

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

Факультет ТВПШТСБ

**Кафедра біотехнології та біоінженерії
Спеціальність 162 – «Біотехнології та біоінженерія»
Ступінь вищої освіти «Бакалавр»**

Допустити до захисту

Декан _____ Михайло ГИЛЬ

“ ____ ” _____ 2023 р.

Рекомендувати до захисту

Зав. кафедри _____ Сергій ЛУГОВИЙ

“ ____ ” _____ 2023 р.

**ОПТИМІЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ
МІКРООРГАНІЗМІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЙОГУРТУ
В УМОВАХ ПрАТ «ЛАКТАЛІС-МИКОЛАЇВ»
04.02. – КР. 48-О. 23 03 09. 001**

Виконавець:

здобувачка вищої

освіти IV курсу _____ Оксана ДНІСТРЯН

Науковий керівник:

доцент _____ Сергій ЛУГОВИЙ

Рецензент:

директор

ДП Херсонська

біофабрика _____ Тетяна ТЕРПЕЦЬКА

Миколаїв – 2023

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Загальна характеристика та класифікація йогурту	7
1.2. Оцінка мікроорганізмів, які використовуються для виробництва йогурту	13
1.3. Основна технологія виробництва йогурту	16
1.4. Проблеми, що виникають внаслідок використання мікроорганізмів при виробництві йогурту	17
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	19
2.1. Місце та об'єкт дослідження	19
2.2. Методика виконання роботи	21
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
3.1. Характеристика технологічного процесу виробництва йогурту	24
3.2. Вплив кількості внесення заквасочних культур на процес сквашування йогурту	26
3.3. Вплив температури на процес виробництва йогурту	32
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	37
ВИСНОВКИ	41
ПРОПОЗИЦІЇ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	43

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційну роботу виконано на 45 сторінках друкованого тексту, з використанням 35 бібліографічних джерел спеціальної, додаткової літератури та періодичних видань із них 3 латиницею. До роботи внесено 5 таблиць та 3 рисунки.

Тема кваліфікаційної роботи: «Оптимізація біотехнології використання різних видів мікроорганізмів при виробництві йогурту в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Об'єкт досліджень – процес виробництва йогурту з використанням різних видів заквасок в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Предмет досліджень – кількість внесення заквасочних культур «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3», температура сквашування заквасочних культур «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3», органолептичні ознаки йогурту.

Мета досліджень – вивчення та оптимізація біотехнології використання різних видів мікроорганізмів для виробництва йогурту в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Для реалізації вказаної мети були поставлені наступні завдання:

- визначити оптимальну кількість внесення заквасочних культур «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3» для отримання найвищої якості йогурту;
- порівняти органолептичні ознаки йогуртів, виготовлених за використання заквасок «FD DVS YF L811Yo Flex» та «Jointec X3»;
- визначити оптимальну температуру сквашування заквасок «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3»;
- оцінити органолептичні ознаки йогуртів отриманих за різних температур сквашування заквасок «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3».

Методи дослідження – аналітичні, хімічні, фізичні та мікробіологічні.

В результаті досліджень встановлено, що оптимальна кількість внесення заквасочних культур «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3» для отримання найвищої якості йогурту становить 1,0%, при порівнянні заквасок «FD DVS YF L811Yo Flex» та «Jointec X3», остання поступається щодо оцінки органолептичних ознак йогуртів, закваска «FD DVS YF L811 – Yo-Flex» має швидшу тенденцію утворення згустку порівняно з закваскою «Jointec X3» при всіх температурних режимах, що досліджувалися, закваски «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3» зумовлюють різні характеристики йогурту залежно від температури сквашування.

ВСТУП

Однією з найбільших та найвагоміших галузей промисловості України є молочна промисловість, яка впливає на економіку та продовольчу безпеку нашої держави, розвиток ринків та рівень життя населення своїм рівнем розвитку та стабільністю функціонування.

Виробництво йогурту є невід'ємною галуззю сучасної харчової промисловості, адже його споживання є відомим на весь світ. Популярність цього продукту зумовлюється його корисними властивостями та функціями, які він здійснює на організм людини.

Він відновлює мікрофлору кишечника, містить вітаміни, мікроелементи, краще засвоюється в порівнянні з молоком. Однак майже у всіх йогуртах використовується цукор, що обмежує його вживання діабетиками та людьми, що вживають низькокалорійну їжу. Також при виготовленні йогурту виробники зазвичай обмежуються традиційним симбіозом молочнокислих бактерій, використовуючи *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (болгарську паличку) та *Streptococcus salvarius subsp. thermophilus* (термофільний стрептокок). Додавання ж до них інших заквасочних культур дозволить підвищити пробіотичні властивості продукту, посилить його корисні властивості [2, 13].

Актуальність теми полягає в тому, що за рахунок оптимізації використання мікроорганізмів можна підвищити ефективність виробництва йогурту, тим самим знизити витрати на виробництво, покращити якість продукції та створити нові йогурти з іншими смаками та корисними властивостями.

Метою досліджень було вивчення та оптимізація біотехнології використання різних видів мікроорганізмів для виробництва йогурту в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Для реалізації вказаної мети були поставлені наступні завдання:

- визначити оптимальну кількість внесення заквасочних культур «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3» для отримання найвищої якості йогурту;
- порівняти органолептичні ознаки йогуртів, виготовлених за використання заквасок «FD DVS YF L811Yo Flex» та «Jointec X3»;
- визначити оптимальну температуру сквашування заквасок «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3»;
- оцінити органолептичні ознаки йогуртів отриманих за різних температур сквашування заквасок «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3».

Об'єкт досліджень – процес виробництва йогурту з використанням різних видів заквасок в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Наукова новизна роботи полягає в тому, що дістало подальший розвиток вивчення впливу різних видів заквасок, кількості їх внесення та температурного режиму сквашування та органолептичні показники йогурту.

Практичне значення роботи полягає в тому, що встановлено оптимальну кількість внесення та температурний режим сквашування заквасок «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3» для отримання йогурту високими показниками органолептичних ознак.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика та класифікація йогурту

Кисломолочні продукти мають добре виражені харчові, дієтичні, лікувальні та лікувально-профілактичні властивості. Завдяки цим своїм властивостям вони краще засвоюються та найчастіше рекомендуються хворим, які мають розлади шлунково-кишкового тракту. Кисломолочні продукти містять у легкозасвоюваній формі багато корисних речовин, які утворилися в процесі життєдіяльності заквасочних мікроорганізмів. Це частково розщеплені складні сполуки молока до простих речовин, ферментів, вітамінів та ін.

Кисломолочні продукти – це продукти харчування, які виготовляються з молока та молочних продуктів і містять мікроорганізми, що здатні збагачувати продукти корисними бактеріями та забезпечувати їхню кислотність. Зазвичай до складу кисломолочних продуктів входять йогурт, кефір, ряжанка, сир та багато інших видів продуктів [29].

На сьогоднішній день йогурт є одним з найпопулярніших молочних продуктів в світі і широко вживається як десерт, закуска та інгредієнт у кулінарії. Цей продукт має давню історію та добре відомий своїми корисними властивостями для здоров'я.

Вважається, що вперше кисломолочний продукт був отриманий приблизно 10 000 років до нашої ери, і, як і багато винаходів, він був відкритий випадково: молоко просто залишили у відкритій посудині теплим днем. Цей винахід виявився корисним, адже скисле належним чином молоко могло зберігатися довше, ніж сире. Вже в XI столітті нашої ери йогурт став частиною культури Туреччини.

Набагато пізніше, на початку XX століття, болгарський вчений Стамен Григоров виділив особливий вид бактерій, що відповідає за приготування

йогурту і назвав цю бактерію болгарською паличкою, в честь своєї батьківщини. Приблизно в той же час, нобелівський лауреат Ілля Ілліч Мечников, засновник теорії імунітету, також вивчав йогурт і вважав йогуртові бактерії запорукою здоров'я і довголіття. І вже в 1919 році Ісаак Карасо заснував компанію Danone – яка організувала перше промислове виробництво йогурту [14].

Йогурт є продуктом, який отримується шляхом розведення молока за допомогою мікроорганізмів молочнокислих бактерій, головним чином лактобактерій та стрептококів. Ці бактерії перетворюють лактозу (молочний цукор) у молочну кислоту, що робить йогурт кислим на смак.

Високий вміст калію і фтору сприяє зміцненню всіх твердих тканин в організмі – кістки, зубна емаль, нігтьові пластини.

Йогурт активно виробляє лактат, який в свою чергу сприяє знищенню патогенних мікроорганізмів. При дисбактеріозі, колітах і інших захворюваннях шлунково-кишкового тракту, йогурт рекомендують включити в обов'язкове щоденне меню.

Позитивний вплив наш організм здійснюють біфідо- та лактобактерії, що містяться в цьому продукті. Ці мікроорганізми дуже примхливі і під час термічної обробки гинуть. Крім того, вони живуть не більше, ніж тиждень, при умові зберігання у холодильнику. Тобто, в йогурті з терміном придатності більше 14 днів їх вже немає.

Також у свіжому йогурті міститься велика кількість кальцію, калію, фосфору, рибофлавіну, йоду, цинку, вітамінів групи В, вітамін D3 та інших мікроелементів, необхідних для здоров'я людини [15].

