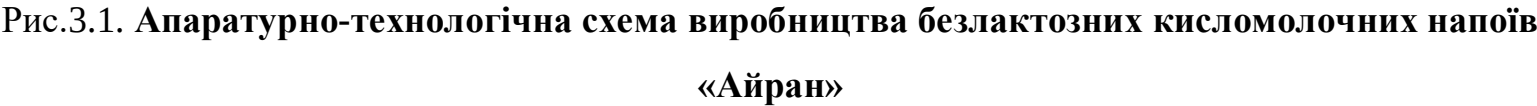
Апаратурно-технологічна схема виробництва наведена на рисунку 3.1, перелік обладнання – у таблиці 3.3, позначення технологічних потоків – у таблиці 3.4.

Таблиця 3.3

Зведена таблиця розрахованого обладнання

№ п/п	Назва обладнання	Тип, марка	Продуктивність, л/год,	Кількість
1	Насос відцентровий	DeLaval CM-50	50000	2
2	Резервуар	B2-OXP-50	50000	4
3	Насос відцентровий	INOXPA PROLAC HCP 20	6300	2
4	Напірний бачок		150	1
5	Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка	ОПЛ-5	5000	1
6	Витримувач	ОПЛ-5	5000	1
7	Сепаратор-нормалізатор	Span Td	5000	1
8	Гомогенізатор	A1-ОГМ-5	5000	1
9	Резервуар	Я1-ОСВ-4	4000	2
10	Резервуар	Я1-ОСВ-5	6300	2
11	Ротаційний насос	HPM-5	5000	1
12	Фасувальний автомат	Pragmatic	6500 од./год	1

Підібране технологічне обладнання застосовується на діючих молокопереробних підприємствах та забезпечує реалізацію всіх основних операцій виробництва безлактозних кисломолочних напоїв. Зазначені типи обладнання можуть використовуватися у санітарному виконанні з можливістю автоматичного контролю параметрів технологічного процесу та проведення санітарної обробки, що забезпечує стабільність якості готової продукції та відповідність чинним санітарно-гігієнічним вимогам.



Умовні позначення технологічних потоків

Позначення	Вид робочого середовища трубопроводу
1	2
-27-	незбиране молоко
-28-	фермент β -галактозидаза
-29-	нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран»
-30-	нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран з петрушкою та вівсяними висівками»
-31-	знежирене молоко
-32-	доведене до 65° С нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран»
-33-	доведене до 65° С нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран з петрушкою та вівсяними висівками»
-34-	гомогенізоване нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран»
-35-	гомогенізоване нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран з петрушкою та вівсяними висівками»
-36-	пастеризоване нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран»
-37-	пастеризоване нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран з петрушкою та вівсяними висівками»
-38-	охолоджене до температури заквашування пастеризоване нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран»
-39-	охолоджене до температури заквашування пастеризоване нормалізоване молоко на безлактозний кисломолочний напій «Айран з петрушкою та вівсяними висівками»
-40-	Закваска
-41-	Сіль
-42-	Вода
-43-	пастеризований розчин солі
-44-	наповнювач порошок петрушки та вівсяні висівки
-45-	готова суміш на безлактозний кисломолочний напій «Айран»
-46-	готова суміш на безлактозний кисломолочний напій «Айран з петрушкою та вівсяними висівками»
-47-	напій безлактозний кисломолочний «Айран» (готовий продукт)
-48-	напій безлактозний кисломолочний «Айран з петрушкою та вівсяними висівками» (готовий продукт)

3.4. Опис удосконаленої технології

Виробництво кисломолочних напоїв може здійснюватися термостатним або резервуарним способом. Обрано резервуарний метод, який дозволяє отримати продукт із порушеним згустком у формі напою та забезпечує кращий контроль процесу сквашування. Технологічна схема виробництва безлактозних ферментованих напоїв «Айран» представлена на рис. 3.2

