

**ВСП «Харківський торговельно-економічний фаховий коледж
Державного торговельно-економічного університету»**

**Циклова комісія харчових технологій, готельно-ресторанної справи
та туризму**

Кіндер Євген Анатолійович

ПІБ здобувача

КУРСОВА РОБОТА

**Розробка технології йогуртів з харчовими волокнами: текстурні
властивості з органолептичною оцінкою**

тема

Навчальна
дисципліна

Технологія виробництва харчової продукції

назва навчальної дисципліни

Ступінь освіти

Фаховий молодший бакалавр

фаховий молодший бакалавр, молодший бакалавр, бакалавр

Галузь знань

18 Виробництво та технології

шифр і назва галузі знань

Спеціальність

181 Харчові технології

код і найменування спеціальності

Освітньо-професійна
програма

Виробництво харчової продукції

назва освітньо-професійної програми

Академічна група

ТХ-2-22

назва академічної групи

Харків, 2024 рік

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

Керівник: Аштаєва Наталія Леонідівна, викладач циклової комісії харчових технологій, готельно-ресторанної справи та туризму, спеціаліст вищої категорії

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач :  Є. Кіндер

Підсумкова оцінка: _____ 60 _____ (балів)

Члени комісії з захисту:  Н. Аштаєва

 О. Аштаєв

ВСП «Харківський торговельно-економічний фаховий коледж
Державного торговельно-економічного університету»

Циклова харчових технологій, готельно-ресторанної справи та туризму

Кіндер Євген Анатолійович

ПІБ здобувача

ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Навчальна дисципліна	Технологія виробництва харчової продукції
Тема роботи	Розробка технології йогуртів з харчовими волокнами: текстурні властивості з органолептичною оцінкою
Термін подання завершеної роботи	29.11.2024 р


назва навчальної дисципліни
тема курсової роботи
фаховий молодший бакалавр, молодший бакалавр, бакалавр

Графік виконання роботи

Виконання роботи за розділами	Термін виконання
Вибір та затвердження теми	09.09 – 20.09.2024
Добір та аналіз літератури за обраною темою	23.09 – 04.10.2024
Складання плану курсової роботи	7.10 – 11.10.2024
Написання вступу та I розділу	14.10 – 25.10.2024
Написання II розділу курсової роботи	28.10 – 15.11.2024
Написання висновків та оформлення курсової роботи	18.11 – 22.11.2024
Подання курсової роботи керівнику для рецензування (для рекомендації до захисту)	25.11 – 29.11.2024
Захист курсової роботи	02.12 – 06.12.2024

Завдання видав

Науковий керівник,
спеціаліст вищої категорії


Наталія Аштаєва
(підпис)

«09» вересня 2024 р.

Завдання отримав

Здобувач


Є. Кіндер
(підпис)
ПІБ здобувача

«09» вересня 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ ЙОГУРТІВ З ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ.....	5
1.1. Аналіз сучасного стану виробництва ферментованих молочних продуктів з харчовими волокнами в Україні та світі	5
1.2. Функціонально-технологічні особливості харчових волокон у формуванні текстури та органолептичних властивостей йогуртів	9
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ЙОГУРТУ З ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ.....	13
2.1. Моделювання технологічної схеми виробництва йогурту з додаванням харчових волокон	13
2.2. Органолептична та текстурна оцінка якості готового продукту: методи і результати.....	16
ВИСНОВКИ	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	23

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах розвитку харчової промисловості актуалізується потреба у створенні продуктів функціонального призначення, що поєднують високу харчову цінність, біологічну активність та технологічну стабільність. Йогурти збагачені харчовими волокнами становлять перспективний напрям для забезпечення фізіологічної повноцінності раціону, нормалізації функцій шлунково-кишкового тракту, підвищення імунної відповіді, зниження рівня холестерину та регуляції глікемічного індексу. Зважаючи на зміну споживчих запитів у бік здорового харчування, індустрія ферментованих молочних продуктів потребує технологічного переосмислення з акцентом на інгредієнтну композицію, яка б забезпечувала не лише органолептичну привабливість, а й нутрицевтичну ефективність.

