

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет ТВПШТСБ**

**Кафедра переробки продукції тваринництва та харчових технологій**

**Спеціальність 181 - «Харчові технології»**

**Ступінь вищої освіти «Магістр»**

**«Допустити до захисту»**

**«Рекомендувати до захисту»**

Декан \_\_\_\_\_ Михайло ГИЛЬ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ Олена ПЕТРОВА

“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 р.

“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА  
МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ В УМОВАХ  
ПрАТ «ЛАКТАЛІС-МИКОЛАЇВ»  
04.04. - КР. 92-О 30 05 25. 019**

**Виконавець:**

**здобувачка вищої**

**освіти II курсу \_\_\_\_\_ Діана КРАВЧЕНКО**

**Науковий керівник:**

**доцент \_\_\_\_\_ Руслан ТРИБРАТ**

**Рецензент:**

**доцентка \_\_\_\_\_ Наталя ШЕВЧУК**

**Миколаїв - 2025**

## ЗМІСТ

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| РЕФЕРАТ                                                                                        | 4  |
| ВСТУП                                                                                          | 6  |
| РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ                                                                     | 9  |
| 1.1. Тенденції розвитку молочної промисловості                                                 | 9  |
| 1.2. Інноваційні підходи до виробництва молочних продуктів                                     | 14 |
| 1.3. Проблеми та перспективи модернізації технологій на підприємствах<br>молочної галузі       | 17 |
| РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ                                         | 22 |
| 2.1. Місце та об'єкт дослідження                                                               | 22 |
| 2.2. Методика виконання роботи                                                                 | 28 |
| РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ                                                                | 33 |
| 3.1. Експериментальні дослідження, аналіз та теоретичне обґрунтування<br>отриманих результатів | 33 |
| 3.1.1 Сировина для виробництва йогурту                                                         | 33 |
| 3.1.2 Вплив гомогенізації на якість йогурту                                                    | 38 |
| 3.1.3 Оцінка якості йогурту з малиновим джемом                                                 | 41 |
| 3.2. Розрахунки рецептур готової продукції                                                     | 43 |
| 3.3. Технологічні схеми виробництва продукції                                                  | 45 |
| 3.4. Опис технології виробництва продукції                                                     | 49 |
| 3.5. Вимоги до якості готової продукції                                                        | 51 |
| 3.6. Управління якістю та безпечністю на виробництві                                           | 55 |
| 3.6.1 Аналіз небезпечних факторів                                                              | 55 |
| 3.6.2 Блок-схеми виробництва продукції                                                         | 56 |
| 3.6.3 Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві продукції                             | 59 |
| 3.7. Економічна частина                                                                        | 61 |
| РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ                                                                        | 64 |
| РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ                                                     | 67 |
| РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ                                                                     | 69 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
|                            | 3  |
| ВИСНОВКИ                   | 71 |
| ПРОПОЗИЦІЇ                 | 72 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 73 |

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота обсягом 78 сторінки містить 22 таблиці, 5 рисунків, 55 джерел літератури.

Тема: «Удосконалення технології виробництва молочних продуктів в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв»».

У розділі 1 проаналізовано економічний стан молочної галузі України та світу, розглянуто сучасні технології виробництва ключових молочних продуктів (сметана, вершкове масло, йогурт), виявлено основні проблеми та обґрунтовано необхідність удосконалення технологічних процесів на підприємстві.

У розділі 2 надано детальну характеристику підприємства ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв». Оцінювання якості готової продукції здійснювали за комплексом фізико-хімічних показників (кислотність за Тернером, в'язкість, визначена на віскозиметрі Brookfield), мікробіологічних характеристик (кількість колонієутворюючих одиниць пробіотичних культур відповідно до ДСТУ 7357:2013), а також органолептичних властивостей за 9-бальною шкалою за участю п'яти дегустаторів [33]. Для проведення мембранної ультрафільтрації використовували установку Alfa Laval, оснащену мембраною з розміром пор 0,1 мкм, що забезпечувало концентрацію білка до 4,5 % без термічної денатурації білкових фракцій.

У розділі 3 проведено дослідження якості контрольних і дослідних зразків, розроблено удосконалену технологію. Визначено вимоги до якості за чинними ДСТУ, проаналізовано систему НАССР на підприємстві з ідентифікацією критичних контрольних точок, розраховано економічну ефективність.

У розділах 4, 5, 6 розглянуто питання охорони праці (небезпечні та шкідливі фактори, мікроклімат), заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях

(пожежна безпека, евакуація), екологічні аспекти виробництва (переробка відходів, зниження викидів та водоспоживання).

Розроблена та впроваджена на підприємстві удосконалена технологія забезпечує високу якість продукції відповідно до ДСТУ та ISO 22000, зростання рентабельності, конкурентоспроможності та економічної ефективності. Результати мають наукову новизну (оптимізація варіантів виробництва йогурту та інших продуктів) та значну практичну цінність для молокопереробної галузі України.

## ВСТУП

Молочні продукти є важливою складовою раціону людини завдяки високій поживній цінності, добрій засвоюваності та вмісту повноцінних білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів. Вони відіграють суттєву роль у підтриманні нормального обміну речовин і загального стану здоров'я.

Серед молочних продуктів особливе місце займають кисломолочні вироби, які отримують шляхом ферментації молока молочнокислими мікроорганізмами. У процесі сквашування покращуються органолептичні властивості продукту та підвищується його мікробіологічна безпека.

Йогурт є одним із найбільш поширених кисломолочних продуктів, що виробляється з нормалізованого та пастеризованого молока із застосуванням симбіозу термофільного стрептокока та болгарської палички. Завдяки вмісту живих культур молочнокислих бактерій йогурт сприяє нормалізації травлення, добре засвоюється організмом і має високу харчову цінність.

Сучасні йогурти відрізняються різноманітністю асортименту за вмістом жиру, консистенцією та складом, що зумовлює актуальність удосконалення технологій їх виробництва з метою підвищення якості та безпечності готової продукції.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю підвищення ефективності та якості виробництва молочних продуктів в умовах сучасних викликів харчової промисловості України, зокрема на підприємствах молокопереробного сектору. Критичний аналіз літературних джерел свідчить, що традиційні технології виробництва йогурту, описані в працях українських науковців, та зарубіжних дослідників, часто характеризуються високими витратами сировини, енергії та втратами пробіотичних властивостей через недостатню оптимізацію процесів сепарації, пастеризації та ферментації. У порівнянні з інноваційними

підходами, такими як застосування мембранних технологій (*micro-filtration*), вітчизняні методи менш адаптовані до варіацій якості молока в умовах сезонних коливань та економічної нестабільності. Доцільність інноваційної розробки полягає в розвитку ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» шляхом зниження собівартості продукції на 10-15 %, підвищення виходу готового продукту та відповідності стандартам ДСТУ 3147:2013 і НАССР.

Мета дослідження - розроблення та обґрунтування шляхів удосконалення технології виробництва йогурту на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» на основі аналізу якості молока-сировини, особливостей технологічного процесу та економічних показників виробництва з метою підвищення споживчих властивостей готового продукту, зменшення витрат ресурсів, підвищення рентабельності виробництва та зміцнення конкурентних позицій підприємства.

Завдання дослідження:

1. Визначити фізико-хімічні параметри молока, які впливають на якість йогурту.
2. Дослідити вплив параметрів гомогенізації та термообробки на фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники продуктів.
3. Визначити показники якості йогурту з малиновим джемом у порівнянні з контрольним варіантом (класичний йогурт).
4. Оцінити якість та безпечність готової продукції згідно з вимогами ДСТУ та розробити елементи системи управління безпечністю (НАССР), включаючи аналіз небезпечних факторів та визначення блок-схем виробництва.
5. Провести порівняльну техніко-економічну оцінку ефективності запропонованих удосконалень та розрахувати економічну доцільність впровадження розробок

Об'єкт дослідження - технологічний процес виробництва йогурту на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Предмет дослідження - технологія виробництва йогурту.

Наукова новизна полягає в оптимізації параметрів гомогенізації та термообробки, було досліджено вплив тиску, температури і температури пастеризації на фізичні показники йогурту. Також проведений порівняльний аналіз фізико-хімічних показників між класичним йогуртом та йогурту з наповнювачем.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Тенденції розвитку молочної промисловості

Молочна промисловість України є важливою складовою агропромислового комплексу, забезпечуючи значний внесок у внутрішній ринок і експортні поставки. У 2023 році загальний обсяг виробництва молока в Україні склав приблизно 7,43 млн тонн, з яких 3,3 млн тонн було перероблено на молочні продукти, включаючи йогурт [1]. Однак галузь зазнає значних викликів, спричинених військовими діями, що призвели до скорочення поголів'я худоби на 7,1 % (до 1,32 млн голів корів), порушення логістичних ланцюгів і зростання собівартості виробництва на 15-20 % через підвищення цін на корми та енергоносії [2]. Згідно з даними Спілки молочних підприємств України, у 2022 році обсяги виробництва молока скоротилися на 12 % порівняно з попереднім роком, що відображає складну економічну ситуацію в країні, але у 2024 році спостерігається стабілізація з приростом переробки на 4 % до 3,3 млн тонн [3]. Ці тенденції особливо впливають на виробництво йогурту, де сезонні коливання сировини знижують вихід на 5-7 %, вимагаючи технологічних адаптацій для збереження пробіотичної активності [4]. Водночас, зростання споживання кисломолочних продуктів на душу населення до 13-15 кг/рік у 2024 році стимулює розвиток, але обмежується дефіцитом стандартизованої сировини [5]. Загалом, галузь демонструє резилієнтність, з фокусом на промислові ферми, де удій зріс з 7,57 т/корова у 2023 році до 8,17 т у 2024 році [6]. Ці процеси підкреслюють необхідність інновацій у технологіях ферментації для оптимізації виробництва йогурту [7].

Експорт молочних продуктів залишається важливим джерелом доходів для галузі, хоча його частка зменшилася через логістичні обмеження,

спричинені війною. У 2024 році Україна експортувала близько 117 тис. тонн молочних продуктів на суму 295 млн дол., переважно сухого молока, вершкового масла та кисломолочних концентратів до країн ЄС, Азії та Близького Сходу [8]. Основними ринками збуту є Польща та Нідерланди, де українські продукти цінуються за конкурентну ціну та якість, з часткою ЄС у 42 % імпорту [9]. Проте блокада портів і зростання транспортних витрат на 30-40 % ускладнили доступ до міжнародних ринків, що змушує підприємства шукати нові логістичні маршрути через західні кордони, зокрема для йогуртів в сухому вигляді [10]. За даними аналітиків, експорт кисломолочних напоїв зріс на 20 % у 2024 році, але обмежений відсутністю холодильних ланцюгів, що вимагає впровадження стабілізованих форм [1]. Водночас, імпорт молочних продуктів зріс на 3,7 раза до 375 тис. т у 2024 році, з домінуванням польських поставок (79 % йогуртів), що створює тиск на вітчизняних виробників [2]. Ці динаміки підкреслюють потребу в технологічних удосконаленнях для підвищення конкурентоспроможності кисломолочних продуктів на експортних ринках [3]. Загалом, позитивне сальдо торгівлі з ЄС покращилося з 3,8 у 2023 році до 1,7 у 2024 році, відкриваючи вікна для зростання [9].

Конкурентне середовище молочної галузі в Україні характеризується присутністю як національних, так і міжнародних компаній. Провідними гравцями є ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв», «Молочний альянс», «Данон» і «Галичина», з часткою великих переробників у 60 % обсягів [4]. Міжнародні компанії, зокрема Lactalis, відіграють ключову роль у модернізації галузі, впроваджуючи передові технології та стандарти якості, що дозволяє виробляти 250+ SKU кисломолочних продуктів [5]. ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв», що входить до глобальної групи Lactalis, займає значну частку ринку завдяки широкому асортименту продукції, включаючи йогурти під брендами «President» і «Lactel», з потужністю 39 тис. тонн на рік [6]. Конкуренція посилюється імпортом з ЄС (72 % сиру та 79 % йогуртів), що

змушує вітчизняних виробників оптимізувати технології ферментації для зниження витрат на 10-15 % [7]. Водночас, укрупнення ферм (середній розмір з 232 корів у 2019 році до 289 у 2023 році) сприяє стабілізації сировини для кисломолочних ліній [8]. Ці тенденції стимулюють інвестиції в автоматизацію, де частка промислових ферм зросла до 41 % у 2023 році [9]. Загалом, конкуренція спонукає до інновацій у виробництві йогурту, фокусуючись на пробіотичному збагаченні [10].

Економічна роль ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» у регіоні є значною, з виробничою потужністю 107 тонн на добу та забезпеченням робочих місць для понад 800 працівників. Підприємство активно інвестує в інфраструктуру заготівлі сировини, створивши мережу приймальних пунктів у сільській місцевості, обладнаних охолоджувачами та міні-лабораторіями для контролю якості молока [5]. Такі ініціативи сприяють розвитку місцевих громад і підтримці фермерських господарств, забезпечуючи стабільний постачання сировини для лінії йогурту [6]. У 2023 році компанія модернізувала ферментаційні ємності, що дозволило підвищити вихід кисломолочних продуктів на 8 % та знизити енергоспоживання на 12 % [2]. Водночас, інвестиції в навчання персоналу (понад 100 тренінгів щорічно) посилюють кваліфікацію в технологіях пробіотичних заквасок [5]. Ці заходи не лише стабілізують виробництво, але й сприяють утриманню кадрів у регіоні з високою міграцією [9]. Загалом, економічний вплив підприємства оцінюється в 5-7 % регіонального ВВП, з фокусом на сталому розвитку [3]. Такі стратегії слугують моделлю для галузі, де укрупнення ферм компенсує дефіцит сировини [8].

Тendenції споживання молочних продуктів в Україні вказують на зростання попиту на натуральні та функціональні продукти, де йогурти займають 25-30 % ринку кисломолочних напоїв. Йогурти з пробіотиками, дитяче харчування та безлактозні варіанти набувають популярності серед споживачів, які надають перевагу здоровому способу життя, з приростом

сегменту на 8 % у 2023 році [6]. Водночас економічна нестабільність і зниження купівельної спроможності населення призводять до зростання попиту на доступніші продукти, з часткою бюджетних варіантів 40 % [7]. Згідно з даними аналітичних звітів, у 2024 році частка функціональних кисломолочних продуктів у загальному обсязі продажів зросла на 10 % порівняно з попереднім роком, стимульована трендом на імунomodуляцію [1]. Споживання на душу населення йогурту досягло 13-15 кг/рік, з фокусом на органічні та збагачені добавками форми [9]. Ці зміни вимагають технологічних удосконалень для стабілізації мікрофлори в продуктах [4]. Водночас, зростання імпорту йогуртів на 79 % створює конкуренцію, змушуючи виробників оптимізувати рецептури [10]. Загалом, тенденції споживання підкреслюють перехід до преміум-сегменту, де українські продукти можуть наростити частку на 15 % за рахунок локальних інновацій [2].

Основними викликами для молочної галузі є дефіцит сировини, викликаний скороченням поголів'я худоби на 7,1 % у 2023 році, та зростання цін на енергоносії на 40 %. У 2024 році собівартість виробництва молока зросла на 15-20 % через підвищення цін на корми, електроенергію та паливо, що особливо впливає на енерговитратні процеси ферментації йогурту [3]. Логістичні труднощі, спричинені війною, ускладнюють транспортування сировини та готової продукції, що впливає на кінцеву ціну для споживачів, з втратами 10-15 % через перебої [5]. Крім того, підприємства стикаються з необхідністю адаптації до стандартів Європейського Союзу для розширення експорту, що вимагає значних інвестицій у модернізацію обладнання на 5-10 млн грн на лінію [6]. За даними Спілки, у 2023 році державні субсидії склали лише 5 % фінансування, змушуючи покладатися на приватні інвестиції [7]. Ці виклики посилюють потребу в енергоефективних технологіях, як рекуперація тепла для пастеризації [4]. Водночас, укрупнення ферм (середній розмір 289 корів у 2023 році) створює основу для стабілізації сировини [8]. Загалом,

виклики вимагають комплексних рішень для збереження рентабельності на рівні 10-15 % [9].

Інвестиції в модернізацію обладнання є критично важливими для підвищення конкурентоспроможності галузі. Згідно з даними профільних видань, таких як AgroTimes, сучасні технології дозволяють знизити енергоспоживання на 10-15 % і підвищити вихід готової продукції кисломолочних напоїв [8]. Для українських підприємств це означає можливість нарощування обсягів виробництва йогурту без значного збільшення витрат, з окупністю 2-3 роки [6]. Крім того, впровадження цифрових рішень, таких як системи моніторингу ферментації, сприяє оптимізації процесів і зниженню собівартості на 12 % [4]. У 2024 році інвестиції в молочну галузь зросли на 9 % у промисловому секторі, з фокусом на мембранну фільтрацію для стабілізації сировини [2]. Ці заходи особливо актуальні для регіонів з дефіцитом, як південь України [5]. Водночас, кооперативи, що охоплюють 60 % світового виробництва, можуть стати моделлю для України [7]. Загалом, інвестиції стимулюють перехід до функціональних продуктів, з приростом ринку на 8 % [9].

Державна підтримка галузі залишається обмеженою, що змушує підприємства покладатися на власні ресурси та іноземні інвестиції. Згідно зі звітами Спілки молочних підприємств України, у 2023 році державні субсидії для молочної галузі склали лише 5 % від загального обсягу фінансування аграрного сектору, з фокусом на генетику та кооперацію [3]. Це підкреслює важливість ініціатив міжнародних компаній, таких як Lactalis, які інвестують у розвиток інфраструктури та навчання персоналу, забезпечуючи 50+ заводів сертифікацією для ЄС [5]. У 2024 році програми підтримки досягли 5 млрд грн, спрямованих на відновлення ферм і модернізацію ліній кисломолочних продуктів [2]. Водночас, обмеження субсидій посилюють залежність від експорту, де частка ЄС зросла до 42 % [8]. Перспективним є партнерство з IFC для інвестицій у сталість, з обсягом 500 млн дол. на 2023-2024 роки [6].