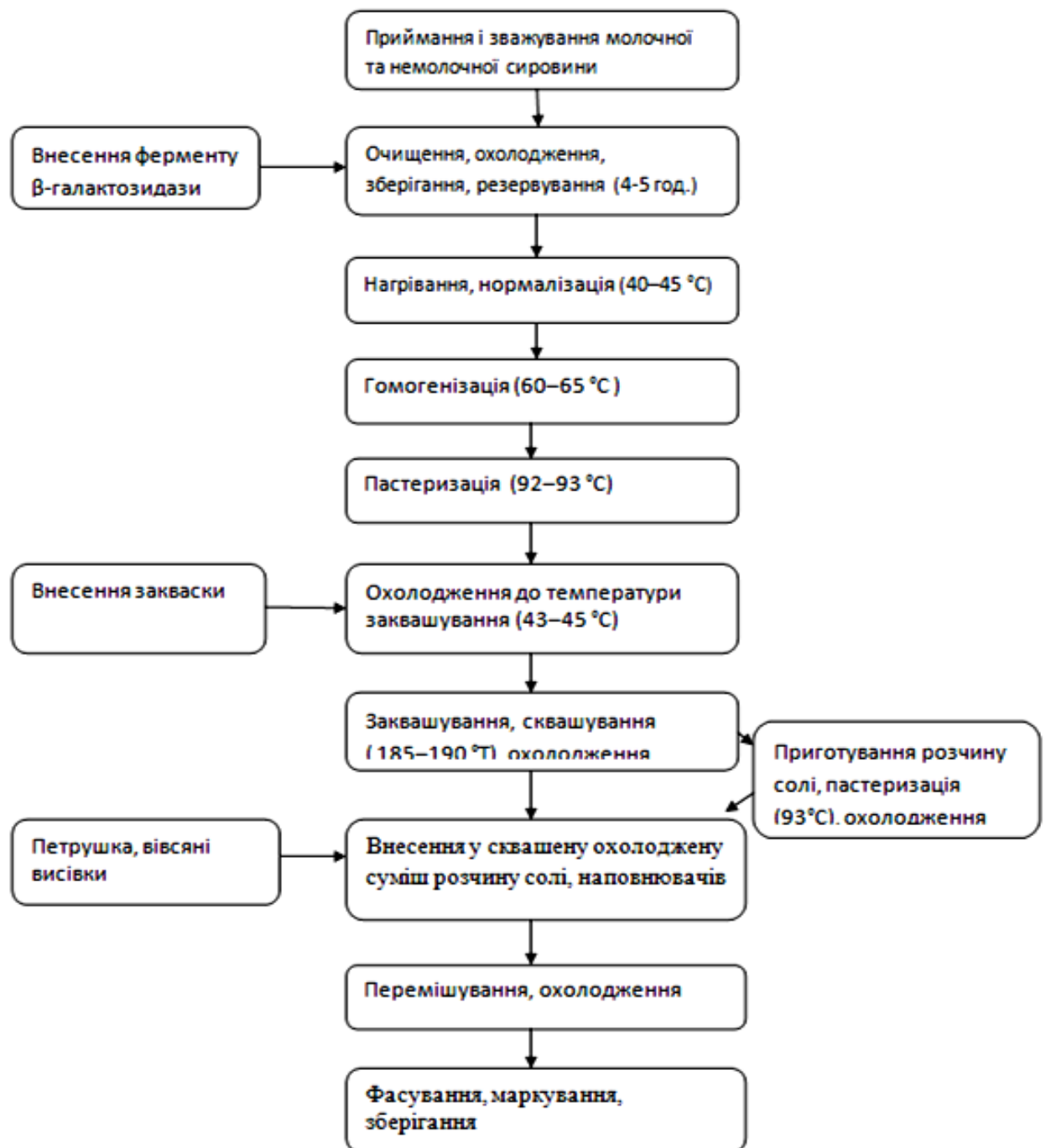


Рис. 3.2. Технологічна схема виробництва айрану

Виробництво айрану починається з приймання незбираного молока-сировини (потік 27). Сире молоко подають у систему через відцентровий насос 1, (приймальна ділянка) після чого воно проходить очищення на сепараторі-очищувачі. Така операція дозволяє видалити механічні домішки та частково знизити бактеріальне навантаження. Очищення проводять у “холодному режимі”, щоб не пошкодити білково-жирову структуру та не запускати ферментацію завчасно.

Далі молоко спрямовується у вертикальний резервуар 2, де його короткочасно зберігають. На цьому етапі контролюють температуру і кислотність, щоб сировина не почала псуватися.

Оскільки обидва види айрану виробляються безлактозними, ще до стадії нормалізації у молоко вносять фермент β -галактозидазу (позиція 28). Фермент розщеплює молочний цукор, завдяки чому продукт стає доступним для людей з непереносимістю лактози. Тривалість гідролізу становить 4–5 годин, у разі якщо не вся лактоза розщепиться, то в такому випадку під час основного сквашування відбудеться остаточний гідроліз.