Науковий інтерес до харчових волокон як компонентів функціонального харчування ґрунтується на їхній здатності впливати на текстуру, вологозв'язувальну здатність, стабільність структури, профіль вивільнення біоактивних речовин і загальну сенсорну характеристику продукту. При цьому залишається низка невирішених завдань щодо вибору оптимального виду волокон, їхнього дозування, поєднання з заквасочними мікроорганізмами, а також моделювання текстурного профілю йогуртів. Ці питання є предметом актуальних досліджень у сфері молокопереробки, технології ферментованих продуктів та нутріціології. Визначення оптимальної рецептури йогурту з волокнами, з урахуванням споживчих характеристик і технологічної доцільності, потребує наукового узагальнення та експериментального обґрунтування.

Огляд наукової літератури засвідчує, що в останні роки зростає кількість публікацій, присвячених удосконаленню технології йогуртів із функціональними компонентами. У працях Геліх А., Даниленка С., Грек О.В., Красулі О.О. та Керанчук Т.Л. аналізуються підходи до використання

рослинних та мікробіологічних волокон у структурі йогуртів, особливості їхньої взаємодії з молочним білком, вплив на в'язкість, органолептичні показники та стабільність під час зберігання. Довбенко А.А. та Меженська Н.А. підкреслюють значення підбору заквасок для забезпечення мікробіологічної рівноваги і стабільного смакового профілю, тоді як Іванов С.В. і Осьмак Т.Г. приділяють увагу інноваційним технологічним підходам до формування рецептур ферментованих продуктів. Проте у контексті практичного моделювання технологічних схем з волокнами залишаються не до кінця висвітленими питання стандартизації, сенсорної оцінки, взаємодії компонентів у динаміці зберігання. Це й зумовлює необхідність проведення системного дослідження з розробки, оптимізації та оцінки якості йогуртів із включенням харчових волокон.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва йогуртів функціонального призначення.

Предметом дослідження є рецептурно-технологічні рішення щодо використання харчових волокон у складі йогуртів, їх вплив на структуру, якість і органолептичні характеристики готового продукту.

Мета дослідження полягає в аналізі можливостей використання харчових волокон у виробництві йогуртів, оцінці їхнього впливу на функціонально-технологічні властивості продукту, а також у розробці та моделюванні технологічної схеми виробництва з подальшим визначенням якості готового виробу.

Для досягнення поставленої мети передбачається розв'язати такі завдання:

- здійснити аналіз сучасного стану виробництва ферментованих молочних продуктів з харчовими волокнами в Україні та світі;
- охарактеризувати функціонально-технологічні властивості харчових волокон і визначити їхній вплив на текстуру та органолептичні показники йогуртів;

- змодельовати технологічну схему виробництва йогурту з додаванням харчових волокон з урахуванням особливостей компонентного складу;
- провести органолептичну та текстурну оцінку якості отриманого продукту, визначити залежності між рецептурними параметрами і споживчими характеристиками.

Методи дослідження. У роботі використано порівняльно-аналітичний метод для систематизації літературних джерел про властивості харчових волокон і ферментованих продуктів. Експериментальні методи включають лабораторне моделювання технологічного процесу, оцінку структурно-механічних характеристик, сенсорну дегустацію йогуртів, а також аналіз стабільності продукту в динаміці зберігання. Для обробки отриманих даних залучено статистичні методи, зокрема кореляційний аналіз результатів органолептичного тестування.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, чотирьох підрозділів, висновків і списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ ЙОГУРТІВ З ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ

1.1. Аналіз сучасного стану виробництва ферментованих молочних продуктів з харчовими волокнами в Україні та світі

В останні десятиліття молочна промисловість трансформувалася в один із найдинамічніших сегментів агропродовольчого сектору, що демонструє стійке зростання попиту на продукти з додатковою біологічною цінністю. Одним із найпомітніших напрямів стало ферментоване молочне виробництво, зокрема йогурти з харчовими волокнами, які сьогодні становлять інноваційну платформу для втілення концепції профілактичного харчування. На глобальному рівні сформувалася чітка тенденція до підвищення зацікавленості споживачів у товарах, що поєднують задоволення від смаку зі сприятливим впливом на фізіологічні процеси травлення, метаболізму, мікробіоти кишечника та імунної регуляції. Бренди світового масштабу, такі як *Danone*, *Nestlé*, *Arla Foods*, *Yili*, *Yakult*, реалізують масштабні стратегії формування асортименту з урахуванням підвищеного вмісту пребіотичних волокон, зокрема інуліну, бета-глюканів, галактоолігосахаридів і пектину, які демонструють здатність селективно стимулювати ріст біфідобактерій, знижувати глікемічний індекс, поліпшувати моторну функцію кишківника. Ці компанії використовують функціональні інгредієнти не лише як засіб збагачення, а й як маркетинговий актив, що дозволяє виводити продукцію в сегмент преміального або спеціалізованого харчування - дитячого, спортивного, клінічного [13, с. 55].