Кальцій – мікроелемент (мінерал), який важливий людям для зміцнення і підтримки міцних кісток і здорових зубів. Він також дуже важливий і для інших фізичних функцій, таких як контроль м'язів і кровообіг. Дефіцит цього мікроелементу зумовлює слабшання кісток і може розвинутися остеопороз – захворювання, при якому кістки стають дуже крихкими [7].

Калій – це той життєво важливий мікроелемент, який значно знижує ризик виникнення набряків і стимулює вироблення ферментів. Калій нормалізує обмін речовин, підтримує кислотно-лужний та водно-сольовий баланс організму. Достаток калію позначається на поліпшенні працездатності та самопочуття. Недостатня кількість цього мікроелемента може стати причиною постійної сонливості і апатії, розладів травлення, стрибків артеріального тиску, виникнення серцевої аритмії, втрати ясності розуму і чіткості думки [8].

Йод – дуже важливий мікроелемент, запас якого потрібно поповнювати. Дефіцит йоду вкрай небезпечний для людського організму, оскільки нестача цього мікроелемента збільшує ризик серйозних захворювань щитовидної залози, органів травлення, він також впливає на розумовий розвиток.

Йод необхідний для створення гормонів щитовидної залози, що регулюють метаболізм. Доведено, що тиреоїдні гормони посилюють імунну відповідь організму, захищаючи нас від багатьох недуг [16].

Фосфор – життєво необхідний мікроелемент в організмі людини. Основна роль фосфору полягає у забезпечення процесу нормального зростання зубної та кісткової тканин, а також подальше підтримання їх у цілісному стані протягом життя. Дисбаланс фосфору викликає також сплески інтелектуальної активності, які змінюються нервовим виснаженням, зниження апетиту, уваги та м'язового болю [27].

Вітамін В₂, також відомий як рибофлавін, є вітаміном групи В, який грає невід'ємну роль в організмі, оскільки він допомагає з метаболізмом В₆ і може допомогти в боротьбі з різними розладами. Дефіцит вітамінів В₂ і В₆ може призвести до ураження слизових ділянок шкіри через дефекти дозрівання колагену [32].

Вітаміни групи В – невід'ємна складова щоденного раціону. Вони мають велике значення для імунітету та необхідні для регуляції біологічних процесів. Кожен компонент із восьми водорозчинних речовин має конкретне

призначення, при цьому всі вони взаємопов'язані один з одним. Одні елементи відповідають за вироблення серотоніну, інші – допомагають спалюванню глюкози та жирів, перетворюючи їх на енергію. У людини з нестачею В-елементів з'являється нервозність, розвивається анемія, підвищується холестерин [5].

Вітамін D – це жиророзчинний вітамін, який бере участь у регуляції кальцієво-фосфорного обміну, вродженого та набутого імунітету, протипухлинного захисту, нормалізує роботу серця та судин, підтримує нервову систему, зміцнює кістково-м'язову систему. Дефіцит вітаміну D призводить до збільшення частоти захворювань протягом року, зниження захисних функцій організму, підвищення втоми, порушення сну, підвищення ламкості кісток, зниження мінералізації кісткової тканини та перепаду тиску [6].

Загальні показники вмісту хімічних елементів у складі йогурту наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічний склад йогурту (на 100 г)

Назва елемента	Вміст у складі йогурту
Йод, мг	9,1
Калій, мг	147
Кальцій, мг	122
Фосфор, мг	96
Вітаміни групи В, мг	0,05-1,4
Вітамін D, мг	0,03

За хімічним складом йогурт схожий на кефір. Калорійність домашнього продукту низька і становить 66,8 ккал на 100 г. Енергетична цінність покупного натурального йогурту (1,5% жирності) дорівнює 57,1 ккал, грецького – 76,1 ккал на 100 г.

Зведення, щодо харчової цінності йогурту детально наведені у таблиці 2 [20].

Таблиця 2

Харчова цінність йогурту (на 100 г)

Поживні речовини	Домашній	Натуральний	Грецький
Жири	3,2	1,6	4,1
Білки	5,1	4,1	7,5
Вуглеводи	3,5	5,9	2,5
Вода	86,3	86,5	-
Органічні кислоти	1,3	1,1	-

На жаль, на сьогодні не всі йогурти, представлені на полицях магазинів, реально здатні принести користь нашому організму. Багато з йогуртів проходять додаткову термічну обробку, щоб збільшити термін зберігання, але дана процедура не приносить користі нашому організму. Допомогу організму може принести тільки той кисломолочний продукт, який містить живі мікроорганізми.

Йогурти, залежно від виду закваски, що застосовують для їх виробництва, поділяють на: йогурт, біойогурт та біфідойогурт.

Йогурт – кисломолочний продукт з підвищеним вмістом сухих речовин, який виробляють сквашуванням молока культурами видів *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus*.

Біойогурт – біопродукт на основі йогурту, який додатково містить *Lactobacillus acidophilus* та інші культури молочнокислих бактерій у кількості, не меншій ніж 107 КУО/г до закінчення терміну придатності готового продукту. Пробиотичні мікроорганізми сприяють кращому засвоєнню їжі та нормалізують основний вміст та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

Біфідойогурт – біфідопродукт на основі йогурту, який додатково містить *Bifidobactericum* у кількості, не меншій ніж 106 КУО/г до закінчення терміну придатності готового продукту.

Сьогодні промислове виробництво біойогурту включає у своїй технології додавання стабілізуючих речовин та різних наповнювачів, внесення бактеріологічних заквасок, що містять чисті культури молочнокислих бактерій. Основна перевага органічного йогурту для організму полягає в тому, що містяться в ньому молочнокислі бактерії, що можуть впливати на середовище, в яке вони потрапляють [3].

Загальноприйняту класифікацію йогуртів щодо різних ознак приведена у таблиці 3 [25].

Таблиця 3

Класифікація йогуртів за відповідними ознаками

Класифікація йогуртів		
В залежності від використаної сировини:	В залежності від використання смакових добавок :	В залежності від масової частки жиру:
<ul style="list-style-type: none"> - з натурального молока; - з нормалізованого молока або нормалізованих вершків; - з відновленого молока; - з рекомбінованого молока. 	<ul style="list-style-type: none"> - фруктовий або овочевий йогурт; - ароматизований йогурт; - неароматизований йогурт. 	<ul style="list-style-type: none"> - молочні нежирні не більше 0,1%; - молочні зниженої жирності 0,3-1,0%; - молочні напівжирні 1,2-2,5%; - молочні класичні 2,7-4,5%; - молочно-вершкові 4,7-7,0%; - вершково-молочні 7,5-9,5%; - вершкові не менше 10%.

1.2. Оцінка мікроорганізмів, які використовуються для виробництва йогурту

Справжній йогурт складається з натурального молока чи сухого молока та закваски, що містить культури болгарської палички та термофільного стрептококу, але в різних країнах світу рецептура може відрізнятися.

У мікробіологічній лабораторії професора Леона Массоля у Женеві Стамен Григоров виявив, що в основі йогурту лежить деякий штам бацил. На знак визнання, наукове товариство назвало цей штам *Lactobacillus bulgaricus*.

У 1950-х роках державна компанія з виробництва йогуртів запатентувала і розповсюджувала унікальну суміш бактеріальних штамів для створення «офіційного болгарського йогурту». Навіть в сучасні дні ця суміш продовжує експортуватися виробниками йогуртів у багато країн [23].

Мікроорганізми, що використовуються у виробництві йогурту, відіграють ключову роль у процесі ферментації молочного продукту. Оцінка мікроорганізмів включає їхню здатність до швидкого росту та ферментації, стійкість до небажаних мікроорганізмів та здатність зберігатися та зберігати свої корисні властивості протягом тривалого часу. Крім того, виробники йогурту також оцінюють сумісність мікроорганізмів з різними типами молока, а також їхню відповідність нормам та стандартам безпеки харчових продуктів.

Найпоширенішими мікроорганізмами, що використовуються в процесі йогуртового виробництва, є *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*. Ці бактерії співпрацюють у симбіозі, щоб перетворити лактозу на молочну кислоту, що дає йогурту його характерний кислий смак та консистенцію.

Для забезпечення якості йогурту та його властивостей виробники ретельно контролюють процеси інкубації, відбирання та зберігання мікроорганізмів.

Смак йогурту залежить від співвідношення мікроорганізмів у готовому продукті. У разі переваги термофільних молочнокислих стрептококів йогурт набуває менш кислого смаку, а за умови переваги болгарської палички – більш кислий. Якщо в заквасці співвідношення між термофільними молочнокислими стрептококами і болгарською паличкою приблизно однакове, то для отримання продукту з менш кислим смаком молоко необхідно сквашувати за температури 40-42°C. За температури вище, ніж 40-42°C продукт буде більш кислим на смак.

На співвідношення різних груп мікроорганізмів в готовому йогурті також впливає і кількість закваски, що вноситься: зі збільшенням кількості закваски збільшується кількість молочнокислих паличок і смак продукту стає більш кислим [19].

Молочнокислі бактерії відповідають за формування смаку та консистенції. На виробництві заквашувальні культури вносяться у молочну суміш після проведення етапу пастеризації (теплової обробки). В процесі ферментації мікроорганізми розвиваються, формуючи необхідні якості продукту.

