

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ТВПШТСБ

Кафедра біотехнології та біоінженерії

Спеціальність 162– «Біотехнології та біоінженерія»

Ступінь вищої освіти «Магістр»

«Допустити до захисту»

«Рекомендувати до захисту»

Декан _____ Михайло ГИЛЬ

В.о. зав. кафедри _____ Олена КАРАТЄЄВА

“ ____ ” _____ 2025р.

“ ____ ” _____ 2025р.

ВПЛИВ РІЗНИХ ЗАКВАСОК НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЙОГУРТІВ

04.02. – КР. 105-О. 22 07 25. 009

Виконавець:

здобувач вищої

освіти II курсу _____ Денис РУКАВЦЯ

Науковий керівник:

доцент _____ Євген БАРКАРЬ

Рецензент:

доцентка _____ Олена КАРАТЄЄВА

Миколаїв 2025

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Значення молочнокислих продуктів у харчуванні людини	8
1.2. Біохімічні процеси в ході ферментації молока	11
1.3. Характеристика основних штамів молочнокислих бактерій (<i>Lactobacillus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Bifidobacterium</i>)	17
1.4. Вплив заквасок на структурно-механічні та органолептичні властивості йогуртів	21
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	25
2.1. Місце та об'єкт досліджень	25
2.2. Методика виконання роботи	28
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
3.1. Характеристика та блок-схема технологічного процесу виробництва йогуртів	31
3.2. Порівняльна характеристика заквасок за основними штамами, що застосовуються у виробництві йогуртів	33
3.3. Оцінка заквасок на основі штамів <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> та <i>Bifidobacterium spp</i> за мікробіологічною активністю	37
3.4. Оцінка заквасок на основі штамів <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> та <i>Bifidobacterium spp</i> за зброджувальними характеристиками	41
3.5. Оцінка готового йогурту за біохімічними, органолептичними та мікробіологічними показниками	45
3.6. Економічна частина	47
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	51

РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	58
ВИСНОВКИ	63
ПРОПОЗИЦІЇ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТОК А	70

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційну роботу представлено на 70 аркушах комп'ютерного тексту, за використання 31 джерела фахової, спеціальної літератури та періодичних видань серед яких 1 латиницею. За архітектонікою випускна робота містить такі розділи, як вступ та 6 розділів. До роботи внесено 9 таблиць, 2 рисунки, висновки та пропозиції, а такожта список використаних джерел.

Тема кваліфікаційної роботи: «Вплив різних заквасок на якісні показники йогуртів».

Об'єкт досліджень – дія мікробної мікрофлори заквасок на якісні показники готового продукту.

Предмет досліджень – детермінація складу і мікробіологічних властивостей різних видів заквасок на якість готових йогуртів.

Мета роботи – дослідження особливостей дії різних видів заквасок на перебіг біотехнологічних процесів при виробництві йогуртів на підприємстві ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Для досягнення поставленої мети були сформовані наступні завдання:

- надати характеристику та блок-схему технологічного процесу виробництва йогуртів;
- здійснити порівняльну характеристику заквасок за основними штамами, що застосовуються у виробництві йогуртів;
- провести оцінку заквасок на основі штамів *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp* за мікробіологічною активністю;
- надати оцінку заквасок на основі штамів *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp* за зброджувальними характеристиками;
- оцінити готовий йогурт за біохімічними, органолептичними та мікробіологічними показниками;

- надати економічний аналіз проведених досліджень.

Методи дослідження – методологічною основою роботи є комплекс стандартних біохімічних і мікробіологічних методів дослідження, доповнених порівняльним аналізом.

Встановлено, що для класичних і питних йогуртів доцільно застосовувати закваски на основі *S. thermophilus*, для густих і десертних – *L. bulgaricus*, а для біойогуртів та функціональних продуктів – поєднання *S. thermophilus* і *Bifidobacterium spp.*. Такий підхід дозволяє оптимізувати процес ферментації, забезпечити стабільність якості й підвищити біологічну цінність кінцевої продукції.

Результати роботи апробовані на IX International Scientific and Theoretical Conference The process and dynamics of the scientific path та опубліковані в закордонному виданні **Рукавиця Д.Д.** Fermentation activity of various strains of microorganisms in yogurt production. The driving force of science and trends in its development: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the IX International Scientific and Theoretical Conference, November 7, 2025. Strasbourg, French Republic: International Center of Scientific Research <https://doi.org/10.36074/scientia-07.11.2025> (додаток А).

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особливого значення набуває виробництво функціональних та біологічно цінних продуктів харчування, серед яких провідне місце займають ферментовані молочні продукти, зокрема йогурти. Вони не лише задовольняють фізіологічні потреби людини у поживних речовинах, а й мають виражені лікувально-профілактичні властивості, що сприяють зміцненню імунної системи, нормалізації мікрофлори кишечника та поліпшенню загального стану організму [14].

Біотехнологічні процеси, які лежать в основі виробництва йогуртів, забезпечують глибоку трансформацію основних компонентів молока – лактози, білків і жирів – під дією специфічних молочнокислих мікроорганізмів. Саме діяльність культур *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus* визначає смак, аромат, консистенцію та харчову цінність готового продукту. Застосування комбінованих або пробіотичних заквасок *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* та ін. дозволяє розширити асортимент йогуртів і підвищити їхню функціональну цінність [23].

Сучасна біотехнологія виробництва йогуртів спрямована на оптимізацію умов ферментації, підбір високопродуктивних штамів мікроорганізмів, удосконалення складу сировини та використання природних стабілізаторів, що забезпечують однорідність структури і тривалий термін зберігання продукту. Важливим напрямом є розробка технологій з використанням рослинних компонентів – соєвого, вівсяного, мигдалевого молока – з метою створення альтернативних продуктів для людей з непереносимістю лактози та вегетаріанців [2].

Підвищення ефективності біотехнологічних процесів дозволяє знизити енергетичні витрати, зменшити втрати поживних речовин і гарантувати стабільну якість кінцевої продукції. У зв'язку з цим актуальним є

дослідження впливу різних заквасок, режимів ферментації та технологічних параметрів на формування якісних показників йогуртів [7].

Отже, вивчення біотехнологічних основ виробництва йогуртів має важливе наукове та практичне значення, оскільки сприяє удосконаленню технологічних процесів, підвищенню харчової та біологічної цінності продуктів і розвитку вітчизняної молокопереробної галузі.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Значення молочнокислих продуктів у харчуванні людини

Молочнокислі продукти займають важливе місце у раціоні людини як цінне джерело легкозасвоюваних поживних речовин і біологічно активних сполук. Їх значення полягає не лише у високій харчовій цінності, а й у профілактичній та лікувально-оздоровчій дії [4].

Молочнокислі продукти посідають провідне місце серед функціональних харчових продуктів, оскільки поєднують у собі високу харчову, біологічну та лікувально-профілактичну цінність. Їхнє споживання позитивно впливає на метаболічні процеси, стан травної системи, імунітет та загальне самопочуття людини [1].

Основою виробництва таких продуктів є біотехнологічний процес ферментації молока, в якому беруть участь специфічні мікроорганізми. Біотехнологічна основа виробництва таких продуктів полягає у ферментації молока спеціальними культурами мікроорганізмів, переважно представниками родів *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* та *Bifidobacterium*. У процесі ферментації лактоза перетворюється на молочну кислоту, що забезпечує зниження рН, коагуляцію білків і формування специфічного аромату, консистенції та смаку продукту [3, 15].

Молочнокислі продукти легко засвоюються організмом людини, позитивно впливають на стан травної системи, нормалізують мікробіоту кишечника та підвищують загальну резистентність організму. Згідно з сучасними науковими дослідженнями, регулярне споживання йогуртів, кефіру та інших ферментованих продуктів сприяє профілактиці метаболічного синдрому, дисбактеріозу, серцево-судинних і шлунково-кишкових захворювань [4, 25].

Молочнокислі продукти містять повноцінні білки, легкозасвоювані жири, молочний цукор, мінеральні речовини та вітаміни, що зберігаються або навіть підвищуються в процесі ферментації. Під час ферментації відбуваються глибокі біохімічні перетворення компонентів молока. Білки частково гідролізуються до пептидів та амінокислот, підвищуючи біодоступність і засвоюваність. Утворені біоактивні пептиди проявляють антиоксидантну, антигіпертензивну, імуномодулюючу та антимікробну дію [7, 23].

У ході біотехнологічного перетворення білки частково гідролізуються до пептидів і амінокислот, завдяки чому підвищується їх біодоступність. Жири у процесі ферментації емульгуються, що сприяє кращому засвоєнню жиророзчинних вітамінів – А, D, Е, К. Молочнокислі бактерії також синтезують вітаміни групи В (В₁, В₂, В₆, В₁₂), фолієву кислоту, ніацин, вітамін К, підвищуючи біологічну цінність кінцевого продукту [15].

Особливу роль відіграють біоактивні пептиди, що утворюються при гідролізі казеїну – вони мають антигіпертензивну, антиоксидантну, антимікробну та імуномодулюючу дію. Молочнокислі продукти містять значну кількість кальцію, фосфору, калію, магнію, а також мікроелементи – цинк, мідь, марганець, що необхідні для підтримання обмінних процесів і міцності кісткової тканини [24].

У сучасній біотехнології заквасочні культури виконують не лише роль ферментаторів, але й пробіотичних агентів, що формують корисну мікрофлору кишечника [2].

Під час ферментації штами *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium bifidum* синтезують молочну кислоту, діацетил, ацетоїн та інші ароматичні сполуки, які формують органолептичні властивості продукту [29].

Додатково, багато промислових штамів продукують бактеріоцини – природні антимікробні речовини, які пригнічують розвиток патогенів (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*). Це дозволяє

розглядати молочнокислі продукти як біоконсервовані системи, що не потребують штучних консервантів [21].

Регулярне споживання молочнокислих продуктів сприяє нормалізації травлення, стимулює секрецію шлункового соку, покращує моторну функцію кишечника та всмоктування поживних речовин. Мікроорганізми-закваски виконують функцію біоконсерванту, продовжуючи термін зберігання продукту без використання хімічних добавок. Біотехнологічні штами сучасних заквасок здатні виробляти речовини бактеріоцинового типу (наприклад, лактолін, низин), які інгібують ріст шкідливих мікроорганізмів [25].

Молочнокислі бактерії утворюють захисну біоплівку на слизовій оболонці кишечника, що запобігає адгезії патогенних мікроорганізмів і стимулює імунну відповідь [6, 14].

Йогурти та кефіри є гіпоалергенними продуктами, тому рекомендовані для дитячого, дієтичного та геріатричного харчування. У біотехнології виробництва молочнокислих продуктів мікроорганізми не лише здійснюють ферментацію, але й виступають пробіотичним фактором, що забезпечує корекцію мікробіоти кишечника [6].

Наукові дослідження свідчать, що споживання йогуртів з пробіотичними культурами знижує рівень холестерину, нормалізує артеріальний тиск, підвищує толерантність до лактози та зменшує ризик виникнення раку товстого кишечника [17, 29].

Молочнокислі продукти є ключовим елементом концепції здорового харчування, рекомендованим ВООЗ і ФАО як компонент щоденного раціону. Їхнє вживання сприяє зміцненню імунітету, детоксикації організму, зниженню рівня холестерину та профілактиці серцево-судинних захворювань. Крім того, пробіотичні бактерії здатні зв'язувати токсичні метаболіти, іони важких металів та мутагени, що особливо важливо в умовах несприятливої екологічної ситуації в промислових регіонах України [6, 20, 28].

Молочнокислі продукти – це не лише джерело поживних речовин, а й елемент профілактичної медицини. Вони стабілізують обмін речовин, зміцнюють імунітет, нормалізують гормональний баланс і позитивно впливають на психоемоційний стан. Їхнє споживання особливо важливе для мешканців великих міст, де вплив стресу, екологічних факторів та нераціонального харчування підвищує ризик метаболічних порушень [20].

Регулярне вживання йогуртів, ряжанки, кефіру чи біфідопродуктів сприяє [23]:

- * підвищенню опірності організму до інфекцій;
- * нормалізації мікрофлори кишечника;
- * поліпшенню роботи печінки та нирок;
- * виведенню токсинів;
- * зниженню ризику ожиріння, діабету, серцево-судинних та онкологічних захворювань [23].

Таким чином, молочнокислі продукти, зокрема йогурти, є не лише цінним харчовим продуктом, але й біотехнологічно обґрунтованим засобом профілактики та підтримки здоров'я людини.

1.2. Біохімічні процеси в ході ферментації молока

Ферментація молока є ключовим етапом у біотехнології виробництва кисломолочних продуктів, зокрема йогуртів, кефірів, айрану, ряжанки та ін. У цьому процесі відбувається біотрансформація основних компонентів молока (вуглеводів, білків, жирів, мінералів і вітамінів) під дією специфічних мікроорганізмів. Результатом цих процесів є утворення нових сполук із покращеними функціональними, органолептичними та пробіотичними властивостями, що підвищує біологічну цінність продукту [29].

Ферментація молока є основним етапом біотехнологічного процесу виробництва молочнокислих продуктів, який визначає їх якість, структуру, смак, аромат та біологічну цінність. У ході ферментації відбуваються складні

біохімічні, мікробіологічні та фізико-хімічні перетворення компонентів молока під впливом заквасочних культур мікроорганізмів, головним чином молочнокислих бактерій (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* та ін.) [29, 30].

Ферментація – це керований біотехнологічний процес, у якому використовуються заквасочні культури молочнокислих бактерій (МКБ), біфідобактерій, термофільних стрептококів, а також дріжджів або ацидофільних паличок (залежно від типу продукту) [14].

Основна мета процесу – перетворення лактози на молочну кислоту, з одночасним накопиченням ряду вторинних метаболітів: ароматичних сполук, вітамінів, ферментів, пептидів і жирних кислот. Ферментація не лише надає продукту характерного кислого смаку та густої консистенції, а й підвищує його мікробіологічну стабільність за рахунок зниження рН та утворення антимікробних метаболітів (бактеріоцинів, перекису водню, діацетилу) [28].

Основним субстратом для цих бактерій є лактоза – молочний цукор, який ферментується з утворенням молочної кислоти. Накопичення кислоти знижує рН середовища (до 4,4–4,6), викликає коагуляцію казеїну та формування згустку. Крім того, під дією ферментативних систем мікроорганізмів відбуваються глибокі зміни у складі білків, жирів, вуглеводів, мінералів та вітамінів молока [4, 7].

Перетворення вуглеводів. Ферментація лактози є ключовим процесом, який запускає всі подальші біохімічні реакції. Молочнокислі бактерії розщеплюють лактозу до глюкози і галактози за участі ферменту β -галактозидази (лактози). Подальше окиснення глюкози відбувається за двома основними шляхами – гомоферментативним та гетероферментативним [1, 4].