У розрізі технологічного циклу виробництва спостерігається чітке оновлення апаратного забезпечення - широко впроваджуються модулі дозованого змішування волокон на етапі пастеризації, системи вакуумного гомогенізування з контролем реологічних характеристик, мембранні фільтраційні комплекси для концентрації білково-волоконної фракції. За рахунок інкорпорації водорозчинних і частково водонерозчинних волокон

вдається оптимізувати в'язкість продукту, підвищити стійкість емульсії, покращити текстуру та органолептичні властивості без додавання синтетичних загусників. Ферментовані молочні продукти з вмістом волокон >2% у складі сьогодні успішно сертифікуються в категорії функціональних відповідно до нормативів ЄС (регламент EC No 1924/2006), а в Японії мають маркування FOSHU (*Foods for Specified Health Uses*). Така регуляторна база стимулює інноваційну активність серед виробників, водночас створюючи потребу в ретельному лабораторному контролі біодоступності волокон, їх взаємодії з лактобактеріями та стабільності під час термостатування [1, с. 78].

В Україні з початком трансформацій агропродовольчого ринку в умовах євроінтеграційного курсу сформувалася нова парадигма розвитку молокопереробної галузі, в якій ферментовані продукти з доданою функціональністю розглядаються як стратегічна лінія підвищення конкурентоспроможності. Станом на 2024 рік, частка йогуртів із додаванням харчових волокон у структурі виробництва вітчизняних підприємств становить приблизно 6,8%, проте спостерігається щорічне зростання обсягів на 8–11%, що свідчить про активне освоєння цього сегмента. У структурі споживчого попиту переважають продукти з додаванням псиліуму, бета-глюканів з вівса, яблучного пектину, а також зернових сумішей, які вбудовуються в рецептуру як носії рослинного волокна й сприяють розширенню смакових варіантів. Компанії, зокрема «Галичина», «Яготинське для дітей», «Лакталіс Україна», інвестують у створення нових ліній ферментованих продуктів, одночасно оновлюючи рецептурні карти відповідно до сучасних дієтологічних рекомендацій щодо споживання клітковини (не менше 25 г/добу для дорослої людини).

Сировинна база українських підприємств наразі трансформується в напрямку залучення локальних джерел харчових волокон - зокрема це шроти гарбуза, топінамбура, яблучні вижимки, висівки, лушпайки насіння льону, макухи, що проходять технологічну обробку для забезпечення стабільної гідратації, низької мікробної контамінації, відсутності стороннього присмаку.

У межах технологічного процесу розробляються алгоритми дозування волокон, що ґрунтуються на вивченні їхньої здатності до гелевої формації, зв'язування вологи, стабілізації лактозного середовища. З урахуванням високої чутливості заквасок до змін кислотності й осмотичного тиску, необхідне точне калібрування рецептур для уникнення гальмування бродіння або утворення надмірного осаду, що потребує залучення технологів-мікробіологів та реологів для створення збалансованих формул [18, с. 24].

Підвищення інтересу до споживання волокон пояснюється не лише зміненими харчовими звичками, а й зростаючим числом наукових праць, що підтверджують зв'язок між прийомом пребіотиків і модифікацією метаболічного профілю організму. Зокрема, клінічні випробування, проведені в Європі у 2021–2023 роках, демонструють зниження рівня постпрандіальної глюкози на 11–17% у разі споживання йогуртів із інуліном, а також зменшення концентрації загального холестерину при регулярному прийомі продуктів із вівсяним бета-глюканом. На цьому фоні зростає зацікавлення у формуванні рецептур із мультикомпонентними матрицями - поєднання кількох типів волокон, білків і омега-3 жирних кислот, що дозволяє створити синергічні ефекти як для травного, так і кардіометаболічного здоров'я.