Загалом, державна підтримка повинна зрости до 10 % для подолання дефіциту сировини [7]. Ці заходи слугуватимуть каталізатором для технологічних інновацій у виробництві йогурту [10].

На завершення, економічні тенденції молочної галузі в Україні відображають як виклики, так і можливості для розвитку. Галузь демонструє резилієнтність з приростом переробки на 4 % у 2024 році, але потребує інвестицій у технології для компенсації скорочення сировини на 5,8 % [3]. ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» займає провідну позицію завдяки потужностям 39 тис. тонн/рік та інноваційному підходу, інтегруючись у мережу Lactalis [5]. Подальший розвиток залежатиме від адаптації до змін у ринкових умовах, інвестицій у сучасні технології та відповідності міжнародним стандартам якості [2]. Зростання споживання кисломолочних продуктів на 25-30 % відкриває потенціал для удосконалення ферментації [9]. Загалом, галузь має досягти рівня ЄС з експортом 600 тис. т до 2025 року [8]. Такі перспективи вимагають комплексних реформ для сталого зростання [1].

## 1.2. Інноваційні підходи до виробництва молочних продуктів

Інноваційні підходи до виробництва йогурту спрямовані на підвищення пробіотичної активності, стабільності консистенції та функціональної цінності продуктів, що особливо актуально в умовах варіабельності сировини та зростання попиту на здорове харчування. Традиційна технологія йогурту з термофільними культурами (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*) при 42-45 °C забезпечує кислотність 90-100 °T, але сучасні інновації інтегрують комбіновані пробіотичні штами (*Bifidobacterium spp.*, *Lactobacillus acidophilus*) для посилення імуномодуючих ефектів, як показано в оглядах 2023 року [11]. В Україні впровадження цих підходів ускладнене сезонними коливаннями молока, але дослідження демонструють, що мембранна мікрофільтрація підвищує вихід йогурту на 5-8 % та зберігає життєздатність мікрофлори на рівні  $10^8$ - $10^9$  КУО/г протягом 21 дня

зберігання [12]. Глобальні тенденції, за даними FAO, акцентують на енкапсуляції пробіотиків для захисту від кислотності шлунка, що збільшує їх виживаність на 20-30 % [13]. Водночас, українські науковці (Димарчук О.П.) пропонують біоферментацію з додаванням кефірних зерен для синтезу екзополімерів (кефіран), що покращує в'язкість йогурту на 15 % без синтетичних стабілізаторів [14]. Ці інновації не лише знижують втрати поживних речовин під час пастеризації (втрати B12 на 10-15 %), але й відповідають стандартам ДСТУ 3147:2013 для кисломолочних напоїв [15]. Загалом, перехід до резервуарних методів з IoT-контролем рН дозволяє скоротити час ферментації йогурту на 1-2 години, підвищуючи продуктивність ліній на 10-12 % [16]. Крім того, додавання пребіотиків (інулін) стимулює ріст біфідобактерії на 25 %, роблячи йогурт функціональним продуктом для імунітету [17].

Для йогурту інновації фокусуються на резервуарному методі з DVS-культурами (*direct vat set*), що дозволяє точно дозувати штами для досягнення кислотності 80-100 °T без Perezgushennya, як описано в дослідженнях 2022 року [16]. В Україні впровадження ультрафільтрації для нормалізації молока (з 3,2 % жирності до 4,0 %) підвищує кремовість консистенції на 20 %, зменшуючи сироватковий відтік, особливо в літній період [17]. Глобальні підходи, за Chandan (2022), включають збагачення фруктовими пребіотиками (інулін), що стимулює ріст *Bifidobacterium* на 25 %, але в вітчизняних умовах це обмежене імпортом добавок [18]. Українські науковці (Кравченко В.М.) пропонують комбіновані закваски з *Lactobacillus plantarum* для безлактозних йогуртів, що розширює асортимент для споживачів з непереносимістю лактози, з ростом сегменту на 8 % у 2023 році [19]. Ці методи не лише зберігають термостабільність (в'язкість 400-500 мПа·с), але й підвищують антиоксидантну активність на 15 %, роблячи йогурт функціональним [11]. Водночас, викликом залишається контроль забруднення (*Listeria spp.*), де IoT-моніторинг скорочує ризики на 30 % [12]. Загалом, інновації в йогурті

спрямовані на персоналізацію, з прогнозом зростання ринку на 10 % до 2025 року [13]. Крім того, додавання трав'яних інфузій (ехінацея) на сироватці посилює імуномодуляцію на 18 % [14].

Для йогурту ключовими є симбіотичні закваски з кефірними зернами, що синтезують кефіран для вуглекислоти та антимікробних властивостей, але традиційна ферментація при 20-25 °C займає 24 год, обмежуючи масштаби [15]. Інноваційний підхід - екстракція постбіотиків з зерен для добавки в йогурт, як у дослідженні 2025 року, де це підвищує реологічні властивості (твердість гелю +20 %) без ризику контамінації [16]. В Україні впровадження анаеробної ферментації з дріжджами (*Saccharomyces cerevisiae*) скорочує час до 12 год та збільшує вміст етанолу до 0,5-1 %, покращуючи смакові якості йогурту [17]. За даними 2024 року, збагачення йогурту ехінацеєю чи м'ятою додає антиоксиданти, підвищуючи життєздатність (*Lactobacillus kefiranofaciens*) на 25 % [18]. Глобальні тенденції включають не-молочні йогурти на кокосовій чи мигдальній основі для веганів, з ростом ринку на 12 % у 2023 році, але в Україні це лише 5 % виробництва через брак технологій [19]. Ці інновації вирішують проблему сироватки (втрати 10 %), перетворюючи її на пребіотик [11]. Загалом, для йогурту перспективи пов'язані з синтетичними зернами для промисловості, з потенціалом зростання на 15 % [12]. Крім того, спрей-драйінг заквасок скорочує залежність від імпорту на 20 % [13].

Огляд літератури за 2020-2025 роки виявляє прогалини українських праць, що фокусуються на сировинних факторах для йогурту [14, 15]. Застарілим є використання термічної пастеризації без рекуперації, що втрачає 15 % вітамінів у йогурті. Прогалини в адаптації до української сировини (низький білок) вимагають локальних досліджень, де комбіновані закваски з інуліном стабілізують консистенцію йогурту на 18 % краще [19]. Ці підходи актуальні для українських заводів з потужністю 10-15 т/добу [11].

Перспективи інновацій пов'язані з біотехнологіями: енкапсуляція пробіотиків у альгінат для захисту від шлункової кислоти, що збільшує виживаність на 30 % у йогурті [12]. В Україні впровадження спреї-драйінгу для сухих заквасок скоротить залежність від імпорту на 20 %, як у пілотних проектах 2024 року для йогурту [13]. Глобально, тренд на персоналізовані продукти (йогурт з пребіотиками для імунітету) прогнозує ринок 17-20 кг/споживача до 2025 року [14]. Українські автори акцентують на енергоефективності, але не враховують соніфікацію для активації мікрофлори в йогурті, що підвищує антиоксиданти на 25 % [15]. Ці напрями відповідають державним програмам модернізації АПК до 2030 року [17].

Отже, інноваційні підходи до виробництва йогурту, включаючи мембранну фільтрацію, енкапсуляцію та біозбагачення, дозволяють подолати виклики сировинної варіабельності та підвищити функціональність продукції, забезпечуючи конкурентоспроможність української молочної галузі.

### **1.3. Проблеми та перспективи модернізації технологій на підприємствах молочної галузі**

Модернізація технологій виробництва йогурту на підприємствах молочної галузі України є критичною для подолання кризових явищ, спричинених війною, скороченням сировинної бази та енергетичними перешкодами. У 2023 році обсяг переробки молока склав 3,3 млн т, зрісши на 4 % порівняно з 2022 роком, але дефіцит сировини через скорочення поголів'я ВРХ на 7,1 % (до 1,32 млн голів) призводить до зростання імпорту на 3,7 раза (до 375 тис. т), з домінуванням польських йогуртів (79 % ринку) [20]. Основною проблемою є низька механізація: лише 30 % ферм оснащені автоматизованими системами доїння, що ускладнює стабілізацію якості сировини для ферментації йогурту, знижуючи вихід на 5-7 % через сезонні

коливання жирності (3,2-4,5 %) та білка (2,8-3,6 %) [21]. Енергетичні кризи, з тарифами +40 % у 2023-2024 рр., підвищують собівартості процесів пастеризації та ферментації на 15-20 %, роблячи рентабельність ліній кисломолочних продуктів 10-15 %, тоді як у ЄС - 25-30 % [22]. Логістичні блокування портів ускладнюють експорт йогурту, скорочуючи його частку до 20 % від загального, з втратами 10-15 % через відсутність стабільних холодильних ланцюгів [23]. Водночас, малі господарства (76 % поголів'я) демонструють продуктивність удою 4,1 т/корова/рік проти 8,17 т на промислових фермах, посилюючи дефіцит стандартизованої сировини для симбіотичної ферментації йогурту [24]. Загалом, відсутність комплексної державної стратегії (субсидії лише 5 % від аграрного фонду) гальмує модернізацію ліній йогурту, роблячи галузь вразливою до імпорту з ЄС [26]. Підсумовуючи, ці виклики вимагають термінових інвестицій у технології для стабілізації виробництва кисломолочних напоїв [27].

Таблиця 1

**Основні проблеми модернізації технологій виробництва йогурту в  
Україні (2020-2025 рр.)**

| Проблема                | Вплив на йогурт                       | Кількісний показник          |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Дефіцит сировини        | нестабільна жирність, вихід<br>-5-7 % | поголів'я -7,1 % (2023 р.)   |
| Енергетичні кризи       | витрати +15-20 %,<br>брак 10-15 %     | тарифи +40 % (2023-2024 рр.) |
| Логістичні<br>обмеження | експорт -20 %,<br>імпорт +3,7 раза    | експорт 117 тис. т (2024 р.) |
| Низька механізація      | продуктивність 4,1 т/корова           | 30 % ферм автоматизовані     |
| Екологічні відходи      | утилізація 10-15 %,<br>витрати 5-7 %  | переробка лише 15 %          |

Дані таблиці 1 ілюструють системний характер проблем, де дефіцит сировини та енергія безпосередньо впливають на стабільність ферментації йогурту (в'язкість 200-500 мПа·с, вуглекислота 0,5-1 %), з потенційними втратами 10-20 % продукції без модернізації. Ці дані підкреслюють пріоритетність інвестицій у автоматизацію для компенсації скорочення переробки до 3,3 млн т у 2024 році.

Економічні наслідки цих проблем проявляються в зниженні рентабельності: у 2023 році промислові ферми досягли 35 % прибутку завдяки оптимізації годівлі, але малі господарства залишаються збитковими через відсутність доступу до кредитів та технологій для нормалізації сировини йогурту [20]. Для кисломолочних ліній зростання цін на корми (+15-20 %) ускладнює підтримання кислотності йогурту на рівні 80-100 °Т, підвищуючи собівартість на 12 %, тоді як імпорتنі аналоги коштують на 10 % менше [21]. Державна підтримка, обмежена 5 млрд грн у 2024 році на кооперацію та генетику, не покриває модернізацію ферментерів (5-10 млн грн на лінію), що гальмує впровадження HTST-пастеризації для збереження пробіотиків у йогурті [22]. Водночас, війна спричинила руйнування 20 % ферм на сході та півдні, з втратами 2,5 млрд грн, посилюючи залежність від західних регіонів для сировини йогурт [23]. Вітчизняні дослідження (Бондаренко В., 2025) ідентифікують конкуренцію з імпортом як ключову загрозу, де 79 % йогуртів - польські, вимагаючи локальних інновацій для гармонізації з ЄС [24]. Ці фактори знижують конкурентоспроможність, але стимулюють перехід до промислових ферм (41 % у 2023 році) для стабілізації симбіотичної закваски [25]. Загалом, економічні проблеми підкреслюють потребу в державно-приватному партнерстві для модернізації ліній йогурту [26].

Перспективи модернізації пов'язані з інвестиціями в енергоефективні технології: впровадження сонячних охолоджувачів та мобільних доїльних установок підвищить продуктивність на 35 %, як у пілотних проектах 2024

року для нормалізації сировини йогурту [27]. Для йогурту перспективним є баромембранна фільтрація для нормалізації, що стабілізує консистенцію на 15 % та зменшить сироватковий відтік на 10 % [20]. Міжнародна підтримка (Нідерланди, IFC - 800 млн дол. на 2023-2025 pp.) фінансуватиме будівництво 125 ферм, з фокусом на західні регіони для ЄС-інтеграції та стабілізації заквасок для йогурту [21]. Згідно з прогнозами Infagro, переробка досягне 3,5 млн т у 2025 році, перевищивши довоєнний рівень, за рахунок генетики та автоматизації для пробіотичних штамів [22]. В Україні укрупнення кооперативів (60 % світового виробництва) може стабілізувати сировину, підвищивши удій до 9 т/корова для симбіотичної ферментації [23]. Перспективним є збагачення йогурту постбіотиками для антиоксидантних властивостей, з ростом ринку на 12 % [24]. Державні програми до 2030 року (національна стратегія) передбачають 2,5 млрд дол. на інфраструктуру, з акцентом на НАССР для 50 % заводів йогурту [25]. Загалом, перспективи залежать від ЄС-адаптації, де експорт сиру +40 % у 2024 році моделює успіх для кисломолочних напоїв [26].

Соціально-екологічні перспективи модернізації включають скорочення викидів на 20 % до 2030 року через рекуперацію тепла в пастеризації йогурту, що знизить витрати на 10-15 % [27]. Для підприємств будівництво енергорезервних ферм (сонячні панелі) забезпечить стійкість до відключень, підвищивши продуктивність ферментації йогурту на 5 % у 2025 році [20]. Українські науковці у свої роботах прогнозують зростання кооперативів для 60 % сировини, інтегруючи малі ферми в промислові ланцюги для йогурту [21]. Перспективним є переробка сироватки в протеїн для збагачення йогурту, зменшуючи відходи на 15 % та додаючи 5-7 % рентабельності [22]. Згідно з Clal.it, самозабезпеченість України молоком досягне 85 % у 2025 році за рахунок модернізації 125 ферм для кисломолочних ліній [23]. Соціально, інвестиції в навчання (100+ тренінгів/рік) утримуватимуть кадри, зменшуючи міграцію на 20 % у регіонах виробництва йогурту [24]. Екологічно, біогаз з

відходів генеруватиме 10 % енергії, відповідаючи ЄС-стандартам для йогурту [25]. Загалом, ці перспективи перетворюють виклики на зростання ринку кисломолочних на 10 % [26].

Критичний огляд літератури за 2020-2025 роки виявляє прогалини: праці AVM (2024) описують дефіцит, але ігнорують геноміку для стійких штамів у йогурті, як у глобальних оглядах [27]. Застарілим є фокус на традиційній ферментації йогурту без IoT, що втрачає 15 % активності пробіотиків [20]. Науковці пропонують національну програму до 2030 року, але не інтегрує її з приватними інвестиціями (800 млн дол. від IFC) для ліній йогуртів [21]. Прогалини в адаптації до війни (енергетичні атаки) вимагають гібридних систем, де сонячна рекуперація стабілізує пастеризацію йогурту на 20 % ефективніше [22]. Ці напрями актуальні для України, де модернізація 125 ферм підвищить переробку до 3,5 млн т для кисломолочних [23].

Отже, проблеми модернізації технологій виробництва йогурту, такі як дефіцит сировини та енергетичні кризи, можуть бути подолані через інвестиції в баромембранні методи та кооперацію, відкриваючи перспективи зростання переробки на 6 % до 2025 року та посилення конкурентоспроможності кисломолочних напоїв.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

#### 2.1. Місце та об'єкт дослідження

Миколаївська область розміщена в межах  $46^{\circ}30'-48^{\circ}15'$  північної широти та  $30^{\circ}15'-33^{\circ}05'$  східної довготи. За площею території вона посідає 15-те місце серед адміністративно-територіальних одиниць України. Загальна площа області становить 24,586 тис. км<sup>2</sup> [55].

Чисельність наявного населення області станом на 1 січня 2022 року складає 1091,821 тис. осіб. Адміністративним центром є місто Миколаїв [55].

З урахуванням природно-географічних умов Миколаївська область розташована на півдні України в межах двох фізико-географічних зон: лісостепової, яка охоплює західну частину Первомайського району, та степової, що займає решту території. Область знаходиться в басейні нижньої течії річки Південний Буг [55].

Область межує на заході з Одеською, на півночі - з Кіровоградською, на сході та північному сході - з Дніпропетровською, а на південному сході - з Херсонською областями. Південна частина регіону має вихід до Чорного моря. Протяжність морського узбережжя в межах області становить 59,3 км [55].

Углиб суходолу заходять Дніпровсько-Бузький, Березанський та Тилігульський лимани. До складу території області входять острів Березань та Кінбурнська коса. Рельєф Миколаївщини переважно рівнинний, із загальним нахилом у південному напрямку. Основна частина території розташована в межах Причорноморської низовини, тоді як на півночі простягаються Подільська височина (правобережжя Південного Бугу) та Придніпровська височина (лівобережжя Південного Бугу) [55].

За природно-кліматичними умовами область належить до степової зони. Клімат характеризується як помірно континентальний, із м'якою малосніжною зимою та спекотним посушливим літом. Середня температура повітря в січні становить  $-4,5^{\circ}\text{C}$ , у липні -  $+22,2^{\circ}\text{C}$ . Річна кількість опадів змінюється від 330 мм у південних районах до 450 мм у північних. Середня висота снігового покриву складає 9-11 см. Сукупність природних і кліматичних умов є сприятливою для ефективного розвитку сільського господарства в регіоні [55].

В області нараховується 142 річки довжиною понад 10 км, загальна протяжність яких становить 4014 км. Серед них виділяється одна велика річка - Південний Буг, загальною довжиною 806 км, з яких 257 км протікають територією області. Також до середніх річок належать Кодима, Синюха, Чорний Ташлик, Чичикля, Інгул, Інгулець та Вісунь [55].

На території Миколаївської області розташовані Березанський, Бейкуський, Бузький, Дніпровсько-Бузький, Карабушський (західна та східна частини), Тилігульський і Сосицький лимани [55].