Після цього молоко за допомогою насоса 3 і напірного бачка 4 подається на пастеризаційно-охолоджувальну установку (ПОУ) 5, у секцію рекуперації. Рекуперація забезпечує підігрів сировини до 40–45 °С за рахунок теплоти вже пастеризованого молока. Така температура потрібна для ефективної роботи сепаратора-нормалізатора 7.

У сепараторі проводять поділ сировини на знежирене молоко (31) та нормалізоване (29, 30) – окремо для айрану класичного та айрану з рослинними компонентами. Це важлива операція, адже від правильного нормування залежить жирність готового продукту. Нормалізоване молоко повертається в ПОУ у секцію нагрівання, де його доводять до 60–65 °С – це оптимальна температура для подальшої гомогенізації.

Підігріті суміші (32, 33) направляються на гомогенізатор 8. Гомогенізація зменшує розмір жирових кульок, роблячи напій однорідним і стабільним. Використовується двоступенева схема гомогенізації, щоб

отримати максимально ніжну консистенцію (1 стадія – 5МПа, друга стадія – 15 МПа).

Далі нормалізовані та гомогенізовані суміші (34, 35) переходять у секцію пастеризації ПОУ. Тут застосовується високотемпературна пастеризація (92–93 °С), після якої молоко направляють у трубчастий витримувач 6, де затримують приблизно на 5 хвилин для гарантованої мікробіологічної безпеки.

Після пастеризації суміші (36, 37) знову проходять через секцію рекуперації, де охолоджують вхідну сировину та самі поступово знижують температуру. Далі суміші подають у секцію охолодження до 43–45 °С – саме така температура є оптимальною для внесення закваски.

У резервуари 10 подають охолоджені суміші (38, 39) та додають закваску (прямого внесення) (40). Сквашування ведуть до досягнення активної кислотності близько 4,6–4,7 та титрованої – 185–190 °Т. Саме у цей момент утворюється характерна консистенція айрану.

Водночас у резервуарі 9 готують розчин солі. Воду (42) і сіль (41) змішують, нагрівають до пастеризаційних параметрів за температури до 93 °С впродовж 15 хв, а потім охолоджують (43). Для другого виду айрану на цьому ж етапі додатково передбачене внесення наповнювача – порошку петрушки та вівсяних висівок (44).

Після закінчення сквашування у виробничі резервуари вносять пастеризований розчин солі (43) та, за потреби, рослинні компоненти. Готові суміші (45, 46) перемішують за допомогою роторного насоса 11, який не руйнує структуру згустку.

Заключним етапом є фасування. Напій надходить на фасувальну машину 12, де його розливають у ПЕТ-пляшки, закупорюють і передають на маркування та зберігання (47, 48). Дозрівання фасованих безлактозних ферментованих напоїв «Айран» триває 24 год за температури 6 °С.

РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКТУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Нині система НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) вважається найефективнішим інструментом гарантування безпечності харчових продуктів. На відміну від старих підходів, НАССР акцентує увагу на попередженні ризиків ще на етапі їх виникнення. Основною ідеєю якої полягає в тому, щоб на кожному технологічному етапі – від приймання сировини до реалізації готового продукту – визначити небезпечні чинники (фізичні, хімічні або біологічні) та встановити способи їх усунення або контролю [22].

Запровадження системи НАССР на підприємствах молочної промисловості дозволяє організувати виробництво більш структуровано та передбачувано. Це дає змогу мінімізувати можливі помилки людського фактору та технологічні відхилення, а також зменшити ризик надходження на ринок небезпечної продукції. Якість і безпечність молочної продукції є ключовими показниками для будь-якого підприємства галузі, оскільки вони визначають конкурентоспроможність, попит і обсяги реалізації. НАССР дозволяє системно оцінювати показники безпеки на всіх етапах виробництва, включно із технологічними операціями, транспортними процесами, зберіганням та реалізацією. Це забезпечує високу надійність як кінцевого продукту, так і всього виробничого циклу [11].

Основним елементом підходу НАССР є визначення небезпечних чинників, що можуть виникати під час кожної операції. До таких небезпек належать: біологічні (патогенні мікроорганізми, токсини); хімічні (залишки мийних засобів, пестициди, мікотоксини); фізичні (металеві частки, скло, сторонні предмети). Оцінка ризиків дозволяє виділити найбільш чутливі точки виробництва та встановити критичні межі, порушення яких може зробити продукцію небезпечною для споживача.

Впровадження НАССР в умовах харчових підприємств здійснюється спеціальною робочою групою, до складу якої входять технологи, мікробіологи, спеціалісти з якості та інші компетентні працівники; проводиться опис продукту; визначається спосіб його споживання; складається блок-схема технологічного процесу з послідуною її перевіркою.