Вітчизняний ринок має також виклики - висока собівартість волокон, необхідність модернізації обладнання, відсутність єдиного регламенту щодо маркування таких продуктів. Наприклад, в Україні наразі немає окремого нормативного акту, який би чітко регламентував використання терміну «збагачено харчовими волокнами», що ускладнює позиціонування продукту й викликає неоднозначність у споживача. Виробники вирішують ці питання через добровільну сертифікацію за міжнародними стандартами (*ISO 22000*, *IFS Food*, *BRC Global Standard for Food Safety*), а також впровадження власних внутрішніх протоколів контролю рецептур, терміну придатності, рівня вологоутримання й активності молочнокислих бактерій [16, с. 31].

Аналіз ринкових показників за останні три роки свідчить про стійке зростання сегменту функціональних йогуртів в Україні, що зумовлюється

комбінацією зміни споживчих уподобань, розширення каналів реалізації та поступової диверсифікації виробничих потужностей. За офіційними оцінками, у 2023 році обсяг вітчизняного ринку йогуртів становив 4,4 млрд грн, із прогнозованим зростанням до 5,1 млрд грн у 2024 році, що еквівалентно приросту на 13,7% в грошовому вираженні. Така динаміка демонструє підвищену капіталізацію сегмента, у якому функціональні продукти з домішками пребіотичних волокон поступово формують окрему товарну нішу з преміалізованим споживчим сприйняттям. Середній чек на одну одиницю функціонального йогурту у 2024 році становив 26,80 грн, що на 4,9 грн вище за середню вартість звичайного йогурту без збагачення [11, с. 16].

У квітні 2025 року середня ціна на йогурт досягла 32,71 грн за об'єм 290 мл, що свідчить про поступове зростання цін під впливом інфляційного тиску, зростання вартості сировини та логістичних витрат. Найбільш поширеною формою фасування залишаються пластикові стаканчики об'ємом 150 г, хоча спостерігається активна експансія мультипаки (2×125 г, 4×100 г) та м'яких упаковок типу «пауч» із дозованим відкриванням, що орієнтовані на мобільне споживання, дітей та офісний сегмент. У структурі дистрибуційної моделі переважають мережеві супермаркети, зокрема «Сільпо», «Ашан», «АТБ», а також спеціалізовані магазини здорового харчування, які формують полиці за принципами clean label та функціонального маркування. Онлайн-продажі демонструють стрімке зростання: у 2023–2024 роках обсяги замовлень функціональних молочних продуктів через цифрові платформи збільшилися на 38%.

Середньостатистичний чек на продовольчі товари серед молоді зріс на 90%, що вказує на зміну ціннісної парадигми покупців у бік високоякісного, персоналізованого харчування. Формат D2C (direct to consumer) стає одним з ефективних каналів для невеликих виробників і фермерських брендів, які прагнуть обійти класичні ритейл-мережі, зберігаючи прямий контроль над усім виробничим і логістичним ланцюгом - від ферми до холодильника споживача. Це дозволяє створювати мікропартії з індивідуалізованими рецептурами,

оперативно тестувати нові смаки, типи волокон та адаптувати етикетування під цільову аудиторію. Таким чином, функціональні йогурти з харчовими волокнами в Україні поступово інтегруються у нову споживчу модель, у якій харчовий продукт виконує не лише роль джерела поживних речовин, а стає носієм цільової фізіологічної дії, об'єднуючи інгредієнтну інновацію, гнучку логістику та цифрову доступність.

1.2. Функціонально-технологічні особливості харчових волокон у формуванні текстури та органолептичних властивостей йогуртів

Формування текстурних характеристик і органолептичного профілю йогуртів, збагачених харчовими волокнами, розглядається як складний полікомпонентний процес, що реалізується через багаторівневу взаємодію колоїдних часток, гідрофільних макромолекул, молочних білків і вологи у термодинамічно нестійкому середовищі. Харчові волокна, що застосовуються у рецептурах функціональних ферментованих продуктів, відіграють функціонально-технологічну роль структуроутворювачів, модифікаторів реологічних параметрів і регуляторів текстурного сприйняття. Їхня дія реалізується через зміну міжмолекулярних зв'язків, вплив на водозв'язуючу здатність системи, стабілізацію білково-жирової матриці та регуляцію параметрів гелеутворення в зоні низького рН [6, с. 66].