У разі недостатньої кількості бактерій час сквашування подовжується, а якість йогурту погіршується. Тому дуже важливо правильно підібрати вид закваски та її дозування для отримання продукту стабільної якості. Зазвичай, у свіжевиготовленому йогурті кількість корисних молочнокислих бактерій сягає більш ніж 100 мільйонів в 1 г продукту. На кінець терміну зберігання кількість мікроорганізмів дещо зменшується, але повинна залишатися на рівні не менше ніж 10 мільйонів одиниць і повинна бути підтверджена протоколами досліджень [22].

Lactobacillus bulgaricus і *Streptococcus thermophilus* були першими відомими бактеріями з пробіотичною активністю, які використовувалися для ферментації овечого молока та отримання йогурту, сиру серед інших продуктів.

Lactobacillus bulgaricus являє собою вид бактерій, що належать до групи, що називається молочнокислими бацилами, з пробіотичною активністю. Він має дуже своєрідні особливості, оскільки встановлює симбіотичні асоціації з дріжджами і утворює конгломерати, які можуть змінюватися за зовнішнім виглядом.

Lactobacillus bulgaricus не утворює спори і не є рухомим. Вони є ацидофільними мікроорганізмами, оскільки вони потребують низького рН для росту і розвитку (рН від 5,4 до 4,6). Це термофільна бактерія, а тому діапазон температури для її зростання коливається від 45 С до 115 С [31].

Вживання продуктів, що містять пробіотики, забезпечують особливий захист при діареї, здатний зменшити симптоми синдрому подразненого кишечника, виразкового коліту та бере участь у профілактиці некротичного ентероколіту.

Подібним чином ця бактерія в процесі бродіння виробляє коротколанцюгові жирні кислоти, які дають енергію, що сприяє виробленню травних ферментів. Вони сприяють засвоєнню таких метаболітів, як необхідні вітаміни та мінерали [34].

Бактерія *Streptococcus thermophilus* – це кисломолочна бактерія, добре вивчена і активно використовується у виробництві кисломолочних продуктів, сирів і дитячого харчування.

Під впливом бактерії *Streptococcus thermophilus* відбувається зброджування вуглеводів і утворюється молочна кислота – сприятливе середовище для розмноження корисних бактерій. Крім цього, термофільний стрептокок поглинає і переробляє лактозу [28].

Вона не є рухомою, не утворює ендоспор та має оптимальний діапазон температур росту 35-42°C. Характеризується факультативною анаеробністю, тобто він здатний виробляти енергію у формі АТФ за допомогою аеробного дихання з наявністю кисню. За відсутності кисню вони можуть виробляти АТФ шляхом бродіння.

Streptococcus thermophilus є ацидофільною та гомоферментативною бактерією і тому при додаванні до молока відбувається швидке підкислення середовища шляхом бродіння лактози, сприяючи згортанню.

Виробники йогуртів виявили проблему, адже *Streptococcus thermophilus* часто сприйнятливий до нападу фагів, що може призвести до повільного молочнокислого бродіння та втрати якості продукції [35].

Streptococcus Thermophilus стимулює ріст інших пробіотиків, що частково є причиною того, що він є поширеним в якості стартової культури для йогуртів: він діє синергічно з штамами *Lactobacillus*, кожен з яких забезпечує спів-фактори необхідні для розмноження.

Відомо, що *Streptococcus Thermophilus* діє найкраще в тандемі з іншими штамами, допомагаючи забезпечити їхню живучість через область шлунка, ймовірно, тому він рідко використовується як одновидовий.

Додатково до цих основних заквасок можуть використовуватись інші пробіотичні бактерії для покращення харчових властивостей йогурту, такі як *Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* та інші.

Bifidobacterium – це рід корисних мікроорганізмів які мають здатність збагачувати йогурт корисними мікроорганізмами. Під час процесу ферментації молока для йогурту, *Bifidobacterium* додаються до сировини разом зі збудником молочнокислого бродіння, таким як *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*.

У присутності *Bifidobacterium* під час ферментації, вони споживають лактозу і виробляють молочну кислоту. Це призводить до зниження рН йогурту і сприяє його консистенції та смаковим якостям [10].

1.3. Основна технологія виробництва йогурту

Йогурт можна виробляти двома способами: термостатним і резервуарним. Технологія виробництва йогурту має свої особливості, незалежно від способу виробництва, що включає використання закваски, яка

містить молочнокислі бактерії; контролювання температури під час виробництва; застосування додаткової обробки (охолодження, фільтрація); дотримання санітарних умов.

Резервуарний спосіб. Нормалізовану суміш складають на підставі рецептур із незбираного і знежиреного молока, вершків, сухого знежиреного або незбираного молока, цукру. Нормалізовану суміш очищають, гомогенізують, пастеризують так, як передбачено загальною схемою виробництва кисломолочних напоїв. Суміш охолоджують до температури 40-45°C і направляють у резервуар для кисломолочних продуктів. Вносять 3-5% закваски, приготовленої на болгарській паличці і термофільних стрептококах. Молоко сквашують при температурі 40-45°C протягом 3-4 годин до утворення згустку кислотністю 80°Т. Готовий згусток поступово охолоджують до температури 20°C в резервуарі при одночасному перемішуванні. Готовий продукт фасують. При виробництві йогуртів з наповнювачами їх вносять в охолоджений згусток, перемішують і фасують.

Термостатний спосіб. Заквашену суміш фасують у дрібну тару. Сквашування проводять у термостатній камері при температурі 40-45°C, тривалість сквашування 3-4 години. Готовий згусток має кислотність 70-80°Т. Продукт охолоджують до температури 4-6°C. При виробництві плодоягідного йогурту наповнювачі вносять у молочну суміш при заквашуванні зразу після внесення закваски, ретельно перемішують і направляють на фасування. Щоб уникнути утворення пластівців згустку, тривалість фасування не має перевищувати 30-40 хвилин [24].

1.4. Проблеми, що виникають внаслідок використання мікроорганізмів при виробництві йогурту

Використання мікроорганізмів, зокрема бактерій молочнокислого бродіння, при виробництві йогурту може призвести до ряду проблем. Ось кілька з них:

- контамінація: у процесі ферментації йогурту використовуються специфічні штами бактерій. Якщо виробництво не здійснюється в контрольованих умовах, може відбуватися контамінація іншими мікроорганізмами. Це може призвести до зміни смаку, запаху або текстури продукту, а також скоротити термін його придатності до споживання;
- незадовільна якість продукту: якщо виробництво йогурту не контролюється належним чином, це може призвести до виробництва продукту незадовільної якості;
- швидка забрудненість: мікроорганізми, використані у виробництві йогурту, можуть швидко розмножуватися і забруднювати устаткування та поверхні виробництва;
- алергічні реакції: у деяких випадках, люди можуть бути алергічними до деяких штамів бактерій, що використовуються при виробництві йогурту.

Отже, виробництво йогурту з використанням мікроорганізмів повинно відповідати вимогам харчових норм і стандартів безпеки. Вимоги щодо виробництва йогурту спрямовані на запобігання контамінації, забезпечення гігієнічних стандартів та контроль якості продукту. Це допомагає забезпечити відсутність у йогурті шкідливих бактерій або інших забруднюючих речовин, і безпечність для споживання. Також вимоги містять такі аспекти, як допустимий склад і кількість мікроорганізмів, контроль рН-рівня та температурного режиму. Дотримання цих вимог допомагає забезпечити стабільність якості йогурту, зберігання його смакових властивостей та поживних характеристик протягом тривалого часу [8, 30].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт дослідження

Приватне акціонерне товариство «Лакталіс-Миколаїв» розташоване за адресою: Миколаївська область, м. Миколаїв, вулиця Виноградна, 2.

Це підприємство є лідером у виробництві кисломолочних продуктів в Україні. Підприємство створене на базі Миколаївського молочного комбінату у 1996 році. Воно відіграє дуже суттєву роль в ніші виробництва молочної продукції – пропонувані ним сьогодні рішення користуються великою популярністю і вважаються найкращим вибором як з точки зору корисних властивостей, так і смакових якостей. На підприємстві використовують сучасне обладнання та технології для забезпечення високої якості своїх продуктів.

ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» належить французькій компанії Lactalis Groupe, яка є одним з найбільших виробників молочної продукції у світі.

Виробнича структура «Лакталіс-Миколаїв» має цехову побудову і складається з основного виробництва, що містить у собі основні, допоміжні цехи та обслуговуючі господарства (рис. 1).