Після цього застосовують сім принципів НАССР, серед яких ключовими є аналіз небезпек, встановлення критичних точок контролю, визначення критичних меж, система моніторингу та документування. На підприємствах молочної галузі зазвичай контролюють температури пастеризації, режими охолодження, чистоту обладнання, кислотність, стан води, а також санітарно-гігієнічний стан виробничих приміщень [25].

Впровадження НАССР вимагає встановлення критичних контрольних точок для кожного етапу: ККТ 1 – пастеризація: контроль температури та тривалості обробки молока; ККТ 2 – ферментація: забезпечення відповідних умов і часу для розмноження корисних бактерій; ККТ 3 – пакування: контроль стерильності та відсутності сторонніх домішок у пакувальному матеріалі; ККТ 4 – зберігання і транспортування: контроль температури від виробництва до кінцевого споживача.

Дотримання вимог НАССР забезпечує виробництво безпечного та якісного айрану, знижуючи ризик впливу небезпечних чинників на здоров'я споживачів. Контроль за якістю на підприємстві здійснює сучасна лабораторія, яка постійно контролює якість сировини від біохімічних до радіологічних та токсикологічних досліджень; контроль дотримання технології в процесі виробництва; контроль зразків готової продукції; дегустація зразків продукції. У першу чергу увага приділяється органолептичним та фізико-хімічним показникам. Готові ферментовані безлактозні молочні напої повинні відповідати наступним показникам якості, що зазначено у таблиці 4.1

Таблиця 4.1.

**Органолептичні та фізико-хімічні показники безлактозних
кисломолочних напоїв «Айран»**

Показник	Характеристика безлактозного кисломолочного напою	
	«Айран»	«Айран з петрушкою та вівсяними висівкам»
Зовнішній вид і консистенція	Однорідна густа консистенція	Однорідна густа консистенція з рівномірно розподіленими часточками наповнювачів
Смак і аромат	Чистий, кисломолочний, слабосолоний з добре вираженим кисломолочним смаком	Чистий, кисломолочний, слабосолоний з добре вираженим кисломолочним смаком; виражений смак і аромат наповнювача (петрушка)
Колір	Молочно-білий, однорідний	Молочно-білий з однорідними кольоровими краплями наповнювачів
Фізико-хімічні показники		
Вміст жиру, %	2,0	1,8
Вміст сухих речовин, %	9,5	9,1
Титрована кислотність, °T	135-150	
Активна кислотність, pH	4,6-4,1	

Мікробіологічні показники безпечності кисломолочного напою «Айран» повинні відповідати встановленим нормативним вимогам. Вміст життєздатних молочнокислих бактерій у продукті має бути не менше ніж $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, що підтверджує його пробіотичні властивості та біологічну цінність. Наявність бактерій групи кишкових паличок, патогенних мікроорганізмів, у тому числі *Salmonella*, а також золотистого стафілокока не допускається. Кількість пліснявих грибів і дріжджів обмежується до 50 КУО/см³, що гарантує мікробіологічну безпечність та стабільність продукту протягом терміну зберігання.

Екологізація виробництва

Молочна промисловість – галузь, яка потребує постійного оновлення та впровадження сучасних екологічних рішень. Це пов'язано з тим, що під час переробки молока утворюється низка відходів: стічні води та викиди, а також

споживається велика кількість води для технологічних та санітарних потреб. Крім того, робота теплового обладнання та допоміжних систем супроводжується утворенням вуглекислого газу, що теж впливає на стан довкілля.

Стічні води молокопереробних підприємств містять різні забруднювальні компоненти – від залишків жиру та білків до мийних засобів і мікроорганізмів, тому вони потребують ретельної очистки. Оскільки молочна промисловість спеціалізується на виробництві широкого асортименту продукції, знайти єдине рішення щодо очищення, утилізації відходів складно. Тому, підприємства молочної галузі впроваджують комплекс екологічних заходів, які умовно поділяють на три основні напрями: запровадження ресурсозберігаючих технологій (максимально повне використання як основної, так і побічної сировини, а також зменшення витрат води та енергії); організація збору та переробки вторинної сировини, яку можна використовувати для виробництва як харчових так і кормових продуктів; очищення або знешкодження відходів, які не можуть бути повторно використані, відповідно до вимог природоохоронного законодавства [25].