Гомоферментативний тип ферментації, властивий *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*, приводить до утворення понад 90% молочної кислоти:



Молочна кислота є головним метаболітом, який: знижує рН продукту (до 4,4–4,6) та сприяє коагуляції казеїну при цьому пригнічує ріст патогенних мікроорганізмів і забезпечує тривалі терміни зберігання без консервантів [1, 4].

Гетероферментативна ферментація, характерна для *Leuconostoc mesenteroides* та *Lactobacillus brevis*, супроводжується утворенням крім молочної кислоти ще етанолу, вуглекислого газу, оцтової кислоти, ацетоїну та діацетилу, які формують характерний аромат і смак продуктів типу йогуртів і кефірів [4, 15].

Зниження рН у процесі ферментації до 4,4–4,6 не лише зумовлює осадження казеїну, але й пригнічує розвиток сторонньої мікрофлори, забезпечуючи біоконсервуючий ефект [3].

Перетворення білкових компонентів. Білкові речовини молока – головним чином казеїн (80%) і сироваткові білки (20%) – у процесі ферментації піддаються ферментативному гідролізу. Під впливом протеолітичних ферментів мікроорганізмів (пептидаз, протеаз, пептидгідролаз) відбувається гідроліз казеїну і сироваткових білків. У результаті утворюються оліго- та пептиди низької молекулярної маси, а також вільні амінокислоти, що підвищують засвоюваність білкових речовин на 20–30% [2].

Особливе значення мають біоактивні пептиди, які проявляють антиоксидантну, антигіпертензивну, імуномодулюючу та протимікробну активність. Наприклад, пептид β -казоморфін, утворений із β -казеїну, позитивно впливає на функції нервової системи, а казокінін має антигіпертензивний ефект завдяки інгібуванню ангіотензинперетворювального ферменту (АПФ) [4, 17].

Ферментативне розщеплення білків також впливає на структуроутворення згустку, визначаючи його пружність, в'язкість і водоутримувальну здатність. Таким чином, протеолітична активність культур

є одним з головних факторів формування органолептичних властивостей йогурту [3].

Процес ферментативного розщеплення білків має кілька важливих наслідків [4]:

1. Підвищується біодоступність білків. Амінокислоти швидше всмоктуються у травному тракті.

2. Формуються біоактивні пептиди, які мають антиоксидантну, антимікробну, антигіпертензивну та імуномодулюючу дію. А саме, пептиди з β -казеїну інгібують ангіотензинперетворюючий фермент (знижують артеріальний тиск); α -лактальбумінові пептиди стимулюють синтез серотоніну; лактотрипептиди мають антиоксидантну дію.

3. Покращуються структурні властивості згустку – формується гладка, еластична текстура з високою в'язкістю та стійкістю до синерезису (виділення сироватки) [4].

У результаті протеолітичних реакцій також утворюються леткі сполуки, що беруть участь у формуванні аромату та післясмаку йогурту [2, 6, 13].

Перетворення жирової фракції. Жири молока під час ферментації зазнають емульгування і часткового гідролізу під дією ліпаз, які синтезуються як бактеріальними клітинами, так і природною ферментативною системою молока [26].

Гідроліз тригліцеридів приводить до утворення вільних жирних кислот – оцтової, пропіонової, масляної, каприлової тощо. Саме вони формують характерний смак і аромат готового продукту, а також беруть участь у метаболічних процесах організму людини [3].

Крім того, у процесі ферментації відбувається ізомеризація лінолевої кислоти (C18:2) з утворенням кон'югованої лінолевої кислоти (CLA), якій притаманні антиканцерогенні та антиатерогенні властивості. Таким чином, біотехнологічна ферментація сприяє збагаченню продукту функціональними ліпідними сполуками [13].

Завдяки цим процесам зростає біологічна цінність продукту, покращується засвоєння ліпідів та жиророзчинних вітамінів (А, D, Е, К) [29].

Перетворення вітамінів і мінералів. Бактерії молочнокислого бродіння здатні синтезувати вітаміни групи В (В₁, В₂, В₆, В₁₂), фолієву кислоту, ніацин і вітамін К, що значно підвищує біологічну цінність кінцевого продукту. Також спостерігається покращення засвоюваності кальцію, фосфору, магнію та цинку завдяки розчиненню колоїдного фосфату кальцію у кислому середовищі. Це робить ферментовані молочні продукти особливо корисними для дітей, людей похилого віку та вагітних жінок [6, 14].

Мікроорганізми *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium adolescentis* і *Streptococcus thermophilus* здатні до біосинтезу вітамінів *in situ*, що збагачує продукт і робить його функціональним харчовим засобом. Під впливом кислого середовища підвищується розчинність і біодоступність кальцію, фосфору, магнію, які відіграють провідну роль у метаболізмі кісткової тканини та нервової системи [26].

Формування ароматичних та летких сполук. Органолептичні властивості йогурту визначаються комплексом летких метаболітів, що утворюються під час ферментації. Органолептичні властивості йогуртів визначаються сумішшю понад 100 летких метаболітів. Найважливішими ароматичними речовинами є [23]:

- ацетоїн і діацетил, що формують вершковий аромат (утворюються при декарбоксилюванні пірувату);
- альдегіди і кетони (результат окиснення жирних кислот);
- леткі спирти, ефіри і органічні кислоти, що формують характерний кисломолочний букет [23].

Вміст і співвідношення цих речовин залежать від складу заквасок, температурного режиму, тривалості ферментації та умов зберігання. Концентрація ароматичних сполук регулюється біотехнологічно шляхом підбору штамів, оптимізації температури інкубації та режиму аерації [4, 15].

Мікробіологічна взаємодія культур у заквасках. У виробництві йогуртів використовується симбіотична закваска, яка містить *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*. Їхня взаємодія має характер синергізму: *S. thermophilus* швидко споживає лактозу, знижуючи рН середовища, і виділяє форміат та CO₂, що стимулюють ріст *L. bulgaricus*. *L. bulgaricus* продукує амінокислоти та пептиди, необхідні для росту стрептококів. Такий біотехнологічний симбіоз забезпечує швидке закислення молока, стабільність згустку, високу концентрацію живих клітин і комплексний аромат [28].

Біотехнологічні фактори, що впливають на перебіг ферментації. На інтенсивність біохімічних процесів впливають такі основні фактори [29]:

Температура ферментації. Оптимальна для *S. thermophilus* і *L. bulgaricus* становить 42–45°C; при нижчих температурах (37–39°C) процес уповільнюється, але підвищується кислотостійкість клітин.

Тривалість ферментації. Зазвичай 4–6 годин, до досягнення рН 4,5±0,1.

Активність заквасок. Використання комбінованих заквасок (симбіоз *S. thermophilus* і *L. bulgaricus*) забезпечує синергічний ефект – швидке зброджування лактози, інтенсивне накопичення ароматоутворювачів і підвищення в'язкості продукту [17, 27].

Склад середовища. Вміст сухих речовин молока (12–14%) підвищує щільність і стабільність згустку.

Збагачення середовища: внесення білкових гідролізатів, олігосахаридів, пребіотиків, що стимулюють ріст культур.

У сучасній біотехнології застосовують мембранні реактори, біоферментатори із зворотним зв'язком, сенсорні системи контролю рН та редокс-потенціалу, що дозволяють керувати ферментацією в режимі реального часу [30].

Отже, ферментація молока є керованим біотехнологічним процесом, у якому реалізується складна взаємодія ферментативних систем

мікроорганізмів з компонентами молока. У результаті відбувається підвищення біологічної цінності, покращення смакових властивостей і засвоюваності продукту. Знання біохімічних механізмів ферментації дозволяє оптимізувати технологічні параметри виробництва йогуртів та інших кисломолочних продуктів, забезпечуючи стабільну якість і високу харчову безпечність [4, 29].

Таким чином, ферментація молока – це комплексний біотехнологічний процес, у ході якого відбувається біохімічна трансформація основних компонентів молока під дією специфічних мікроорганізмів. У результаті формуються продукти з високою харчовою, біологічною та функціональною цінністю, що поєднують властивості харчового продукту і біотерапевтичного засобу [1].

Біохімічні процеси ферментації є основою для створення нових поколінь йогуртів – пробіотичних, симбіотичних, функціональних і лікувально-профілактичних, які відіграють важливу роль у підтриманні здоров'я людини, нормалізації мікробіому кишечника та підвищенні імунної реактивності організму [30].

1.3. Характеристика основних штамів молочнокислих бактерій (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bifidobacterium*)

Молочнокислі бактерії (МКБ) є ключовими мікроорганізмами в біотехнології виробництва кисломолочних продуктів, зокрема йогуртів, кефіру, ряжанки та функціональних пробіотичних напоїв. Вони здійснюють ферментацію лактози з утворенням молочної кислоти, що зумовлює не лише зниження рН і коагуляцію білків, але й підвищення мікробіологічної стабільності продукту, його поживної та функціональної цінності [27].

Найбільш поширеними та технологічно важливими родами є *Lactobacillus*, *Streptococcus* і *Bifidobacterium*. Кожен із них має свої біохімічні,

фізіологічні та пробіотичні властивості, які визначають особливості процесу ферментації та якість кінцевого продукту [3].

Рід *Lactobacillus*. Рід *Lactobacillus* включає понад 200 видів грампозитивних, неспороутворюючих, факультативно анаеробних бактерій, які характеризуються високою кислотостійкістю і здатністю до продукування молочної кислоти як основного метаболіту [25].

Ці мікроорганізми є головними біокаталізаторами гомо- та гетероферментативного молочнокислого бродіння, активно використовуються у промисловому виробництві йогуртів, кефірів, сиру, заквасок, пробіотиків [1, 25].

Біохімічна характеристика. Основним ферментом *Lactobacillus* є β -галактозидаза, яка гідролізує лактозу до глюкози і галактози, що далі метаболізуються за гліколітичним шляхом з утворенням молочної кислоти. Представники цього роду синтезують також пептидази, ліпази, дегідрогенази, які беруть участь у формуванні аромату та текстури продукту [6].

Найбільш поширені види: *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* – основний компонент йогуртових заквасок; забезпечує інтенсивне закислення середовища, коагуляцію білків, утворення діацетилу та ацетоїну, які формують типовий вершковий аромат [4, 25].

Lactobacillus acidophilus – вид, що має високі пробіотичні властивості, продукує речовини з антимікробною дією (ацидофілін, лактоцидин), знижує рівень холестерину в крові, нормалізує мікрофлору кишечника [5].

Lactobacillus casei та *L. rhamnosus* – стійкі до кислого середовища, здатні виживати в шлунково-кишковому тракті; використовуються в лікувально-профілактичних продуктах [27].

Lactobacillus plantarum – має високу ферментативну активність, синтезує вітаміни групи В, фолієву кислоту, поліаміни, бере участь у формуванні антиоксидантного потенціалу продукту [28].

Пробіотичні властивості. Штами *Lactobacillus* [30]:

- * колонізують слизову оболонку кишечника;
- * конкурують із патогенними мікроорганізмами;
- * стимулюють синтез імуноглобулінів класу А (IgA);
- * зменшують ризик розвитку кишкових дисбактеріозів і запальних процесів [30].

Завдяки цим властивостям *Lactobacillus* широко використовуються у біотехнології функціональних продуктів із пробіотичним ефектом [23].

Рід *Streptococcus*. Рід *Streptococcus* представлений грампозитивними коками, що утворюють короткі ланцюжки. У технології йогуртів найбільше значення має *Streptococcus thermophilus* – термофільний вид, який є обов’язковим компонентом симбіотичних заквасок разом із *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* [24].

Біохімічна характеристика. *S. thermophilus* є типовим гомоферментативним мікроорганізмом, який перетворює лактозу переважно в молочну кислоту (до 90–95% від маси сухих речовин), що зумовлює швидке закислення молока. Оптимальна температура росту – 42–45°C, рН – 5,5–6,0. Цей штам має високу активність β -галактозидази, форміатдегідрогенази, лактатдегідрогенази, а також здатність синтезувати екзополісахариди, які покращують в’язкість і структуру йогуртів [2, 24].

Функціональна роль у симбіозі. *S. thermophilus* швидко знижує рН середовища, створюючи умови для росту *L. bulgaricus*. Виділяє форміат, піримідинові основи та CO₂, які стимулюють ріст лактобацил. Утворює ароматичні речовини (ацетоїн, діацетил), що формують органолептичний профіль продукту [1, 28].

Пробіотичні властивості. Хоча *S. thermophilus* менш стійкий до шлункового соку, ніж *Lactobacillus* або *Bifidobacterium*, він справляє синергічний ефект у комплексних заквасках, знижує ризик непереносимості лактози, має антиоксидантну та імуномодулюючу активність, сприяє біосинтезу вітамінів групи В [17].

Під *Bifidobacterium*. *Bifidobacterium* – це анаеробні, грампозитивні, нерухомі, неспороутворюючі палички з розгалуженою формою клітин, які природно колонізують товстий кишечник людини. Вони є ключовими представниками нормальної мікрофлори та виконують важливу роль у підтриманні імунного та метаболічного гомеостазу [14, 28].

Біохімічна характеристика. Особливістю метаболізму *Bifidobacterium* є фосфокетотлазний шлях ферментації, при якому з однієї молекули глюкози утворюються 1,5 молекули молочної кислоти і 1 молекула оцтової кислоти, що створює оптимальне кислотне середовище для підтримання кишкового балансу. Основний фермент – фосфокетотлаза, який розщеплює фруктозо-6-фосфат на ацетилфосфат і триозофосфат [17].

Найбільш важливі види: *Bifidobacterium bifidum* – сприяє відновленню кишкової мікрофлори після антибіотикотерапії, знижує рівень холестерину.

Bifidobacterium longum – стимулює імунну відповідь, підвищує резистентність організму.

Bifidobacterium adolescentis – бере участь у синтезі вітамінів B₁, B₂, B₆, B₁₂ і фолієвої кислоти.

Bifidobacterium breve – виявляє виражену антагоністичну дію до патогенних ентеробактерій [30].

Пробіотичне значення. Біфідобактерії – формують біоплівку на слизовій кишечника, перешкоджаючи адгезії патогенів; синтезують бактеріюцини – природні антибіотичні речовини; регулюють обмін холестерину та жирних кислот; підвищують всмоктування кальцію, заліза, магнію; сприяють детоксикації канцерогенних сполук у кишечнику [13].

У біотехнології йогуртів *Bifidobacterium* часто застосовуються як додаткові пробіотичні культури, які вводяться після основної ферментації для збагачення продукту біоактивними компонентами [7].

Отже, у біотехнології виробництва йогуртів найважливішими є три роди молочнокислих бактерій – *Lactobacillus*, *Streptococcus* та

Bifidobacterium, кожен з яких виконує специфічну роль у формуванні фізико-хімічних, органолептичних і функціональних властивостей продукту [15].