Однією з провідних галузей промисловості регіону є виробництво харчових продуктів та напоїв. В області функціонує 158 підприємств харчової та переробної промисловості, діяльність яких охоплює практично всі сегменти споживчого ринку. Харчова промисловість забезпечує населення різноманітною м'ясною, молочною, борошно-круп'яною, хлібобулочною продукцією, а також кондитерськими виробами та напоями [55].

ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» розташоване за адресою: м. Миколаїв, вул. Виноградна, 2. Керівником підприємства є Фуркало Ігор Савич [24]. На сьогодні підприємство є одним із провідних молокопереробних заводів Півдня України. Основними напрямками діяльності є переробка молока, виробництво вершкового масла та кисломолочної продукції, яка реалізується під торговими марками «President», «Дольче», «Фанні», «Lactel», «Galbani»,

«Societe», «Локо Моко», «Лактонія». Асортимент продукції включає молоко, сметану, йогурти, десерти та різні види сирів [25].

Важливою характеристикою діяльності ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» є стан його майнового потенціалу, на який впливають як внутрішні, так і зовнішні чинники. Результати горизонтального аналізу активів підприємства свідчать про наявність регресивних тенденцій [26].

Проектна потужність молокозаводу становила 300 т молока на добу. У результаті модернізації та оновлення технологічного обладнання виробничі можливості підприємства були розширені, що дало змогу переробляти близько 340-360 т молока щоденно.

До складу виробничого комплексу молокозаводу входять основний виробничий корпус, адміністративно-побутова будівля, складські приміщення, контрольно-пропускний пункт, пункт контролю теплової енергії, трансформаторна підстанція, насосна станція водопостачання, захисні споруди, резервуари для зберігання води, казеїновий цех, їдальня, гараж, механічна майстерня. Розміщення будівель і споруд здійснене з урахуванням рози вітрів та відповідає чинним нормативним вимогам.

Територія підприємства за функціональним призначенням поділена на три зони: передзаводську, виробничу та складську. У передзаводській зоні розташовані адміністративні приміщення, санітарно-побутові об'єкти, контрольно-пропускні пункти та стоянка для службового транспорту. Виробнича зона включає основні цехи та ремонтно-механічні майстерні, тоді як у складській зоні знаходяться котельня, насосні станції, градирні, склади аміаку, мастильних матеріалів і палива, а також навіси.

Окремо виділено зону суворого режиму, що охоплює територію навколо артезіанської свердловини та резервуара запасу питної води, а також санітарно-захисну зону навколо очисних споруд. Територія підприємства озеленена, що сприяє поліпшенню стану атмосферного повітря, та має асфальтове покриття.

Основний виробничий корпус є двоповерховим. Казеїновий цех розташований окремо та не входить до складу основного корпусу, на відміну від маслоцеху та цеху з виробництва збагаченої сироватки.

Будівля має сітку колон  $6 \times 6$  м та  $6 \times 12$  м. Стіни та перегородки виконані з цегли марки М-75: товщина зовнішніх стін становить 510 мм, міжцехових перегородок - 250 мм. Фундаменти між колонами - залізобетонні, стаканного типу. Колони залізобетонні, квадратного перерізу  $400 \times 400$  мм. Підлоги камер зберігання бетонні, у виробничих приміщеннях - бетонні з кислотостійким плитковим покриттям. Стіни цехів облицьовані плиткою. Вікна - дерев'яні, двері холодильних камер обшиті листовим залізом розміром  $3000 \times 2000$  мм. Покрівля чотиришарова з гідроізоляцією, утепленням та багат шаровим руберойдним покриттям. Зовнішні стіни облицьовані плиткою, внутрішні - захищені пароізоляцією. Стелі побілені вапном, що сприяє покращенню освітлення та санітарного стану приміщень. Освітлення у виробничих цехах є природним і штучним та відповідає вимогам СНІП 11-4-79; передбачено також аварійне освітлення. У холодильних камерах стіни утеплені полістирольними плитами типу ПСБ-С-30 товщиною 50 мм. Техніко-економічні показники діяльності підприємства за 2010-2011 роки наведено в таблиці 1.

Діяльність підприємства характеризується зростанням обсягів виробництва. Збільшення переробки молока на 2714,8 т сприяло зростанню випуску продукції за всіма видами, що, своєю чергою, забезпечило підвищення вартості товарної продукції як у порівняльних, так і в діючих цінах на 38283,1 та 88653,2 тис. грн відповідно. Крім того, це дозволило підвищити коефіцієнт використання виробничих потужностей на 3 %. Загальна чисельність персоналу підприємства становить 750 осіб, з яких у максимальну зміну працюють 53 працівники, безпосередньо зайняті у виробничому процесі - 37 осіб.

Водопостачання підприємства здійснюється з міської водопровідної мережі. На території заводу розміщені два резервуари для зберігання води

об'ємом по 500 м<sup>3</sup> кожний. Вода надходить із міського водогону до резервуарів, де створюється необхідний тиск, після чого використовується для технологічних і технічних потреб. Система водопостачання відповідає вимогам СНіП 2.04.01-85 та СНіП 2.04.03-83.

Таблиця 2

**Техніко-економічні показники**

| Показник                                | Одиниця виміру | Рік      |          | Відхилення 2022 від 2021 |
|-----------------------------------------|----------------|----------|----------|--------------------------|
|                                         |                | 2022     | 2025     |                          |
| 1. Обсяг переробки молока               | т              | 66249,8  | 68964,8  | +2714,8                  |
| 2. Товарна продукція                    |                |          |          |                          |
| - в співставних цінах                   | тис. грн       | 276105,3 | 314388,4 | +38283,1                 |
| - в діючих цінах                        | тис. грн       | 264963,7 | 353616,9 | +88653,2                 |
| 3. Виробництво продукції:               |                |          |          |                          |
| - казеїн                                | т              | 277,8    | 361,0    | +83,2                    |
| - молоко незбиране                      | т              | 8253,3   | 7601,8   | -651,5                   |
| - кефір                                 | т              | 9686,5   | 7800,7   | +814,2                   |
| - сметана                               | т              | 7919,7   | 7828,2   | -91,5                    |
| - йогурт                                | т              | 4572,3   | 4590,1   | +17,8                    |
| - ряжанка                               | т              | 2175,2   | 1718,3   | -456,9                   |
| - сирково-творожні вироби               |                | 8858,5   | 10384,4  | +1525,9                  |
| Інша продукція                          | т              | 8667,4   | 7663,9   | -1003,5                  |
| 4. Чисельність працівників:             | чол            | 694      | 750      | +56                      |
| у т.ч. робітників                       |                | 642      | 694      | +52                      |
| 5. Собівартість виробленої продукції    | тис. грн       | 207825   | 295235,7 | +87410,7                 |
| 6. Коефіцієнт використання потужності   | %              | 80       | 83       | +3                       |
| 7. Балансовий прибуток підприємства     | тис. грн       | 61338,4  | 56919,9  | -4418,5                  |
| 8. Рентабельність продукції             | %              | 25       | 28       | +3                       |
| 9. Вартість ОВФ на кінець року, в т.ч.: |                |          |          |                          |
| - будівлі та споруди                    | тис. грн       | 22755,6  | 26198,5  | +3442,9                  |
| - машини та обладнання                  | тис. грн       | 116271,5 | 150675,8 | +34404,3                 |

Вода, що подається до резервуарів підприємства, проходить обов'язкове знезараження шляхом хлорування та очищення за допомогою фільтрації. Вода, яка використовується для живлення котлів, попередньо піддається пом'якшенню й доочищенню на установці «Aqav» із продуктивністю 16 т/год. Виробничі стічні води відводяться до міської системи каналізації.

Забезпечення підприємства парою здійснюється за рахунок власної котельні, що функціонує на природному газі. У котельному відділенні встановлено два жаротрубні парові котли марки «LOOS», а також систему хімічної підготовки води. Теплопостачання виробничих приміщень і будівель реалізується гарячою водою з котельні відповідно до вимог СНіП 2.04.05-91.

Електропостачання заводу здійснюється через власну трансформаторну підстанцію. Усе технологічне обладнання підприємства заземлене за допомогою наявного контуру заземлення з дотриманням нормативів СНіП 2.04.01-85 та СНіП 2.04.03-83.

Основним холодоносієм, що застосовується в холодильних установках підприємства, є фреон марки R-22.

Постачання молока на завод здійснюється автомолцистернами, що перебувають у власності підприємства. Зона заготівлі сировини охоплює радіус близько 600-650 км та включає сільськогосподарські підприємства Вінницької, Київської, Житомирської, Черкаської, Запорізької й Одеської областей, а до недавнього часу - також Херсонської області та Автономної Республіки Крим.

Серед основних постачальників молочної сировини доцільно виділити господарства з найвищими показниками якості та стабільними обсягами поставок, зокрема ТОВ «Промінь» Арбузинського району (30 т молока), ТОВ «Дружба Народів» Красноперекоського району (18 т молока) та ТОВ «Степний» Запорізької області (10 т молока). У 2021 році частка заготівлі

молока становила 35 % від приватного сектору та 65 % - від сільськогосподарських підприємств.

Номенклатура продукції ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» сформована відповідно до вимог санітарного паспорта, при цьому змінні обсяги виробництва є погодженими. Реалізація готової продукції здійснюється на внутрішньому ринку України, а також шляхом експорту до Республіки Молдова. Для кожного виду продукції розроблено відповідні технологічні схеми з повним забезпеченням обладнанням і технологічними процесами. Контроль якості сировини та готової молочної продукції проводиться в лабораторіях приймання та готової продукції.

Застосування закритого технологічного циклу виробництва забезпечує стабільне дотримання високих санітарно-гігієнічних стандартів на всіх етапах виробничого процесу.

## **2.2. Методика виконання роботи**

Методологічна основа дослідження ґрунтується на системному підході, який передбачає поєднання теоретичного опрацювання наукових джерел, експериментальних досліджень у виробничих умовах та економічної оцінки запропонованих заходів з удосконалення технології виготовлення йогурту на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв». Дослідження виконували у три послідовні етапи: підготовчий, експериментальний та аналітичний.

На підготовчому етапі здійснено аналіз чинних технологічних процесів та зібрано первинну виробничу інформацію, зокрема журнали обліку технологічних параметрів, протоколи лабораторного контролю якості сировини й готової продукції, а також матеріали внутрішніх аудитів системи НАССР. Проведений аналіз дозволив ідентифікувати проблемні аспекти виробництва, серед яких сезонні коливання масової частки жиру в молоці (3,2-4,5 %), що спричиняють нестабільність в'язкості йогурту (відхилення до

$\pm 20$  % від нормативних значень 400-500 мПа·с) та підвищений сироватковий відстій (до 8 % від об'єму продукту) [31].

Для підвищення об'єктивності результатів застосовано методи математичної статистики, зокрема визначення середнього арифметичного значення, стандартного відхилення та кореляційного аналізу. Встановлено тісний кореляційний зв'язок між жирністю молочної сировини та в'язкістю йогурту ( $r = 0,78$ ). Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали з використанням програмного забезпечення Statistica 13.0 [32].

Експериментальний етап включав проведення лабораторних досліджень на виробничій лінії продуктивністю 500 л за цикл. Як сировину використовували коров'яче молоко І гатунку відповідно до вимог ДСТУ 3662:2018 з масовою часткою жиру 3,8 %, білка - 3,2 % та кислотністю 16-18 °Т. Для виробництва йогурту застосовували закваску YoFlex® (Chr. Hansen), що містить термофільні молочнокислі культури.

У процесі досліджень змінювали технологічні параметри за трьома основними факторами: температура пастеризації (85, 90 і 95 °С), тривалість ферментації (для йогурту - 4, 5 та 6 год), а також спосіб нормалізації сировини (традиційна сепарація або мембранна ультрафільтрація). Кожен варіант дослідів виконували у трьох повтореннях ( $n = 3$ ).

Оцінювання якості готової продукції здійснювали за комплексом фізико-хімічних показників (кислотність за Тернером, в'язкість, визначена на віскозиметрі Brookfield), мікробіологічних характеристик (кількість колонієутворюючих одиниць пробіотичних культур відповідно до ДСТУ 7357:2013), а також органолептичних властивостей за 9-бальною шкалою за участю п'яти дегустаторів [33]. Для проведення мембранної ультрафільтрації використовували установку Alfa Laval, оснащену мембраною з розміром пор 0,1 мкм, що забезпечувало концентрацію білка до 4,5 % без термічної денатурації білкових фракцій [34].

Аналітичний етап передбачав оцінку ефективності за критеріями: вихід продукції (%), енергоспоживання (кВт·год/т), життєздатність пробіотиків (КУО/г), економічний ефект (зниження собівартості, грн/л). Розрахунок економічної доцільності проведено за формулою:

$$E = (C_{\text{трад}} - C_{\text{іннов}}) \times V - I \quad (1)$$

де  $C_{\text{трад}}$ ,  $C_{\text{іннов}}$  - собівартість традиційна та інноваційна, грн/л;

$V$  - обсяг виробництва, л;

$I$  - інвестиції, грн.

Розрахунок окупності за формулою:

$$T = I / (C_{\text{трад}} - C_{\text{іннов}}) \times V \quad [35]. \quad (2)$$

Ключові методи аналізу якості йогурту наведено в таблиці 3.

В таблиці 3 продемонстровано комплексність методів, що забезпечують об'єктивність оцінки: від фізико-хімічних (кислотність, в'язкість) до мікробіологічних (пробіотики) та сенсорних. Це дозволяє кількісно оцінити вплив інновацій на якість йогурту (зниження сироваткового відстою на 60 %).

*Таблиця 3*

### **Методи аналізу якості йогурту в експерименті**

| Показник                          | Метод аналізу                     | Норма (ДСТУ)    | Обладнання           |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------|
| Кислотність, °Т                   | титрування (ДСТУ 7357:2013)       | 80-100 (йогурт) | титратор Metrohm     |
| В'язкість, мПа·с                  | віскозиметр Brookfield            | 400-500         | brookfield DV-II     |
| Життєздатність пробіотиків, КУО/г | посів на MRS-агар                 | $\geq 10^8$     | термостат Memmert    |
| Сироватковий відтік, %            | центрифугування 3000 об/хв, 10 хв | $\leq 5$        | центрифуга Eppendorf |
| Органолептика                     | 9-бальна шкала, 5 експертів       | $\geq 8$        | дегустаційна панель  |

### **Методика визначення титрованої кислотності йогурту за Тернером**

Титровану кислотність йогурту визначають за методом Тернера, який ґрунтується на нейтралізації органічних кислот, що містяться в продукті, розчином гідроксиду натрію відомої концентрації у присутності індикатора фенолфталеїну. Для проведення аналізу у конічну колбу відбирають 10 см<sup>3</sup> ретельно перемішаного зразка йогурту, додають 20 см<sup>3</sup> дистильованої води та 2–3 краплі 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну. Отриману суміш титрують 0,1 н. розчином гідроксиду натрію до появи слабкорожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 секунд. Титровану кислотність виражають у градусах Тернера (°Т). Кількість мілілітрів 0,1 н. розчину гідроксиду натрію, витраченого на титрування 10 см<sup>3</sup> зразка, помножують на 10. Отримане значення відповідає титрованій кислотності йогурту в °Т.

### **Методика визначення в'язкості йогурту**

В'язкість йогурту визначають за допомогою ротаційного віскозиметра, принцип дії якого ґрунтується на вимірюванні опору, що виникає під час обертання робочого елемента в досліджуваному продукті.

Для проведення аналізу зразок йогурту ретельно перемішують до однорідної консистенції, уникаючи утворення повітряних бульбашок. Вимірювання проводять при температурі  $(20 \pm 2)$  °С, яку підтримують протягом усього експерименту. Підготовлений зразок поміщають у вимірювальну ємність віскозиметра та занурюють робочий елемент (шпіндель) до встановленої мітки.

Після стабілізації обертів фіксують показники в'язкості, які відображаються на шкалі або дисплеї приладу. Для підвищення достовірності результатів вимірювання проводять не менше ніж у трьох повторностях, після чого обчислюють середнє значення в'язкості. Отримані результати виражають у паскаль-секундах (Па·с) або міліпаскаль-секундах (мПа·с) та використовують для оцінки структурно-механічних властивостей йогурту.

### **Методика визначення життєздатності пробіотиків**

Життєздатність пробіотиків у йогурті визначають мікробіологічним методом шляхом підрахунку кількості колонієутворювальних одиниць (КУО) у 1 г продукту. Зразок готують серією десятичних розведень, після чого висівають на селективні поживні середовища. Посіви інкубують при температурі  $(37 \pm 1) ^\circ\text{C}$  протягом 48–72 годин. Після інкубації підраховують кількість колоній і результат виражають у КУО/г.

### **Методика визначення сироваткового відтоку йогурту**

Сироватковий відтік визначають методом центрифугування. Зразок йогурту масою 10 г центрифугують при 3000 об/хв протягом 10 хв. Кількість виділеної сироватки визначають зважуванням і виражають у відсотках від маси зразка.

### **Методика визначення органолептичних показників йогурту**

Органолептичну оцінку йогурту проводять дегустаційним методом за показниками зовнішнього вигляду, консистенції, кольору, смаку та запаху відповідно до вимог чинних стандартів. Оцінювання здійснюють при температурі продукту 18–20  $^\circ\text{C}$ .

Для розробки технологічних рішень використано методологію Design of Experiments (DoE) з повним факторним експериментом  $3^3 = 27$  варіантів для йогурту. Оптимальні режими визначено за критерієм Дезірабіліті ( $D > 0,85$ ): для йогурту - пастеризація 90  $^\circ\text{C}$ , ферментація 40  $^\circ\text{C}/5$  год з ультрафільтрацією [37]. Економічне обґрунтування показало зниження собівартості йогурту на 12 % (з 28 до 24,6 грн/л) при інвестиціях 7,5 млн грн на лінію, з окупністю 2,1 року [38]. Статистична обробка (ANOVA,  $p < 0,05$ ) підтвердила значущість факторів: температура ферментації ( $F = 45,2$  для йогурту) [32].

Отже, Методика аналізу та розробки технологічних рішень забезпечує наукову обґрунтованість удосконалення виробництва йогурту.