Таким чином, екологізація молочного виробництва – комплексний процес, спрямований на зменшення впливу на довкілля та раціональне використання природних ресурсів. Однією з основних проблем є високе водоспоживання. На молокопереробних підприємствах вода використовується практично на кожному етапі: від миття цистерн та резервуарів до виробництва пари та охолодження продукту. Залежно від потужності заводу, витрати води можуть становити від 20 до 2000 м³ на добу. Майже вся ця вода повинна відповідати вимогам санітарних норм, оскільки контакт із харчовими продуктами вимагає високої чистоти.

Другим важливим аспектом є утворення стічних вод, у яких міститься суміш органічних забруднювачів. Найчастіше це залишки молока, молочного жиру, білків, лактози, а також залишки мийних засобів. Склад таких вод суттєво варіюється залежно від асортименту продукції та режимів роботи обладнання.

У середньому хімічне споживання кисню (ХСК) може коливатися в межах 1000–5000 мг O_2 /л, а біохімічне (БСК) – 700–3700 мг O_2 /л, що свідчить про високий рівень органічного забруднення. Такі стоки не можна скидати у водойми без попереднього очищення. Обов’язковою умовою є повне очищення стічних вод молокозаводів перед їх скидом у водойми до БСК 15–25 мг O_2 /л, а інколи і більш глибоке.

На більшості підприємств для очищення стічних вод застосовують локальні очисні споруди. Основою технології є біохімічне розкладання органічних речовин за участю мікроорганізмів. Однак класичні аеробні методи інколи не дають бажаного ефекту, оскільки стічні води молочної промисловості містять як легкорозкладні речовини (наприклад, лактозу), так і більш стійкі (білки та жир). Саме тому сьогодні найперспективнішим підходом вважають комбіновану анаеробно-аеробну технологію. У першій стадії використовують анаеробні умови, де органічні речовини розкладаються з утворенням біогазу, який складається на 60–80% із метану. Цей процес суттєво знижує показники ХСК, а побічний продукт – біомаса – є цінним джерелом вітамінів групи В і може мати кормове значення. Далі стічні води проходять аеробне очищення, яке доводить їх до нормативного рівня, необхідного для безпечного скиду.

Щоб мінімізувати кількість молока та продукції, які потрапляють у стічні води, на підприємствах рекомендується впроваджувати низку заходів: повне спорожнення резервуарів і трубопроводів перед миттям; застосування обладнання для збору проливів; збирання твердих залишків «всуху», без змивання у каналізацію; контроль рівня рідин за допомогою автоматичних датчиків; правильне роз’єднання шлангів та фітингів, щоб уникнути неконтрольованого витікання продукту.

Окремо варто відзначити необхідність оптимізації систем миття обладнання. Використання СІР-систем, заміна агресивних мийних речовин на більш екологічні та сухе очищення перед миттям дозволяють значно скоротити витрати води та мийних засобів.

На особливу увагу заслуговують заходи, що спрямовані на раціональне використання теплової енергії, тобто застосування апаратів безперервної дії, покращення теплоізоляції та особливо рекуперації тепла. Завдяки теплообмінникам можна повертати до 95% тепла, що суттєво знижує витрати енергії. На молокопереробних підприємствах, що спеціалізуються на виготовленні ферментованих напоїв, зокрема айрану, основними джерелами забруднення атмосферного повітря є теплоенергетичне господарство, парові котли, допоміжне технологічне обладнання та транспорт. У виробництві айрану пилові викиди незначні, натомість переважають газоподібні забруднювачі, що утворюються під час нагрівання, пастеризації та роботи котельного обладнання.

Найбільше навантаження на атмосферу створюють котли, які забезпечують подачу гарячої води та пари до пастеризаційно-охолоджувальної установки. Під час спалювання палива утворюються оксиди азоту, вуглецю та невелика кількість твердих частинок. Додаткові викиди виникають у результаті неефективної роботи теплових мереж – втрат тепла з конденсатом, нестабільності тиску та випуску пари вторинного скипання.

Для підвищення екологічності виробництва айрану та зменшення викидів доцільно впроваджувати такі заходи: модернізація теплового господарства (встановлення регуляторів тиску на стерилізаторах і пастеризаторах, зменшення втрат тепла завдяки облаштуванню конденсаторних вузлів); перехід на енергоефективне обладнання (використання сучасних пальників, покращення теплоізоляції труб, мінімізація непродуктивних теплових втрат); використання більш екологічного палива (наприклад, природного газу) замість важчих видів пального; регулярний технічний контроль котлів, трубопроводів та вентсистем для запобігання аварійним викидам; використання автоматизованих систем обліку та моніторингу викидів.