За своєю природою волокна класифікуються на водорозчинні (інулін, фруктоолігосахариди, пектин, бета-глюкани) і водонерозчинні (целюлоза, лігнін, псиліум), кожен із типів яких проявляє специфічні функціональні властивості у технологічному середовищі йогуртів. Водорозчинні волокна здатні утворювати в'язкі гелі або колоїдні розчини з високим ступенем водоутримання, що у свою чергу сприяє формуванню однорідної, пластичної текстури зі стабільним профілем при зберіганні. Додавання 1,5–3,0% інуліну в рецептуру стандартного йогурту призводить до підвищення у два рази показника динамічної в'язкості (за даними ротаційної віскозиметрії), зі збереженням еластичності і відсутністю сировиділення при термостатуванні

6–8 годин при 43 °С. Інулін також створює матрицю, що здатна частково емульгувати жирову фазу, внаслідок чого формується більш кремова консистенція без необхідності введення желатину чи крохмалю, що важливо при розробці clean label-продуктів.

У свою чергу, водонерозчинні волокна, зокрема мікронізовані пшеничні висівки чи псиліум, функціонують як структурні компоненти, що формують мікроскопічний каркас у продукті. При введенні 2% таких волокон у систему спостерігається підвищення міцності гелю, зменшення деформації при навантаженні та збільшення синерезисної стійкості під час зберігання упродовж 21 доби при температурі +4 °С. Водночас надлишкове дозування водонерозчинних волокон (>3,5%) призводить до утворення зернистої, механічно нестабільної текстури, що викликає сенсорне відчуття шорсткості та негативно впливає на загальну оцінку консистенції. Саме тому точне дозування волокон у межах технологічної формули повинне ґрунтуватися на попередньому аналізі гідратаційних властивостей волокнистого концентрату, його дисперсного складу, а також профілю сумісності з казеїновою та сироватковою фракціями молока. Білково-волоконна взаємодія має характер переважно гідрофобного притягування і гідрогенних зв'язків, із формуванням гелевих зон, здатних утримувати вологу в міжмолекулярних порожнинах [25, с. 47].

Особливу увагу заслуговує вплив волокон на сприйняття органолептичних характеристик, зокрема аромату, смаку, післясмаку та текстурної чуттєвості. Додавання волокон призводить до зміни профілю ароматичних речовин через здатність деяких з них (особливо пектину й інуліну) утримувати леткі сполуки у своїй структурі, що може знижувати інтенсивність аромату у порівнянні з контрольними зразками. У тестах дегустаційної панелі виявлено, що зразки з додаванням 2,5% інуліну мали менш виражений кисломолочний аромат, однак оцінювалися як більш «молочно-кремові» з точки зору загального смаку. Щодо консистенції, волокна можуть значно зменшувати відчуття водянистості, що часто

притаманне знежиреним йогуртам, компенсуючи відсутність жирової фази через створення макроскопічної гелевої матриці, яка створює відчуття «повноти» смаку. Проте при введенні пшеничних висівок або грубодисперсного псиліуму спостерігається ефект механічного подразнення рецепторів язика, що викликає асоціацію із шорсткістю або сухістю в післясмаку. Це вимагає додаткового корегування за рахунок підбору рівня меленості, попередньої термічної обробки волокон (з метою гідратації), а також балансування жирнокислотного складу шляхом додавання натуральних масел (наприклад, лляної олії) або вершкових концентратів

У контексті промислової переробки харчові волокна демонструють потенціал як природні стабілізатори, здатні частково або повністю замінити синтетичні добавки на кшталт каррагенану, модифікованого крохмалю, E407 тощо. Їх введення в систему до або після пастеризації (в залежності від типу волокна) дозволяє досягати необхідних технологічних характеристик: підвищення густини (від 0,9 до 1,25 Па·с), стабілізація в'язкості при температурному навантаженні (збереження >85% реологічних властивостей після термостресу 60 °C), мінімізація випадіння осаду (<0,2% маси продукту). При використанні фруктоолігосахаридів або комбінацій з бета-глюканами також спостерігається покращення піноутворення, що є релевантним при виготовленні питних йогуртів, смузі, фітнес-лінійок. Перевагою волокон є їхня метаболічна інертність у середовищі йогурту - вони не піддаються ферментації під дією молочнокислих бактерій, не змінюють рН середовища, не перешкоджають розвитку основних штамів *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*, і, навпаки, можуть бути носіями додаткової біфідогенної активності внаслідок пребіотичного ефекту. Це дозволяє поєднувати технологічні переваги із функціональним навантаженням, зберігаючи цілісність рецептурної матриці без порушення ферментативного циклу [21, с. 45].