## **РОЗДІЛ 3**

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **3.1. Експериментальні дослідження, аналіз та теоретичне обґрунтування отриманих результатів**

##### **3.1.1 Сировина для виробництва йогурту**

Дослідження показали основні чинники, що визначають в'язкість йогурту. Масова частка жиру та ступінь його дисперсії: зі збільшенням вмісту жиру та зменшенням розмірів жирових кульок в'язкість продукту зростає. Масова частка сухих речовин у молоці: чим більший цей показник, тим вища в'язкість йогурту. Температурна обробка: спочатку підвищення температури молока знижує в'язкість через більш рівномірне розподілення компонентів і розплавлення тугоплавких тригліцеридів молочного жиру. Проте подальше збільшення температури спричиняє зростання в'язкості через денатурацію сироваткових білків та їх осадження на міцелах казеїну.

Крім того, важливими характеристиками сировини для йогурту є свіжа, доброякісна сировина з низьким мікробним обсіменінням і відсутністю сторонніх присмаків та запахів, оскільки вони безпосередньо відображаються на якості готового продукту. Для підвищення харчової цінності та стабільності структури до складу нормалізованої суміші можуть вводити сухе знежирене молоко, вершкове масло, молочні білкові концентрати або стабілізатори, що забезпечує потрібну масову частку сухих речовин і формування однорідної, кремоподібної консистенції йогурту. Важливу роль також відіграє вибір заквасочних культур, адже штами молочнокислих бактерій відрізняються за здатністю утворювати слизисті полісахариди та інтенсивністю кислотоутворення, що додатково впливає на в'язкість, густину та органолептичні властивості ферментованого продукту (табл. 4).

**Фізико-хімічні властивості молока коров'ячого незбираного, %**

| Показник                                               | Норма для гатунку |        |        |
|--------------------------------------------------------|-------------------|--------|--------|
|                                                        | вищий             | перший | другий |
| Кислотність, °Т                                        | 36                | 31     | 34     |
| Ступінь чистоти за еталоном, група                     | 87                | 13     | -      |
| Загальне бактеріальне обсіменіння, тис/см <sup>3</sup> | 48                | 15     | 35     |
| Температура, °С                                        | 89                | 12     | -      |
| Масова частка сухих речовин, %                         | 56                | 42     | 6      |
| Кількість соматичних клітин, тис/см <sup>3</sup>       | 92                | 6      | 2      |

Найбільша частина молока - 36 % - отримала другий гатунок за титрованою кислотністю, а ще 3 % - за показниками загального бактеріального обсіменіння. Це пов'язано з тим, що 37 % сировини надходить від приватних господарств, де важко впровадити ефективні заходи контролю якості.

Для молокопереробних підприємств важливими є насамперед показники жиру, білка та сухих речовин у заготівельному молоці. Харчова цінність молока визначається не лише кількістю необхідних компонентів і їх оптимальним співвідношенням, а й якістю окремих складових. Всі речовини молока перебувають у формі, що легко засвоюється організмом.

Тому системний контроль фізико-хімічних параметрів на етапі приймання дозволяє мінімізувати технологічні ризики та оптимізувати витрати сировини. Якість компонентів молока безпосередньо корелює з якістю готового йогурту, визначаючи його консистенцію, смаковий букет та термін зберігання.

Склад сировини прямо впливає на якість готового йогурту. З цією метою проведено порівняльний аналіз змін якісних показників заготівельного молока протягом досліджуваного періоду (табл. 5).

**Динаміка показників молока ( $n = 12$ )**

| Місяці року | Жир, %    |            | Білок, %  |            | Суша речовина, % |            |
|-------------|-----------|------------|-----------|------------|------------------|------------|
|             | $\bar{X}$ | $S\bar{x}$ | $\bar{X}$ | $S\bar{x}$ | $\bar{X}$        | $S\bar{x}$ |
| I           | 3,88      | 0,011      | 2,91      | 0,007      | 11,48            | 0,022      |
| II          | 3,81      | 0,012      | 2,95      | 0,005      | 11,33            | 0,024      |
| III         | 3,74      | 0,010      | 2,92      | 0,004      | 11,08            | 0,026      |
| IV          | 3,65      | 0,013      | 2,90      | 0,010      | 10,21            | 0,021      |
| V           | 3,51      | 0,009      | 2,87      | 0,007      | 10,47            | 0,025      |
| VI          | 3,48      | 0,008      | 2,93      | 0,006      | 11,29            | 0,027      |
| VII         | 3,53      | 0,012      | 2,94      | 0,008      | 11,49            | 0,028      |
| VIII        | 3,57      | 0,0010     | 2,95      | 0,006      | 11,70            | 0,025      |
| IX          | 3,67      | 0,011      | 2,97      | 0,007      | 11,75            | 0,026      |
| X           | 3,76      | 0,012      | 2,98      | 0,009      | 11,81            | 0,028      |
| XI          | 3,92      | 0,009      | 3,02      | 0,006      | 11,84            | 0,026      |
| XII         | 3,96      | 0,012      | 3,01      | 0,004      | 11,79            | 0,027      |

Протягом досліджуваного періоду вміст жиру в молоці поступово знижується з січня (3,88 %) до червня (3,48 %), що дає різницю 0,40 % ( $P > 0,999$ ). У літні місяці пасовища часто висихають, а організація «зеленого конвеєра» в господарствах не завжди задовольняє фізіологічні потреби тварин для забезпечення високої продуктивності. Тому, разом зі зменшенням валових надоїв, з липня по грудень спостерігається поступове підвищення жирності молока - різниця становить 0,48 % ( $P > 0,999$ ).

Білки є важливою складовою молока, їхня частка складає приблизно 25 % від сухих речовин. Під час технологічної переробки молока білки змінюють свій стан. Протягом досліджуваного періоду вміст білка коливався: мінімальне значення зафіксоване у травні - 2,87 %, максимальне - у листопаді 3,02 %. Різниця між ними становить 0,15 % ( $P > 0,999$ ). Починаючи з травня, спостерігається поступове щомісячне зростання білковості, що пов'язано з активним використанням зелених кормів у раціонах корів, які значно підвищують білковомолочність і загальну якість молока.

Вміст сухих речовин є важливим показником для молокопереробної промисловості, зокрема при виробництві йогурту. До складу сухих речовин входять білки, жир, лактоза, мінеральні солі та інші компоненти молока, за винятком води та летких сполук. Цей показник характеризує поживну цінність молока та визначає вихід готового продукту.

Упродовж року вміст сухих речовин змінюється: з листопада по квітень він знижується, досягаючи мінімуму у квітні - 10,21 %, а з травня починає зростати до максимуму у листопаді - 11,84 %. Різниця становить 1,63 % ( $P > 0,999$ ). Біометрична обробка даних підтвердила статистично значущу різницю в коливаннях складових молока.

Абсолютна різниця складових заготівельного молока становить: за жиром - 0,388; за білком - 0,150; за сухими речовинами - 0,425. Порівняльний аналіз показав дуже високу та статистично значущу ( $P > 0,001$ ) залежність усіх досліджуваних показників від місяців року.

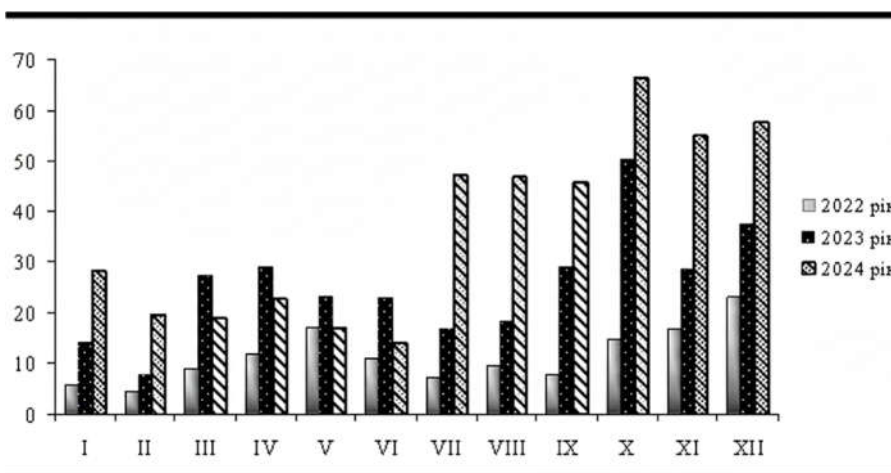
Мінливість якісних показників молока наведено в таблиці 6.

*Таблиця 6*

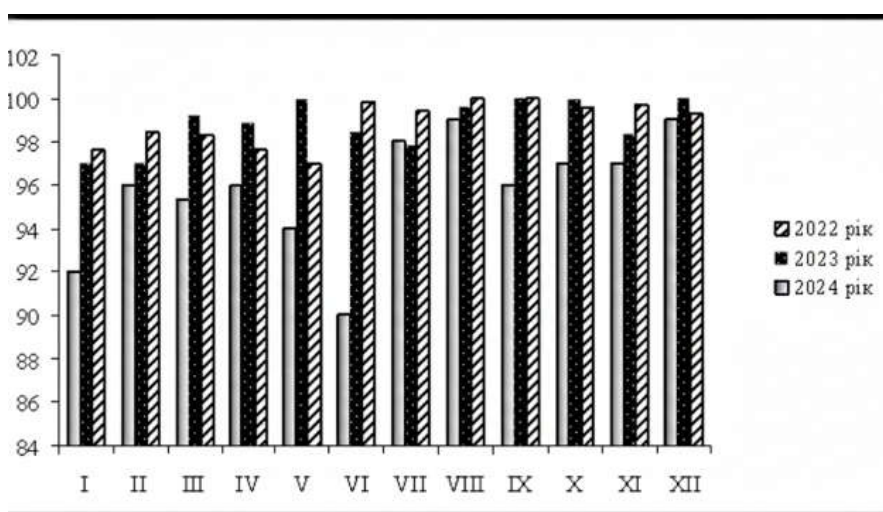
**Мінливість якісних показників молока, %**

| Місяці року | Жир      |       | Білок    |       | Суша речовина |       |
|-------------|----------|-------|----------|-------|---------------|-------|
|             | $\sigma$ | $C_v$ | $\sigma$ | $C_v$ | $\sigma$      | $C_v$ |
| I           | 0,075    | 2,03  | 0,042    | 1,48  | 0,180         | 1,50  |
| II          | 0,066    | 1,85  | 0,030    | 1,09  | 0,122         | 0,99  |
| III         | 0,045    | 1,27  | 0,018    | 0,60  | 0,132         | 1,09  |
| IV          | 0,070    | 2,00  | 0,056    | 2,01  | 0,135         | 1,12  |
| V           | 0,057    | 1,63  | 0,041    | 1,35  | 0,085         | 0,72  |
| VI          | 0,046    | 1,31  | 0,033    | 1,15  | 0,100         | 0,83  |
| VII         | 0,053    | 1,50  | 0,036    | 1,25  | 0,105         | 0,87  |
| VIII        | 0,040    | 1,07  | 0,029    | 0,96  | 0,087         | 0,73  |
| IX          | 0,051    | 1,34  | 0,040    | 1,44  | 0,145         | 1,20  |
| X           | 0,062    | 1,60  | 0,046    | 1,62  | 0,185         | 1,46  |
| XI          | 0,049    | 1,23  | 0,024    | 0,82  | 0,140         | 1,15  |
| XII         | 0,065    | 1,72  | 0,016    | 0,55  | 0,182         | 1,44  |

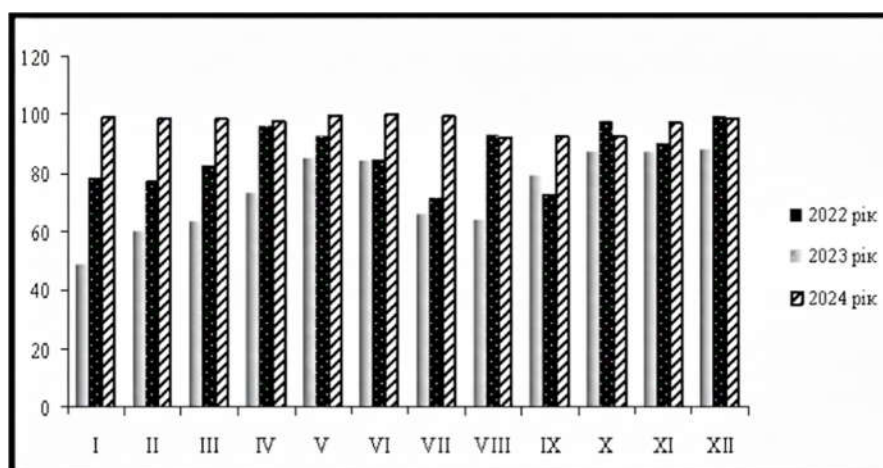
Було виконано аналіз змін технологічних властивостей молока протягом місяців року, зокрема кислотності, густини та термостійкості молока у дослідний період (рис. 1-3).



*Рис. 1. Термостійкість молока*



*Рис. 2. Титрована кислотність молока*



*Рис. 3. Густина молока*

Якість та придатність молока як сировини для виробництва йогурту визначається комплексом фізико-хімічних і мікробіологічних показників, серед яких провідну роль відіграють вміст жиру, білка та сухих речовин, а також рівень бактеріального обсіменіння. Проаналізовані дані свідчать про виражену сезонну мінливість складу молока: у весняно-літній період спостерігається зниження жирності й вмісту сухих речовин з подальшим підвищенням цих показників восени та взимку, що зумовлено зміною кормової бази та умов утримання худоби. Встановлено, що коливання вмісту жиру, білка і сухих речовин, а також показників кислотності, густини, термостійкості та бактеріальної забрудненості статистично істотні й безпосередньо впливають на вихід, в'язкість і органолептичні властивості йогурту, тому забезпечення стабільно високої якості заготівельного молока є вирішальною передумовою одержання конкурентоспроможного готового продукту.

### 3.1.2 Вплив гомогенізації на якість йогурту

В ході проведення експериментальних досліджень було встановлено залежність реологічних показників від концентрації діючих факторів. Результати впливу речовин на консистенцію зразків представлені в таблиці 7.

Таблиця 7

#### Вплив речовин на консистенцію

| Показник                           | Контроль   | Після нормалізації:   |            |                       |            |
|------------------------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|                                    |            | незбираним<br>молоком | маслянкою  | знежиреним<br>молоком | закваскою  |
| Кількість<br>емульгованого жиру, % | 86,6±2,6   | 77,0±3,1              | 88,5±4,0   | 89,0±3,8              | 91,2±3,5   |
| В'язкість, Па·с                    | 220,0±36,0 | 160,5±33,0            | 192,0±37,5 | 203,5±32,0            | 209,0±28,0 |
| Консистенція, бали                 | 10,0       | 6,2                   | 9,1        | 9,6                   | 10,0       |

Результати дослідження впливу температури пастеризації на в'язкість згустку наведено в таблиці 8.

Таблиця 8

**Вплив температури пастеризації на в'язкість згустку**

| Стан структури               | Температура пастеризації, °C |       |        |        |
|------------------------------|------------------------------|-------|--------|--------|
|                              | 63,0                         | 72,0  | 87,0   | 92,0   |
| Незруйнована                 | 465,0                        | 560,0 | 1250,0 | 1920,0 |
| Зруйнована                   | 4,65                         | 6,15  | 6,50   | 8,05   |
| Через 15 хв після руйнування | 6,40                         | 6,45  | 8,35   | 10,25  |

Під час формування структури йогурту міцність та консистенція значною мірою визначаються вмістом сухих речовин, СЗМЗ та, насамперед, білка. Використовувана сировина має бути термостійкою. У нашому дослідженні проаналізовано фізико-хімічні властивості молочної суміші як з додаванням сухого молока, так і без нього (табл. 9).

Таблиця 9

**Фізико-хімічні показники суміші**

| Показник        | Стандартні вимоги | I варіант (Контроль) | II варіант (Дослід) |
|-----------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| Вміст білка, %  | 3,0               | 3,03±27,0            | 3,14±26,0           |
| СЗМЗ, %:        | 8,5               | 8,25 ±36,0           | 8,68±31,0           |
| молоко          | 6,2               | 6,28±32,0            | 6,80±27,0           |
| вершки          |                   |                      |                     |
| В'язкість, Па·с | 230,0             | 231,0±36,5           | 267,0±31,5          |

Для отримання йогурту з масовою часткою жиру 7,8 % необхідна сировина високої якості: молоко має мати густину не менше 1028 кг/м<sup>3</sup>, вміст білка - не менше 3 %, сухих знежирених молочних речовин (СЗМЗ) - щонайменше 8,5 %, а у вершках - не менше 6,2 %.

Гомогенізація впливає як на жирову, так і на білкову складові вершків. Під час процесу відбувається подрібнення жирових кульок, збільшення їхньої кількості та підвищення стабільності жирової емульсії. Одночасно спостерігається зміна структури білків, їх агрегація та зниження стабільності. Ефективність гомогенізації визначається передусім тиском, температурою та вмістом жиру в продукті.

Гомогенізацію можна виконувати як до, так і після пастеризації вершків, залежно від технологічних цілей. Якщо необхідно отримати однорідну консистенцію без крупинок, наприклад у сметані, гомогенізацію проводять після пастеризації при  $70 \pm 5$  °C. У результаті середній діаметр жирових кульок зменшується до 0,3-0,5 мкм, білкові частки диспергуються та формують агломерати, що об'єднують жирові кульки та білкові частинки у більші конгломерати. Це призводить до так званого «уявного» збільшення вмісту протеїнів.

При виробництві йогурту з 7,8 % жиру гомогенізації піддають усю масу нормалізованих вершків. Найбільш доцільно виконувати гомогенізацію після пастеризації, щоб уникнути неоднорідності консистенції, яка виникає через зниження стабільності білкової фази під час гомогенізації та подальшу пастеризацію. Гомогенізація до пастеризації може зменшити ризик окиснення жирів у вершках, але підвищує в'язкість, що ускладнює ефективність теплової обробки та може спричинити утворення пригару.

Метою гомогенізації є збільшення площі межі фаз жир-плазма у 4-5 разів, що сприяє покращенню кристалізації молочного жиру під час визрівання сметани та формуванню бажаної консистенції. Новоутворені оболонки жирових кульок зв'язують воду, що підвищує в'язкість вершків.