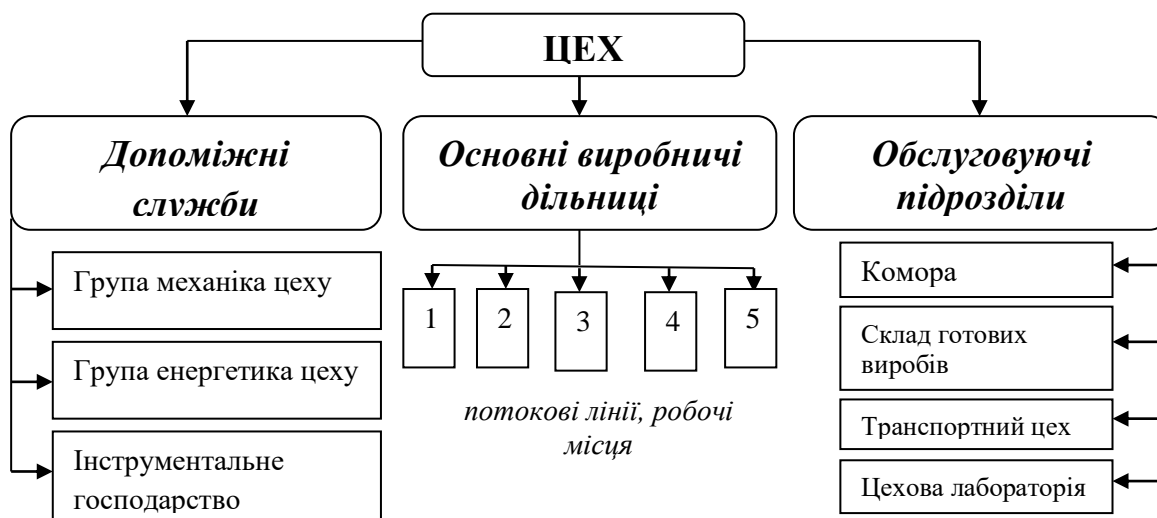


Рис. 1. Виробнича структура ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв»

Фірма «Лакталіс- Миколаїв» має у своєму складі наступні підрозділи:

- молочний цех, що здійснює виготовлення молока пастеризованого;
- масло цех, що займається виготовленням масла селянського;
- казеїновий цех, що виготовляє казеїн технічний;
- кисломолочний цех, що займається виробленням кефіра 1%, ряжанки 2,5%, сметани 20%;
- сирний цех, що виготовляє нежирний сир [20].

Допоміжні підрозділи, а саме: лабораторія, котельня, компресорна, передочисні споруди та автотранспорт, який займається заготівлею молока та збутом готової продукції.

Наразі «Лакталіс-Миколаїв» виготовляє більше, ніж 200 видів молочної продукції, що супроводжується широким асортиментом продукції, який задовольняє різні смакові уподобання споживачів. Вони покладають великий акцент на якість і безпеку своїх продуктів, дотримуючись високих стандартів виробництва та контролю якості.

До товарів належать: молоко, масло, сметана, тверді, м'які, плавлені сири, домашній сир, йогурт, сиркова маса, ряжанка, закваска [26].

ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» має такі напрямки діяльності:

- переробка молока та виробництво масла та сиру;
- роздрібна торгівля в спеціалізованих магазинах продовольчими товарами;
- діяльність їдалень та послуги з постачання готової їжі.

Мета досліджень – вивчення та оптимізація біотехнології використання різних видів мікроорганізмів для виробництва йогурту в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Для реалізації вказаної мети були поставлені наступні завдання:

- визначити оптимальну кількість внесення заквасочних культур «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3» для отримання найвищої якості йогурту;

- порівняти органолептичні ознаки йогуртів, виготовлених за використання заквасок «FD DVS YF L811Yo Flex» та «Jointec X3»;
- визначити оптимальну температуру сквашування заквасок «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3»;
- оцінити органолептичні ознаки йогуртів отриманих за різних температур сквашування заквасок «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3».

Об'єкт досліджень – процес виробництва йогурту з використанням різних видів заквасок в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Предмет досліджень – кількість внесення заквасочних культур «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3», температура сквашування заквасочних культур «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3», органолептичні ознаки йогурту.

Методи дослідження – аналітичні, хімічні, фізичні та мікробіологічні.

2.2. Методика виконання роботи

Дослідження було виконано під час виробничої переддипломної практики в 2023 році в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Для визначення кількості внесення закваски у йогурт використовували метод підрахунку колоній. В ході дослідження брали зразок йогурту і проводили його розсів на петрівську підкладку зі спеціальним середовищем, що сприяє росту бактерій закваски. Після цього петрівську підкладку інкубували при оптимальних умовах, щоб бактерії розвивалися. Після певного періоду часу (зазвичай 24-48 годин) колонії бактерій стають видимими на підкладці. Тоді ми проводили підрахунок колоній бактерій і визначали кількість одиниць утвореної закваски.

Експериментальний метод для визначення впливу кількості внесення заквасок на зовнішній вигляд йогурту і консистенцію, смак і запах, колір виконували за допомогою наступних кроків:

1. Підготовляли матеріали та обладнання, а саме: йогуртовий зразок однакової ваги і складу, термометр для вимірювання температури, чашки або посудина для збереження йогурту під час експерименту, лабораторний прилад для вимірювання кислотності.

2. Готували зразки йогурту: ділили йогуртовий зразок однієї закваски на чотири однакові частини, розміщували кожну частину в окремій чашці або посудині.

3. Вносили закваски: використовували 0,5%, 1% та 1,5% закваски від ваги йогурту.

4. Зберігали йогурт: для цього ретельно розміщували йогурт з внесеною закваскою, щоб забезпечити рівномірне розподілення закваски та розміщували кожну чашку або посудину з йогуртом у стандартних умовах.

5. Спостерігали і оцінювали: спостерігали йогурт протягом визначеного періоду часу, а саме 24 години.

6. Оцінювали зовнішній вигляд, консистенцію, смак, запах та колір кожного зразка йогурту. Зафіксували результати оцінки для кожного зразка йогурту.

Ця методика дозволяє оцінити вплив кількості внесення заквасок на зовнішній вигляд, консистенцію, смак, запах та колір йогурту.

Експериментальний метод для визначення впливу температури на час утворення згустку йогурту, титровану кислотність, смак, запах, колір та консистенцію виконували за допомогою наступних кроків:

1. Підготовляли матеріали та обладнання, а саме: йогуртовий зразок однакової ваги і складу, термометр для вимірювання температури, чашки або посудина для збереження йогурту під час експерименту, лабораторний прилад для вимірювання кислотності;

2. Готували зразки йогурту: ділили йогуртовий зразок однієї закваски на чотири однакові частини, розміщували кожну частину в окремій чашці або посудині;

3. Налаштували температури: підготували термостат для кожної з температур: 36, 38, 40 і 42°C.

4. В ході експерименту розміщували першу чашку з йогуртом у термостат з температурою 36°C і запускали таймер. Постійно спостерігали за йогуртом та фіксували час, який потрібний для утворення згустку. Повторювали те саме для кожної з наступних температур (38, 40 та 42°C).

5. Вимірювали кислотність: після утворення згустку в кожній чашці вимірювали кислотність йогурту за допомогою лабораторного приладу.

6. Оцінювали смак та запах, колір та консистенцію за зовнішнім виглядом.

7. Обробляли результати, порівнювали час утворення згустку, кислотність, смак, запах, колір та консистенцію для кожної температури.

Ця методика дозволяє оцінити вплив температури на час утворення згустку йогурту, його кислотність, колір, консистенцію, смак та запах.

Для вимірювання температури йогурту використовували цифровий термометр, а саме термозонд: термозонд занурювали у йогурт на глибину 10-15 см, включали і витримували до висвічування результатів вимірювання на цифровому табло вимірювального блоку (приблизно через 20-25 с). При вимірюванні температури йогурт злегка перемішували. Після вимірів термозонд виймали та вимикали.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика технологічного процесу виробництва йогурту

Технологічна схема виробництва йогурту є важливим інструментом, що допомагає організувати та керувати виробничим процесом. Послідовність проведення відповідних операцій технології виробництва йогурту наведена на рисунку 1.