Їхнє поєднання в симбіотичних або комбінованих заквасках дозволяє створювати йогурти нового покоління, що поєднують високу харчову цінність, стійкість до зберігання та пробіотичну активність, спрямовану на зміцнення здоров'я людини [23-24].

1.4. Вплив заквасок на структурно-механічні та органолептичні властивості йогуртів

Закваска є одним із ключових біотехнологічних факторів, що визначає якість, структуру, стабільність і споживні властивості йогуртів. Її мікробіологічний склад, фізіолого-біохімічна активність та співвідношення між культурами безпосередньо впливають на інтенсивність ферментаційних процесів, ступінь згусткоутворення, консистенцію, аромат і смак готового продукту [23].

У процесі ферментації молока молочнокислі бактерії (переважно *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*) перетворюють лактозу на молочну кислоту, що знижує рН системи до ізоелектричної точки казеїну ($\approx 4,6$). У результаті цього відбувається коагуляція білків, формування тривимірної білкової матриці, яка утримує воду, жирові кульки та гази. Саме структура цієї білкової сітки визначає основні структурно-механічні властивості йогурту – в'язкість, щільність згустку, водоутримувальну здатність і стабільність при зберіганні [15].

Біохімічна роль заквасок у формуванні структури. Закваски, що містять *S. thermophilus* і *L. bulgaricus*, функціонують у симбіотичній взаємодії: *S. thermophilus* швидко активізує ферментацію лактози та створює початкове підкислення, а *L. bulgaricus* проявляє інтенсивну протеолітичну активність, розщеплюючи казеїн на пептиди та амінокислоти, що служать джерелом живлення для обох культур [1].

Результатом такої взаємодії є формування тонкодисперсного, однорідного згустку з добре вираженими структурними властивостями. Темп закислення і кінцеве значення рН залежать від активності закваски: надто швидке закислення призводить до грубої структури згустку й підвищеного відділення сироватки, тоді як повільне – до слабкого, водянистого продукту [14].

Додаткове використання біфідобактерій (*Bifidobacterium spp.*) або лактобацил з пробіотичними властивостями (*L. casei*, *L. acidophilus*) сприяє утворенню більш щільної, еластичної структури завдяки синтезу екзополісахаридів (ЕПС). Ці біополімери підвищують в'язкість і водоутримувальну здатність йогуртів, зменшують синерезис (виділення сироватки) та покращують стабільність при зберіганні [17].

Вплив складу заквасок на структурно-механічні показники. Фізико-хімічні властивості йогурту залежать від видового складу заквасок і їх співвідношення. Дослідження показують, що двокомпонентні закваски (*S. thermophilus* + *L. bulgaricus*) формують класичний згусток із середньою в'язкістю (2,5–3,0 Пас) і приємним кисломолочним ароматом. Закваски з додаванням *L. acidophilus* утворюють більш ніжну, кремоподібну консистенцію завдяки продукції в'язких полісахаридів. Закваски з участю *Bifidobacterium spp.* забезпечують підвищену структурну стабільність і однорідність згустку, сприяють збереженню форми навіть при перемішуванні. Введення штамів *L. casei* або *L. rhamnosus* надає продукту підвищеної густини та знижує синерезис на 10–15% [4].

Оптимальний структурно-механічний ефект досягається за використання комбінованих заквасок у співвідношенні 1:1:0,5 (*S. Thermophilus*:*L. bulgaricus*:*Bifidobacterium spp.*), що забезпечує баланс між кислотністю, в'язкістю та стабільністю продукту [23].

Органолептичні властивості йогуртів залежно від заквасок. Органолептичні властивості (смак, аромат, колір, консистенція) є комплексним показником якості й відображають біохімічні процеси, що

відбуваються під час ферментації. Закваски впливають на органолептичні характеристики через утворення летких сполук, розщеплення білків і жирів, синтез ароматичних речовин (діацетил, ацетоїн, альдегіди, ефіри) [25].

Streptococcus thermophilus продукує ацетоїн і форміат, що забезпечують м'який вершковий аромат і легку кислинку.

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus відповідає за виражений кисломолочний смак і підвищену кислотність.

Lactobacillus casei та *L. acidophilus* формують делікатний смак без надмірної кислотності, завдяки помірній продукції молочної кислоти.

Bifidobacterium bifidum і *B. longum* додають солодкувато-горіховий відтінок смаку через продукцію оцтової кислоти та коротколанцюгових жирних кислот [30].

Використання симбіотичних заквасок сприяє гармонізації смаку, зменшенню кислотності, покращенню аромату та збільшенню стабільності кольору під час зберігання [28].

Текстурні та реологічні характеристики. Реологічні властивості (в'язкість, модуль пружності, пластичність) залежать від активності заквасок та кількості утвореної молочної кислоти [4].

При зниженні рН нижче 4,6 відбувається згортання казеїну та утворення тривимірної білкової сітки, що фіксує жирові кульки. Закваски з високим рівнем ЕПС (наприклад, *L. bulgaricus* 1510 або *S. thermophilus* ST 134) формують більш щільні, однорідні гелі [27].

Згідно з дослідженнями, в'язкість йогуртів із закваскою *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* становить 2,8–3,2 Пас, тоді як із додаванням *Bifidobacterium bifidum* підвищується до 3,6–3,9 Пас, що свідчить про покращену структуру та менший синерезис [14].

Таким чином, склад і активність заквасок є визначальним фактором формування структурно-механічних і органолептичних властивостей йогуртів. Закваски, що містять симбіотичні поєднання *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* та *Bifidobacterium spp.*, забезпечують: оптимальний

рівень кислотності (рН 4,2–4,5) та високу в'язкість і водоутримувальну здатність, впливають на ніжну, однорідну консистенцію та приємний смак і виражений аромат, при цьому забезпечуючи стійкість продукту під час зберігання [2].

Отже, біотехнологічний підбір заквасок дозволяє керувати якістю йогуртів, оптимізуючи фізико-хімічні параметри, споживні властивості та функціональну активність продукту.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт дослідження

ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» – це одне з провідних підприємств молочної промисловості України, розташоване за адресою: м. Миколаїв, вул. Виноградна, 2, індекс 54018 [22].

Компанія спеціалізується на виробництві кисломолочної продукції, маючи розвинену виробничу інфраструктуру, до складу якої входять:

- транспортно-заготівельні підрозділи;
- інструментальний, ремонтний, енергетичний і складський відділи.

ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» є частиною французької групи Lactalis Groupe, одного з найбільших світових виробників молочних продуктів, який налічує близько 80 000 працівників у всьому світі [22].

На підприємстві виробляється понад 200 видів продукції, з акцентом на сирну та десертну групи. Основні напрями діяльності включають:

- переробку молока;
- виробництво масла, сиру та кисломолочних виробів;
- оптову торгівлю молочними продуктами, яйцями, оліями та жирами;
- роздрібну реалізацію харчових продуктів у спеціалізованих магазинах [22].

Продукція підприємства представлена в більшості продовольчих мереж України [31].

Асортимент охоплює кілька торгових марок:

- ТМ President, Galbani, Leerdamer, Шостка, Castell, Societe – спеціалізуються на виробництві твердих і м'яких сирів;
- ТМ Фанні, ТМ Дольче – орієнтовані на десерти, йогурти та сиркові маси.

Отже, ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» є одним із ключових гравців на українському ринку молочної продукції, поєднуючи європейські стандарти якості та місцеве виробництво [31].

Аналіз показників виробництва ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» за 2024–2024 роки наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники розміру виробництва ПрАТ «Лакталіс Миколаїв»

Показник	Рік			В середньому за три роки
	2022	2023	2024	
Валова продукція в порівнянних цінах 2020 р., тис. грн.	899475	1284965	1383849	1189429
Основна продукція, т/рік	12592	17985	19373	16650
Грошова виручка від реалізації, тис.грн	629632	899265	968694	832530
Вартість основних виробничих фондів, тис. грн	108452	112745	113954	111717
Середньорічна чисельність працівників, чол.	300	400	400	366
Додаткова продукція підприємства, т/рік	5396	7709	8303	7136
Грошова виручка від реалізації, тис. грн	269842	385489	415154	356828

Дані таблиці свідчать про поступове зростання виробничих та фінансових показників ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» у 2022–2024 роках. Валова продукція збільшилася з 899 475 тис. грн у 2022 році до 1 383 849 тис. грн у 2024 році, що становить зростання на 53,8%. Обсяги основної продукції підвищилися з 12 592 до 19 373 т/рік (+54%), що вказує на відновлення виробництва після попереднього спаду. Грошова виручка від реалізації зросла з 629 632 до 968 694 тис. грн (+53,9%), демонструючи підвищення платоспроможного попиту та ефективності збуту. Вартість основних фондів зросла незначно – з 108 452 до 113 954 тис. грн (+5%), що свідчить про помірні інвестиції у модернізацію виробництва. Середньорічна чисельність працівників зросла з 300 до 400 осіб, тобто на 33%, що свідчить про

відновлення кадрового потенціалу. Випуск додаткової продукції також зріс на 54%, а виручка від її реалізації – з 269 842 до 415 154 тис. грн, що підтверджує зростання ролі допоміжних виробництв у структурі доходів підприємства.

Отже, протягом 2022–2024 років ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» продемонструвало позитивну динаміку виробництва та реалізації продукції. Основні чинники зростання були стабілізація економічної ситуації після кризи попередніх років, відновлення чисельності персоналу, удосконалення виробничих процесів і розширення асортименту, посилення позицій брендів на внутрішньому ринку [22].

Незважаючи на незначне оновлення основних фондів, підприємство змогло підвищити ефективність використання наявних ресурсів, що відображається у зростанні продуктивності праці та фінансових результатів [31].

Галузева спеціалізація та динаміка розвитку основних напрямів діяльності підприємства розглянуто структуру виробництва продукції за 2022–2024 роки (табл. 2).

Таблиця 2

Розмір та структура грошових надходжень від реалізації товарної продукції

Галузі та види продукції	2022		2023		2024		В середньому за три роки	
	тис. грн	%	тис. грн	%	тис. грн	%	тис. грн	%
Сири	305821	34	372639	29	415154	30	364538	31
Молоко	269842	30	385489	30	484347	35	379892	32
Йогурти та десерти	323811	36	526835	41	484374	35	445006	37

Дані таблиці свідчать про різноспрямовану динаміку розвитку окремих галузей виробництва ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» у 2022–2024 роках, що відображає зміни споживчих пріоритетів та ринкової кон'юнктури [22].

Аналіз показує, що структура виробництва ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» має збалансований характер, із чітко вираженою орієнтацією на три основні напрями – сири, молоко та десертно-йогуртну продукцію. У динаміці 2022–2024 років спостерігається зростання загального обсягу виробництва за всіма напрямками та поступове вирівнювання часток основних груп, що свідчить про диверсифікацію виробничої програми. Крім того відмічається посилення конкурентоспроможності підприємства завдяки розширенню асортименту та збільшенню частки інноваційних продуктів (йогурти, десерти).

Отже, підприємство демонструє стійку тенденцію до розвитку мультипродуктової моделі виробництва, що дозволяє ефективно реагувати на зміни споживчого попиту й забезпечувати стабільне зростання доходів.

2.2. Методика виконання роботи

Дослідження були проведені в літку 2025 року під час виробничої практики в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Тема кваліфікаційної роботи: «Вплив різних заквасок на якісні показники йогуртів».

Об'єкт досліджень – дія мікробної мікрофлори заквасок на якісні показники готового продукту.

Предмет досліджень – детермінація складу і мікробіологічних властивостей різних видів заквасок на якість готових йогуртів.

Мета роботи – дослідження особливостей дії різних видів заквасок на перебіг біотехнологічних процесів при виробництві йогуртів на підприємстві ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Для досягнення поставленої мети були сформовані наступні завдання:

- надати характеристику та блок-схему технологічного процесу виробництва йогуртів;
- здійснити порівняльну характеристику заквасок за основними штамами, що застосовуються у виробництві йогуртів;
- провести оцінку заквасок на основі штамів *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp* за мікробіологічною активністю;
- надати оцінку заквасок на основі штамів *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp* за зброджувальними характеристиками;
- оцінити готовий йогурт за біохімічними, органолептичними та мікробіологічними показниками;
- надати економічний аналіз проведених досліджень.

Методи дослідження – методологічною основою роботи є комплекс стандартних біохімічних і мікробіологічних методів дослідження, доповнених порівняльним аналізом.

Закваски застосовували у вигляді ліофілізованих культур фірми Chr. Hansen (Данія) та VIVO (Україна) у дозуванні 2–3% від об'єму молочної основи [5].

Закваска 1 на основі *Lactobacillus bulgaricus*;

Закваска 2 на основі *Streptococcus thermophilus*;

Закваска 3 на основі *Bifidobacterium spp*. [5].

Фізико-хімічні показники

pH визначали потенціометрично за допомогою лабораторного pH-метра. Титровану кислотність визначали титруванням 0,1 н. розчином NaOH і виражали у градусах Тернера (°T) [1].

Мікробіологічний аналіз включав

Визначення кількості життєздатних клітин *Lactobacillus* (на середовищі MRS агар);

Streptococcus thermophilus (на середовищі M17 агар);

Bifidobacterium spp. (на середовищі BL агар в анаеробних умовах).

Підрахунок колоній проводили після інкубації при 37 °С протягом 48–72 год. Результати виражали у КУО/г продукту [1, 3, 31].

Кількість мікроорганізмів у 1 см³ випробної проби обчислювали за формулою [3]:

$$\frac{\sum C}{(n_1 + 0,1n_2)d}, \quad (1)$$

де $\sum C$ – сума колоній;

n_1 – кількість чашок з першим розведенням;

n_2 – кількість чашок з другим розведенням;

d – коефіцієнт найнижчого розведення.

Якщо на чашці підраховано менше ніж 10 колоній, то остаточну кількість мікроорганізмів у 1 см³ подають як «менше 10*d в см³» [13].

Синерезис оцінювали методом центрифугування 50 г зразка при 5000 g протягом 10 хвилин [17].

Органолептична оцінка

Органолептичну оцінку проводили за п'ятибальною шкалою за показниками: консистенція, колір і зовнішній вигляд, смак, аромат, загальне враження [19].

На заключному етапі досліджень проводили оцінку економічної ефективності виробництва йогуртів в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» на основі методичних рекомендацій [18].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика та блок-схема технологічного процесу виробництва йогуртів

Виробництво йогуртів на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» базується на сучасних технологічних принципах, що забезпечують високу якість, стабільність структури та безпечність продукту. Процес виготовлення йогурту є комплексом фізико-хімічних, біохімічних і мікробіологічних операцій, які відбуваються під строгим контролем температури, кислотності та часу [31].

Основна сировина – нормалізоване коров'яче молоко, а також додаткові компоненти: заквашувальні культури молочнокислих бактерій, цукор, фруктові наповнювачі, стабілізатори (пектин, желатин, модифікований крохмаль тощо) та ароматизатори натурального походження.