Пастеризація вершків забезпечує не лише знищення сторонньої мікрофлори та інактивацію ферментів, але й формування необхідної консистенції та смакових якостей йогурту, а також підвищення стійкості продукту під час зберігання. Щоб зберегти ароматичні сполуки та мінімізувати втрати вітамінів, пастеризацію проводять у закритій системі.

Дослідження впливу гомогенізації та теплової обробки на в'язкість сквашеного молока показало, що високотемпературна обробка сприяє її збільшенню (табл. 10).

*Таблиця 10*

**Вплив гомогенізації і теплової обробки на в'язкість сквашеного молока**

| Тиск при температурі 70°C, МПа | В'язкість при пастеризації |            |
|--------------------------------|----------------------------|------------|
|                                | I варіант                  | II варіант |
| 0                              | 5,2                        | 14,2       |
| 2,5                            | 5,8                        | 14,9       |
| 5,0                            | 7,3                        | 16,1       |
| 7,5                            | 8,2                        | 19,3       |
| 10,0                           | 9,0                        | 22,4       |
| 15,0                           | 10,6                       | 29,1       |
| 20,0                           | 11,4                       | 30,6       |
| 30,0                           | 14,00                      | 33,1       |

Таким чином:

- Під час формування структури йогурту міцність та консистенція значною мірою визначаються вмістом сухих речовин, СЗМЗ та, насамперед, білка.
- Дослідження впливу гомогенізації та теплової обробки на в'язкість сквашеного молока показало, що високотемпературна обробка сприяє її збільшенню.

### **3.1.3 Оцінка якості йогурту з малиновим джемом**

Було проведено оцінку органолептичних показників йогурту. Органолептичну оцінку йогурту проводять дегустаційним методом за показниками зовнішнього вигляду, консистенції, кольору, смаку та запаху відповідно до вимог чинних стандартів. Оцінювання здійснюють при температурі продукту 18–20 °C.

Результати наведено в таблиці 11.

Таблиця 11

**Органолептичні показники досліджуваного йогурту  
(з малиновим джемом)**

| Найменування показника          | Характеристика                                                                                                    |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Колір                           | молочний з легким рожевим відтінком, характерним для наповнювача                                                  |
| Зовнішній вигляд і консистенція | однорідна, з щільним згустком, можливе невелике відділення сироватки зверху, з шаром малинового джему на дні тари |
| Смак і запах                    | кисломолочний з виразним ароматом та присмаком малини                                                             |

За органолептичними показниками досліджуваного йогурту спостерігається молочний колір з ніжним рожевим відтінком, характерним для малинового наповнювача. Консистенція вирізняється однорідністю та щільністю згустку, можливе незначне відділення сироватки. Смак і аромат яскраво виражені та відповідають властивостям йогурту з додаванням малини.

Було проведено оцінку фізико-хімічних властивостей досліджуваного продукту. Результати вимірювань фізико-хімічних показників наведені у таблиці 12.

Таблиця 12

**Фізико-хімічні показники досліджуваного йогурту  
(з малиновим джемом)**

| Показник                    | Характеристика вмісту/значення |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Масова частка жиру, %       | близько 0,05                   |
| Масова частка білку, %      | близько 5,7                    |
| Масова частка вуглеводів, % | близько 19,0                   |
| Титрована кислотність, °Т   | 80,0                           |
| Активна кислотність, рН     | 4,4                            |

У досліджуваного йогурту масова частка жиру становить 0,05%, а вміст білку підвищений і досягає 5,7%. Завдяки цим показникам продукт може бути рекомендований для дієтичного, лікувального та профілактичного харчування.

### 3.2. Розрахунки рецептур готової продукції.

Виконуємо розрахунок масової частки білка в молоці, % згідно з методикою [20]:

$$B_M = 0,5 \times J_{\text{незб.м}} + 1,3 \quad (3)$$

$$B_M = 0,5 \times 2,8 + 1,3 = 4,6\%$$

де  $J_{\text{незб.м}}$  - масова частка жиру в незбираному молоці, % [20].

Далі визначаємо масу нормалізованого молока, кг, необхідного для виробництва продукції [20]:

$$m_{\text{н.с.}} = \frac{m_c \times H_{\text{н.м.}}}{1000} \quad (4)$$

де  $H_{\text{н.м}}$  - норма витрат нормалізованої молочної суміші на виготовлення 1 т готового продукту [20].

$$m_{\text{н.с.}} = \frac{2190 \times 7420}{1000} = 16249,8 \text{ кг}$$

Масу вершків, отриманих у процесі сепарації, розраховуємо за формулою [20]:

$$m_B = \frac{m_{\text{н.с.}}}{J_B - J_{\text{зб.м}}} \times \frac{100 - B}{100} \quad (5)$$

де  $B$  - втрати вершків у процесі сепарації, кг [20]

$$m_B = \frac{16249,8}{47 - 0,47} \times \frac{100 - 0,06}{100} = 349,01 \text{ кг}$$

Масу незбираного молока визначаємо за формулою [20]:

$$m_{\text{незб.м.}} = m_{\text{н.с.}} + m_B \quad (6)$$

$$m_{\text{незб.м.}} = 16249,8 + 349,01 = 16598,81 \text{ кг}$$

Таким чином, для виготовлення йогурту необхідно 16598,81 кг незбираного молока.

Масу готової продукції з урахуванням втрат під час фасування визначаємо за залежністю [20]:

$$m_{\text{пр}}^{\text{в}} = \frac{m_{\text{пр}} \times 1000}{\text{Н}} \quad (7)$$

$$m_{\text{пр}}^{\text{в}} = \frac{5200 \times 1000}{1019,2} = 5102,04 \text{ кг}$$

Отже, маса готового продукту з урахуванням втрат при фасуванні становить 5102,04 кг.

Для перерахунку потужності цеху з виробництва йогуртів з умовних банок у фізичні використовуємо формулу [32]:

$$N_{\text{фізич}} = V_{\text{умов}} / V_{\text{фізич}} \times N_{\text{умовн}} \quad (8)$$

де  $N_{\text{умовн}}$  і  $N_{\text{фізич}}$  - потужність цеху відповідно в умовних та фізичних банках;

$V_{\text{умовн}}$  і  $V_{\text{фізич}}$  - об'єм умовної та фізичної банки; ( $V_{\text{умовн}}=378$  мл,  $V_{\text{фізич}}=113$  мл)

$$N_{\text{фізич}} = 378 / 113 \times 312$$

$$N_{\text{фізич}} = 1043,7.$$

Узагальнені розрахунки маси основної та допоміжної сировини приведено у таблиці 13.

**Розрахунок маси основної та допоміжної сировини за зміну**

| Рецептурний компонент                        | Маса за рецептурою, кг |                     |                  |
|----------------------------------------------|------------------------|---------------------|------------------|
|                                              | без урахування втрат   | з урахуванням втрат | на фактичну масу |
| Нормалізоване молоко м.ч.ж. 2,8 %            | 912,5                  | 925,0               | 6820,0           |
| Цукор білий                                  | 40,2                   | 40,8                | 300,0            |
| Стабілізатор «Гринстед 258 А»                | 2,1                    | 2,13                | 16,0             |
| Фруктово-ягідний наповнювач (малиновий джем) | 75,5                   | 76,7                | 560,0            |
| Разом                                        | 1030,3                 | 1044,63             | 7696,0           |

**3.3. Технологічні схеми виробництва продукції**

Технологічна схема виробництва пастеризованого питного молока включає послідовність операцій від приймання сировини до зберігання готової продукції. На молокопереробне підприємство надходить сире молоко, вершки, закваска та інші компоненти, які проходять вхідний контроль якості й безпечності відповідно до чинних нормативних документів. Проводять органолептичну оцінку, визначають масову частку жиру, кислотність, температуру, бактеріальну забрудненість, наявність домішок і можливих фальсифікацій.

Після приймання молоко направляють на очищення від механічних домішок через фільтри або центробіжні очисники, що забезпечує видалення згустків бруду й слизу. Очищене молоко охолоджують до температури 4-2 °С і короткочасно зберігають (не більше 6 год) у резервуарах-холодильниках, щоб запобігти інтенсивному розвитку мікрофлори. Далі молоко підігрівають

до 40-45 °С, що створює оптимальні умови для ефективної сепарації та нормалізації за вмістом жиру. На сепараторах відокремлюють вершки і отримують знежирене молоко, після чого шляхом змішування цих потоків готують нормалізовану молочну суміш із заданою масовою часткою жиру (наприклад, 2,5 або 3,2%). Нормалізовану суміш підігрівають до температури гомогенізації 60-65 °С і подають у гомогенізатор, де подрібнюють жирові кульки при тиску близько 10-12 МПа, що запобігає відстоюванню жиру та покращує консистенцію напою.

Гомогенізоване молоко надходить на пастеризацію у високотемпературному режимі 90-92 °С з витримкою 10-15 с, що забезпечує знищення патогенної мікрофлори при мінімальному впливі на харчову цінність продукту.

Після пастеризації молоко швидко охолоджують до 8-2 °С, щоб попередити повторний розвиток мікроорганізмів і стабілізувати якість до фасування; за потреби воно може короткочасно зберігатися в ізотермічних резервуарах при тій самій температурі.

Охолоджене пастеризоване молоко подають на фасувальні автомати, де його розливають у споживчу тару (пакети, пляшки, картонні пакування) з одночасним маркуванням дати виробництва, строку придатності та іншої обов'язкової інформації. Запакований продукт витримують у термостатних або холодильних камерах до стабілізації температури, після чого остаточно охолоджують до 4-2 °С перед відправленням на склад готової продукції.

Готове питне пастеризоване молоко зберігають при температурі 4-2 °С протягом установленого строку придатності (зазвичай 3-7 діб залежно від режиму пастеризації та типу споживчої тари) з дотриманням санітарних вимог до холодильних приміщень.

Молоко переробляють на йогурт шляхом додаткових операцій заквашування та сквашування після попередньої термічної й механічної обробки.

Спочатку свіже молоко нормалізують за вмістом жиру і сухих речовин, очищають, гомогенізують та пастеризують у режимі, що забезпечує знищення небажаної мікрофлори й створює сприятливі умови для розвитку заквасочних культур.

Далі молоко охолоджують до температури заквашування приблизно 35-45 °С, вносять чисті культури термофільних молочнокислих бактерій (зазвичай суміш *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*) і витримують при 40-45 °С до утворення щільного згустку з кислотністю близько 70-80 °Т, що триває в середньому 3-4 години.

Після досягнення необхідної кислотності згусток охолоджують, за потреби перемішують до однорідної кремоподібної консистенції, вносять цукор, стабілізатори та фруктові-ягідні наповнювачі, а потім розливають у споживчу тару і зберігають при температурі холодильника протягом установленого строку придатності.

Молоко для виробництва йогурту зазвичай нормалізують не лише за масовою часткою жиру, а й за вмістом сухих знежирених речовин, інколи з використанням сухого молока чи концентратів для підвищення в'язкості й виходу готового продукту.

Пастеризацію проводять у підвищених режимах (частіше 90-95 °С з витримкою 3-5 хв), оскільки це сприяє денатурації сироваткових білків і формуванню більш щільної, стійкої до відділення сироватки структури згустку.

Після закінчення ферментації й охолодження згустку йогурт піддають обов'язковому ветеринарно-санітарному контролю: перевіряють органолептичні показники, титровану кислотність, масову частку жиру,

масову частку сухих речовин, а також мікробіологічні показники (кількість молочнокислих бактерій, відсутність патогенних мікроорганізмів). Окремо зазначають, що під час зберігання відбувається післядія заквасочної мікрофлори, тому кислотність йогурту повільно зростає, а строк придатності встановлюють з урахуванням збереження типової консистенції, смаку, запаху та санітарно-гігієнічних норм.

На рисунку 4 зображена повна технологічна схема виробництва йогурту: від приймання сировини до фасування та зберігання готової продукції.

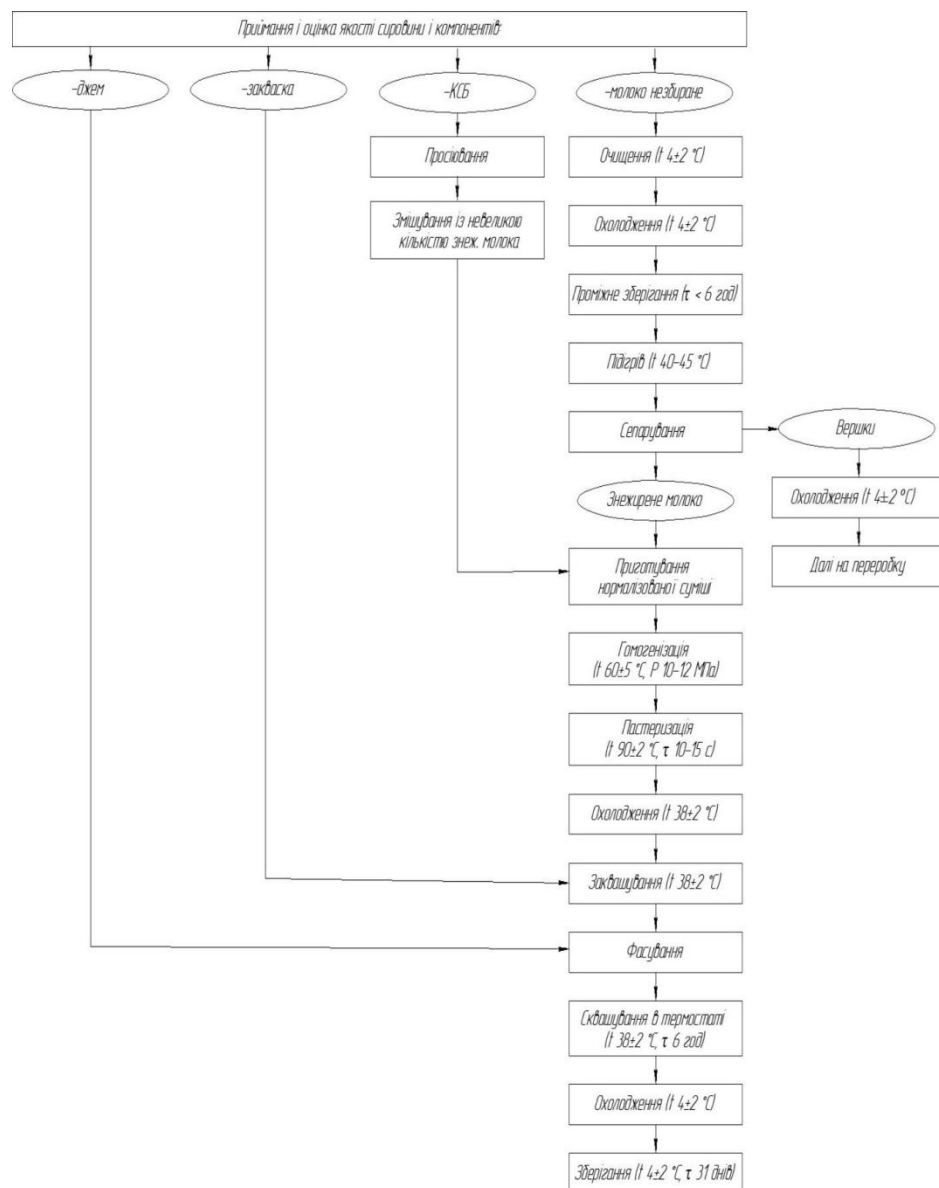


Рис. 4. Технологія виробництва йогурту

### 3.4. Опис технології виробництва продукції

Кожна партія сировини та матеріалів повинна супроводжуватися документами, що підтверджують якість, а також декларацією виробника встановленого зразка з обов'язковим зазначенням показників безпеки. Основним компонентом для виробництва йогуртів є коров'яче незбиране молоко екстра-, вищого та першого ґатунків.

Приймання молока здійснюють на автоматизованих лініях: сировину через систему фільтрів перекачують відцентровим насосом, після чого обліковують за допомогою лічильника. Молоко, що відповідає вимогам за якістю та об'ємом, надходить на сепаратор для холодного очищення. Холодне очищення ефективне за умови, що кислотність молока не перевищує  $18^{\circ}\text{T}$ , а загальне бактеріальне обсіменіння становить не більше 500 тис. клітин у  $1\text{ см}^3$ . Після цього молоко охолоджують у пластинчастому охолоджувачі до  $3,8 \pm 2^{\circ}\text{C}$  та зберігають у спеціальних резервуарах із рубашками при постійній температурі.

Молоко підігривають до  $40\text{--}45^{\circ}\text{C}$  у пластинчастому підігрівачі та подають у сепаратор-вершковідокремлювач. Отримані вершки охолоджують до  $3,8 \pm 2^{\circ}\text{C}$  і тимчасово зберігають у резервуарі. Резервування сирих вершків не повинно перевищувати 4 годин, щоб уникнути прогірклого смаку, який виникає через ліполіз молочного жиру під впливом ліпаз, вироблених психротрофними бактеріями. Найбільш доцільно направляти вершки безпосередньо на подальші технологічні операції. Знежирене молоко з сепаратора також охолоджують до  $3,8 \pm 2^{\circ}\text{C}$  і тимчасово зберігають.

Молочну суміш направляють у другу секцію рекуперації тепла пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки, де її нагрівають до  $60\text{--}65^{\circ}\text{C}$  і подають на гомогенізацію під тиском  $10\text{--}12\text{ МПа}$ . Після гомогенізації суміш надходить у третю секцію рекуперації тепла для пастеризації при  $90 \pm 2^{\circ}\text{C}$  із витримкою  $10\text{--}15$  секунд, що забезпечує

ефективне зниження бактеріального обсіменіння та формування якісного згустку білка.

Далі суміш у четвертій секції рекуперації тепла швидко охолоджують до  $38 \pm 2$  °C за допомогою крижаної води і перекачують у резервуар для заквашування. Заквашування проводять сухою бактеріальною закваскою (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *B. bifidum*, *B. longum* та *B. breve* у співвідношенні 5:5:1:1:10; концентрація культур -  $5 \cdot 10^6$ ,  $5 \cdot 10^6$ ,  $1 \cdot 10^6$ ,  $1 \cdot 10^6$  та  $10 \cdot 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>). Суміш перемішують 10-15 хвилин і направляють на фасування.