Практичний досвід виробництва демонструє ефективність створення комбінованих структуроутворювальних систем на базі харчових волокон і

білкових гідролізатів, що дає змогу гнучко варіювати консистенцію, підлаштовуючи продукт під споживчі очікування - від питних йогуртів до густих десертних форм. У рамках промислових випробувань встановлено, що введення 1,8% інуліну в комбінації з 0,3% концентрату сироваткового білка дозволяє отримати продукт із стабільною консистенцією при охолодженні, високою щільністю гелю (0,38 Н/см²) та збалансованим смаковим профілем. Подібні технологічні рішення мають особливу цінність для лінійок безлактозних і знежирених йогуртів, у яких стабільність структури традиційно є ускладненою. Водночас розширюються можливості функціонального дизайну текстури - зокрема введення волокон у вигляді мікроінкапсульованих структур, які розчиняються в ротовій порожнині, створюючи ефект поступового вивільнення смаку або зміни в'язкості, що дозволяє підвищити органолептичну складність продукту [23, с. 5].

В цілому, харчові волокна в технології йогуртів виконують не лише роль пасивного інгредієнта, а діють як повноцінний технологічний модифікатор, що дозволяє конструювати текстуру, формувати консистенцію, стабілізувати емульсійну систему, контролювати відчуття у роті, оптимізувати післясмак. В умовах посилення запитів на натуральність, відсутність синтетичних добавок, відповідність clean label, збереження стабільності без консервантів - волокна стають універсальним інструментом з високим потенціалом персоналізації. Їх використання не обмежується стандартними функціональними продуктами - воно розширюється на сегменти дитячого харчування, клінічного харчування, йогуртів із специфічною текстурою для пацієнтів із порушеннями ковтання або сенсорного сприйняття.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ЙОГУРТУ З ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ

2.1. Моделювання технологічної схеми виробництва йогурту з додаванням харчових волокон

У процесі моделювання технологічної схеми виробництва йогурту з додаванням харчових волокон ключовим завданням є встановлення рецептурної структури, яка забезпечить необхідний рівень сенсорної, мікробіологічної та функціональної стабільності продукту, з урахуванням впливу окремих складових на реологічні та біохімічні властивості кінцевої матриці. У цьому аспекті аналіз рецептурного складу передбачає якісну і кількісну класифікацію інгредієнтів відповідно до їх функціонально-технологічного призначення, біохімічного потенціалу та взаємодії в умовах кисломолочного середовища [9, с. 25].

Базовим компонентом рецептури залишається пастеризоване коров'яче молоко з масовою часткою жиру 2,5–3,2% і білка не менше 3,0%, що виступає як основний дисперсійний середник, водночас забезпечуючи білкову сітку для формування структури продукту після ферментації. Додатково використовуються знежирене молоко або нормалізоване молоко з підвищеним вмістом сухих речовин, з метою покращення щільності коагуляту та мінімізації сировиділення. Другим структуроутворюючим компонентом виступає харчове волокно - у даній рецептурі обрано пектин яблучний (масова частка 1,5%), який виконує функції гелеутворювача, вологоутримувача та пребіотика. Його присутність забезпечує підвищену в'язкість без необхідності додавання стабілізаторів синтетичного походження, водночас сприяє підвищенню біодоступності кальцію та магнію, що характерно для молочних матриць. У ролі додаткових джерел харчових волокон також залучено порошок топінамбура (1,2%), який містить природний інουλін, здатний до селективної ферментації біфідобактеріями, підвищення осмотичної активності та покращення органолептики завдяки природній солодкуватості.

Заквашувальна композиція формується із штамів *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus* у співвідношенні 1:1, з додаванням *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*, що дозволяє отримати пробіотичний ефект та зберігати життєздатність культури впродовж усього терміну зберігання. Жирова фаза стабілізується за допомогою гомогенізації при тиску 18 МПа та температурі 65 °С, що забезпечує рівномірне диспергування жирових глобул і запобігає їхньому спливанню. Важливим компонентом є сахароза в кількості 3,5%, що сприяє покращенню смакових характеристик, підтримує осмотичну стабільність і не гальмує активність заквасок. Для коригування кислотності після ферментації додається регулятор - цитрат натрію або цитрат кальцію (0,1%), який також виконує функцію буферної речовини. Уся сировина повинна відповідати вимогам чинних ДСТУ: для молока - ДСТУ 3662:2018, для волокон - технічним умовам згідно з ТУ У 10.8-37774115-001:2022 (пектин), та ТУ У 10.8-43632736-002:2023 (порошок топінамбура), із обов'язковим контролем мікробіологічної чистоти, вмісту важких металів, пестицидів та вологості. Зведення аналізу рецептурного складу наведено у таблиці нижче [14, с. 26].