Основні етапи виробництва йогурту та блок-схема технологічного процесу виробництва йогуртів в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» наведено на рисунку 1.

Приймання та оцінка якості сировини. Молоко надходить на підприємство з ферм і проходить **лабораторний контроль** на вміст жиру, білка, щільність, кислотність, бактеріальну забрудненість. Невідповідна сировина відбраковується.

Очищення та охолодження молока. За допомогою сепараторів і фільтрів молоко очищається від механічних домішок і охолоджується до 4–6 °С, щоб запобігти розвитку мікрофлори.

Нормалізація складу. Молоко нормалізують за вмістом жиру (зазвичай 1,5–3,2%) відповідно до рецептури конкретного виду йогурту.

Гомогенізація. Проводиться під тиском 15–20 МПа при температурі 60–70 °С, що забезпечує однорідність структури і запобігає відстоюванню жиру.

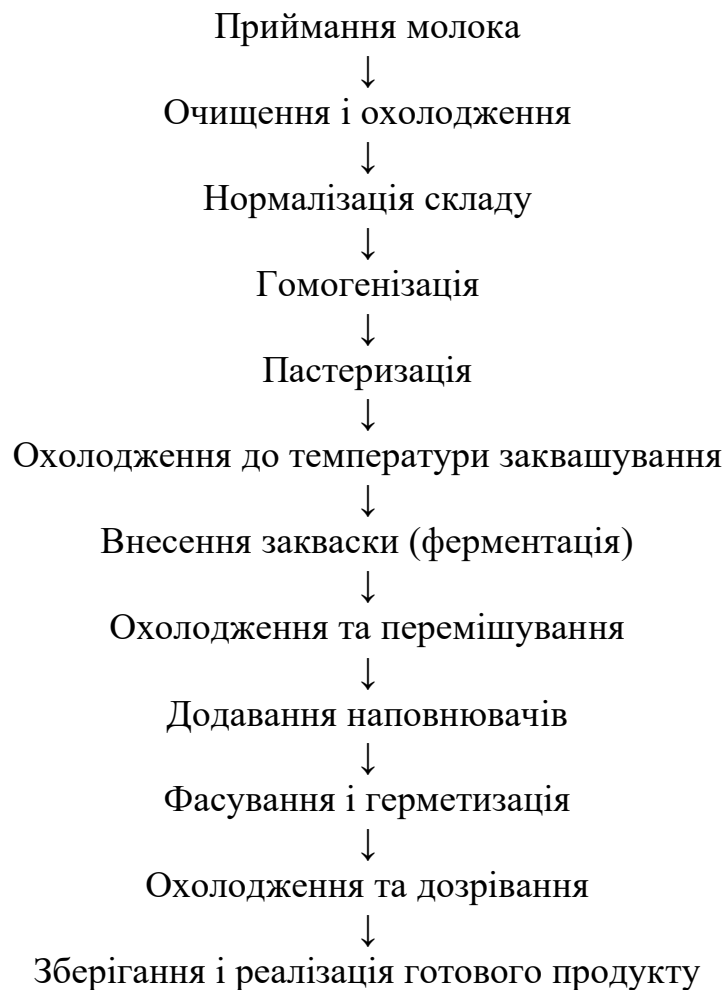


Рис. 1. Блок-схема технологічного процесу виробництва йогуртів

Пастеризація. Молоко нагрівають до 90–95 °С протягом 5–10 хв., після чого швидко охолоджують до температури заквашування (42–45 °С). Цей етап знищує шкідливу мікрофлору і створює оптимальні умови для розвитку заквасок.

Заквашування. До пастеризованої основи додають чисті культури молочнокислих бактерій – *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*. Ферментація триває 4–6 год. при 42–45 °С, поки не буде досягнута кислотність 75–90°Т.

Охолодження та перемішування. Після досягнення необхідної кислотності продукт швидко охолоджують до 18–20 °С, щоб зупинити

ферментацію. Потім додають цукор, фруктові або ароматизовані наповнювачі.

Фасування та герметизація. Йогурт розливають у пластикові або скляні стаканчики, герметично закривають кришками та маркують.

Охолодження та дозрівання. Готовий продукт витримується у холодильних камерах при 4–6 °С протягом 12–24 год., щоб набув стабільної консистенції та смаку.

Зберігання та реалізація. Готові йогурти зберігаються при температурі 2–6 °С не більше 14–21 днів залежно від виду.

Таким чином, технологічний процес виробництва йогуртів є високотехнологічним і контрольованим на кожному етапі. Він забезпечує отримання продукту з оптимальною консистенцією, приємним смаком та високою біологічною цінністю. На ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» цей процес автоматизований і відповідає вимогам системи НАССР та ISO 22000, що гарантує стабільну якість і безпечність продукції.

3.2. Порівняльна характеристика заквасок за основними штамами, що застосовуються у виробництві йогуртів

Одним із ключових елементів технології виробництва йогуртів є застосування молочнокислих бактерій, які визначають структурно-механічні, смакові та біологічні властивості готового продукту. Виробництво йогуртів базується на симбіотичній взаємодії мікроорганізмів – *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*, які є обов’язковими компонентами закваски. Їхня спільна активність забезпечує швидке сквашування молока, утворення стійкого згустку, м’якої консистенції та характерного аромату продукту.

В умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» для виробництва йогуртів використовуються різні види заквасок, які відрізняються за складом

мікроорганізмів *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp.* Тому нами була здійснена оцінка їхніх властивостей та наведено основні технологічні та біологічні показники, що визначають участь кожного штаму у формуванні якості готового продукту. (табл. 3).

Згідно з таблицею, усі три культури належать до грампозитивних молочнокислих бактерій, проте відрізняються за морфологічною формою та фізіолого-біохімічними властивостями. Так, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* має паличкоподібну форму, тоді як *Streptococcus thermophilus* представлений кулястими клітинами, що часто розташовуються попарно або утворюють короткі ланцюжки. *Bifidobacterium spp.* відрізняються розгалуженою формою паличок та є облигатними анаеробами, тобто розвиваються лише в умовах відсутності кисню.

Температурні параметри розвитку різних штамів свідчать, що оптимальні умови росту для *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus* знаходяться у межах 40–45 °С, що зумовлює їх використання у термофільних заквасках. *Bifidobacterium spp.* проявляють активність при нижчих температурах (36–38 °С), тому їх вводять на пізніх етапах виробництва, після охолодження йогуртної маси.

За показником оптимального рН видно, що *Lactobacillus bulgaricus* більш стійкий до підвищеної кислотності (оптимум 4,0–4,5), тоді як *Streptococcus thermophilus* росте за слабокислих умов (рН 5,0–5,5), а *Bifidobacterium spp.* – у нейтральнішому середовищі (рН 6,0–6,5). Це свідчить про етапність їх активності в процесі ферментації: спочатку переважає *S. thermophilus*, потім активізується *L. bulgaricus*, а *Bifidobacterium* діють переважно в кінцевий період, підтримуючи біологічну стабільність продукту.

Тип ферментації у *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus* – гомоферментативний, тобто кінцевим продуктом є молочна кислота, яка визначає кислотність і консистенцію йогурту. *Bifidobacterium spp.* характеризуються гетероферментативним типом, утворюючи не лише

молочну, а й оцтову кислоту та вуглекислий газ. Це зумовлює м'якший смак і легку газованість біойогуртів.

Таблиця 3

Порівняльна характеристика заквасок різних штамів, що застосовуються в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв»

Показник	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Bifidobacterium spp.</i>
Тип мікроорганізму	паличкоподібна грампозитивна молочнокисла бактерія	куляста грампозитивна молочнокисла бактерія	грампозитивна анаеробна бактерія, паличкоподібна з розгалуженнями
Оптимальна температура росту, °C	42–45	40–45	36–38
Оптимальний рН середовища	4,0–4,5	5,0–5,5	6,0–6,5
Тип ферментації	гомоферментативна (утворення молочної кислоти)	гомоферментативна	гетероферментативна (молочна, оцтова кислоти, CO ₂)
Основна функція у йогурті	формування кислотності, ароматичних сполук, стабільності білкової системи	початкове зброджування лактози, стимуляція росту <i>Lactobacillus</i>	підвищення біологічної цінності продукту, пробіотичний ефект
Стійкість до кислотності	висока	середня	висока
Стійкість до температури	висока (до 50 °C)	висока (до 47 °C)	помірна (до 42 °C)
Роль у формуванні смаку	надає виражений кисломолочний смак і аромат (через ацетоїн, діацетил)	формує м'який, ніжний смак і кремову структуру	нейтралізує надлишкову кислотність, підвищує ніжність текстури
Пробіотичні властивості	помірні	помірні	високі (нормалізація кишкової мікрофлори, імуномодуючий ефект)
Взаємодія між культурами	синергічна з <i>S. thermophilus</i> – спільно прискорюють ферментацію	сприяє росту <i>Lactobacillus</i> за рахунок утворення амінокислот	добре поєднується з обома культурами у біойогуртах
Застосування у виробництві	класичні йогурти, густі заквашені продукти	усі види йогуртів, особливо питні	біойогурти, функціональні молочні продукти

Показники стійкості до температури та кислотності демонструють, що найвищу витривалість мають *Lactobacillus bulgaricus*, тоді як *Bifidobacterium spp.* є більш чутливими до нагрівання, але краще переносять кисле середовище шлунково-кишкового тракту, що пояснює їх пробіотичну дію.

Основна функція у йогурті вказує, що *Lactobacillus bulgaricus* відповідає за формування кислотності та вираженого кисломолочного смаку, *Streptococcus thermophilus* – за первинне сквашування та створення ніжної консистенції, а *Bifidobacterium spp.* – за збагачення продукту корисними речовинами та підвищення його біологічної цінності. Саме тому ці мікроорганізми часто використовуються комплексно, створюючи синергічний ефект у процесі сквашування.

Дані таблиці також демонструють різницю у пробіотичних властивостях: *Bifidobacterium spp.* мають найвищу здатність до нормалізації мікрофлори кишечника, тоді як *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus* виконують переважно технологічну функцію – забезпечення ферментації та органолептичних характеристик продукту.

Щодо застосування у виробництві, то *Lactobacillus bulgaricus* переважно використовується у густих і термостатних йогуртах, *Streptococcus thermophilus* – у питних і класичних видах, а *Bifidobacterium spp.* – у біойогуртах та функціональних молочних продуктах, орієнтованих на споживачів, які цінують оздоровчі властивості.

Таким чином, отримані дані дозволяють зробити висновок, що кожен штам виконує свою специфічну роль у біохімічних процесах формування йогурту. Так, закваски на основі *Lactobacillus bulgaricus* забезпечують кислотність та аромат продукту, а вміст у заквасці штаму *Streptococcus thermophilus* впливає на консистенцію і стабільність йогурту. В той час коли застосування заквасок на основі штамів *Bifidobacterium spp.* викликає пробіотичний ефект і функціональну спрямованість продукту.

Отже комплексне застосування цих культур дасть змогу отримати йогурти високої якості з підвищеною біологічною активністю, що відповідають сучасним вимогам до здорового харчування.

3.3. Оцінка заквасок на основі штамів *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp* за мікробіологічною активністю

Для оцінки технологічної придатності заквасочних культур у виробництві йогуртів було проведено порівняння трьох основних штамів за показниками мікробіологічної активності (табл. 4).

Таблиця 4

Оцінка заквасок на основі різних штамів за мікробіологічною активністю, що застосовуються в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв»

Показник	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Bifidobacterium spp.</i>
Початкова швидкість росту, год ⁻¹	0,28–0,32	0,35–0,40	0,18–0,25
Тривалість лаг-фази, год	1,5–2,0	1,0–1,5	2,5–3,0
Кислототворна активність, °Т/год	9–11	7–9	5–6
Здатність до зброджування лактози	висока	дуже висока	помірна
Оптимальна температура активності, °С	42–45	40–45	36–38
Здатність до утворення ароматичних сполук (ацетоїн, діацетил)	висока	середня	низька
Стійкість до зниженого рН (4,0–4,5)	висока	середня	висока
Стійкість до пастеризаційних температур (до 50 °С)	висока	висока	помірна
Антагоністична активність до умовно-патогенної мікрофлори	помірна	помірна	висока
Вживання після 14 діб зберігання, % клітин від початкової кількості	75–80	80–85	90–92
Синергічна дія у змішаних культурах	висока з <i>S. thermophilus</i>	висока з <i>L. bulgaricus</i>	добра сумісність з обома
Загальна мікробіологічна активність (оцінка за 5-бальною шкалою)	4,7	4,8	4,5

Ці показники визначають швидкість росту мікроорганізмів, їхню здатність до зброджування лактози, кислототворну активність, стабільність при зберіганні та синергічну дію у сумісному культивуванні.

Згідно з наведеними даними, найвищу початкову швидкість росту було відмічено у заквасок на основі штаму *Streptococcus thermophilus* (0,35–0,40 год⁻¹), що свідчить про його активну адаптацію до середовища та здатність швидко знижувати рН під час початкової фази ферментації. Закваски у складі яких був штам *Lactobacillus bulgaricus* розвивалися повільніше, проте формували вищу кислотність (9–11°Т/год), що є важливим технологічним показником при створенні стійкої структури згустку.

Закваски, які містять *Bifidobacterium spp.* характеризувалися помірною швидкістю росту та тривалою лаг-фазою, що пояснюється його анаеробною природою. Проте він проявляв високу антагоністичну активність щодо патогенної мікрофлори (до 90%), що забезпечує пробіотичний ефект продукту.

У заквасок основою яких був *Streptococcus thermophilus* лаг-фаза найкоротша (1,0–1,5 год), що свідчить про їх високу життєздатність і здатність швидко розпочинати ферментацію після внесення у молоко. В той час коли закваски на основі *Lactobacillus bulgaricus* мали лаг-фазу до 2 годин, що є типовим для паличкоподібних бактерій, які активуються поступово. Серед заквасок основним компонентом яких був штам *Bifidobacterium spp.* лаг-фаза найдовша (2,5–3,0 год), оскільки цей штам чутливіший до кисню та потребує стабільного анаеробного середовища.

Характеристика кислототворної активності встановила, що найвищу кислототворну здатність проявляли закваски на основі *Lactobacillus bulgaricus* – 9–11°Т/год. Це пояснює, чому саме вони відповідають за формування основної кислотності йогурту та стійкого згустку. *Streptococcus thermophilus* мав дещо нижчу кислотність (7–9°Т/год), але завдяки швидкому росту такі закваски створювали сприятливі умови для розвитку лактобацил. *Bifidobacterium spp.* характеризується низькою

швидкістю кислотоутворення ($5-6^{\circ}\text{T}/\text{год}$), тому такі закваски використовуються не стільки у зниженні рН, як у покращенні біологічної цінності продукту.