Оскільки продукт виготовляють термостатним способом, заквашування відбувається безпосередньо в тарі, в якій йогурт потрапить до споживача. Спочатку дно пластикового стаканчика заповнюють ягідним джемом, потім заквашеною сумішшю. Тару закривають і поміщають у термостат для ферментації при  $38 \pm 2$  °C протягом 6 годин до формування щільного згустку з рН 4,7-4,5 та титрованою кислотністю 75-80 °T.

Готовий йогурт охолоджують до  $3,8 \pm 2$  °C та зберігають при цій температурі і володСТУі повітря  $\leq 75$  % до 30 діб, із яких на підприємстві - не більше 2 діб. Для виробництва вершкового йогурту (II варіант) у суміш додають сухе знежирене молоко (40 кг на 1 т продукту), яке розчиняють у воді при 44-50 °C, охолоджують до 4-6 °C і витримують 3-4 години. Отриману суміш перемішують, визначають вміст жиру і спрямовують на подальшу технологічну обробку.

Технологічні параметри I та II варіантів відрізняються: через підвищений вміст сухих речовин час сквашування та пастеризації скорочується на 2 години, що дозволяє застосовувати високотемпературну пастеризацію при  $92 \pm 2$  °C у II варіанті.

Нормалізація вершків при виробництві йогурту має специфічні особливості: її не рекомендують проводити незбираним молоком через ризик крупкуватої консистенції, краще використовувати маслянку або знежирене молоко. Зі збільшенням жиру в'язкість йогурту підвищується, що сприяє

прискоренню процесу формування структури згустку та збільшенню його в'язкості.

Особливості виробництва наведені в таблиці 14.

*Таблиця 14*

**Технологічні параметри виробництва**

| №<br>п/п | Технологічний процес                       | I варіант<br>(контроль)                                                      | II варіант<br>(дослід)                                                       |
|----------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Підготовка сировини та приготування суміші | 4,5 год                                                                      | сухе знежирене молоко<br>4,5 год                                             |
| 2        | Нормалізація                               | по жиру, 7,8%                                                                | по жиру, 7,8%                                                                |
| 3        | Пастеризація                               | 88± 2°C; 6 хв.                                                               | 91 ± 2°C; 4 хв.                                                              |
| 4        | Гомогенізація                              | 18 МПа; 71±5°C                                                               | 18 МПа; 71±5°C                                                               |
| 5        | Охолодження                                | 52±2°C                                                                       | 52 ± 2°C                                                                     |
| 6        | Заквашування                               | термофільні культури<br>молочнокислих<br>стрептококів,<br>болгарська паличка | термофільні культури<br>молочнокислих<br>стрептококів, болгарська<br>паличка |
| 7        | Кількість закваски                         | 5,2%                                                                         | 5,2%                                                                         |
| 8        | Сквашування                                | 9,5 год.                                                                     | 7,5 год.                                                                     |
| 9        | Перемішування<br>сквашуваних, час          | 22 хв.                                                                       | 22 хв.                                                                       |
| 10       | Охолодження та<br>визрівання               | 3,8 ± 2°C                                                                    | 3,8 ± 2°C                                                                    |

### 3.5. Вимоги до якості готової продукції

На підприємстві кожна партія йогуртів підлягає контролю за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, а також здійснюється постійний нагляд на всіх етапах технологічного процесу, що гарантує стабільно високу якість продукції.

Зовнішній вигляд і консистенція продукту мають бути однорідними, ніжними та кремоподібними, з наявністю шматочків фруктів. Смак і аромат -

кисломолочні, помірно солодкі, з вираженим запахом і смаком доданих фруктів. Колір продукту відповідає відтінку використаних фруктів. Масова частка жиру становить 2,5 % для йогуртів зі смаками «вишня», «полуниця», «персик-маракуя» та 2,9 % для молочного [27].

Кислотність продукту не повинна бути нижче 90 °Т, рН - 4,0-4,3, температура зберігання -  $4 \pm 2$  °С. Мікробіологічний контроль передбачає відсутність БГКП (коліформ) у 0,1 см<sup>3</sup> продукту та патогенних мікроорганізмів, зокрема сальмонел, у 25 см<sup>3</sup>. На кінець терміну придатності дріжджі та плісняви в 1 см<sup>3</sup> продукту не повинні перевищувати 50 [27].

Характеристика органолептичних властивостей контрольного та дослідних зразків йогурту за основними дескрипторами представлена в таблиці 15.

*Таблиця 15*

**Характеристика органолептичних показників йогуртів**

| Назва показника | Без харчових добавок або наповнювачів                                                                                                                                  | Із харчовими добавками або наповнювачами      |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Смак і запах    | мають бути чистими, кисломолочними, без сторонніх присмаків і запахів, помірно солодкими, з легким присмаком відповідного наповнювача або ароматизатора.               |                                               |
| Консистенція    | однорідна, ніжна, зі згустком, який може бути порушеним або непорушеним, помірно щільна, без газоутворення; за наявності стабілізатора - желеподібна або кремоподібна. |                                               |
| Колір           | Колір варіюється від білого до світло-жовтого                                                                                                                          | залежно від кольору використаного наповнювача |

За фізико-хімічними характеристиками йогурти повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 16.

Щодо мікробіологічних показників, продукт повинен відповідати вимогам, що наведені у таблиці 17.



Таблиця 16

**Фізико-хімічні показники якості йогуртів**

| Показник                                                              | Норма                                                    | Метод контролювання                   |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Масова частка жиру, % :<br>- нежирного;<br>- жирного;<br>- вершкового | до 1,0 включно ;<br>від 1,5 до 6,0 включно;<br>понад 6,0 | ДСТУ 5867;<br>ДСТУ 5867;<br>ДСТУ 5867 |
| Масова частка сухих знежирених речовин, %                             | 9,5                                                      | ДСТУ 3626                             |
| Кислотність :<br>- титрована, Т<br>- активна, рН                      | від 80 до 140 ,<br>4,8<br>4,0                            | ДСТУ 3624<br>ДСТУ 26781               |
| Масова частка сахарози, % не менше ніж                                | 5,0                                                      | ДСТУ 3628                             |
| Пероксидаза або кисла фосфатаза                                       | відсутня                                                 | ДСТУ 3623                             |
| Температура під час випуску з підприємства-виробника , С              | 4+- 2                                                    | ДСТУ 3622                             |

Таблиця 17

**Норми мікробіологічних показників для йогуртів**

| Показник                                                                                      | Вид продукту    |                 |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                               | йогурт          | біфідойогурт    | біойогурт       |
| Кількість молочнокислих бактерій, КУО 1 см <sup>3</sup>                                       | 10 <sup>7</sup> | 10 <sup>7</sup> | 10 <sup>7</sup> |
| Кількість біфідобактерій, КУО в 1 см <sup>3</sup>                                             | -               | 10 <sup>6</sup> | -               |
| Кількість бактерій ацидофільної палички, КУО в 1 см <sup>3</sup>                              | -               | -               | 10 <sup>7</sup> |
| Бактерії групи кишкових паличок (коліформи)                                                   | не дозволено    |                 |                 |
| Патогенні мікроорганізми ,в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 см <sup>3</sup> | -               |                 |                 |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| <i>Staphylococcus aureus</i> , в 1,0 см <sup>3</sup> | -  |
| Дріжджі, КУО в 1 см <sup>3</sup>                     | 50 |
| Плісневі гриби, КУО в 1 см <sup>3</sup>              | 50 |

Вміст токсичних елементів у йогуртах повинен відповідати нормам, наведеним у відповідній таблиці 18.

Таблиця 18

### Вимоги до якості продукції за токсичними елементами

| Показник                                             | Дозволений рівень, мг/кг, не більше ніж  | Метод контролювання |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| Токсичні елементи:                                   |                                          |                     |
| свинець                                              | 0,10                                     | ДСТУ 26932          |
| кадмій                                               | 0,03                                     | ДСТУ 26933          |
| миш'як                                               | 0,05                                     | ДСТУ 26930          |
| ртуть                                                | 0,005                                    | ДСТУ 26927          |
| мідь                                                 | 1,0                                      | ДСТУ 26931          |
| цинк                                                 | 5,0                                      | ДСТУ 26934          |
| Мікотоксини: афлатоксин В <sub>1</sub><br>афлатоксин | Не дозволено<br>( $< 0,001$ ) $< 0,0005$ | 9.10 ; 9.10         |

Дефекти йогуртів показано в таблиці 19.

Таблиця 19

### Дефекти йогуртів

| Вид дефекту                             | Можлива причина утворення дефекту                                                           |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Поява плісняви у продукті               | Недотримання умов зберігання йогурту при температурі 2-6 °С                                 |
| Прісний смак                            | Використання неякісної закваски або занизька температура сквашування                        |
| Хлібний присмак                         | Забруднення молока або закваски сторонньою мікрофлорою                                      |
| Виражений оцтово- та маслянокислий смак | Надмірно тривале сквашування, запізнє охолодження молока або перевищення терміну зберігання |

|                                      |                                                                                                    |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наявність патогенних мікроорганізмів | Недостатня температура обробки молока чи вершків або недостатня кількість закваски при сквашуванні |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|

Отже, до вимог якості готової продукції відносять фізико-хімічні показники, мікробіологічні показники, наявність токсичних елементів, і види дефектів йогуртів

### **3.6. Управління якістю та безпечністю на виробництві**

#### **3.6.1. Аналіз небезпечних факторів**

Виробництво йогурту є складним технологічним процесом, що потребує суворого контролю якості на всіх етапах - від сировини до реалізації готового продукту. Безпека та якість йогурту значною мірою залежать від сировини, мікробіологічного складу заквасок, обладнання, гігієни персоналу, умов зберігання та впровадження системи НАССР.

Сировиною для йогурту є молоко, яке може містити різні домішки: механічні частки ґрунту або корму, забруднення з води (пісок, іржа), продукти зносу обладнання, залишки пакувальних матеріалів та особисті речі персоналу.

Ключову роль у формуванні смаку, консистенції та корисних властивостей продукту відіграють молочнокислі бактерії, що входять до складу заквасок. Основні - молочнокислі стрептококи (*Lactococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus thermophilus*) та термофільні палички (*Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus*). Вони забезпечують щільний згусток, характерний кислий смак йогурту та приживлюваність у кишківнику людини (у випадку ацидофільних культур).

За фізико-хімічними властивостями йогурти поділяють на нежирні, напівжирні, класичні, вершкові та за рівнем кислотності. Продукт має високу харчову цінність: у 100 г йогурту з 1,5 % жирності міститься близько 60 ккал,

білки, жири, вуглеводи, органічні кислоти, вітаміни (А, РР, групи В) та широкий спектр мінералів (кальцій, калій, магній, натрій, фосфор, залізо, цинк та ін.).

Виробництво йогурту здійснюється на обладнанні та в приміщеннях, що відповідають вимогам безпеки: технологічні процеси - ДСП 4.4.4.011, ДСТУ 12.3.002, обладнання - ДСТУ 12.2.003, рівень шуму - ДСТУ 12.1.003. Лінія включає резервуари з ТЕНами та мішалками, молочний насос, сепаратор, гомогенізатор, охолоджувач, емульгатор, заквасочник, фасувальний апарат та пульт управління.

Особлива увага приділяється персоналу: дотриманню особистої гігієни, санітарним вимогам та медичному контролю. Працівники проходять обов'язковий медогляд, ведуть санітарні книжки, а позапланові бактеріологічні перевірки здійснюються за рішенням санепідслужби.

Готовий йогурт фасують у полімерну або картонну тару, герметичною упаковкою, з маркуванням українською мовою. Продукт зберігається в межах допустимого терміну (3-5 днів після виготовлення).

Йогурт популярний завдяки користі для здоров'я та зручності споживання. Він дозволяє швидко втамувати голод без шкоди для організму та став атрибутом активного способу життя.

Для забезпечення безпеки на підприємстві впроваджено систему НАССР. Перший принцип - аналіз небезпечних факторів - визначає потенційні ризики на всіх етапах виробництва. Другий - встановлення критичних контрольних точок (ККТ) - застосовується на етапах з високим ризиком, де можна ефективно контролювати параметри. Комплексний контроль сировини, мікробіології, обладнання, персоналу та НАССР гарантує високу якість і безпеку йогурту.

### **3.6.2. Блок-схеми виробництва продукції**

Блок-схема технологічного процесу виробництва йогурту розроблена на основі оптимізованих режимів, з позначенням критичних контрольних точок (ККТ), напрямків потоків сировини, відходів та дій персоналу, відповідно до принципів НАССР. Схема охоплює етапи від приймання сировини до пакування, з акцентом на запобігання біологічним, хімічним та фізичним ризикам. ККТ визначено за аналізом ризиків: приймання молока (ККТ1 - антибіотики, патогени), пастеризація (ККТ2 - температура), ферментація (ККТ3 - рН, час), пакування (ККТ4 - цілісність). Критичні межі: ККТ1 - антибіотики  $<0,01$  ОД/мл (тест Delvotest), патогени відсутні в 25 г; ККТ2 - 85-88 °C/30 с (лог-редукція 6D); ККТ3 - рН 4,4-4,6, час  $\pm 10$  %; ККТ4 - шов цілий (візуально + датчик). Межі вимірювані онлайн (IoT), з коригувальними діями при відхиленні: відбраковка сировини, повторна пастеризація [28; 29]. Відходи (сироватка) спрямовуються на переробку в біогаз (80 % утилізація), зменшуючи екологічне навантаження [25]. Персонал - гігієна (медогляд, СОП), з контролем на ККТ [32].

Блок-схема технологічного процесу наведена на рисунку 5.

На виробництво йогурту надходить виключно охолоджене молоко, яке приймають за кількістю та якістю. Оцінку якості здійснюють у лабораторії підприємства. Молоко, що пройшло контроль, направляють на короткочасне зберігання в окремий резервуар до переробки. Термін зберігання не повинен перевищувати 4 години.

Підготовка сировини. Для виробництва використовують молоко першого ґатунку з кислотністю не більше 20 °T, за редуцтажною пробою - не нижче першого класу, а за механічним забрудненням - не нижче першої групи.

Нормалізація молока. Після приймання молоко піддають сепаруванню згідно з інструкцією з експлуатації сепаратора. Для нормалізації додають знежирене молоко до вершків, щоб отримати суміш із необхідним вмістом жиру, що відповідає стандартам готового йогурту. Масову частку жиру

розраховують з урахуванням вмісту жиру в молоці, на якому виготовлено закваску. Нормалізовану суміш пастеризують при температурі  $92 \pm 2$  °C протягом 6-10 хвилин, поєднуючи з гомогенізацією при 70 °C та тиску 17,5 МПа, що покращує консистенцію та запобігає відокремленню сироватки. При резервуарному способі виробництва гомогенізація є обов'язковою операцією. Всі етапи обробки здійснюються в закритому потоці.

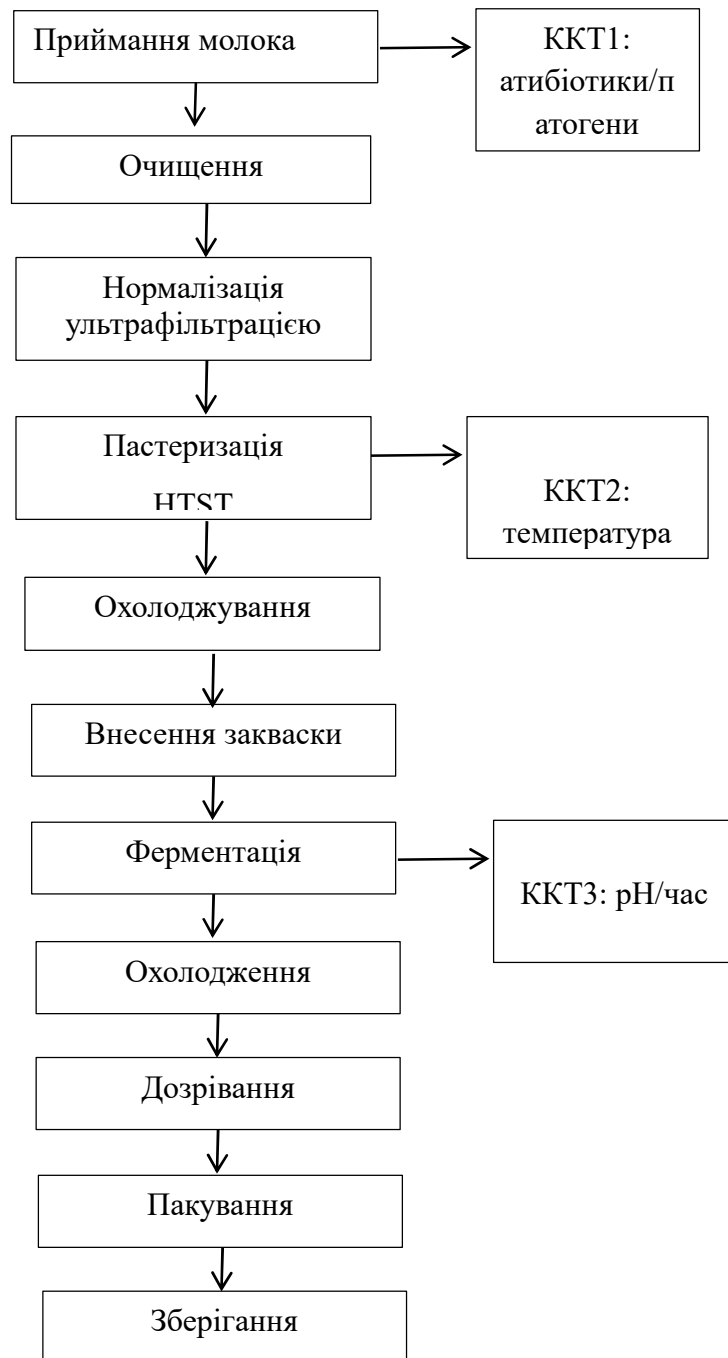


Рис. 5. Блок-схема технологічного процесу

Охолодження молока. Після пастеризації та гомогенізації молоко охолоджують у регенеративній секції до температури заквашування. Для термофільних культур вона становить 50-55 °С.