Впровадження таких рішень не лише знижує навантаження на атмосферу, а й допомагає підприємству економити енергоресурси, підвищує ефективність роботи обладнання та сприяє виробництву більш екологічно безпечного продукту.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

На сучасному ринку кисломолочних напоїв представлений широкий асортимент продукції – кефір, закваска, йогурти, простокваша, геролакт тощо. Серед таких продуктів окреме місце займає айран, який вирізняється приємним смаком, високою харчовою цінністю та добрим сприйняттям з боку споживачів. Створення безлактозних видів айрану функціонального призначення з додаванням рослинних інгредієнтів дозволяє підприємству розширити асортимент, охопити нові сегменти ринку та збільшити прибутковість виробництва.

У межах кваліфікаційної роботи заплановано виготовлення двох видів безлактозного айрану: класичний безлактозний айран жирністю 2 % – 3,5 т за зміну; айран з додаванням сушеної петрушки та вівсяних висівок жирністю 1,8 % – 2,0 т за зміну. Таким чином, загальний обсяг виробництва становить 5,5 тонн продукції за одну зміну.

Оцінка економічної ефективності базується на врахуванні вартості сировини, допоміжних компонентів (закваска, фермент β -галактозидаза, сіль, петрушка, висівки), енергоресурсів, заробітної плати працівників, експлуатаційних витрат та амортизації обладнання. Також важливим критерієм є формування собівартості та встановлення конкурентної реалізаційної ціни готового продукту.

Для визначення економічної доцільності виготовлення обох видів айрану проведено розрахунок собівартості та прибутковості за одну зміну. Узагальнені результати подані в таблиці 5.1.

Оцінювання економічних показників дозволяє встановити: наскільки доцільним є впровадження безлактозних видів айрану; який з двох продуктів є більш прибутковим; який рівень рентабельності забезпечує виробнича програма на 5,5 т/зміну.

Таблиця 5.1.

Економічні показники виробництва безлактозного айрану за зміну

Показник	Айран безлактозний 2 %	Айран безлактозний з петрушкою та висівками 1,8 %
Обсяг виробництва, кг	3500	2000
Вартість сировини, грн	69900	41200
Енергетичні витрати, грн	5000	3800
Зарплата персоналу, грн	9600	9600
Амортизація обладнання, грн	4200	3800
Інші операційні витрати, грн	3600	3000
Загальні витрати, грн	92300	61400
Собівартість 1 кг продукції, грн	26,37	30,70
Ціна реалізації 1 кг, грн	36	40
Дохід від реалізації, грн	126000	80000
Прибуток за зміну, грн	33700	18600
Рентабельність, %	36,5	30,3

Аналіз таблиці показує, що виробництво обох видів безлактозного айрану є економічно вигідним. Собівартість 1 кг класичного напою становить 26,37 грн, а айрану з петрушкою та висівками – 30,70 грн, що пов'язано з використанням додаткових рослинних інгредієнтів.

Прибуток за зміну становить 33700 грн та 18600 грн відповідно, рівень рентабельності становить – 36,5 % та 30,3 %, що перевищує середні показники в молокопереробній галузі.

Отже, отримані показники демонструють економічну ефективність виробництва функціональних кисломолочних напоїв і підтверджують доцільність розширення асортименту підприємства саме в напрямку продуктів для споживачів із непереносимістю лактози та прихильників здорового харчування.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було комплексно розглянуто питання удосконалення технології виробництва безлактозних ферментованих напоїв типу айран. У ході виконання роботи отримано такі результати.

1. Проаналізовано сучасні дані про айран, його властивості, способи виробництва та тенденції споживання в Україні та світі. Встановлено, що попит на безлактозні та функціональні кисломолочні напої зростає, що робить тему роботи актуальною.

2. Сформульовано мету та завдання дослідження, спрямовані на створення технології виробництва двох видів безлактозного айрану - класичного та з додаванням петрушки й вівсяних висівків. Розроблено рецептури, обґрунтовано технологічні показники та складено апаратурно-технологічну схему.

3. Визначено вимоги до сировини та допоміжних матеріалів, зокрема до молока, ферменту β -галактозидази та рослинних добавок. Проведено підбір сучасного обладнання, яке відповідає технологічним потребам і забезпечує стабільну якість готового продукту.

4. Проведено аналіз небезпечних чинників відповідно до принципів системи НАССР, визначено критичні точки контролю та розглянуто основні заходи щодо екологізації виробництва, включаючи зменшення утворення стічних вод та оптимізацію теплових процесів.