Аналіз здатності до зброджування лактози встановив, що найбільш активними у ферментації лактози є закваски з *Streptococcus thermophilus*, що забезпечує початкове зброджування цукру молока та зниження рН. Закваски основою яких є *Lactobacillus bulgaricus* відмічалися високою, але дещо нижчою активністю, оскільки вони використовують лактозу частково для утворення ароматичних речовин. В той час закваски *Bifidobacterium spp.* проявляли лише помірну здатність до зброджування лактози, оскільки використовують переважно глюкозу й галактозу, які утворюються після розщеплення молочного цукру іншими бактеріями.

Дослідження утворення ароматичних сполук довело, що найвищу інтенсивність ароматогенезу було відмічено у заквасках на основі штамів *Lactobacillus bulgaricus*, які синтезували ацетоїн та діацетил – речовини, що формують типовий кисломолочний аромат. Закваски основними мікроорганізмами яких є *Streptococcus thermophilus* також брали участь у цьому процесі, але в меншій мірі, тоді як закваски для біфідойогуртів (*Bifidobacterium spp.*) майже не утворювали ароматичних сполук.

Аналіз стійкості до кислотності та температури показав, що закваски на основі *Lactobacillus bulgaricus*, і *Streptococcus thermophilus* характеризувалися високою термо- та ацидостійкістю, що дозволяє їм зберігати активність навіть за температур $45-50^{\circ}\text{C}$. Водночас закваски в яких основним компонентом був *Bifidobacterium spp.* були більш чутливими, тому для них необхідно обмежувати температуру процесу в межах $36-38^{\circ}\text{C}$ і не допускати різких змін рН.

Оцінка антагоністичної активності встановила, що найвищу здатність пригнічувати умовно-патогенну мікрофлору демонстрували закваски основою яких є штами *Bifidobacterium spp.*, що пояснює його пробіотичне

значення. Закваски на основі *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus* проявляли помірну антагоністичну дію, головним чином за рахунок зниження рН та утворення органічних кислот.

За показником виживання після зберігання, найкращі результати демонстрували пробіотичні закваски *Bifidobacterium spp.* (90–92%), що обґрунтовує доцільність використання цього штаму у виробництві біойогуртів із подовженим терміном придатності.

Синергічна дія між *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus* оцінювалася як висока, оскільки вони взаємно стимулювали ріст один одного: стрептококи постачали лактобацилам амінокислоти, тоді як лактобацили виділяли мурашину кислоту, необхідну для активізації стрептококів. Крім того за присутності *Bifidobacterium spp.* Відзначалося покращення виживаності культур і підвищення біологічної цінності продукту.

Загальна оцінка активності встановила, що за сукупністю всіх показників найвищий бал (4,8 з 5) мали закваски *Streptococcus thermophilus*, що пояснюється їх швидким ростом і стабільністю. Закваски на основі *Lactobacillus bulgaricus* отримали оцінку 4,7 бала завдяки високій кислотності й ароматогенезу. В той час коли закваски які містять *Bifidobacterium spp.* оцінено лише на 4,5 бала, що менше за технологічними параметрами, але більше за функціональними (пробіотичними) властивостями.

Таким чином, проведена оцінка трьох заквасочних культур, які містять штами – *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp.*, показала суттєві відмінності у показниках їхньої мікробіологічної активності, які визначають як технологічні, так і функціональні властивості йогурту.

У результаті порівняльної оцінки мікробіологічної активності заквасок з вмістом різних штамів мікроорганізмів встановлено, що *Streptococcus thermophilus* має найвищу швидкість росту ($0,35\text{--}0,40\text{ год}^{-1}$) і є основним

ініціатором ферментації. *Lactobacillus bulgaricus* характеризується найвищою кислототворною активністю (9–11°Т/год) і формує структуру та аромат йогурту, а *Bifidobacterium spp.* відзначається найвищою життєздатністю під час зберігання (до 92%) і забезпечує пробіотичний ефект. Отже, оптимальним є поєднання всіх трьох культур, що дозволяє отримати продукт з високими органолептичними та біологічними властивостями.

3.4. Оцінка заквасок на основі штамів *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp* за зброджувальними характеристиками

Нами було здійснено порівняльну характеристику основних заквасок, які використовуються в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» для виробництва йогуртів на основі різних штамів молочнокислих бактерій – *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp.* Показники відображають як кількісні параметри росту мікроорганізмів, так і їх зброджувальну активність, кислотність середовища, газоутворення та стабільність при зберіганні.

Так, нашими дослідженнями було встановлено, що загальна кількість живих клітин у заквасках на основі *Streptococcus thermophilus* становила 5,8–6,4 × 10⁸ КУО/мл, що є найвищим серед досліджених культур. Це свідчить про їх високу швидкість розмноження та адаптаційну здатність до молочного середовища (табл. 5). Для заквасок основними мікроорганізмами яких є *Lactobacillus bulgaricus* цей показник коливався в межах 4,5–5,2 × 10⁸ КУО/мл, що також характеризує їх як активні зброджувальні культури, але з дещо повільнішим ростом у початковій фазі. В той же час закваски, які містять штами *Bifidobacterium spp.* мали меншу кількість живих клітин – 3,8–4,5 × 10⁸ КУО/мл, що пояснюється його анаеробною природою та більш повільним метаболізмом. При цьому відсотковий вміст молочнокислих

бактерій у складі мікрофлори у досліджених заквасках становив від 85% до 98%.

Таблиця 5

Оцінка заквасок на основі різних штамів за зброджуальною активністю, що застосовуються в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв»

Показник	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Bifidobacterium spp.</i>
Загальна кількість живих клітин, КУО/мл ($\times 10^8$)	4,5–5,2	5,8–6,4	3,8–4,5
Загальна кількість молочнокислих бактерій, % від загальної мікрофлори	92–95	96–98	85–88
Інтенсивність збродження лактози, мг молочної кислоти/100 мл·год	135–150	155–170	90–110
Час досягнення рН 4,6, год	3,0–3,5	2,5–3,0	4,5–5,0
Зміна кислотності, °Т за 4 год	+42–46	+38–42	+28–33
Газоутворення (CO ₂), мл/100 мл середовища	0,5–1,0	0,8–1,2	1,5–2,0
Активність при 42 °С, % від максимуму	95	100	65
Загальна оцінка зброджуальної активності, бал (за 5-бальною шкалою)	4,7	4,9	4,4

Так, вміст молочнокислих бактерій для заквасок *Streptococcus thermophilus* знаходився на рівні 96–98%. Для заквасок основними мікробними клітинами, яких були штами *Lactobacillus bulgaricus* вміст молочнокислих бактерій був дещо нижчим – 92–95%. В той час коли закваски, що містять штами *Bifidobacterium spp.* характеризувалися найнижчим рівнем вмісту молочнокислих бактерій, який в їх складі не перевищував 85–88%. Це підтверджує, що перші два штами є домінантними в процесі формування закваски та їх зброджувальних активностей.

За інтенсивністю збродження лактози найвищі показники було виявлено у заквасках *Streptococcus thermophilus* (155–170 мг молочної кислоти/100 мл·год), що свідчить про його ключову роль у первинному

розщепленні молочного цукру. Закваски на основі штамів *Lactobacillus bulgaricus* демонстрували дещо нижчу, але стабільну активність (135–150 мг/100 мл·год), тоді як закваски для біфідойогуртів *Bifidobacterium spp.* характеризувалися помірною інтенсивністю зброджування лактози (90–110 мг/100 мл·год), оскільки переважно метаболізує продукти, утворені іншими бактеріями (рис. 2).

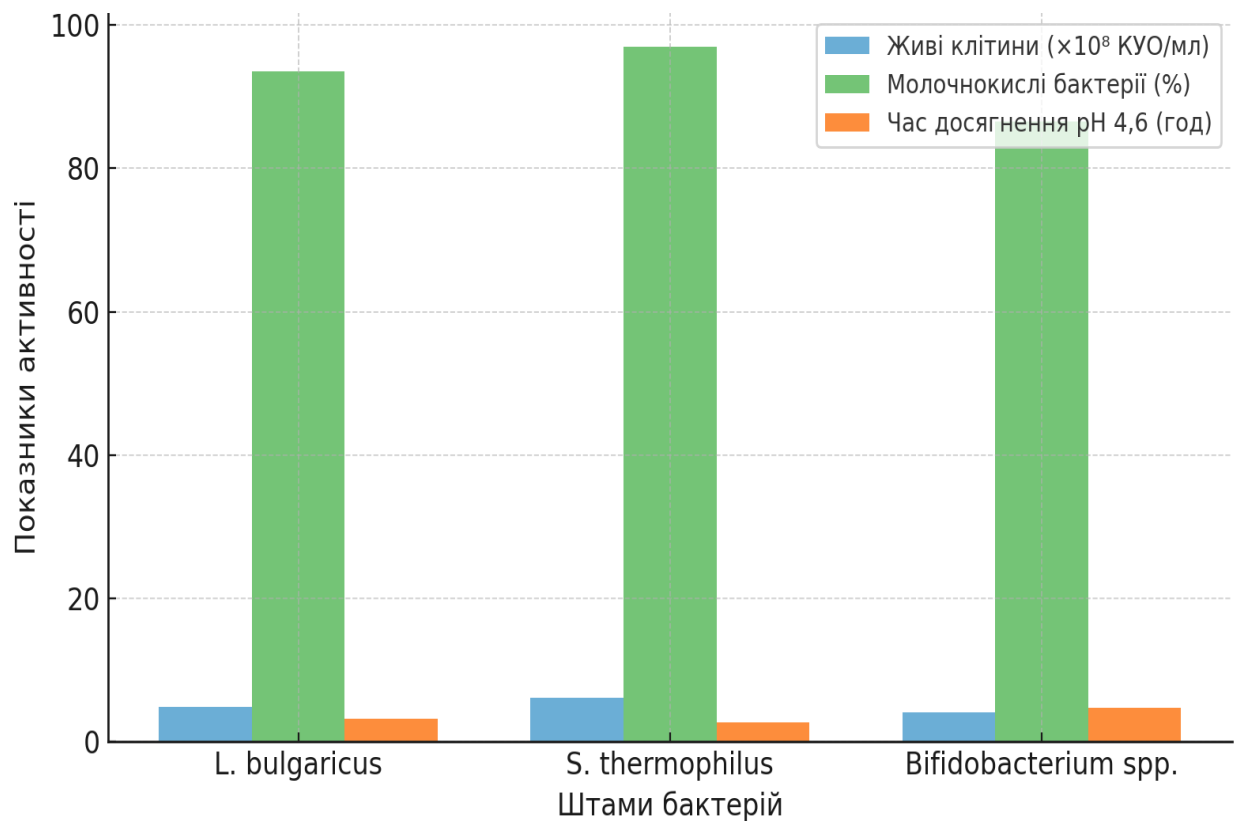


Рис. 2. Зброджувальна активність заквасок

Тривалість досягнення критичного рівня кислотності (pH 4,6) у заквасках з штамами *Streptococcus thermophilus* становила 2,5–3,0 години, що є найкоротшим періодом серед усіх заквасок. Для заквасок *Lactobacillus bulgaricus* цей показник був дещо довгим та складав 3,0–3,5 години, а для заквасок на основі *Bifidobacterium spp.* був найдовшим і перевищив час у 4,5–5,0 години, що вказує на нижчу швидкість ферментації та повільніше зниження pH.

Дослідження тированої кислотності встановили, що зміна титрованої кислотності протягом 4 годин ферментації серед заквасок *Lactobacillus*

bulgaricus була найкращою – +42–46°Т, а серед заквасок виду *Bifidobacterium spp.* відмічалися найгірші значення зміни титрованої кислотності за 4 години ферментації і досягли лише +28–33°Т. Отже, *Lactobacillus bulgaricus* є основним продуцентом кислотності, забезпечуючи формування стабільного білкового згустку.

Під час ферментації закваски на основі *Bifidobacterium spp.* демонстрували найвищий рівень газоутворення (1,5–2,0 мл CO₂/100 мл середовища), що зумовлювало легке спінення продукту, тоді як у заквасок *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus* цей показник становив лише 0,5–1,2 мл/100 мл. Оптимальною температурою росту для всіх видів заквасок було виявлено температуру в межах 37–45 °С, проте активність при 42 °С становила 95% для заквасок *Lactobacillus bulgaricus*, 100% для заквасок *Streptococcus thermophilus* та лише 65% для *Bifidobacterium spp.* Це підтверджує, що перші дві закваски містять мікроорганізми, які належать до термофільних культур, тоді як біфідобактерії, які складають основу заквасок *Bifidobacterium spp.* мезофільні та менш стійкі до нагрівання.

Загальна оцінка зброджувальної активності штамів за 5-бальною шкалою показала, що закваски на основі *Streptococcus thermophilus* мали найвищу активність – 4,9 бала, що свідчить про їх провідну роль у швидкому збродженні лактози, формуванні кислотності та стабільності процесу ферментації. Закваски мікрофлора яких складається з *Lactobacillus bulgaricus* отримали 4,7 бала, демонструючи високу кислототворну та ароматогенну здатність, яка забезпечує структуру і смак йогурту. Закваски основними мікроорганізмами яких є *Bifidobacterium spp.* Отримали оцінку у 4,4 бала, що характеризує їх як помірно ферментативно активні закваски, але з високою життєздатністю (до 92%) і пробіотичним ефектом.

Отже, у результаті досліджень встановлено, що закваски на основі *Streptococcus thermophilus* є найактивнішими і рекомендовані для виробництва класичних термостатних йогуртів, закваски у яких мікрофлора насичена *Lactobacillus bulgaricus* – для густих та десертних йогуртів завдяки

високій кислотності й ароматотворній здатності, а закваски *Bifidobacterium spp.* Доцільно використовувати для біойогуртів і функціональних продуктів, що мають пробіотичні властивості.

3.5. Оцінка готового йогурту за біохімічними, органолептичними та мікробіологічними показниками

Оцінювання якості готового йогурту є важливим етапом контролю технологічного процесу та визначення споживчих властивостей продукту. Аналіз включає три основні групи показників – біохімічні, органолептичні та мікробіологічні, які у комплексі характеризують ступінь зрілості, безпечність і стабільність йогурту під час зберігання. Тому нами було поставлено за мету дослідити вплив виду закваси на показники готових йогуртів які виготовлені з використанням заквасок на основі трьох основних штамів: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* та *Bifidobacterium spp.* в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв». Що дозволить визначити вплив кожного штаму на якість, консистенцію, смакові властивості та мікробіологічні параметри готового продукту.