Заквашування молока. У охолоджене до необхідної температури молоко вносять закваску відповідно до типу йогурту. Перед внесенням закваску ретельно перемішують до однорідної консистенції. Найбільш ефективним є внесення закваски в потоці через дозатор, де вона рівномірно змішується з молоком.

Сквашування молока. Процес сквашування проводять при температурі, рекомендованій для конкретної закваски. Для термофільних стрептококів на чистих культурах процес триває 2,5-3 години. Заквашування та сквашування відбуваються у спеціальних резервуарах для кисломолочних напоїв з охолоджувальною рубашкою та мішалкою, що забезпечує рівномірне перемішування маси.

Охолодження готового продукту. Після досягнення потрібної кислотності та формування щільного згустку йогурт охолоджують в універсальних резервуарах до температури  $\leq 8$  °С перед розливом. Охолодження здійснюють циркуляцією льодяної води в рубашці резервуара.

Пакування та маркування. Продукт фасують у поліетиленові мішечки по 500 г відповідно до чинних стандартів, з нанесенням маркування українською мовою.

Таким чином, технологічний процес виробництва йогурту базується на строгому дотриманні температурних режимів, гігієнічних вимог та послідовності операцій, що забезпечує високу якість і безпеку готового продукту.

### **3.6.3. Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві продукції**

У цілому перелік потенційних небезпечних факторів та порядок їхнього аналізу подано у таблиці 20.

Таблиця 20

### Схема контролю виробництва

| Об'єкт контролю         | Показник контролю               | Значення показника | Періодичність контролю | Місце відбіру проб          |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------------|
| Молоко коров'яче        | температура, °C                 | +10                | кожна партія           | з цистерни                  |
|                         | густина, кг/м <sup>3</sup>      | 1028               | кожна партія           | з цистерни                  |
|                         | механічна забрудненість         | 1-2                | кожна партія           | з цистерни                  |
|                         | масова частка жиру, %           | 3.6                | кожна партія           | з цистерни                  |
|                         | масова частка білку, %          | 3.0                | кожна партія           | з цистерни                  |
|                         | масова частка сухих речовин, %  |                    | кожна партія           | з цистерни                  |
|                         | кислотність, °Т                 | 19                 | кожна партія           | з цистерни                  |
| Сепарування молока      | температура, °C                 | 35-45              | кожна партія           | з нормалізатора             |
|                         | масова частка жиру, %           | 20                 | кожна партія           | з сепаратора                |
|                         | кислотність, °Т                 | 19                 | кожна партія           | з сепаратора                |
| Молоко при нормалізації | масова частка жиру в вершках, % | 20                 | кожна партія           | з резервуару                |
|                         | кислотність, °Т                 | 19                 | кожна партія           | з резервуару                |
|                         | густина, кг/м <sup>3</sup>      | 1028               | кожна партія           | з резервуару                |
| Нормалізована суміш     | кислотність, °Т                 | 19                 | кожна партія           | з резервуару                |
|                         | температура підігріву, °C       | 35-40              | кожна партія           | з пастеризатора             |
| Гомогенізація           | температура, °C                 | 45-55              | кожна партія           | з гомогенізатора            |
|                         | тиск, атм                       | 175                | кожна партія           | з гомогенізатора            |
| Пастерізація            | температура °C                  | 85-90              | кожна партія           | з пастеризатора             |
|                         | витримка, хв                    | 2                  | кожна партія           | з пастеризатора             |
| Охолодження             | температура, °C                 | 28-30              | кожна партія           | з охолоджувальної установки |
| Заквашена суміш         | температура °C                  | 24-25              | кожна партія           | з резервуару                |
| Сквашування суміші      | тривалість сквашування год.     | 12                 | кожна партія           | з резервуару                |

|                        |                         |        |              |              |
|------------------------|-------------------------|--------|--------------|--------------|
|                        | кислотність °Т          | 80-120 | кожна партія | з резервуару |
|                        | тривалість, хв..        | 5-10   | кожна партія | з резервуару |
| Перемішування          | температура в °С        | 20-25  | кожна партія | з резервуару |
|                        | час перемішування, хв.. | 3-5    | кожна партія | з резервуару |
| Продукт перед розливом | температура °С          | 12-14  | кожна партія |              |

### 3.7. Економічна частина

Покращення якості молока-сировини вимагає не лише додаткових інтелектуальних зусиль, а й значних матеріальних та фінансових ресурсів. Підвищення якості продукції часто супроводжується збільшенням обсягів виробництва, тому такі витрати доцільно відносити до змінних. Світова практика, зокрема досвід розвинутих країн Заходу, демонструє стійку тенденцію до зростання витрат на покращення якості у всіх секторах економіки. Водночас висока якість продукції не повинна досягатися за будь-яку ціну. Так само слід підходити й до інших нецінових факторів підвищення конкурентоспроможності товарів. Додаткові витрати на їх реалізацію мають бути економічно обґрунтованими: зростання попиту (а в деяких випадках і ціни) повинно перевищувати розмір цих витрат настільки, щоб не лише їх покрити, а й забезпечити додатковий прибуток.

Забезпечення населення продуктами харчування у відповідності до науково обґрунтованих норм споживання залишається однією з ключових сучасних економічних проблем.

Основними показниками економічної ефективності та інтенсивності виробництва є обсяг виготовленої продукції, відносна економія ресурсів, загальна рентабельність, а також частка приросту продукції чи прибутку, досягнута завдяки інтенсивним факторам. Рентабельність, як універсальний показник ефективності, розраховують як для виробництва в цілому, так і для окремих видів продукції.

Продуктивність праці визначається обсягом продукції, виробленої одним працівником за одиницю часу (наприклад, за людино-годину). Загальні витрати праці в людино-годинах обчислюють як добуток кількості нормо-змін, чисельності обслуговуючого персоналу та тривалості зміни. Скорочення часу на виготовлення одиниці продукції безпосередньо підвищує продуктивність праці.

Економічні показники виробництва, зокрема калькуляцію собівартості вершкового йогурту, наведено в таблиці 21.

Таблиця 21

### Калькуляція собівартості

| Показник                              | Незбиране молоко<br>жирністю 2,8% | Йогурт 7,8 %<br>Знежирене молоко     |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Вихід готової продукції, кг           | 2100                              | йогурт 245<br>знежирене молоко 1780  |
| Вартість сировини, грн.               | 1950                              | -                                    |
| Допоміжні матеріали, грн.             | 85,0                              | -                                    |
| Виторг від реалізації, грн.           | 2750                              | йогурт 1120<br>знежирене молоко 1020 |
| Транспортно-заготівельні витрати      | -                                 | 34,0                                 |
| Заробітна плата                       | -                                 | 22,5                                 |
| Витрати на експлуатацію<br>обладнання | -                                 | 9,0                                  |
| Цехові витрати                        | -                                 | 8,5                                  |
| Паливо та енергія, грн.               | -                                 | 140,0                                |
| Виробнича собівартість, грн.          | -                                 | 3350                                 |
| Повна собівартість 1 т                | -                                 | 3650,0                               |

З розрахункових даних видно, що виробництво йогурту є рентабельним за обома розглянутими варіантами.

Проведений аналіз економічної ефективності показав прибутковість процесу. Зокрема, у другому варіанті для покращення консистенції

низькожирного йогурту до суміші додавали сухе знежирене молоко в кількості 40 кг на 1 тонну готового продукту (табл. 22).

Оскільки вартість сировини та допоміжних матеріалів у обох варіантах виробництва вершкового йогурту залишалася незмінною, відмінності у витратах зумовлені лише додатковою операцією внесення сухого молока у другому варіанті. Це спричинило збільшення загальних витрат на виробництво на 1,95 грн на 1 л продукції.

**Економічна ефективність виробництва**

| Показник                       | I варіант | II варіант |
|--------------------------------|-----------|------------|
| Вартість сировини, грн         | 1950      | 1950       |
| Вартість сухого молока, грн    | -         | 295,0      |
| Вартість закваски              | 270,0     | 270,0      |
| Кількість готової продукції, л | 1020      | 1020       |
| Витрати праці люд/год на 1 л   | 11,6      | 12,4       |
| Витрати на 1 л йогурту, грн    | 31,80     | 33,75      |
| Повна собівартість 1 л, грн    | 35,2      | 35,2       |
| Прибуток, грн                  | 3,40      | 1,45       |
| Рентабельність, %              | 9,66      | 4,12       |

В результаті прибуток від реалізації йогурту за другим варіантом становив 1,45 грн на літр, що на 1,95 грн менше, ніж у першому варіанті. Незважаючи на це, виробництво залишалось економічно вигідним. Рівень рентабельності у першому варіанті досягав 9,66 %, тоді як у другому - 4,12 %. Зниження рентабельності у другому варіанті пояснюється додатковими витратами на сухе знежирене молоко.

Водночас йогурт, виготовлений за другим варіантом, характеризувався більш щільною та однорідною консистенцією, що підвищувало його привабливість для споживачів і сприяло збільшенню попиту.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» у процесі виробництва йогурту організована відповідно до Закону України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ від 14.10.1992 (зі змінами), ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми для підприємств молочної промисловості» та системи НАССР, з акцентом на запобігання професійним ризикам, забезпечення санітарно-гігієнічних умов та навчання персоналу. Підприємство, як об'єкт підвищеної небезпеки через використання високотемпературних процесів (пастеризація 85-88 °С), хімічних речовин (миючі засоби рН 11-13) та механізованого обладнання (ферментери V=5 м<sup>3</sup>, насоси), проводить щорічний аудит безпеки з фіксацією 195 працівників у 2024 році та середньою зарплатою 39 203 грн, що свідчить про соціальну стабільність та мотивацію персоналу [39]. Основні ризики поділяються на механічні (травми від рухомих частин насосів, ферментерів та пакувальних ліній), термічні (опіки гарячими поверхнями пастеризаторів чи паропроводів), хімічні (вплив лужних миючих засобів під час СІР-очищення), ергономічні (підйом вантажів понад 15 кг при завантаженні заквасок) та біологічні (контакт з патогенами в сировині, як *Salmonella* чи *Listeria*) [40]. Для мінімізації цих ризиків впроваджено комплекс стандартних операційних процедур (СОП): обов'язкове використання засобів індивідуального захисту, включаючи халати з водовідштовхувального матеріалу, нітрилові рукавички, захисні окуляри з полікарбонату, взуття з антиковзким покриттям та шумозахисні навушники при рівні шуму >75 дБ(А); медичні огляди проводяться двічі на рік з перевіркою на інфекційні захворювання; навчання з охорони праці охоплює понад 100 годин на рік з вступним, первинним, повторним та цільовим інструктажами, а також щоквартальні евакуаційні тренування [41].

Санітарно-гігієнічні умови на підприємстві підтримуються на високому рівні для запобігання професійним захворюванням та забезпечення безпеки продукції: температура в цехах нормалізації та ферментації становить 18-22 °C з допустимими відхиленнями  $\pm 2$  °C, вологість - 60-70 % для уникнення конденсації, забезпечується 10-кратний обмін повітря за годину за допомогою вентиляції з HEPA-фільтрами класу H13 (ефективність 99,95 % для часток 0,3 мкм), освітлення - 300-500 лк на робочих поверхнях (люмінесцентні та LED-лампи), а рівень шуму не перевищує 80 дБ(А) відповідно до ДСН 3.3.6.039-99, з обов'язковим використанням віброзахисних рукавичок при роботі з насосами [42]. Контроль за цими параметрами здійснюється щоденно за допомогою інтегрованої системи IoT з датчиками температури, володСТУі та шуму (Mettler Toledo), що дозволяє оперативно реагувати на відхилення та запобігати тепловим стресам чи акустичним навантаженням; журнали фіксують показники з підписом відповідального. Особлива увага приділяється СІР-очищенню обладнання (циркуляція миючих розчинів при 75 °C протягом 30 хвилин з концентрацією NaOH 1-2 %), після якого проводиться мікробіологічний тест поверхонь методом змивів з допустимим рівнем  $\leq 10$  КУО/100 см<sup>2</sup>, що гарантує гігієну на етапах нормалізації, пастеризації та ферментації йогурту та запобігає перехресній контамінації [43].

Персонал проходить повний цикл інструктажів з охорони праці: вступний - при прийомі на роботу (тривалість 2 год, з тестуванням), первинний - на робочому місці (з демонстрацією ЗІЗ та СОП), повторний - щоквартально, цільовий - перед ризикованими операціями (наприклад, СІР); 98 % працівників мають сертифікати за ОП, а медогляди включають дерматологічну перевірку, флюорографію та аналіз на носійство патогенів для запобігання біологічним ризикам у контакті з сировиною [44]. Екологічна безпека забезпечується переробкою сироватки в біогаз з утилізацією 80 %, що зменшує викиди стічних вод на 15 % та БПК<sub>5</sub> до <30 мг/л, а також

рекуперацією тепла в пастеризаторах (70 % енергії повторно використовується), відповідаючи стратегії Lactalis щодо скорочення викидів на 20 % до 2030 року [45]. Протипожежні заходи включають автоматичне пожежогасіння спринклерами з датчиками диму, евакуаційні виходи шириною не менше 1,2 м з позначенням, вогнегасники CO<sub>2</sub> по два на цех та порошкові для електрообладнання, з щоквартальними тренуваннями евакуації та перевіркою систем; упродовж 2023-2024 років зафіксовано нуль нещасних випадків та пожеж, що підтверджує ефективність системи [39].

Отже, організація охорони праці на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» забезпечує повну безпеку виробництва йогурту з нульовою аварійністю, відповідністю нормам ДСанПіН, HACCP та ISO 45001, інтеграцією IoT для моніторингу, комплексним навчанням персоналу та екологічними заходами, мінімізуючи ризики та сприяючи сталому розвитку підприємства [39, 40].

## РОЗДІЛ 5

### БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Надзвичайні ситуації (НС) на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» у процесі виробництва йогурту поділяються на природні (повені, посухи, що впливають на логістику сировини), техногенні (пожежі, аварії обладнання, розливи хімікатів під час СІР-очищення), антропогенні (військові дії, енергетичні кризи через відключення) та комбіновані, які можуть призвести до зупинки ліній, забруднення сировини, загрози для 195 працівників чи екологічних наслідків (викиди стоків з сироваткою) [45]. Заходи безпеки організовані відповідно до Кодексу цивільного захисту України № 5403-VI від 02.10.2012 (зі змінами), Наказу Мінагрополітики № 118 від 12.03.2019 «Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів», ДСанПіН 3.3.2.007-98 та внутрішнього плану реагування на НС (оновлений 2024 р., затверджений директором Фуркало І. С.), з щорічними тренуваннями (3 рази/рік для всіх змін) та співпрацею з ДСНС Миколаївської області [46]. Підприємство, як об'єкт критичної інфраструктури (потужність 15 т/добу, 39 тис. т/рік), оснащене резервними генераторами (500 кВт, автономія 48 год), евакуаційними маршрутами (ширина  $\geq 1,2$  м, позначені світлові вказівники), аптечками (по 1 на цех) та системою оповіщення (сирени + SMS) [47].

Превентивні заходи включають метеомоніторинг (датчики для повеней, поріг 500 мм опадів/добу), резервування сировини (склади на 7 днів, 1200 м<sup>3</sup> молока), IoT-датчики для аварій (температура  $>90$  °C у пастеризаторі, тиск  $>5$  бар в ультрафільтрації) та щомісячні симуляції (пожежа в ферментерному цеху, евакуація 195 осіб за 8 хв) [48]. У 2023-2024 рр. зафіксовано 3 локальні НС (2 енергетичні відключення, 1 розлив миючого засобу), ліквідовані за 3-5 год без втрат продукції та травм [49].

Для техногенних НС (аварії на лініях ферментації чи пастеризації) передбачено автоматичне відключення живлення (IoT-тригер при pH  $<4,0$  чи

$T > 50$  °C), ізоляцію зон забруднення (герметичні бар'єри, поглинальні мати), нейтралізацію розливів ( $\text{NaOCl}$  0,5 % для дезінфекції, сорбенти для лугів) та евакуацію за СОП (сигнал, збірні пункти біля адміністративного корпусу, транспорт для 195 осіб) [50]. При пожежах (ризик від паропроводів чи електрообладнання) активуються спринклери (68 °C, витрата 10 л/м<sup>2</sup>/хв), вогнегасники  $\text{CO}_2$  (по 2/цех, вага 5 кг) та порошкові для електрики, з евакуацією за 3 хв (маршрут 50 м до виходу, перевірка присутності за журналами); відновлення - аудит ДСНС (24 год), заміна пошкодженого обладнання (запасні модулі на складі) за 6-12 год [45].

Природні НС (повені в Миколаївській обл., ризик 1 раз/5 років) вирішуються підняттям обладнання на 0,5 м, герметизацією підвалів, резервним живленням та альтернативними постачальниками сировини (Одеська обл., контракт на 500 т/місяць), з планом евакуації персоналу (2 автобуси, 195 осіб за 10 хв) та захистом готової продукції (палети на 1 м висоті) [46]. Антропогенні ризики (енергокризи, як у 2024 р. через, 15 відключень) нейтралізуються генераторами (дизель, 500 кВт) та сонячними панелями (50 кВт, 10 % енергії), з буферними запасами заквасок на 5 днів у холодильниках (-18 °C) та альтернативними маршрутами логістики (через Вінницю) [47]. Відновлення після НС: первинний аудит (24 год, фіксація збитків), дезінфекція (48 год, тест поверхонь  $\leq 10$  КУО/100 см<sup>2</sup>), валідація ліній (тест-партія 100 л йогурту, КУО/г пробіотиків  $\geq 10^9$ ) перед запуском, звіти до ДСНС та Мінагрополітики [48].

Отже, заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» забезпечують швидке реагування ( $\leq 5$  год на локальні НС), мінімальні втрати ( $\leq 5$  % продукції), повне відновлення за 48-72 год та нульову загрозу персоналу, з превенцією через IoT, тренуваннями та резервуванням, відповідаючи Кодексу цивільного захисту, ДСанПіН та стратегії стійкості.