5. Виконано економічне обґрунтування виробництва, яке показало, що виготовлення безлактозного айрану є рентабельним. За зміну прибуток може складати 33,7 тис. грн для класичного варіанта та 18,6 тис. грн для функціонального, а рентабельність – 36,5% і 30,3% відповідно. Це підтверджує доцільність впровадження продукції у виробництво.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Доцільним є впровадження удосконаленої технології виробництва айрану функціонального призначення з використанням вівсяних висівок та петрушки, що сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності готового продукту.

2. З метою виробництва безлактозної продукції рекомендовано застосування ферменту лактази з дотриманням оптимальних температурних режимів і часу витримки, що забезпечує стабільні органолептичні та фізико-хімічні показники айрану.

3. Запропоновану технологію варто розглядати як основу для подальшого розширення асортименту кисломолочних напоїв функціонального призначення з використанням інших рослинних інгредієнтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Akkoyun Y., Arslan S. The impact of quinoa flour on some properties of ayran. *Food Science & Nutrition*. 2020. Vol. 8, No. 10. P. 5410–5418. DOI: 10.1002/fsn3.1832.
2. Arora S.K., Patel A.A., Chauhan O.P. Trends in milk and milk products fortification with dietary fibers. *American Journal of Advanced Food Science and Technology*. 2015. Vol. 3, No. 1. P. 14–27. DOI: 10.7726/ajafst.2015.1002.
3. Development of composition and technology of new functional foods - koumiss, thane, ayran / A. V. Solovieva, Y. A. Zhukova, L. S. Strelnikov, O. S. Kalyuzhnaya. 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.
4. Effect of lactose hydrolysis and salt content on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of ayran / Kocabas H., Ergin F., Aktar T., Küçükçetin A. *International dairy journal*. 2022. Tom 129. DOI 10.1016/j.idairyj.2022.105360.
5. Gutyj B., Hachak Y., Vavrysevych J., Nagovska V. The influence of cryopowder “Garbuz” on the technology of curds of different fat content. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 2, Issue 10 (86). P. 20–24.
6. Mäkinen, O.E., Sozer, N., Ercili-Cura, D., Poutanen, K. (Ed.) (2017). Protein From Oat: Structure, Processes, Functionality, and Nutrition. Sustainable Protein Sources. United States: Academic Press, 105–119 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00006-8>
7. Tas E.B., Dundar F., Ozgur G., Yilmaz Y., Gursoy O. Effect of chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage powder on some physicochemical and rheological properties of ayran drinks. *Mljekarstvo*. 2023. Vol. 73, No. 2. P. 118–125. DOI: 10.15567/mljekarstvo.2023.0205.

8. Асоція виробників молока. URL: <https://avm-ua.org/uk>.
9. Вивчення показників ефективності деяких функціональних напоїв / А.В. Соловйова, О.С. Калюжна, О.П. Стрілець, Л.С. Стрельников. Сучасні досягнення фармацевтичної технології і біотехнології. 2017. Вип. 2. С. 175–179. URL: <https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11780/1/175-179.pdf>
10. Виробник айрану планує значно збільшити випуск продукції/ URL: <https://agroportal.ua/news/novosti-kompanii/virobnik-ayranu-planuye-znachno-zbilshiti-vipusk-produkciji>
11. Впровадження системи НАССР для операторів ринку харчових продуктів: практичний посібник / за ред. А.С. Ткаченко. Полтава: ПУЕТ, 2020. 137 с.
12. Гніцевич В. А., Юдіна Т. І., Гончар Ю. М. Технологія напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки та пюре гарбуза. Товари і ринки. 2018. № 4. С. 105-117. DOI:[https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)10](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)10).
13. Гойко І.Ю. Антиоксидантні властивості кисломолочних напоїв збагачених рослинною сировиною. Харчова наука і технологія. 2013. №2(23).
14. Дмитренко А.С., Горячова О.О. Сучасний асортимент кисломолочних напоїв. Полтавський університет економіки і торгівлі. С. 211-213. URL: <http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/9438/1/Дмитренко.р>
15. Доцільність використання насіння чіа у технології кефіру / Турчин І. М., Кричківська-Горошко І. В., Сливка Н. Б., Михайлицька О. Р.. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Харчові технології.* 2017. Т. 19, № 75. С. 153–156.
16. ДСТУ 2212:2003. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Київ, 2004.22 .с.
17. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 12 с.