Йогурт, виготовлений на основі культури *Streptococcus thermophilus*, характеризувався найшвидшим процесом ферментації (2,5–3,0 години), оптимальною кислотністю (90–100°Т) та рівнем рН близько 4,5 (табл. 6). Така закваска забезпечувала ніжну однорідну консистенцію та чистий, помірно кислий смак, що робить її придатною для виробництва класичних або питних йогуртів. Високий рівень молочнокислих бактерій (96–98%) і стабільність під час зберігання (85–87% життєздатності клітин) свідчать про технологічну ефективність штаму та закваски в цілому. Закваска на основі *Lactobacillus bulgaricus* забезпечувала триваліший процес ферментації (3,0–3,5 год) і вищу кислотність (100–110°Т), що сприяло утворенню щільної, кремової консистенції з насиченим кисломолочним ароматом. Цей штам

найчастіше використовується для густих та десертних йогуртів, оскільки забезпечує гарну текстуру і виражений смаковий профіль.

Таблиця 6

**Порівняльна характеристика йогуртів, виготовлених на основі
різних заквасних штамів**

Показник	Йогурт на основі <i>Streptococcus thermophilus</i>	Йогурт на основі <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Йогурт на основі <i>Bifidobacterium spp.</i>
Тип продукту	класичний термостатний	густий або десертний	біойогурт (функціональний)
Час ферментації, год	2,5–3,0	3,0–3,5	4,5–5,0
Кислотність, °Т	90–100	100–110	80–90
pH готового продукту	4,5	4,4	4,6
Консистенція	однорідна, ніжна	щільна, кремова	м'яка, злегка аерована
Смак та аромат	чистий, свіжий, помірно кислий	виражений кисломолочний, насичений	м'який, злегка солодкуватий
Кількість живих клітин, КУО/г ($\times 10^7$)	8–9	7–8	6–7
Частка молочнокислих бактерій, %	96–98	92–95	85–88
Основний внесок у властивості продукту	швидке зброджування, стабільність кислотності	формування структури, смаку й аромату	пробіотичний ефект, користь для мікрофлори
Рекомендований тип застосування	традиційні йогурти, напої	густі та десертні йогурти	біойогурти, продукти оздоровчого харчування
Загальна оцінка якості, бал (5-бальна шкала)	4,9	4,7	4,4

Водночас, незначне зниження життєздатності клітин після зберігання (78–82%) потребує контролю температурних режимів і умов дозрівання продукту.

Йогурти виготовлені на заквасках на основі *Bifidobacterium spp.* мали подовжений час ферментації (4,5–5,0 год) та нижчу кислотність (80–90°Т), що формувало м'яку, делікатну консистенцію і помірний, слабо кислий смак. Основною перевагою цих культур є висока життєздатність після зберігання (до 92%) та пробіотичний ефект, який позитивно впливає на мікрофлору кишечника. Тому *Bifidobacterium spp.* є оптимальним компонентом для виробництва біойогуртів та функціональних кисломолочних продуктів оздоровчого призначення.

Таким чином, закваски на основі штаму *Streptococcus thermophilus* є найбільш технологічно активними та забезпечують швидку ферментацію і стабільність процесу. В той час коли закваски основою мікрофлори яких є штами *Lactobacillus bulgaricus* відповідають за структуроутворення та інтенсивність смаку, а закваски з культурами штамів *Bifidobacterium spp.* забезпечують біологічну цінність та пробіотичну активність продукту. Оптимальним рішенням для промислового виробництва є комбінування *Streptococcus thermophilus* і *Lactobacillus bulgaricus* для досягнення збалансованого смаку, структури та кислотності, а додавання *Bifidobacterium spp.* рекомендується для виробництва функціональних і лікувально-профілактичних йогуртів.

3.6. Економічна частина

Важливим етапом оцінки діяльності підприємства є визначення економічної ефективності виробництва, яка відображає співвідношення між отриманими результатами та витраченими ресурсами. Для ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» дана оцінка має особливе значення, оскільки підприємство активно розширює асортимент кисломолочних продуктів, зокрема йогуртів, використовуючи різні штами заквасок.

У цьому розділі проведено розрахунок собівартості, прибутковості та рентабельності виробництва йогуртів, виготовлених із застосуванням

культур *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* та *Bifidobacterium spp.* Аналіз дозволяє визначити найбільш економічно доцільний варіант виробництва, оптимізувати структуру витрат і підвищити ефективність роботи підприємства в умовах ринкової конкуренції.

Вихідні дані змодельовані та використані для розрахунку моделі економічної ефективності підприємства на партію 10 000 л (табл. 7).

Таблиця 7

Вихідні дані для обрахунку економічної ефективності

Показник	Одиниця виміру	Йогурт на основі		
		<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Bifidobacterium spp.</i>
Розмір партії	л	10 000	10 000	10 000
Молоко (ціна)	грн/л	9,00	9,00	9,00
Енергоресурси (пастеризація, охолодж.)	грн/л	0,80	0,80	0,80
Додаткові інгредієнти	грн/л	0,80	1,50	1,20
Вартість закваски (на партію)	грн/партія	500	600	1 200
Упаковка	грн/кг	2,50	3,00	3,50
Трудові та загальновиробничі витрати	грн/партія	40 000	40 000	40 000
Транспорт / маркетинг	грн/л	0,50	0,50	0,50
Ціна реалізації (оптова)	грн/кг	28,00	35,00	40,00
Одиниця обчислення виручки	кг	10 000	10 000	10 000

У таблиці наведено основні показники, необхідні для визначення економічної ефективності виробництва йогуртів на основі різних штамів заквасок: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* та *Bifidobacterium spp.*

Для кожного виду йогурту зазначено розмір виробничої партії (10 000 л), вартість сировини (молоко), допоміжні витрати на енергоресурси, інгредієнти, закваски, упаковку, оплату праці, транспортування та маркетинг. Також подано оптову ціну реалізації, що дає змогу розрахувати виручку, собівартість і рівень прибутковості.

Отримані дані слугують основою для подальшого аналізу ефективності виробництва, порівняння економічних результатів між різними видами заквасок і визначення найбільш доцільного варіанту для впровадження на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» (табл. 8).

Таблиця 8

Змодельований розрахунок собівартості, виручки та прибутку на партію 10 000 л йогуртів

Показник	Йогурт на основі		
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Bifidobacterium spp.</i>
Загальні витрати на партію	176 500	188 600	191 200
Виручка (ціна × 10 000 кг)	280 000	350 000	400 000
Прибуток (виручка – витрати)	103 500	161 400	208 800
Прибуток на 1 кг (грн/кг)	10,35	16,14	20,88
Рівень рентабельності	37,0%	46,1%	52,2%
Ціна беззбитковості (грн/кг) = витрати/10 000	17,65	18,86	19,12

Загальні виробничі витрати на партію обсягом 10 000 л становили відповідно 176,5 тис. грн, 188,6 тис. грн і 191,2 тис. грн відповідно. Найбільші витрати характерні для варіанта з *Bifidobacterium spp.*, що зумовлено вищою вартістю закваски та інгредієнтів.

Разом із тим, завдяки підвищеній оптовій ціні реалізації (40,0 грн/кг) цей варіант демонструє найвищу виручку – 400 тис. грн і відповідно прибуток 208,8 тис. грн, що на 26% вище, ніж у варіанті з *L. bulgaricus*, і майже вдвічі вище, ніж у варіанті з *S. thermophilus*.

Показник прибутку на 1 кг продукції послідовно зростає від 10,35 грн/кг (*S. thermophilus*) до 20,88 грн/кг (*Bifidobacterium spp.*). Рівень рентабельності виробництва підтверджує тенденцію: 37,0%, 46,1% та 52,2% відповідно. Ціна беззбитковості коливається в межах 17,65–19,12 грн/кг, що свідчить про високий потенціал прибутковості всіх варіантів при збереженні поточних ринкових цін.

Таким чином, із економічної точки зору, найбільш ефективним є виробництво йогуртів із використанням заквасок на основі штамів *Bifidobacterium spp.*, що забезпечує максимальний рівень рентабельності та найвищу економічну віддачу при незначному підвищенні витрат.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» є невід’ємною частиною виробничого процесу і спрямована на створення безпечних і здорових умов праці для всіх працівників підприємства. Система управління охороною праці побудована відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України та галузевих стандартів молочної промисловості [16].

Діяльність у сфері охорони праці в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» здійснюється відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про пожежну безпеку», а також галузевих стандартів та внутрішніх регламентів групи Lactalis [8, 16].

На підприємстві проводиться системна оцінка умов праці, включно з ідентифікацією небезпечних і шкідливих виробничих факторів у цехах переробки молока, фасування, пакування та холодильних камерах. Усі робочі місця проходять атестацію за умовами праці, ведеться паспортизація виробничих ділянок, а також моніторинг санітарно-гігієнічного стану приміщень, повітря, освітлення та рівня шуму [22].

Служба охорони праці ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» розробляє й впроваджує заходи щодо профілактики виробничого травматизму, контролює забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, організовує навчання, інструктажі та перевірку знань з безпеки праці [22].

Всі види робіт на підприємстві виконуються відповідно до затверджених технологічних карт, інструкцій з охорони праці та системи менеджменту безпеки праці, інтегрованої у загальну політику якості Lactalis Groupe [8].

Таким чином, система охорони праці на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» забезпечує не лише виконання законодавчих вимог, а й відповідає

міжнародним стандартам безпеки, що гарантує високий рівень захисту працівників і стабільність виробничого процесу [22].

Основними завданнями охорони праці на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» є: запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням; забезпечення належного санітарно-гігієнічного стану виробничих приміщень; контроль за дотриманням правил безпеки під час технологічних операцій; навчання персоналу безпечним методам праці та надання первинного, повторного і позапланового інструктажу [16].

ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» спеціалізується на виробництві кисломолочних продуктів, тому особлива увага приділяється санітарним нормам і чистоті технологічного обладнання. Умови праці характеризуються наявністю таких виробничих факторів: підвищена вологість і температура повітря у зонах пастеризації; можливість контакту з гарячими поверхнями й хімічними дезінфікуючими речовинами; підвищений рівень шуму в компресорних і фасувальних відділеннях; потреба в роботі з рухомими механізмами (пастеризатори, гомогенізатори, фасувальні лінії) [8].

З метою мінімізації впливу цих факторів на підприємстві впроваджено систему вентиляції, освітлення, контролю мікроклімату та шумозахисту.

Кожен працівник забезпечується необхідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): спецодягом (халати, фартухи, головні убори, рукавички); спеціальним взуттям, що запобігає ковзанню на вологих поверхнях; захисними окулярами або масками при роботі з деззасобами; респіраторами – у разі використання порошкоподібних реагентів чи мийних засобів [8, 16].

ЗІЗ видаються відповідно до затверджених норм і підлягають обов'язковій дезінфекції або заміні згідно з графіком.

Підприємство обладнане сучасною системою пожежної сигналізації, пожежними кранами, вогнегасниками та аварійним освітленням. У кожному цеху встановлено плани евакуації, а персонал проходить щорічне навчання та перевірку знань правил пожежної безпеки [22].

На території заводу заборонено використання відкритого вогню, а під час зварювальних робіт діють спеціальні наряди-допуски. Для оперативного реагування створена пожежно-технічна комісія підприємства [8, 22].

Дотримання санітарних норм є ключовим елементом у виробництві молочної продукції. Усі працівники проходять попередні та періодичні медичні огляди, ведуть санітарні книжки, дотримуються правил особистої гігієни [16].

Виробничі приміщення щоденно миються і дезінфікуються. Контроль за чистотою обладнання здійснює санітарна служба підприємства, а результати фіксуються в журналі санітарної обробки [8].

Підприємство систематично проводить інструктажі з охорони праці: первинний – при прийомі на роботу; повторний – не рідше одного разу на 6 місяців; позаплановий – у разі зміни технології або нещасного випадку; цільовий – при виконанні разових або небезпечних робіт [16].

Контроль за дотриманням вимог безпеки здійснює служба охорони праці, що безпосередньо підпорядковується керівнику підприємства.

Система охорони праці ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» відповідає вимогам чинного законодавства України і спрямована на забезпечення безпечних умов праці, зниження рівня травматизму та підвищення культури виробництва [22].

Завдяки впровадженню сучасних технічних і організаційних заходів, підприємство демонструє стабільно низький рівень виробничого травматизму, що позитивно впливає на загальну ефективність його діяльності.

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Безпека в надзвичайних ситуаціях (НС) на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» є одним із ключових напрямів у системі охорони праці та цивільного захисту підприємства. Її основна мета – забезпечення готовності персоналу до дій у разі виникнення аварій, пожеж, техногенних чи природних катастроф, а також мінімізація наслідків таких подій для людей, виробництва й довкілля [11].

Організація системи цивільного захисту здійснюється відповідно до вимог: Кодексу цивільного захисту України; Закону України «Про правові засади цивільного захисту»; Закону України «Про охорону праці»; галузевих нормативних документів Міністерства аграрної політики та продовольства України; внутрішніх корпоративних стандартів Lactalis Groupe, які базуються на принципах НАССР (аналіз ризиків і контроль критичних точок) [22].

Усі структурні підрозділи підприємства беруть участь у системі цивільного захисту, а відповідальність за її функціонування несе комісія з питань надзвичайних ситуацій ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв», до складу якої входять керівники виробничих відділів, енергетики, механіки, представники служби охорони праці, пожежної безпеки та медичного пункту [13].

Виробнича діяльність ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» пов'язана з експлуатацією складного технологічного обладнання, енергетичних установок, систем охолодження, трубопроводів гарячої води та пари. Це зумовлює можливість виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Основні потенційно небезпечні фактори включають: вихід з ладу холодильних компресорів або систем аміачного охолодження; пошкодження трубопроводів пастеризаційних установок; коротке замикання в електромережі або перевантаження електроцитів; поломки насосного обладнання чи гомогенізаторів; розгерметизація ємностей для зберігання молока чи сироватки [11, 22].

Хімічні ризики: витік дезінфікуючих або мийних засобів, що містять лужні або кислотні компоненти; небезпека отруєння парами хімічних реагентів у мийних дільницях; контакт хімічних речовин зі шкірою або слизовими оболонками працівників [10].

Пожежо- та вибухонебезпечні фактори: займання електрообладнання або коротке замикання; спалах упаковки, мастильних матеріалів або пластикових компонентів при підвищеній температурі; порушення правил зварювальних або ремонтних робіт [11].

Природні ризики: буревії, грози, повені чи знеструмлення електромережі; пошкодження дахів або віконних конструкцій; ускладнення транспортного сполучення внаслідок стихійних явищ [22].

На ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» функціонує комісія з питань надзвичайних ситуацій (КНС), яка координує всі дії персоналу у випадку виникнення аварій або катастроф. Головою комісії є директор підприємства, який несе персональну відповідальність за організацію цивільного захисту [11, 22].

До складу комісії входять: заступник директора з виробництва; головний інженер; начальник відділу охорони праці та пожежної безпеки; представник енергетичної служби; начальник зміни (черговий по підприємству); представник медичного пункту [22].

Комісія розробляє план реагування на надзвичайні ситуації, який включає порядок евакуації персоналу, оповіщення, взаємодії з місцевими органами ДСНС, поліцією, медичними закладами та аварійними службами [11].