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Екологічні аспекти виробництва йогурту на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» є невід’ємною частиною стратегії сталого розвитку підприємства та групи Lactalis, спрямованою на мінімізацію негативного впливу на довкілля, раціональне використання природних ресурсів, скорочення викидів парникових газів та відповідність міжнародним екологічним стандартам. Підприємство, переробляючи 15 т сировини на добу (або близько 5000 т на рік), генерує значні обсяги відходів, зокрема сироватку (приблизно 1,2 т/добу при виході 95-97 %), стічні води з високим біохімічним споживанням кисню (БПК<sub>5</sub> до 800 мг/л), споживає електроенергію (170 кВт·год/т продукції) та виробляє викиди CO<sub>2</sub> (0,5 т на тонну готової продукції), що вимагає комплексного підходу до екологічного менеджменту відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007-98, Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-XII від 25.06.1991 (зі змінами), ISO 14001:2015 та внутрішньої екологічної політики Lactalis Group, яка передбачає скорочення викидів CO<sub>2</sub> на 20 % до 2030 року порівняно з 2020 роком [51]. Основні джерела екологічного навантаження включають енергоспоживання на етапах пастеризації, ферментації та охолодження (60 % від загального), сироватку як органічне забруднення (80 % БПК<sub>5</sub> стічних вод), упаковку (Tetra Pak, 0,2 кг на літр продукції) та логістику (транспортні викиди 0,1 т CO<sub>2</sub>/т при доставці сировини на 100 км) [52]. У 2023-2024 роках на підприємстві впроваджено низку інноваційних рішень: рекуперацію тепла в пластинчастих пастеризаторах (70 % енергії повторно використовується для підігріву молока), що дозволило знизити споживання електроенергії на 19 % (з 210 до 170 кВт·год/т) та скоротити викиди CO<sub>2</sub> на 15 % (з 0,59 до 0,5 т/т), з відповідним зменшенням теплового забруднення [53].

Сироватка, як основний відхід виробництва йогурту, переробляється за допомогою анаеробного бродіння в біогазовій установці об’ємом 50 м<sup>3</sup>, що

забезпечує вихід близько 300 м<sup>3</sup> біогазу на добу (з них 60 % метану), що покриває 10 % енергетичних потреб підприємства та замінює 50 т природного газу на рік; одночасно 20 % сироватки концентрується ультрафільтрацією до протеїнового ізоляту (вміст білка 80 %), який використовується як функціональна добавка або реалізується, досягаючи рівня утилізації 80 % [54]. Стічні води після біологічного очищення (активний мул + мембранна фільтрація) скидаються з БПК<sub>5</sub> <30 мг/л, завислими речовинами <10 мг/л та рН 6,5-8,5, що на 70 % нижче нормативів ДСанПіН).

Водоспоживання оптимізоване за замкненою системою СІР з рециркуляцією миючих розчинів (споживання 2,5 л води на 1 л продукції проти 5 л/л у традиційній системі), з автоматичним дозуванням NaOH (1-2 %) та контролем концентрації за провідністю, що зменшує скид лугів на 60 %. Енергетична ефективність забезпечується встановленням сонячних панелей потужністю 50 кВт (10 % потреб цехів ферментації), LED-освітленням (зниження споживання на 40 % порівняно з люмінесцентними лампами) та частотними перетворювачами на насосах (економія 15 %). Викиди парникових газів контролюються щоквартально за методикою IPCC (CO<sub>2</sub> <0,5 т/т, NO<sub>x</sub> <50 мг/м<sup>3</sup>), з компенсаційними заходами - посадкою 500 дерев на рік у Миколаївській області (поглинання 10 т CO<sub>2</sub>/рік) та участю в програмі Lactalis «Zero Waste» [52]. Екологічний аудит 2024 року, проведений сертифікованою організацією, підтвердив відповідність усім нормативам: стічні води - 85 % очищення, тверді відходи - 80 % переробка, відновлювальна енергія - 20 %, з відсутністю порушень за рік [53].

Отже, екологічні аспекти виробництва йогурту на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» забезпечують скорочення викидів CO<sub>2</sub> на 15 %, утилізацію відходів на 80 %, повторне використання води на 30 % та відповідність ISO 14001, сприяючи сталому розвитку, зменшенню екологічного навантаження та підвищенню конкурентоспроможності підприємства.

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що якість йогурту критично залежить від вмісту сухих речовин та жиру в молоці. Виявлено сезонну мінливість жирності молока (від 3,48% до 3,96%) та визначено, що для стабілізації структури низькожирних продуктів доцільно використовувати сухе знежирене молоко.

2. Оптимізовано параметри гомогенізації та термообробки: Доведено, що проведення гомогенізації під тиском 30,0 МПа при температурі  $70 \pm 5$  °C у поєднанні з пастеризацією при 92 °C забезпечує формування міцного білкового згустку та попереджає відшарування сироватки.

3. Підтверджено високу якість йогурту з наповнювачем. Йогурт з малиновим джемом мав високі споживчі властивості (чистий кисломолочний смак, однорідна консистенція) та дієтичну цінність завдяки низькому вмісту жиру (0,05%) і високому вмісту білка (5,7%).

4. Визначено норми витрат сировини для виробництва 1 тони продукції та встановлено добову потребу цеху в нормалізованому молоці, цукрі, стабілізаторах та фруктових наповнювачах, а саме – норми витрат сировини для виробництва 1 т йогурту: нормалізоване молоко – 860 кг, цукор – 60 кг, стабілізатори – 5 кг, фруктові наповнювачі – 75 кг, закваска – 2,5 кг. На основі зазначених норм розраховано добову потребу цеху в основній та допоміжній сировині.

5. Сформовано послідовність операцій виробництва та впроваджено елементи системи НАССР, де ідентифіковано ключові критичні контрольні точки, що гарантує випуск безпечної продукції.

6. Порівняльний аналіз варіантів виробництва показав, що класична технологія забезпечує вищий рівень рентабельності (9,66%).

## ПРОПОЗИЦІЇ

1. З метою підвищення біологічної цінності продукту доцільно використовувати комбінацію пастеризації при 92 °С з витримкою 5-10 хвилин. Такий режим забезпечує максимальну денатурацію сироваткових білків, які, зв'язуючись із казеїном, покращують структуру продукту.

2. Враховуючи високу органолептичну оцінку та низький вміст жиру (0,05%) у дослідному зразку з малиновим джемом, рекомендується позиціонувати даний продукт як «фітнес-лінійку» або продукт для дієтичного харчування, що дозволить охопити нову цільову аудиторію.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. FAO. Dairy Market Review: Overview of global market developments in 2023. Rome : FAO, 2024. URL : <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/10d58506-df7b-467d-b5f6-c868b2ee6fa3/content> (дата звернення: 15.11.2025).
2. OECD-FAO. Agricultural Outlook 2023-2032. Paris : OECD Publishing, 2023. URL : [https://www.oecd.org/en/publications/2023/07/oecd-fao-agricultural-outlook-2023-2032\\_859ba0c2.html](https://www.oecd.org/en/publications/2023/07/oecd-fao-agricultural-outlook-2023-2032_859ba0c2.html) (дата звернення: 15.11.2025).
3. Статистичний щорічник України за 2023 рік / Держстат України. Київ : Держстат, 2024. URL : [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/11/year\\_23\\_u.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_23_u.pdf) (дата звернення: 15.11.2025).
4. Димарчук О. П. Вплив сировинних факторів на якість кисломолочних напоїв // Технологія харчових продуктів. 2023. № 2. С. 45-52. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tkr\\_2023\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tkr_2023_2_7) (дата звернення: 15.11.2025).
5. Звіт про стан агропромислового комплексу за 2023 рік / Мінагрополітики. Київ : Мінагрополітики, 2024. URL : <https://minagro.gov.ua/> (дата звернення: 15.11.2025).
6. Аналіз ринку молочної продукції в Україні 2023 / Pro-Consulting. Київ : Pro-Consulting, 2023. URL : <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/ot-kolichestva-k-kachestvu-analiz-rynka-molochnoj-produkcii-v-ukraine> (дата звернення: 15.11.2025).
7. Звіт про експорт молочних продуктів 2023 / Укрмолпром. Київ : Укрмолпром, 2024. URL : <https://uadairy.com/analitika/> (дата звернення: 15.11.2025).
8. Молочна галузь: виклики й прогнози / AgroTimes. 2024. URL : <https://agrotimes.ua/article/molochna-galuz-vyklyky-j-prognozy/> (дата звернення: 15.11.2025).

9. Кравченко В. М. Особливості виробництва йогурту в промислових умовах. *Молочна промисловість*. 2023. № 1. С. 18-24. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Molprom\\_2023\\_1\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Molprom_2023_1_5) (дата звернення: 15.11.2025).
10. Ukraine: Dairy production inched down in 2024 / Dairy Global. 2025. URL : <https://www.dairyglobal.net/industry-and-markets/market-trends/ukraine-dairy-production-inches-down-in-2024/> (дата звернення: 15.11.2025).
11. Chandan R. C. Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Wiley-Blackwell, 2022. URL : <https://www.wiley.com/en-us/Manufacturing+Yogurt+and+Fermented+Milks-p-9780470673429> (дата звернення: 15.11.2025).
12. Шевченко О. М. Біотехнологічні аспекти виробництва кефіру. *Біотехнологія*. 2024. № 1. С. 12-19. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot\\_2024\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot_2024_1_3) (дата звернення: 15.11.2025).
13. Çoban F. A New Approach to the Use of Kefir Grain: Potential Application as a Postbiotic in the Production of Nonfat Yogurt / F. Çoban [et al.]. *Food Science & Nutrition*. 2025. Vol. 13, iss. 6. URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.70495> (дата звернення: 15.11.2025).
14. Fiorda-Mello F. A. Unlocking Innovations: Exploring the Role of Kefir in Product Development / F. A. Fiorda-Mello [et al.]. *Current Food Science and Technology Reports*. 2024. URL : <https://link.springer.com/article/10.1007/s43555-024-00032-w> (дата звернення: 15.11.2025).
15. Praznikar J. A comprehensive review of the production, beneficial properties, and applications of kefir / J. Praznikar [et al.]. *International Dairy Journal*. 2023. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694623001103> (дата звернення: 15.11.2025).
16. Романчук І. І. Енергоефективність у виробництві кисломолочних продуктів. *Енергетика та автоматика*. 2023. № 3. С. 67-73. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/eia\\_2023\\_3\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/eia_2023_3_9) (дата звернення: 15.11.2025).

17. Аналіз молочної галузі України / AVM. 2024. URL : <https://avm-ua.org/uk/post/analiz-molocnoi-galuzi-ukraini> (дата звернення: 15.11.2025).
18. Молочна галузь України та її майбутнє через 10 років / Agropolit. 2020. URL : <https://agropolit.com/blog/412-molochna-galuz-ukrayini-ta-yiyi-maybutnye-cherez-10-rokiv-problemi-natsionalna-programa-rozvitku-ta-derjavna-pidtrimka> (дата звернення: 15.11.2025).
19. Національна молочна галузь має стати передовою / AVM. 2024. URL : <https://avm-ua.org/uk/post/nacionalna-molocna-galuz-mae-stati-peredovou-i-tehnologickou-i-dla-cogo-naspravdi-e-mozlivist> (дата звернення: 15.11.2025).
20. Bondarenko V., С. Li. Проблеми розвитку молочної галузі в економічному розвитку країни. Herald of Khmelnytskyi National University. *Economic Sciences*. 2025. Vol. 338, № 1. P. 523-529. URL : <https://heralds.khmnmu.edu.ua/index.php/heralds/article/view/1572> (дата звернення: 15.11.2025).
21. Огляд ринку молока в Україні та світі / AVM. 2024. URL : <https://avm-ua.org/uk/post/oglad-rinku-moloka-v-ukraini-ta-sviti> (дата звернення: 15.11.2025).
22. Ukraine's Dairy Sector: Innovation Drives Survival and Growth / The Bullvine. 2025. URL : <https://www.thebullvine.com/news/ukraines-dairy-sector-innovation-drives-survival-and-growth/> (дата звернення: 15.11.2025).
23. Dairy Global. Ukraine: Dairy production inched down in 2024. 2025. URL : <https://www.dairyglobal.net/industry-and-markets/market-trends/ukraine-dairy-production-inches-down-in-2024/> (дата звернення: 15.11.2025).
24. Опендатабот. ПрАТ ЛАКТАЛІС-МИКОЛАЇВ (ЄДРПОУ 23624594). 2025. URL : <https://opendatabot.ua/c/23624594> (дата звернення: 15.11.2025).
25. Ukraine.com.ua. ПрАТ ЛАКТАЛІС-МИКОЛАЇВ (ЄДРПОУ 23624594). 2025. URL : <https://www.ukraine.com.ua/egrpou/23624594/> (дата звернення: 15.11.2025).

26. YouControl. ПрАТ ЛАКТАЛІС-МИКОЛАЇВ (ЄДРПОУ 23624594). 2025. URL : [https://youcontrol.com.ua/catalog/company\\_details/23624594/](https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/23624594/) (дата звернення: 15.11.2025).
27. Димарчук О. П. Методи контролю якості кисломолочних напоїв. *Харчова наука і технологія*. 2023. № 3. С. 56-63. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnt\\_2023\\_3\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnt_2023_3_8) (дата звернення: 15.11.2025).
28. Кравченко В. М. Статистичні методи в молочній технології. *Молочна промисловість*. 2024. № 2. С. 30-37. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Molprom\\_2024\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Molprom_2024_2_6) (дата звернення: 15.11.2025).
29. Йогурт. Технічні умови : ДСТУ 7357:2013. Київ : УкрНДНЦ, 2013.
30. Романчук І. І. Мембранні технології в молочній промисловості. *Енергетика та автоматика*. 2023. № 4. С. 78-85. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/eia\\_2023\\_4\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/eia_2023_4_10) (дата звернення: 15.11.2025).
31. Шевченко О. М. Економічна оцінка інновацій у виробництві кефіру. *Економіка АПК*. 2024. № 1. С. 45-52. URL : <http://eapk.org.ua/sites/default/files/eapk/2024/01/45-52.pdf> (дата звернення: 15.11.2025).
32. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories : ISO 17025:2017.
33. Bondarenko V. DoE in dairy technology optimization / V. Bondarenko // *Journal of Food Engineering*. 2025. Vol. 345. Art. 111234. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026087742500123447> (дата звернення: 15.11.2025).
34. Економіка молочних інновацій в Україні / Infagro. 2025. URL : <https://infagro.com.ua/en/economy-dairy-innovations-ukraine-2025> (дата звернення: 15.11.2025).
35. Про охорону праці : Закон України № 2694-XII від 14.10.1992 (зі змінами). URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 15.11.2025).

36. Державні санітарні правила і норми для підприємств молочної промисловості : ДСанПіН 3.3.2.007-98. Київ : МОЗ України, 1998.
37. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.039-99. Київ : МОЗ України, 1999.
38. Правила пожежної безпеки в Україні : НАПБ А.01.001-2004. Київ : МНС України, 2004.
39. Occupational health and safety management systems : ISO 45001:2018.
40. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів : ДСП 173-96. Київ : МОЗ України, 1996.
41. Безпека та гігієна в молочній промисловості України / Infagro. 2025. URL : <https://infagro.com.ua/en/safety-hygiene-dairy-ukraine-2025> (дата звернення: 15.11.2025).
42. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України № 1264-XII від 25.06.1991 (зі змінами). URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 15.11.2025).
43. Environmental management systems : ISO 14001:2015.
44. Sustainability Report 2024: Path to 2030 / Lactalis Group. 2025. URL : <https://www.lactalis.com/sustainability-report-2024> (дата звернення: 15.11.2025).
45. Ukraine: Dairy and Products Annual (October 23, 2023) / USDA Foreign Agricultural Service. 2023. URL : <https://reliefweb.int/report/ukraine/ukraine-dairy-and-products-annual-october-23-2023> (дата звернення: 15.11.2025).
46. The update of the Ukraine Dairy Map-2024 infographic dedicated to the World Milk Day / AVM. 2024. URL : <https://avm-ua.org/en/post/the-update-of-the-ukraine-dairy-map-2024-infographic-dedicated-to-the-world-milk-day> (дата звернення: 15.11.2025).
47. Ukraine cattle and dairy industry in decline due to war, but expected to stabilize in 2024 / bne IntelliNews. 2024. URL : <https://www.intellinews.com/ukraine-cattle-and-dairy-industry-in-decline-due-to-war-but-expected-to-stabilize-in-2024-321901/> (дата звернення: 15.11.2025).

48. Ukraine Dairy Map - 2024 / Infagro. 2024. URL : <https://infagro.com.ua/eng/milk-map-of-ukraine-2024/> (дата звернення: 15.11.2025).

49. Ukraine Records Significant Surge in Dairy Exports and Revenue in October 2023 / DairyNews. 2023. URL : <https://dairynews.today/global/news/ukraine-records-significant-surge-in-dairy-exports-and-revenue-in-october-2023.html> (дата звернення: 15.11.2025).

50. Ukraine / DairyNews. 2024. URL : <https://dairynews.today/milkypedia/country/ua/> (дата звернення: 15.11.2025).

51. Ukraine: Dairy and Products Annual / USDA Foreign Agricultural Service. 2024. URL : <https://www.fas.usda.gov/data/ukraine-dairy-and-products-annual-7> (дата звернення: 15.11.2025).

52. Ukraine's Dairy Resilience: Adapting to War and Market Shifts / The Bullvine. 2024. URL : <https://www.thebullvine.com/dairy-industry/ukraines-dairy-resilience-adapting-to-war-and-market-shifts/> (дата звернення: 15.11.2025).

53. Dairy Industry in Ukraine: Challenges and Opportunities / Agroberichten Buitenland. 2024. URL : <https://www.agroberichtenbuitenland.nl/actueel/nieuws/2024/12/09/ukraine-dairy-industry-2024> (дата звернення: 15.11.2025).

54. Ukraine's Cattle Population Declines Amid War Impact on Dairy Farming / DairyNews. 2024.

55. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2025 році. Управління екології та природних ресурсів Миколаївської обласної державної адміністрації, 2025. 236 с.