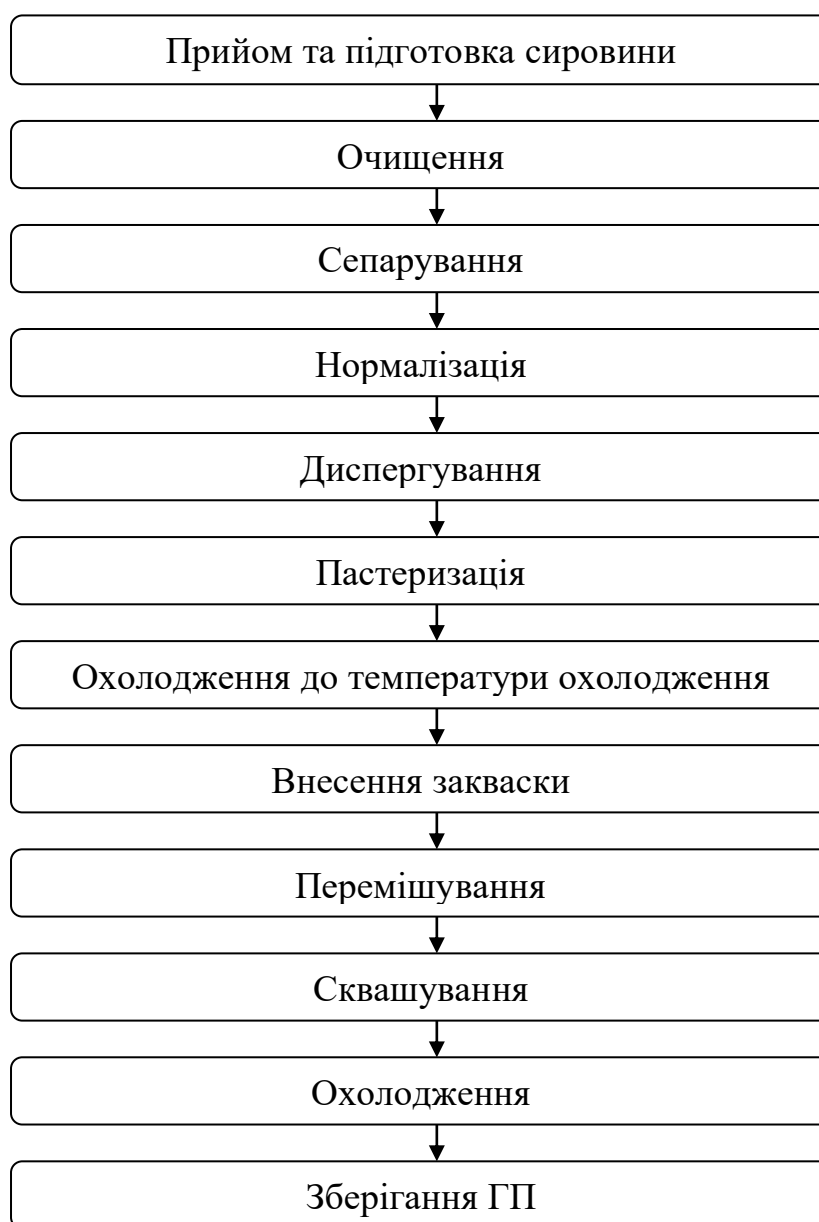


Рис. 2. Технологічна схема виробництва йогурту

Під час прийому та підготовки сировини для виробництва йогурту використовували молоко першого сорту, яке має кислотність не вище 20°T , редуказну пробу не нижче першого класу та механічну забрудненість не нижче першої групи. Також дозволено використовувати повністю або частково відновлене молоко, отримане з цільного молока розпильної сушки високої розчинності.

В ході очищення на заводі працює система кондиціонування з каскадом фільтрів, які мінімізують наявність мікроорганізмів у повітрі. Також на підприємстві застосовують закритий цикл виробництва – мінімальний контакт продукту з навколишнім середовищем та людиною.

Також одночасно здійснювали постійний контроль дотримання температурного режиму – $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ – протягом дозрівання, зберігання та транспортування продукції. Сире молоко проходить подвійну пастеризацію.

Пізніше настає етап сепарації молока, тобто починається розділення молока на складові частини, зокрема молочний жир та знежирене молоко за допомогою сепаратора. Сепаратор працює на основі центрифужної сили, яка діє на молоко. Під дією центрифужної сили, більш важкі частинки, такі як жир, відділяються від менш важких частинок, що зазвичай складаються з води і лактози. Після відокремлення жиру, його використовують для виробництва вершкового масла, сирів, молочних продуктів і багато інших продуктів, які вимагають високої концентрації жиру. Відокремлені менш важкі частинки, що складаються з води та лактози, використовували для виробництва нашого йогурту. Процес використання сепаратора дозволяє ефективно використовувати всі компоненти молока.

При нормалізації жирності молока більшість йогуртів повинні мати не менше 6% жирності. Для нормалізації знежиреного молока або вершків використовували формули матеріального балансу, якщо нормалізація здійснюється шляхом змішування цільного молока зі знежиреним або вершками.

Молоко пастеризували при температурі 85-87°C з витримкою 5-10 хв або при 90-92°C з витримкою 2-3 хв.

Гомогенізацію молока проводили одночасно з тепловою обробкою. Вона здійснювалася при температурі не нижче 55°C і тиску 17,5 МПа. Гомогенізація покращує консистенцію молока і запобігає відділенню сироватки.

Після пастеризації та гомогенізації молоко негайно охолоджували у регенеративній секції пастеризаційної установки до температури 50-55°C.

Закваску додавали негайно до охолодженого молока при відповідній температурі. Перед внесенням до молока закваску ретельно перемішували до отримання рідкої однорідної консистенції, після чого вливали в молоко за постійного перемішування. Вносили закваску до молока в потоці, а саме закваску безперервно подавали через дозатор в молокопровід, де вона добре змішується з молоком.

Після досягнення необхідної кислотності та утворення згустку йогурт негайно охолоджували, це проводили універсальними резервуарами або пластинчастими охолоджувачами до температури, яка не перевищує 8°C, після чого йогурт розливається в пляшки [21].

Отже, основними етапами технологічного процесу виробництва йогурту є: підготовка сировини, збагачення йогурту корисними мікроорганізмами, ферментація, охолодження та фасування. Згідно з проведеними дослідженнями, виробництво йогурту є складним і точним процесом, який вимагає дотримання спеціальних умов і технологічних параметрів.

3.2. Вплив кількості внесення заквасочних культур на процес сквашування йогурту

У документації щодо процесу виготовлення йогурту зазначається, що знаючи властивості бактерій, можна коригувати їх продукуючі функції при

виробництві йогурту. Наприклад, якщо є потреба змінити рівень молочної кислоти в продукті, можна змінити співвідношення між стрептококами (*Streptococcus thermophilus*) і паличковидними бактеріями (*Lactobacillus bulgaricus*). Більша кількість стрептококів призведе до більшого утворення молочної кислоти, тоді як більша кількість паличковидних бактерій може спричинити більше утворення ароматичних сполук.

Ми провели дослідження, щоб вивчити вплив двох основних видів заквасок прямого внесення, які мають найбільший вплив на поставки заквасок до молочних підприємств: «FD DVS YF L811Yo Flex» та JOINTEC X3.

У підборі пробіотичних мікроорганізмів головними критеріями є: відсутність патогенності в життєдіяльності; стимуляція імунної системи; відповідність вимогам щодо технологічних та органолептичних характеристик; біологічна ефективність щодо організму людини, включаючи здатність закріплюватися на стінках кишечника; стійкість до впливу шлункового соку та жовчі; та здатність «колонізувати» кишечник [9].

Закваска «FD DVS YF L811 – Yo-Flex» являє собою культуру з певною комбінацією штамів, включає *Streptococcus thermophilus* (термофільний стрептокок) і *Lactobacillus delbrueckii* підвид *bulgaricus*. Використовуючи її у виробництві, згідно з рекомендаціями виробника, можна отримати йогурт, який буде мати особливо густу консистенцію, приємний м'який смак і низький рівень окиснення.

Закваска Jointec X3 – культура, що включає *Streptococcus thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii* підвид *bulgaricus*. Ця закваска створює згусток з вираженим смаком і ароматом, який не є в'язким. Під час зберігання спостерігається невисокий рівень окиснення та відділення сироватки.

Головна роль *Lactobacillus bulgaricus* полягає в тому, що її діяльність сприяє згущенню йогурту, надає йому характерний кислуватий смак та впливає на текстуру йогурту, роблячи його більш густим і кремовим.

В свою чергу *Streptococcus thermophilus* допомагає забезпечити швидкий процес ферментації, що сприяє формуванню йогурту. Він також впливає на текстуру йогурту, допомагаючи йому зберігати структуру та запобігаючи розділенню сироватки.

Швидкість набору біомаси для *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus* може варіюватись залежно від умов культивування. Загалом кажучи, *Lactobacillus bulgaricus* відомий своєю швидкістю росту, особливо при температурах близько 42-45°C, які є його оптимальними умовами. За правильних умов, цей штам може швидко розмножуватись і набирати біомасу.

Streptococcus thermophilus також має швидку швидкість росту, зокрема при високих температурах. Його оптимальна температура росту також приблизно 42-45°C. Він зазвичай демонструє подібну швидкість набору біомаси, але може трохи відрізнятись від *Lactobacillus bulgaricus* в залежності від умов культивування.

Загалом, обидва штами, *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*, володіють високою швидкістю росту і здатні швидко набирати біомасу при відповідних умовах культивування, зокрема високих температурах навколишнього середовища.

Провівши дослідження по органолептичним показникам, були отримані результати, що наведені у таблицях 4 та 5.

Таблиця 4

Органолептичні оцінки якості йогуртів залежно від кількості внесення заквасочної культури «FD DVS YF L811 – Yo-Flex»

Показник	Кількість внесення закваски, %		
	0,5	1,0	1,5
Зовнішній вигляд і консистенція	2,9±0,11	3,0±0,11	2,8±0,15
Смак і запах	4,9±0,23	4,9±0,13	4,6±0,21
Колір	1,9±0,17	2,0±0,20	1,8±0,23
Сума балів	9,7±0,20	9,9±0,27	9,2±0,25

Кількість внесення закваски «FD DVS YF L811 – Yo-Flex» подана у трьох різних варіантах: 0,5%, 1,0% та 1,5%. Для кожного варіанту наведені оцінки зовнішнього вигляду і консистенції, смаку і запаху, а також кольору. Також наведена сума балів, яка є сумою оцінок з усіх трьох показників.

При кількості внесення закваски 0,5% і 1,5% бали за зовнішній вигляд і консистенцію становлять 2,9 і 2,8 відповідно, що незначно нижче, ніж при кількості 1,0%.

Що стосується смаку і запаху, то при кількості внесення закваски 0,5% і 1,0%, смак і запах оцінюються на 4,9 балів, що є найвищим показником. При внесенні кількості 1,5% оцінка знижується до 4,6 балів.