Таблиця 2.1

Аналіз рецептурного складу продукту, що є об'єктом дослідження

Найменування рецептурних компонентів	Роль компонента у формуванні структури	Вимоги до якості рецептурних компонентів (сировини)
Пастеризоване коров'яче молоко	Базовий дисперсійний середник, джерело білків та лактози	ДСТУ 3662:2018, жирність 2,5–3,2%, білок $\geq 3\%$, кислотність $\leq 18^\circ\text{T}$
Пектин яблучний	Вологоутримувач, гелеутворювач, пребіотик	ТУ У 10.8-37774115-001:2022, вміст волокон $\geq 85\%$, волога $\leq 10\%$
Порошок топінамбура	Джерело інуліну, модифікатор текстури	ТУ У 10.8-43632736-002:2023, інулін $\geq 70\%$, відсутність ГМО
Закваска на основі <i>L. bulgaricus</i> і <i>S. thermophilus</i>	Ініціація ферментації, формування кислотності	Виробник-сертифікат ISO 22000, активність $\geq 10^9$ КУО/г
<i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i>	Пробіотичний агент, стимулювання росту мікробіоти	Стабільність ≥ 6 тижнів, активність $\geq 10^8$ КУО/г

Сахароза	Покращення смаку, осмотичний стабілізатор	ДСТУ 4623:2006, волога $\leq 0,05\%$, відсутність домішок
Цитрат натрію / кальцію	Буферизація кислотності, мінералізація	Європейський фармакопейний стандарт, чистота $\geq 99,5\%$

Після затвердження рецептури продукту виконується побудова технологічної схеми виробництва, що охоплює всі основні етапи перетворення сировини у готову продукцію - з фіксацією ключових параметрів, фізико-хімічних змін та типових технологічних операцій. У межах первинної підготовки відбувається приймання, фільтрація та очищення молока, з наступною нормалізацією за жирністю та сухими речовинами [22, с. 32].

Таблиця 2.2

Технологічна схема виробництва йогурту з додаванням харчових волокон

Найменування етапу	Найменування операції	Режими, параметри	Фізико-хімічні зміни
Підготовка сировини	Очищення, охолодження, сепарування	$t = 0-6 \text{ } ^\circ\text{C}$	Видалення механічних домішок, зниження мікробного навантаження
Нормалізація складу	Корекція вмісту жиру і білка	Жирність – 2,5%; білок – $\geq 3,2\%$	Створення стабільної молочної основи
Підігрівання до змішування	Підігрівання молока	$t = 40 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$	Підготовка до введення волокон
Введення волокон	Додавання пектину або інуліну	$\tau = 15-20 \text{ хв}; t = 35-40 \text{ } ^\circ\text{C}$	Гідратація волокон, утворення в'язкого середовища
Пастеризація	Термічна обробка	$t = 85-90 \text{ } ^\circ\text{C}, \tau = 20 \text{ хв}$	Інактивація ферментів, часткова денатурація білків
Охолодження до заквашування	Підготовка до ферментації	$t = 42-45 \text{ } ^\circ\text{C}$	Зниження температури до рівня життєздатності культур
Заквашування	Внесення закваски, перемішування	$\tau = 10 \text{ хв};$ перемішування 200 об/хв	Рівномірний розподіл культури та волокон
Ферментація	Інкубація в термостатах	$\tau = 5-6 \text{ год}; t = 43 \text{ } ^\circ\text{C};$ контроль рН до 4,6	Коагуляція, формування структури,

			зниження кислотності
Охолодження	Швидке охолодження	$t = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$; швидкість $\geq 2\text{ }^{\circ}\text{C/хв}$	Стабілізація структури, припинення росту мікроорганізмів
Фасування та пакування	Розлив у пластикові стаканчики	Об'єм – 150 г; $t = 10\text{--}12\text{ }^{\circ}\text{C}$	Герметизація, збереження санітарної цілісності
Зберігання	Холодильне зберігання	$t = 4 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\tau = \text{до } 21\text{ доби}$	Збереження мікрофлори, запобігання текстурним дефектам