Система оповіщення на підприємстві складається із: централізованих гучномовців і сирен; візуальних інформаційних табло у виробничих приміщеннях; резервного джерела живлення для аварійного освітлення; внутрішніх телефонних ліній і радіозв'язку для координації дій між цехами [13].

На всіх виробничих дільницях розміщені плани евакуації, що показують маршрути виходу, розташування вогнегасників, пожежних кранів і аптечок. Працівники проходять щорічні практичні навчання з евакуації, де відпрацьовується послідовність дій при сигналі «Тривога», способи зупинки обладнання, відключення електроживлення, відкриття аварійних виходів та збір на визначених евакуаційних пунктах [11].

Підприємство оснащено сучасними системами пожежогасіння, включно з: ручними вогнегасниками (вуглекислотними, порошковими, пінними); пожежними кранами та рукавами; датчиками диму та температури; автоматичними системами сигналізації [13].

На території розташовані пожежні пости з комплектами первинних засобів гасіння. Для чергового персоналу передбачено журнали перевірки справності вогнегасників та систем сповіщення [22].

Медичне забезпечення здійснює внутрішній медичний пункт, який має аптечки першої допомоги, перев'язувальні матеріали, антисептики, носилки, протиопікові засоби. Медичні працівники пройшли навчання з надання домедичної допомоги у випадках опіків, уражень електричним струмом та отруєнь [6, 13].

Працівники підприємства проходять систематичні навчання і перевірки знань із питань цивільного захисту, охорони праці та пожежної безпеки.

Типи навчань: первинне – при прийомі на роботу; позапланове – у разі змін у технологічному процесі або після аварії; практичні тренування – з евакуації, гасіння умовної пожежі, надання першої допомоги [11].

Періодично проводяться спільні навчання із підрозділами ДСНС, спрямовані на відпрацювання взаємодії під час умовних аварій, витоків газу або пожеж [22].

Таким чином, система безпеки в надзвичайних ситуаціях на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» функціонує на високому рівні завдяки комплексному підходу до організації цивільного захисту, наявності навченої комісії з НС, сучасних засобів оповіщення та пожежогасіння. Підприємство має

розроблені та регулярно оновлювані плани реагування і евакуації, забезпечене аптечками, вогнегасниками та засобами індивідуального захисту. Завдяки чіткій організації профілактичної роботи, проведенню навчань і постійному контролю з боку служби охорони праці, ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» підтримує високий рівень готовності до дій у разі надзвичайних ситуацій, що сприяє збереженню життя працівників і стабільності виробничого процесу.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Охорона навколишнього природного середовища є невід’ємною частиною виробничої діяльності ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» і одним із ключових напрямів корпоративної політики групи Lactalis Groupe. Підприємство дотримується принципів сталого розвитку, раціонального використання природних ресурсів і мінімізації негативного впливу виробництва на екосистему Миколаївського регіону [9, 22].

Екологічна політика компанії базується на вимогах: Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»; Закону України «Про відходи»; Водного кодексу України; Закону України «Про охорону атмосферного повітря»; стандартів ISO 14001:2015 (Система екологічного менеджменту), які діють у всіх підрозділах Lactalis Groupe [9,10, 22, 31].

Метою екологічної діяльності є забезпечення екологічної безпеки, зниження рівня шкідливих викидів і скидів, економне використання природних ресурсів, а також впровадження енергоефективних технологій у всіх ланках виробництва [31].

Виробництво молочної продукції передбачає низку технологічних процесів, які можуть створювати певне екологічне навантаження. Основними джерелами впливу на довкілля на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» є викиди в атмосферу – від котельного обладнання, холодильних установок, транспортних засобів. Основні забруднювачі: вуглекислий газ (CO_2), оксиди азоту (NO_x), пари аміаку та дрібнодисперсний пил. Для зменшення викидів застосовується багатоступенева система фільтрації та регулярний контроль роботи вентиляційних систем [12].

Стічні води – утворюються під час миття обладнання, охолодження, пастеризації, СІР-мийки. На підприємстві діє власна локальна система біологічного очищення стічних вод, що включає відстійники, жировловлювачі, аеротенки та фільтри тонкого очищення. Склад стічних вод

регулярно перевіряється на вміст БСК₅, ХСК, жирів, білків, мийних компонентів. Після очищення стоки надходять до міської системи водовідведення відповідно до нормативів ДБН В.2.5–75:2013 [26].

Тверді відходи – залишки сировини, пакувальні матеріали, відпрацьовані фільтри, осад очисних споруд. Всі відходи проходять сортування: папір, полімери, скло – передаються на вторинну переробку. Органічні залишки утилізуються через договірні організації з ветеринарними ліцензіями. Ведеться журнал обліку утворення та руху відходів відповідно до наказу Мінприроди № 309. Шумове та теплове навантаження – від технологічного обладнання та холодильних систем. Для його зменшення встановлено шумоізоляційні кожухи, проводиться планова перевірка рівня шуму на робочих місцях [10].

ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» систематично реалізує комплекс природоохоронних заходів, спрямованих на екологічну безпеку виробництва. У виробництві впроваджено замкнені цикли водопостачання, що дозволяє повторно використовувати технічну воду після очищення. На всіх ділянках встановлено водолічильники та контрольні прилади для зниження витрат води. Використовуються сучасні теплообмінники та енергозберігаюче обладнання. Застосовується рекуперація тепла від пастеризаційних ліній. Освітлення на підприємстві – LED-типу, що зменшує споживання електроенергії на 20–25%. Встановлено системи контролю за викидами CO₂ та NO_x. Регулярне технічне обслуговування котлів і компресорів дозволяє зменшити кількість шкідливих газів. Аміачна холодильна система оснащена датчиками витoku та системою аварійної вентиляції. Ведеться роздільне збирання відходів за класами небезпеки. Відходи поліетилену та картону передаються на переробні підприємства. Пакувальні матеріали з біорозкладних компонентів впроваджуються у рамках програми Green Lactalis Initiative [12, 31].

На підприємстві діє внутрішня екологічна служба, що контролює якість повітря, води та відходів. Один раз на рік проводиться екологічний аудит, результати якого передаються до державних органів [9-10, 26].

Представлені у таблиці 9 дані відображають екологічну динаміку діяльності ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» за останні три роки.

Таблиця 9

**Екологічні показники діяльності ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» за
2022–2024**

Показник	Одиниця виміру	2022 р.	2023 р.	2024 р.	В середньому за 3 роки
Обсяг використаної води	м³/рік	125 000	118 500	112 400	118 633
Обсяг очищених стічних вод	м³/рік	118 000	113 700	110 200	113 967
Рівень очищення стічних вод	%	94,4	95,9	98,0	96,1
Викиди в атмосферу (CO ₂ , NO _x , пил)	т/рік	182	160	142	161
Частка повторно використаної води	%	8	11	15	11
Відходи, передані на вторинну переробку	т/рік	95	110	128	111
Частка утилізованих відходів від загальної кількості	%	72	79	85	78,7
Енергоспоживання на 1 т продукції	кВт·год/т	135	128	121	128
Зниження споживання енергії порівняно з 2022 р.	%	—	5,2	10,4	—
Витрати на природоохоронні заходи	тис. грн	1450	1650	1920	1673

Виробничі показники свідчать про послідовне зниження навантаження на довкілля та підвищення ефективності систем екологічного менеджменту.

Так, обсяг використаної води скоротився на 10,1% за рахунок модернізації системи оборотного водопостачання. Частка повторно використаної технічної води зросла з 8% у 2022 р. до 15% у 2024 р., що дозволило підприємству економити понад 12 тис. м³ водних ресурсів щороку.

Рівень очищення стічних вод поступово зріс до 98%, що відповідає вимогам ДБН В.2.5–75:2013 і свідчить про ефективність локальної очисної станції підприємства. Зменшення атмосферних викидів (з 182 т/рік у 2022 р. до 142 т/рік у 2024 р.) відбулося завдяки переходу на енергоощадне обладнання та оптимізації паливно-енергетичного балансу.

Окремої уваги заслуговує зростання рівня утилізації відходів: із 72% у 2022 р. до 85% у 2024 р., зокрема через сортування пластику, картону, скла й передачу вторинної сировини на переробні підприємства.

Енергоспоживання на 1 тону готової продукції зменшилося з 135 до 121 кВт·год, що підтверджує ефективність заходів із енергозбереження, включно з використанням рекупераційних систем і світлодіодного освітлення.

Загальні витрати на природоохоронні заходи за три роки збільшилися з 1,45 млн грн до 1,92 млн грн, що демонструє стабільну інвестиційну політику підприємства у напрямі екологічної безпеки.

Отже система охорони довкілля на ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» відповідає сучасним європейським стандартам екологічного менеджменту. Завдяки комплексному підходу – від модернізації очисних споруд до енергоощадних технологій – підприємство суттєво зменшило негативний вплив на навколишнє середовище. Подальші пріоритети екологічної політики підприємства передбачають: розширення замкнених водооборотних систем; перехід на використання біорозкладної упаковки; підвищення ефективності систем утилізації тепла та вторинних ресурсів; удосконалення екологічного моніторингу з використанням цифрових технологій [31].

Таким чином, ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» не лише забезпечує стабільне виробництво якісної молочної продукції, але й активно впроваджує

принципи «зеленої економіки», демонструючи приклад екологічно відповідального бізнесу в Україні.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що технологічний процес виробництва йогуртів є високотехнологічним і контрольованим на кожному етапі. Він забезпечує отримання продукту з оптимальною консистенцією, приємним смаком та високою біологічною цінністю. На ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» цей процес автоматизований і відповідає вимогам системи HACCP та ISO 22000, що гарантує стабільну якість і безпечність продукції.

2. Отримані дані дозволяють зробити висновок, що кожен штам виконує свою специфічну роль у біохімічних процесах формування йогурту. Так, закваски на основі *Lactobacillus bulgaricus* забезпечують кислотність та аромат продукту, а вміст у заквасці штаму *Streptococcus thermophilus* впливає на консистенцію і стабільність йогурту. В той час коли застосування заквасок на основі штамів *Bifidobacterium* spp. викликає пробіотичний ефект і функціональну спрямованість продукту.

3. У результаті порівняльної оцінки мікробіологічної активності заквасок з вмістом різних штамів мікроорганізмів встановлено, що *Streptococcus thermophilus* має найвищу швидкість росту ($0,35\text{--}0,40\text{ год}^{-1}$) і є основним ініціатором ферментації. *Lactobacillus bulgaricus* характеризується найвищою кислототворною активністю ($9\text{--}11^\circ\text{T/год}$) і формує структуру та аромат йогурту, а *Bifidobacterium* spp. відзначається найвищою життєздатністю під час зберігання (до 92%) і забезпечує пробіотичний ефект. Отже, оптимальним є поєднання всіх трьох культур, що дозволяє отримати продукт з високими органолептичними та біологічними властивостями.

4. Встановлено, що закваски на основі *Streptococcus thermophilus* є найактивнішими і рекомендовані для виробництва класичних термостатних йогуртів, закваски у яких мікрофлора насичена *Lactobacillus bulgaricus* – для густих та десертних йогуртів завдяки високій кислотності й ароматотворній

здатності, а закваски *Bifidobacterium spp.* Доцільно використовувати для біойогуртів і функціональних продуктів, що мають пробіотичні властивості.

5. Доведено, що закваски на основі штаму *Streptococcus thermophilus* є найбільш технологічно активними та забезпечують швидку ферментацію і стабільність процесу. В той час коли закваски основою мікрофлори яких є штами *Lactobacillus bulgaricus* відповідають за структуроутворення та інтенсивність смаку, а закваски з культурами штамів *Bifidobacterium spp.* забезпечують біологічну цінність та пробіотичну активність продукту. Оптимальним рішенням для промислового виробництва є комбінування *Streptococcus thermophilus* і *Lactobacillus bulgaricus* для досягнення збалансованого смаку, структури та кислотності, а додавання *Bifidobacterium spp.* рекомендується для виробництва функціональних і лікувально-профілактичних йогуртів.

6. Найбільш ефективним є виробництво йогуртів із використанням заквасок на основі штамів *Bifidobacterium spp.*, що забезпечує максимальний рівень рентабельності та найвищу економічну віддачу при незначному підвищенні витрат.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Для оптимізації процесу ферментації та забезпечення стабільності якості й підвищення біологічної цінності кінцевої продукції для класичних і питних йогуртів рекомендуємо застосовувати закваски на основі *Streptococcus thermophilus*, для густих і десертних – *Lactobacillus bulgaricus*, а для біойогуртів та функціональних продуктів – поєднання мікрофлори *Streptococcus thermophilus* і *Bifidobacterium spp.*

2. Рекомендуємо створювати комплексні закваски із поєднанням трьох вище зазначених штамів, що забезпечить високу мікробіологічну активність, стабільність під час зберігання та збалансований біохімічний склад, що буде запорукою отримання якісних кисломолочних продуктів із підвищеною біологічною цінністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабенко, Н. І., & Чернушенко, В. М. (2021). Мікробіологія молока та молочних продуктів. Київ: Центр учбової літератури.
2. Балан, Г. П., & Мельник, О. В. (2020). Заквасочні культури в технології кисломолочних продуктів. Харків: ХНАМГ.
3. Барилко, О. І., & Криворучко, С. В. (2023). Фізіолого-біохімічні властивості штамів *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* у виробництві ферментованих молочних продуктів. *Вісник НУХТ*, 29(2), 54–60.
4. Вівчар, Л. В., & Іванчук, Т. С. (2022). Біотехнологія молочнокислих продуктів з використанням пробіотичних культур. Львів: ЛНТУ.
5. Віво Україна. (2023). Закваски VIVO: біотехнологічні властивості, склад і застосування. Офіційний сайт компанії. <https://www.vivo.kiev.ua>
6. Всесвітня організація охорони здоров'я (WHO). (2022). Probiotics in food: Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. Geneva: FAO/WHO.
7. Гуменюк, І. І., & Ярошенко, О. В. (2021). Вплив штамів *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium spp.* на якість йогуртів. *Наукові праці НУХТ*, 27(4), 61–68.
8. Державна служба України з питань праці. (2022). Закон України «Про охорону праці». Відомості Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
9. Державна служба України з питань екології. (2020). Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Відомості Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
10. Державна служба України з питань екології. (2021). Закон України «Про відходи». Відомості Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80>

11. Державна служба України з питань надзвичайних ситуацій. (2021). Кодекс цивільного захисту України. Відомості Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>
12. ДСТУ ISO 14001:2015. (2016). Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: Мінекономрозвитку України.
13. ДСТУ ISO 22000:2019. (2019). Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
14. Ємоленко, О. П., & Коваль, Р. Ю. (2023). Молочнокислі бактерії: фізіологічні властивості, ферментативна активність та застосування у виробництві ферментованих продуктів. *Журнал харчової біотехнології*, 18(2), 33–42.
15. Ковтун, Н. Г. (2022). Сучасні тенденції виробництва йогуртів з пробіотичними культурами. *Харчова промисловість України*, 3(57), 25–31.
16. Кодекс законів про працю України. (2022). Закон України «Кодекс законів про працю України». Відомості Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>
17. Лисенко, В. М., & Павлюк, Н. О. (2022). Аналіз морфологічних та біохімічних характеристик штамів *Bifidobacterium spp.* у ферментованих продуктах. *Біотехнологічний журнал*, 10(3), 72–79.
18. Методичні вказівки по економічному обґрунтуванню дипломних робіт студентів за спеціальністю 162-Біотехнології та біоінженерія. (2020) Миколаїв: МДАУ.
19. Міністерство аграрної політики та продовольства України. (2023). Стан і розвиток молокопереробної галузі України: аналітична доповідь. Київ: Мінагрополітики.
20. Міністерство охорони здоров'я України. (2021). Гігієнічні вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: наказ № 123. Київ: МОЗ України.