Варіація в оцінках смаку і запаху незначна. При аналізі кольору, можна запевнити, що при кількості внесення закваски 1,0%, колір оцінюється на 2 бали, що є найвищим показником, а при кількості 0,5% і 1,5% оцінки становлять 1,9 і 1,8 відповідно.

Сумуючи бали визначили, що найвища сума балів (9,9) спостерігається при кількості внесення закваски 1,0%, в той же час найнижча сума балів (9,2) спостерігається при кількості внесення закваски 1,5%.

Загалом, на основі даної таблиці можна зробити висновок, що оптимальна кількість внесення заквасочної культури «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» для отримання найвищої якості йогурту складає 1,0%, оскільки вона має найвищу суму балів та забезпечує приємний кисломолочний смак з помірним солодким присмаком та однорідну структуру без видимих дрібних включень або газоутворення.

Таким чином, з результатів наших досліджень ми можемо зробити висновок, що додавання 1,0% закваски «FD DVS YF L811 – Yo-Flex» до йогуртової основи не призводило до погіршення смакових та інших органолептичних характеристик, що підтверджується більшим балом – $9,9 \pm 0,1$.

Не гірший результат було отримано і при додаванні 1,0% закваски «Jointec X3». У цьому випадку йогурт мав рівномірну консистенцію та

приємний кисломолочний смак з помірним солодким присмаком і однорідну структуру без видимих дрібних включень по всій масі.

Таблиця 5

Органолептичні оцінки якості йогуртів в залежності від кількості внесення заквасочної культури «Jointec X3» на процес сквашування

Показник	Кількість внесення закваски, %		
	0,5	1,0	1,5
Зовнішній вигляд і консистенція	2,9±0,1	2,9±0,1	2,4±0,2
Смак і запах	4,8±0,2	4,8±0,1	3,0
Колір	1,8±0,1	1,9±0,2	1,6±0,2
Сума балів	9,4±0,1	9,6±0,2	7,0±0,2

По зовнішньому вигляду і консистенції з'ясувалось, що якщо кількість внесеної закваски «Jointec X3» збільшується від 0,5% до 1,0%, то зовнішній вигляд і консистенція не змінюються значно (2,9±0,1). Однак, при збільшенні кількості закваски до 1,5%, зовнішній вигляд і консистенція погіршуються до 2,4±0,2.

Смак і запах в залежності від кількості внесеної закваски "Jointec X3" мав кращий аромат йогурт з 0,5-1,0% закваски, який забезпечував бажаний смак і текстуру продукту.

При збільшенні кількості внесеної закваски «Jointec X3» з 0,5% до 1,0%, колір незначно покращується з 1,8±0,1 до 1,9±0,2. Однак, при подальшому збільшенні кількості закваски до 1,5%, колір погіршується до 1,6±0,2.

Аналізуючи отриману суму балів можна запевнити, що при збільшенні кількості внесеної закваски «Jointec X3» з 0,5% до 1,0%, сума балів зростає з 9,4±0,1 до 9,6±0,2. Однак, при подальшому збільшенні кількості закваски до 1,5%, сума балів значно знижується до 7,0±0,2.

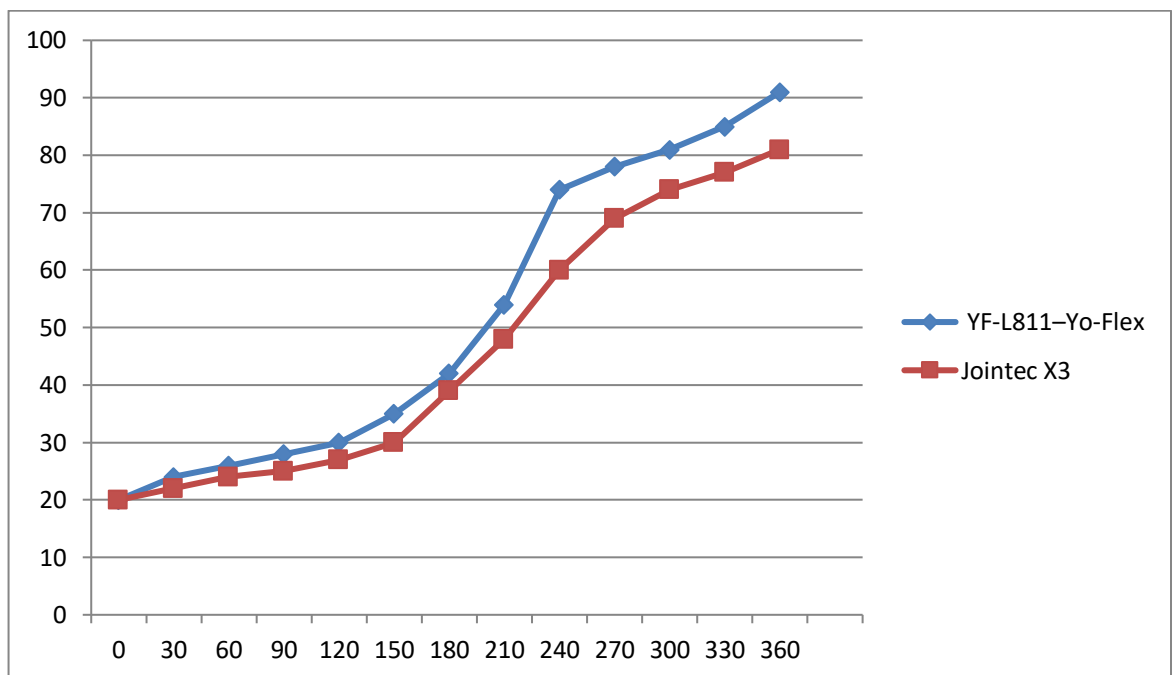
Отже, з таблиці видно, що оптимальна кількість внесення заквасочної культури «Jointec X3» для досягнення найвищої органолептичної якості

йогуртів становить 1,0%. Збільшення або зменшення цієї кількості може призвести до погіршення органолептичних характеристик йогуртів.

Таким чином, з результатів дослідження можна зробити висновок, що додавання 1,0% закваски до йогуртової основи не погіршує смакові та інші органолептичні характеристики. Це підтверджується балом в оцінці – $9,6 \pm 0,1$.

В порівнянні заквасок «FD DVS YF L811Yo Flex» та «Jointec X3», остання поступається по відношенні поставлених балів, щодо оцінки органолептичних ознак йогуртів.

Доведено, що ці два види заквасок при діапазоні температури сквашування $40 \pm 5^\circ\text{C}$ утворюють згусток протягом 4-6 годин. Протягом цього часу титрована кислотність досягає 75°T , що є оптимальним для утворення згустку. Дані дослідження наведені на рисунку 3 .



Тривалість сквашування, хв

Рис. 3. Вплив тривалості сквашування на значення кислотності для йогурту

У висновку проведених дослідженням з'ясовано, що тривалість сквашування йогурту впливає на значення кислотності йогурту. Коли молоко

сквашується, молочні бактерії перетворюють лактозу (молочний цукор) на молочну кислоту. Тому встановлено, що чим довше триває сквашування, тим більше часу бактеріям потрібно для перетворення лактози на кислоту, що призводить до збільшення кислотності.

Отже, коротше сквашування може призвести до утворення йогурту з меншою кислотністю, тоді як тривале сквашування може призвести до виготовлення йогурту з більшою кислотністю. Загалом, кислотність йогурту може бути контрольована шляхом регулювання тривалості сквашування. Це один із факторів, які виробники йогурту враховують при налаштуванні процесу виробництва, щоб досягти бажаного смаку і текстури продукту.

Для того щоб внести закваску до йогурту у достатній кількості було проведено такі розрахункові дії:

1. Спочатку ми визначали бажану концентрацію закваски у йогурті. Наприклад, якщо ми хочемо, щоб йогурт мав концентрацію закваски 1%, то це буде наша вихідна концентрація.

2. Визначемо, який об'єм йогурту нам необхідно отримати. Наприклад, якщо ми спланували приготувати 1 літр йогурту, то це буде наш обсяг.

3. Розраховуємо кількість закваски, яка необхідна для досягнення бажаної концентрації. Для цього перемножуємо бажану концентрацію закваски на об'єм йогурту. Наприклад, якщо необхідно, щоб йогурт мав концентрацію закваски 1% і виробити 1 літр йогурту, то кількість закваски буде $1\% * 1 \text{ л} = 0,01 \text{ л}$ або 10 мл.

Отже, для приготування 1 літра йогурту з концентрацією закваски 1%, нам знадобиться 10 мл закваски.

3.3. Вплив температури на процес виробництва йогурту

Температура є важливим параметром при виробництві йогурту, адже вона може допомогти знизити витрати енергії в процесі виробництва,

убезпечити безпеку продукту, вплинути на швидкість, якість та стабільність процесу, допомагаючи досягти бажаних результатів та може знищити шкідливі мікроорганізми, такі як бактерії чи патогенні мікроорганізми, допомагаючи цим запобігти захворюванням [21].