18. Ефективність штамів з β -галактозидазною активністю у технологіях ферментованих молочних продуктів / С. П. Вежлівцева, А. В. Мінорова, Н. Л. Крушельницька, С. А. Наріжний. Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації. електронне видання: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 27 травня 2021 р.) Київ: Київський нац. торг.-екон. ун-т, 2021. С. 134–136.

19. Камсуліна Н. В., Желєва Т. С. Харчові технології: опорний конспект лекцій. Харків: ХДУХТ, 2020. 122 с.

20. Мазурок Д.М., Войтик П.М., Турчин І.М. Пошук оптимальної дози та умов внесення препарату β -галактозидази в коров'яче молоко під час виробництва безлактозного йогурту. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. Том 30 (69). Ч. 2. № 6. 2019. С. 112-116.

21. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія молока і молочних продуктів: навч. вид. Київ: Вища освіта, 2006. 351 с.

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

23. Наговська В. О., Сливка Н. Б. Розроблення технології кефіру зі шротом розторопші. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького. 2014. Т. 16, № 2. С. 113–118.

24. Наукові основи технології та системного використання харчових продуктів оздоровчої дії для різних верств населення : монографія / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, В. О. Коваленко. Харків. : ХДУХТ, 2015. 274 с.

25. Опара М. М., Гнідаш І. В. Екологізація підприємств молочної промисловості. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Полтав. нац. пед. ун-т імені В.Г. Короленка. За заг. ред. проф. М.В. Гриньової. Полтава: Астроя, 2012. С. 375–376.

26. Продукт переробки вівса як альтернативна сировина в технології аглютенових хлібобулочних виробів / Різник А.О, Доценко В.Ф.,

Цирульнікова В.В., Тищенко О.М. Herald of Lviv University of Trade and Economics. Technical Sciences. № 25, 2021. С. 89–97 DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2021-25-12>.

27. Резвих Н.І., Гладун В.В. Аналіз сучасних технологій виробництва кисломолочних функціональних продуктів. Таврійський науковий вісник. № 5. С. 148–153.

28. Рудавська Г. Б. Молочні продукти спеціального призначення: підручник. Київ: Наук, 2011. 336 с.

29. Сімахіна Г.О., Українець А. І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування : підруч. Київ: НУХТ, 2010. 294 с.

30. Спосіб виробництва кисломолочних напоїв, збагачених йодом та селеном «Спірулекс»: пат. 24150 Україна. / Кравців Р. Й., Гачак Ю. Р., Білик О. Я., Матвійчук Л. В. Київ, 2007.

31. Спосіб виробництва кисломолочного напою: пат. 99415 Україна: заявл. 26.02.2014; опубл. 25.07.2014, Бюл. №14.

32. Спосіб виробництва функціонального кисломолочного продукту «Дивосил»: пат. 97772 Україна: МПК A23C 9/127. № u201106552; заявл. 25.05.2011, опубл. 12.03.2012, Бюл. № 22.

33. Технологія молока і кисломолочних продуктів : підручник / Г.Н. Крусъ, А.Г. Храмцов, З.В. Волокітіна та ін.; за ред. А.М. Шалигіна. М.: Колос, 2012. 455 с.

34. Товарознавча оцінка якості кисломолочного напою айрану підвищеної біологічної цінності / К.В. Сподар, Т.В. Карбівнича, З.П. Карпенко, Т.М. Кібець. Молодий вчений. №10 (62). 2018. С. 439–443.

35. Топ-10 виробників молочної продукції України 2025. Рейтинг Кращих Виробників Молочної Продукції України від Ukrainian Business Award. URL: <https://uba.top/dairy-producers-in-ukraine/>

36. Тулуш Л. У режимі динамічних змін. Тенденції розвитку молочної галузі України на четвертому році російського воєнного

вторгнення. The Ukrainian Farmer. 2025. №10. URL:
<https://agrotimes.ua/article/u-rezhymi-dynamichnyh-zmin/>

37. Хиць А.Р. Лактазна недостатність: клінічні прояви, діагностика та ефективність ферментотерапії. Український медичний часопис. 2021. №7. URL:<https://www.umj.com.ua/wp/wpcontent/uploads/2021/07/Shadrin.pdf?upload>

38. Чайкова О.І., Фоцій М.Д. Тенденції розвитку молочної галузі України. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/f6374e2e-7145-4415-a7c3-81089420a5a4/content>

39. Юдіна Т., Серенко А. Формування вітчизняного ринку безлактозних і низьколактозних молочних продуктів. Товари і ринки. 2021. №2. С. 23–33.