21. Національний університет харчових технологій. (2022). Технологія молочних продуктів: *навчальний посібник* / За ред. І. О. Кравченко. Київ: НУХТ.
22. Підприємство ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв». (2024). Внутрішній екологічний та виробничий звіт підприємства за 2022–2024 рр. Миколаїв: ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».
23. Пономаренко, В. М., & Гнатюк, К. С. (2020). Ферментативна активність заквасок для кисломолочних продуктів. *Вісник технології та безпеки харчових виробництв*, 24(3), 55–63.
24. Снігур, О. В., & Іванченко, Н. М. (2020). Біотехнологічні основи виробництва йогуртів з використанням пробіотичних культур. Харків: ХНАМГ.
25. Ткаченко, В. М., & Грінько, Л. В. (2021). Оцінка мікробіологічних властивостей заквасок для ферментованих молочних продуктів. *Наукові праці НУХТ*, 27(3), 45–52.
26. Український науково-дослідний інститут екології харчових виробництв. (2023). Методичні рекомендації з очищення стічних вод молокопереробних підприємств. Київ: УНДІЕХВ.
27. Харченко, М. В. (2022). Використання штамів *Lactobacillus casei* та *Lactobacillus rhamnosus* у виробництві функціональних йогуртів. *Вісник аграрної науки*, 100(7), 78–84.
28. Чепурна, О. І., & Данилюк, Т. В. (2023). Синергічна дія штамів *Lactobacillus acidophilus* і *Streptococcus thermophilus* у виробництві йогуртів підвищеної біологічної цінності. *Харчові технології*, 31(1), 49–56.
29. Шевченко, Л. О., & Марчук, І. В. (2021). Дослідження ферментативної активності пробіотичних штамів молочнокислих бактерій у процесі ферментації йогуртів. *Біотехнологія і мікробіологія*, 12(4), 89–95.
30. Ярошенко, П. А., & Дубовик, С. В. (2023). Технологічна адаптація заквасок з *Lactobacillus plantarum* для виробництва ферментованих продуктів. *Харчова наука і технологія*, 17(2), 102–108.

31. Lactalis Groupe. (2024). Sustainable Development Report 2023–2024. Laval, France: Lactalis Corporate Publications. <https://www.lactalis.fr>

ДОДАТОК А

SECTION 9.
BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

November 7, 2025 • Strasbourg, French Republic

Rukavytsya Denys

student of higher education of the 2nd year of the master's degree of the faculty of TVPFTB
Mikolaj National Agrarian University, Ukraine

Supervisor advisor: Karasheva Olena

Ph.D., docent, docent of the Department of Biotechnology and Bioengineering
Mikolaj National Agrarian University, Ukraine

FERMENTATION ACTIVITY OF VARIOUS STRAINS
OF MICROORGANISMS IN YOGURT PRODUCTION

Lactic acid bacteria (LAB) are key microorganisms in the biotechnology of fermented milk products, including yogurt, kefir, fermented baked milk and functional probiotic drinks. They ferment lactose to form lactic acid, which not only reduces pH and protein coagulation, but also increases the microbiological stability of the product, its nutritional and functional value. The most common and technologically important genera are *Lactobacillus*, *Streptococcus* and *Bifidobacterium*. Each of them has its own biochemical, physiological and probiotic properties that determine the characteristics of the fermentation process and the quality of the final product [1, 4].

Sourdough is one of the key biotechnological factors that determines the quality, structure, stability and consumer properties of yogurt. Its microbiological composition, physiological and biochemical activity and the ratio between cultures directly affect the intensity of fermentation processes, the degree of coagulability, consistency, aroma and taste of the finished product [5].

Thus, in the biotechnology of yogurt production, the most important are three genera of lactic acid bacteria – *Lactobacillus*, *Streptococcus* and *Bifidobacterium*, each of which plays a specific role in the formation of physicochemical, organoleptic and functional properties of the product [6].

Their combination in symbiotic or combined starter cultures creates new generation yogurts that combine high nutritional value and probiotic activity aimed at improving human health. Therefore, we of investigating starter cultures for yogurts made on the basis of mentioned strains of microorganisms and determining their fermentation

Деніс Рукависья
студент вищої освіти
2-го року магістерського
навчання факультету
ТВРФТБ
Миколаївського національного
аграрного університету,
Україна

Карасева Олена
кандидат наук,
доцент кафедри
біотехнології та
біоінженерії
Миколаївського національного
аграрного університету,
Україна

November 7, 2025 • Strasbourg, French Republic

Table continuation 1			
Time to reach pH 4.6, h	1.8-3.1	1-3.10	1.5-2.0
Change in acidity, % (pH units)	+12-18	+18-22	+25-33
Gas production (CO ₂), ml/100 ml of medium	0.5-1.0	0.8-1.2	1.5-2.0
Activity at 42 °C, % of maximum	97	100	97
Overall numerical of fermentation activity, score (on a 5-point scale)	4.7	4.9	4.4

* author's development

In terms of lactose fermentation intensity, the highest rates were found in *Streptococcus thermophilus* starter cultures (155-170 mg lactic acid/100 ml), which indicates its key role in the primary breakdown of milk sugar. Starter cultures based on *Lactobacillus bulgaricus* strains demonstrated somewhat lower but stable activity (135-150 mg/100 ml), while starter cultures for bifidoyogurts, *Bifidobacterium* spp. were characterized by moderate lactose fermentation intensity (90-110 mg/100 ml), since it mainly metabolizes products formed by other bacteria (Fig. 1).

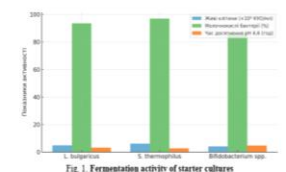


Fig. 1. Fermentation activity of starter cultures

The duration of reaching the critical acidity level (pH 4.6) in starter cultures with *Streptococcus thermophilus* strains was 2.5-3.0 hours, which is the shortest period among all starter cultures. For starter cultures with *Lactobacillus bulgaricus*, this indicator was somewhat longer and amounted to 3.0-3.5 hours, and for starter cultures based on *Bifidobacterium* spp. it was the longest and exceeded the time of 4.5-5.0 hours, which indicates a lower fermentation rate and a slower decrease

SCIENTIA • The driving force of science and trends in its development

The research was conducted in the summer of 2025 during production practice at one of the dairy processing enterprises in Ukraine [7]. The starter cultures were used in the form of lyophilized cultures from Chr. Hansen (Denmark) and VIVO (Ukraine) in a dosage of 2-3% of the volume of the milk base [3]. Starter 1 based on *Lactobacillus bulgaricus*; starter 2 based on *Streptococcus thermophilus*; starter 3 based on *Bifidobacterium* spp. Determination of the number of viable cells *Lactobacillus* (on MRS agar), *Streptococcus thermophilus* (on M17 agar), *Bifidobacterium* spp. (on BL agar under anaerobic conditions). Colony counting was performed after incubation at 37 °C for 48-72 h. The results were expressed in CFU/g of product [2].

Thus, studies have shown that the total number of live cells in starter cultures based on *Streptococcus thermophilus* was $5.8-6.4 \times 10^9$ CFU/ml, which is the highest among the cultures studied. This indicates their high rate of reproduction and adaptability to the dairy environment (Table 1). For starter cultures whose main microorganisms are *Lactobacillus bulgaricus*, this indicator ranged from $4.5-5.2 \times 10^9$ CFU/ml, which also characterizes them as active fermentative cultures, but with somewhat slower growth in the initial phase. At the same time, starter cultures containing *Bifidobacterium* spp. strains had a lower number of live cells – $3.8-4.5 \times 10^9$ CFU/ml, which is explained by its anaerobic nature and slower metabolism.

At the same time, the percentage of lactic acid bacteria in the microflora of the studied starter cultures ranged from 85% to 98%. Thus, the content of lactic acid bacteria for starter cultures *Streptococcus thermophilus* was at the level of 96-98%. For starter cultures with the main microbial cells, which were strains of *Lactobacillus bulgaricus*, the content of lactic acid bacteria was somewhat lower – 92-95%. At the same time, starter cultures containing strains of *Bifidobacterium* spp. were characterized by the lowest level of lactic acid bacteria, which in their composition did not exceed 85-88%. This confirms that the first two strains are dominant in the process of starter formation and their fermentation activities.

Table 1

Evaluation of starter cultures based on different strains by fermentation activity			
Indicator	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Bifidobacterium</i> spp.
Total number of live cells, CFU/ml ($\times 10^9$)	4.5-5.2	5.8-6.4	3.8-4.5
Total number of lactic acid bacteria, % of total microflora	92-95	96-98	85-88
Lactose fermentation rate, mg lactic acid/100 ml-h	135-150	155-170	90-110

70

SCIENTIA • The driving force of science and trends in its development

in pH

Studies of titrated acidity have established that the change in titrated acidity during 4 hours of fermentation among starter cultures with *Lactobacillus bulgaricus* was the best – +42-46%, and among starter cultures with *Bifidobacterium* spp. the worst values of titrated acidity change during 4 hours of fermentation were noted and reached only +28-31%. Thus, *Lactobacillus bulgaricus* is the main producer of acidity, ensuring the formation of a stable protein clot.

During fermentation, the starter cultures based on *Bifidobacterium* spp. showed the highest level of gas formation (1.5-2.0 ml CO₂/100 ml of medium), which caused slight foaming of the product, while for the starter cultures of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* this figure was only 0.5-1.2 ml/100 ml. The optimum growth temperature for all types of starter cultures was found to be a temperature in the range of 37-45 °C, but the activity at 42 °C was 95% for the starter cultures of *Lactobacillus bulgaricus*, 100% for the starter cultures of *Streptococcus thermophilus*, and only 65% for *Bifidobacterium* spp.

This confirms that the first two starter cultures contain microorganisms that belong to thermophilic cultures, while the bifidobacteria that form the basis of the starter cultures of *Bifidobacterium* spp. are mesophilic and less resistant to heat.

The overall assessment of the fermentation activity of the strains on a 5-point scale showed that starter cultures based on *Streptococcus thermophilus* had the highest activity – 4.9 points, which indicates their leading role in the rapid fermentation of lactose, the formation of acidity and the stability of the fermentation process. Starter cultures whose microflora is composed of *Lactobacillus bulgaricus* received 4.7 points, demonstrating high acid-forming and nonaerogenic ability, which provides the structure and taste of yogurt. Starter cultures whose main microorganisms are *Bifidobacterium* spp. received a score of 4.4 points, which characterizes them as moderately enzymatically active starter cultures, but with high viability (up to 92%) and probiotic effect.

Conclusion. Thus, as a result of the research, it was found that starter cultures based on *Streptococcus thermophilus* are the most active and recommended for the production of classic thermophilic yogurts, starter cultures with a microflora rich in *Lactobacillus bulgaricus* are for thick and desiccated yogurts due to their high acidity and flavoring ability, and starter cultures based on *Bifidobacterium* spp. are advisable for bioyogurts and functional products with probiotic properties.

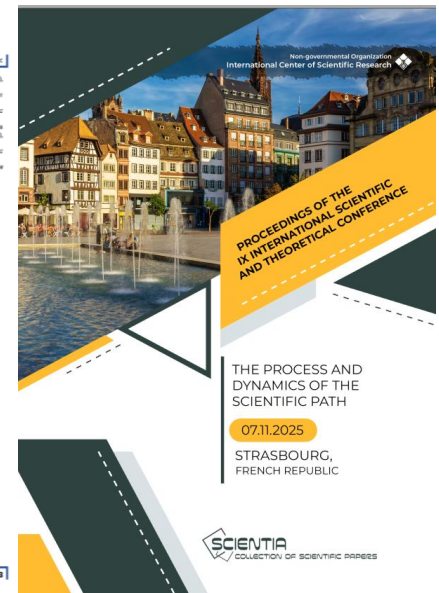
References:

1. Koval, T. P., & Melnyk, O. B. (2020). Значення культур в технології кисломолочних продуктів. Харків: НУМАУ.
2. Karasheva, O. I., & Kravchenko, C. B. (2025). Фізико-біохімічні властивості стартів *Lactobacillus*

72

November 7, 2025 • Strasbourg, French Republic

1. delbacchi sulaj bulgaricus y streptococcus thermophilus. Moscow: SVET, 2021. 34-48.
2. Bilo Yegorina. (2023). Тестування VIVO: біотехнологічний аналіз, аналіз і інструменти. Відкриті дані. URL: <https://vivo.kh.ua>
3. Gromova, L. I., & Karasheva, O. I. (2021). Вплив стартів *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium* spp. на якість йогурту. Харків: SVET, 17-24, 48-68.
4. Karasheva, O. I., & Karasheva, T. B. (2025). Микробиологічний аналіз ферментативної активності в кисломолочних продуктах. Харків: SVET, 17-24, 48-68.
5. Karasheva, O. I., & Karasheva, T. B. (2025). Стартування на основі *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus* у виробництві йогурту. Харків: SVET, 17-24, 48-68.
6. Karasheva, O. I., & Karasheva, T. B. (2025). Стартування на основі *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus* у виробництві йогурту. Харків: SVET, 17-24, 48-68.
7. Lactobacillus. (2020). Sustainable Development Report 2023-2024. Lactobacillus. Lactobacillus Corporation. URL: <https://www.lactobacillus.com>



www.scientia.report

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

ISC № 251070017

Denys Rukavytsia

participated in the IX International Scientific and Theoretical Conference
«The process and dynamics of the scientific path»

November 7, 2025 • Strasbourg, French Republic

Academic Workload: 24 hours of participation / 0.8 ECTS credits

Confirmed Outcome: scientific paper published

10.36074/scientia-07.11.2025 ISBN 979-8-89660-279-8

MIRIAM GOLDENBLAT
President and responsible organizer
International Center of Scientific Research

Unified Register of Public Associations Number: 1499145



Hosted by
an authorized
Crossref member

The conference is
registered in the
ResearchHub

Conference
proceedings
are displayed in
Google Books &
Google Scholar

Bowker