При контролі процесу ферментації важливим моментом є підтримка температури, адже збільшення або зниження температури може вплинути на швидкість ферментації та якість отриманого йогурту. Підвищена температура може спричинити швидку ферментацію, але може також вплинути на смак, текстуру та консистенцію продукту [10].

Виробництво йогурту підприємством ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» включає в себе використання різних параметрів температури, які впливають на якість та характеристики продукту. Основними параметрами температури, що використовуються на кожному з важливих етапів виробництва і були досліджені є:

1. Температура нагрівання молока (пастеризація молока): Під час виготовлення йогурту молоко нагрівають до певної температури, зазвичай в діапазоні від 85°C до 95°C. Це важливий етап, під час якого знищуються шкідливі бактерії і активуються молочні культури, що сприяє ферментації.

2. Температура засівання (заквашування): Після нагрівання молока його охолоджують до температури засівання, яка зазвичай становить близько 40°C. При цій температурі до молока додають молочні культури, такі як *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*, які сприяють ферментації.

3. Температура ферментації: Після додавання молочних культур йогурт піддається ферментації протягом певного періоду часу при контрольованій температурі. Зазвичай ця температура становить близько 40°C до 45°C. Продукт зберігається при цій температурі протягом декількох годин, щоб бактерії могли перетворити лактозу на лактат і надати йогурту його характерний смак і консистенцію.

4. Температура зупинки ферментації: Після закінчення ферментації йогурт охолоджують до низьких температур, зазвичай близько 4°C, щоб зупинити процес ферментації і забезпечити стабільність продукту.

В результаті дослідження було виконано порівняння впливу температури на показники заквасок двох типів. Результати дослідження представлені в таблиці 5.

Таблиця 5

Технологічні показники використання заквасок залежно від зміни температури

Показник	Закваска № 1: «FD DVS YF L811 – Yo-Flex»				Закваска №2: «Jointec X3»			
	Температура, °C							
	36	38	40	42	36	38	40	42
Час утворення згустку, год.	7,1	6,3	4,7	3,5	7,4	6,5	5,4	4,5
Титрована кислотність, °Т	78	78	75	71	80	78	76	73
Смак і запах	М'який смак та характерний запах				Виражений смак та ароматом			
Колір	Молочно-білий, однорідний				Молочно-білий			
Консистенція	Дуже густа				Не дуже в'язка			

Згідно з отриманих даних порівнюючи час утворення згустку двох заквасок приходимо до висновку, що закваска «FD DVS YF L811 – Yo-Flex» має швидшу тенденцію утворення згустку порівняно з закваскою «Jointec X3» при всіх перевірених температурах. Наприклад, при температурі 40°C закваска № 2 утворює згусток за 5,4 години, тоді як закваска № 1 потребує 4,7 години.

Характеризуючи титровану кислотність ми бачимо, що вона змінюється у бік зменшення при збільшенні температури. Кількість кислоти

у заквасці «Jointec X3» дещо більша, порівняно із закваскою «FD DVS YF L811 – Yo-Flex», що свідчить про більшу кількість концентрації кислоти у заквасці і відповідно, у йогурті.

Характеризуючи колір та смак продукту, отриманого в результаті використання двох заквасок можна стверджувати, що вони є характерними для йогурту і не відрізняються між собою.

Йогурт виготовлений із закваскою «FD DVS YF L811 – Yo-Flex» має дуже густу консистенцією, а це означає, що він має значно більшу щільність і масу на одиницю об'єму, порівняно з йогуртом з не дуже в'язкою консистенцією.

Йогурт, що містить закваску «Jointec X3» утворює не дуже в'язку консистенцією та має меншу опірність потоку та може бути більш рідкоподібним.

Утворення гелю під час сквашування сприяє утворенню в'язкості йогурту та чим більше білків і пектинів міститься в молоці, чим більше часу вони мають на гелювання під час сквашування, тим більша буде в'язкість йогурту.

Проходження післясквашувальних стадій, наприклад, охолодження йогурту, може також впливати на його в'язкість. Під час охолодження, гель збільшується в'язкістю завдяки зміцненню структури.

Отже, в'язкість йогурту залежить від кількості та типу гелюючих речовин, а також від процесу сквашування та післясквашувальних етапів.

Загалом, закваска № 1 і закваска № 2 виявляють різні характеристики залежно від зміни температури. Закваска № 1 має швидший час утворення згустку і м'який смак та характерний запах, тоді як закваска № 2 має вищу титровану кислотність, виражений смак та аромат, а також не дуже густу консистенцію.

Дослідження довело, що найкращими органолептичними показниками володіє зразок йогурту із заквашувальною культурою «FD DVS YF-L811 – Yo-Flex». Виходячи з проведених досліджень, було прийнято рішення при

виробництві збагаченого йогурту використовувати заквасочну культуру FD DVS YF-L811 – Yo-Flex і температуру сквашування $40\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Під час проведеного дослідження було встановлено, що якщо температура при виробництві йогурту буде занадто висока, то можна вбити бактеріальні культури, які перетворюють молоко в йогурт. Якщо вона занадто низька, то може знадобитися більше часу, щоб отримати консистенцію, схожу на йогурт, або інші бактерії чи дріжджі отримають можливість розростатися, і в результаті отримаємо просто зіпсовану партію йогурту.

Також після виготовлення йогурту необхідно слідкувати за дотриманням температурного режиму зберігання йогурту, щоб не виникало ніяких дефектів продукції. Зберігати йогурти у холодильнику необхідно при температурі від 2°C до 6°C . Цей діапазон температур дозволяє зберегти якість йогурту і запобігти розмноженню шкідливих бактерій. Є декілька методів перевірки дотримання температури, а саме:

- вимірювання температури скляним рідинним термометром: температуру йогурту визначають під час відбору проб у кожній пакувальній одиниці, що включена у вибірку. Визначають температуру у центрі пакувальної одиниці. Термометр занурюють у продукт, не вище нижньої цифрової відмітки шкали та витримують у ньому від 1-2 хв. Показники дивляться не виймаючи прилад із йогурту. Значення округлюють до найближчої поділки шкали термометра.
- вимірювання температури цифровим термометром – термозондом: термозонд занурюють у йогурт на глибину 10-15 см, включають і витримують до висвічування результатів вимірювання на цифровому табло вимірювального блоку (приблизно через 20-25 с). При вимірюванні температури йогурт злегка перемішують. Після вимірів термозонд виймають та вимикають [30].

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Служба охорони праці на підприємстві здійснює контроль за дотриманням правил, техніки безпеки, виробничої санітарії та забезпечує безпечні умови праці.

Заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, професійного захворювання, аваріям і пожежам розробляють відповідно з законодавчо – нормативними документами: Закон України «Про охорону праці», Закон України «Про оподаткування прибутку підприємства», Закон України «Про колективні договори», Постанова Кабінету Міністрів № 994, від 27.06.2003 року.

Перед прийняттям на роботу весь обслуговуючий персонал зобов'язаний пройти обов'язковий первинний інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки та відмітити його проходження у журналі. Крім того, на підприємстві кожні шість місяців проводиться повторний інструктаж з метою перевірки та підвищення рівня знань правил та інструкцій з охорони праці. Відповідальним за цей процес є головний інженер та інженер з охорони праці, одночасно вирішуючи питання охорони праці у різних підрозділах підприємства. Вони також координують розробку інструкцій, організовують проведення інструктажів та контролюють, щоб працівники працювали відповідно до встановлених безпечних та здорових умов праці. Колективний договір між працівниками та адміністрацією передбачає адміністративну та дисциплінарну відповідальність для тих, хто порушує правила та інструкції з охорони праці.

Всі виробничі та адміністративно- побутові приміщення цеху повинні бути забезпечені необхідною кількістю засобів пожежогасіння (пожежними кранами і рукавами, вогнегасниками, пожежними щитами, ящиками з піском,

сигналізацією Використовувати засоби пожежогасіння можна тільки за призначенням.

Весь персонал повинен знати розташування засобів пожежогасіння, способи виклику пожежної охорони [1].

Під час роботи на працівників можуть впливати такі шкідливі фактори:

- фізичні фактори: машини й механізми, що рухаються; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена або знижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищений рівень вібрації; підвищена чи знижена вологість повітря; відсутність або нестача природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони; гострі краї, задирки, шорсткість на поверхнях інструменту та обладнання;
- хімічні фактори: токсичні і подразливі фактори;
- біологічні фактори: патогенні мікроорганізми: бактерії, віруси, спірохети, гриби та продукти їх життєдіяльності;
- психофізіологічні фактори: фізичні перевантаження; нервово-психічні перевантаження [17].

Для покращення охорони праці на підприємстві «Лакталіс-Миколаїв» пропонуємо:

- забезпечити якісніше та своєчасніше проведення всіх видів інструктажу, зокрема повторних;
- закупити необхідну кількість спеціального взуття, спецодягу, індивідуального захисту для видачі працівникам та додаткового обладнання;
- постійно контролювати збереженість протипожежного обладнання;
- посилити відповідальність за порушення трудової дисципліни.

До цього ж є кілька шляхів поліпшення екологічного стану підприємств, що займаються виробництвом йогуртів:

- використання екологічно чистих матеріалів: виробництво йогуртів можна поліпшити, використовуючи екологічно чисті матеріали і компоненти;
- зменшення відходів і використання вторинної переробки: підприємства можуть зменшити відходи, використовуючи вторинну переробку відходів в процесі виробництва йогуртів. Наприклад, відходи від молока можуть бути використані для виробництва компосту або використовуватися в якості добрив для рослин;
- енергоефективність: підприємства можуть зменшити свій вплив на довкілля, заощаджуючи енергію. Наприклад, вони можуть встановити енергоефективне обладнання, використовувати енергію відновлюваних джерел, таких як сонячна енергія, і вдосконалювати системи опалення та охолодження, щоб зменшити споживання електроенергії.

Розробка нових видів йогуртів та зростаюча конкуренція змушують виробників зосередитися на показниках якості та на забезпеченні безпеки своєї продукції. Для досягнення цього можна використовувати постійно діючу та ефективну систему управління безпекою харчової продукції, яка базується на принципах НАССР [27].

На сьогоднішній день система НАССР (аналіз ризиків та критичних контрольних точок) визнана найефективнішим методом забезпечення якості та безпеки харчової продукції у всьому світі. Це науково обґрунтований, раціональний і систематичний підхід до ідентифікації продукції, оцінки та контролю ризиків, що можуть виникнути під час виробництва, переробки, зберігання та використання харчових продуктів.

Система НАССР ґрунтується на таких основних принципах: проведення аналізу небезпечних факторів на всіх етапах виробництва; визначення критичних контрольних точок у технологічних процесах; встановлення критичних меж, які потрібно дотримуватись; наявність системи моніторингу (спостереження), що дозволяє контролювати критичні точки; розробка і застосування корекційних заходів, якщо результати моніторингу

свідчать про відхилення від критичних меж; наявність процедур перевірки всієї системи НАССР; документування процедур перевірки всієї системи НАССР [4].

Застосування принципів НАССР включає логічно побудовані задачі, неналежне або непослідовне виконання яких може призвести до розробки неефективного плану НАССР, його невдалої реалізації та недостатнього управління ним.

Отже, дотримання принципів НАССР дозволить нам забезпечити безпеку нашій продукції, зменшити ризики виникнення продуктових криз, покращити якість продукції та завоювати довіру споживачів. В свою чергу, дотримання правил щодо охорони праці та проведення інструктажів забезпечить безпеку працівників, знизить кількість нещасних випадків на робочих місцях, підвищить продуктивність та ефективність роботи.

ВИСНОВКИ

1. Оптимальна кількість внесення заквасочної культури «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» для отримання найвищої якості йогурту складає 1,0%, оскільки вона має найвищу суму балів та забезпечує приємний кисломолочний смак з помірним солодким присмаком та однорідну структуру без видимих дрібних включень або газоутворення.

2. Оптимальна кількість внесення заквасочної культури «Jointec X3» для досягнення найвищої органолептичної якості йогуртів становить 1,0%. Збільшення або зменшення цієї кількості може призвести до погіршення органолептичних характеристик йогуртів.

3. При порівнянні заквасок «FD DVS YF L811Yo Flex» та «Jointec X3», остання поступається щодо оцінки органолептичних ознак йогуртів.

4. Закваска «FD DVS YF L811 – Yo-Flex» має швидшу тенденцію утворення згустку порівняно з закваскою «Jointec X3» при всіх температурних режимах, що досліджувалися. Наприклад, при температурі 40°C закваска № 2 утворює згусток за 5,4 години, тоді як закваска № 1 потребує 4,7 години.

5. Закваски «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» та «Jointec X3» зумовлюють різні характеристики йогурту залежно від температури сквашування. Закваска «FD DVS YF L811 - Yo-Flex» забезпечує швидший час утворення згустку і м'який смак та характерний запах, тоді як закваска «Jointec X3» формує вищу титровану кислотність, виражений смак та аромат, а також не дуже густу консистенцію.

ПРОПОЗИЦІЇ

На основі проведеної оцінки біотехнології використання різних видів мікроорганізмів для виробництва йогурту пропонуємо:

1. Для досягнення найвищої органолептичної якості йогуртів закваски «FD DVS YF L811Yo Flex» та «Jointec X3» вносити у кількості 1,0%.
2. При виробництві збагаченого йогурту використовувати заквасочну культуру «FD DVS YF-L811 – Yo-Flex» і температуру сквашування $40\pm 5^{\circ}\text{C}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник. Каменець-Подільський, 2017. 273 с.
2. Бугайова Ю.В. Біотехнологія переробки молока в кисломолочні продукти на прикладі йогурту : дипл. проект. Харків, 2017. 93 с.
3. Вивчення мікробіологічного складу і органолептичних показників якості кисломолочних йогуртів на різних етапах терміну придатності. [Електронний ресурс]. URL: https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2019/04/KONKURS_SHYFR-More.pdf
4. Винокурова Л.Е., Васильчук М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці : підручник. К., 2001. С. 190
5. Вітаміни В: в чому користь і як приймати вітамін В? [Електронний ресурс]. URL: <https://fitnessfactor.ua/vitaminy-gruppy-b-v-chem-polza-i-kak-prinimat-vitamin-b/>
6. Вітамін D [Електронний ресурс]. URL: <https://olidetrim.com/post/vitamin-d-dlya-doroslix/>
7. Все про кальцій: користь для організму, різновиди і кальцієвмісні продукти [Електронний ресурс].URL: <https://nutrix.ua/calcium/>
8. Геліх А., Применко В., Василенко О.,Г Геращенко М.,Савісько О. Оптимізація показників якості йогуртів з додаванням наповнювачів. 2022. С. 12
9. Дехтяренко Н. В., Шинкаренко Л. М., Дуган О. М. Критерії відбору пробіотичних штамів мікроорганізмів- 2007. С.4-7
10. Дідух Н. А., Чагаровський О. П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса: «Поліграф», 2008. С. 234
11. ДСТУ 4343:2004 Йогурти. Загальні технічні умови. К.: Держспоживстандарт України, 2005. С. 9

12. [Електронний ресурс]. URL: https://vuzlit.com/287929/osoblivosti_tehnologiyi_virobnitstva_yogurtu
13. Закон України «Про молоко та молочні продукти» від 24.06.2004 № 1870- IV
14. Історія виникнення йогурту та його корисні властивості [Електронний ресурс]. URL: <http://eko-poplavok.com/istoriya-vynyknennya-jogurtu-ta-jogo-korysni-vlastyvosti/>
15. Йогурт: користь та шкода [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ze-signon.com/articles/pitanie/jogurt-polza-i-vred.html>
16. Йод [Електронний ресурс]. URL: <https://delta-med.com.ua/jod-koryst-i-shkoda/>
17. Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів [Електронний ресурс]. URL: <http://vn.dsp.gov.ua/novini-upravlinnya/klasifikatsiya-nebezpechnih/>
18. Користь і шкода йогурту, склад, калорійність [Електронний ресурс]. URL: <https://ideas-center.com.ua/?p=22028>
19. Лазарева Т. А. Інноваційний розвиток харчової галузі. 2014. 174 с.
20. Лакталіс-Миколаїв- [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ua-region.com.ua/23624594>
21. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів. 2006. С. 351.
22. Міфи про йогурт. [Електронний ресурс]. URL: <https://lactalis.com.ua/article/zagalna-harakterystyka-moloka2/>
23. Мокрозуб В. В. Антибактеріальні й імуномодулювальні властивості штамів лакто- та біфідобактерій за експериментальної стафілококової інфекції. Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, 2012. Т. 5, № 2. С. 98-104.
24. Опис технологічної схеми виробництва йогурту [Електронний ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/5193605/page:2/>

25. Орлов І.В. Ароматизатори для молочних продуктів. *Продукти і інгредієнти*. 2008. № 10. С. 49
26. ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв». [Електронний ресурс]. URL: <https://rtp.com.ua/members/laktalis-mykolayiv-pat/>
27. Рудавська Г. Б., Сирохман І. В., Тищенко Є. В. Товарознавство молочних та яєчних продуктів. Київ нац. торг.-екон. ун-т, 2010. С. 380
28. Рябченко Н. Бактеріальні закваски для виготовлення сирів. НУХТ. 2013. С. 6
29. Старовойтова А.А. Мікробіологія молока і молочнокислих продуктів : навчальний посібник. Біла Церква.: НАУ, 2017. 153 с.
30. Сучасні закваски у виробництві йогурту [Електронний ресурс]/ URL: <https://matovarzn.forumotion.me/t78-topic>
31. Фосфор [Електронний ресурс]. URL: <https://standre.com.ua/fosfor-poleznye-svojstva-dlya-organizma/>
32. Характеристики *Lactobacillus bulgaricus*, таксономія, морфологія, переваги [Електронний ресурс]. URL: <https://ua.thpanorama.com/articles/biologa/lactobacillus-bulgaricus-charactersticas-taxonoma-morfologa-beneficios.html>
33. Elane P., Honorio D. Physico-chemical, microbiological and rheological evaluation of dairy beverage and fermented milk added of probiotics. 2008. С. 135
34. Grigoroff, Stamen. Etude sur une lait fermentee comestible. *Revue Medicale de la Suisse Romande*. 1905.
35. *Streptococcus thermophilus*. [Електронний ресурс]. URL: <https://laktiale.ua/pro-laktiale/streptococcus-thermophilus/>