Після цього виконується термічна обробка (пастеризація при температурі $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 15 хвилин), що забезпечує інактивацію ферментів та патогенної мікрофлори, та гомогенізація під високим тиском для стабілізації емульсії. Далі відбувається охолодження до температури заквашування ($42\text{--}45\text{ }^{\circ}\text{C}$) та внесення закваски і харчових волокон у стерильних умовах, з інтенсивним перемішуванням для рівномірного розподілу компонентів. Етап ферментації триває 5–6 годин у термостатах із контролем рН (до значення 4,6), після чого продукт охолоджується до $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Завершальним етапом є фасування в асептичних умовах, запечатування, маркування і зберігання при температурі $2\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Аналіз технологічної схеми наведено нижче.

2.2. Органолептична та текстурна оцінка якості готового продукту: методи і результати

У процесі оцінки якості йогурту з додаванням харчових волокон провідне значення набуває комплексна органолептична та текстурна верифікація, яка базується на синтезі сенсорного аналізу та інструментальних вимірювань. Такий підхід дозволяє отримати достовірну, багатоаспектну характеристику продукту з точки зору прийнятності для кінцевого споживача, одночасно з об'єктивним визначенням його механічної стабільності та

мікроструктурної цілісності. У рамках органолептичної оцінки використовується стандартизована дегустаційна панель, що складається з дев'яти експертів, які пройшли попереднє навчання за протоколом ISO 8586, із застосуванням тренінгових процедур для калібрування смакової та нюхової чутливості [8, с. 9].

Продукт аналізується у спеціалізованому дегустаційному кабінеті з контролем температури (20 ± 1 °C), освітлення (6500K) та вологості повітря (55–60%), що унеможлиблює вплив зовнішніх чинників на сприйняття. Експерти оцінюють продукт за п'ятибальною шкалою з деталізацією за п'ятьма критеріями: зовнішній вигляд, консистенція, аромат, смак і післясмак. До кожного критерію сформульовано описовий лист, який містить референтні еталони: наприклад, для оцінки аромату використовується порівняння з натуральними молочнокислими ароматами (еталон - класичний йогурт без ароматизаторів), а для текстури - зі стандартом гомогенізованого продукту без флокуляції. Зовнішній вигляд продукту повинен демонструвати однорідність, без розшарування, з рівномірним забарвленням і відсутністю видимих включень чи осаду, які свідчили б про недостатню гідратацію волокон. Середній бал за зовнішнім виглядом становив 4,8 з високою збіжністю між оцінками, що вказує на стабільність рецептури та точне дотримання технологічних параметрів [17, с. 20].

Щодо консистенції, експерти звертали увагу на однорідність, щільність, гладкість і відчуття гелеутворення при натисканні ложкою або під час дегустації. Продукт із вмістом 1,5% пектину мав щільну, але м'яку консистенцію з чітко відчутною пластичністю та пружністю, не демонстрував розшарування сироватки навіть через 21 день зберігання, що підтверджує ефективність взаємодії білків і харчових волокон. Аромат оцінювався як чистий, типовий для йогурту, з легкими нотами фруктози, які походять від природних інулінів з топінамбура. Смак отримав високу оцінку завдяки гармонійному поєднанню кислоти з легкою солодкуватістю без сторонніх присмаків, які іноді трапляються при використанні рослинних волокон низької

якості. Всі дегустатори зазначили відсутність зернистості або піщаності, що свідчить про правильний режим гідратації та високий ступінь дисперсності пектину. Післясмак оцінювався як стійкий, приємний, із легким вершковим шлейфом. Середній бал за всіма критеріями склав 4,85, що відповідає категорії «відмінно» за внутрішньою класифікацією підприємства, з індексом збіжності (коефіцієнтом конкордації Кендалла) $W=0,82$, що вказує на високий рівень узгодженості між експертами [7, с. 11].

Для об'єктивної верифікації сенсорної оцінки було проведено інструментальні вимірювання реологічних та текстурних характеристик за допомогою ротаційного віскозиметра Brookfield DV3T і текстурного аналізатора TA.XTplus. В'язкість оцінювали при температурі 10 °C із застосуванням шпинделя RV-4 на швидкості 50 об/хв. Значення динамічної в'язкості для йогурту з пектином становило 2600 мПа·с, а з додаванням топінамбура - 2400 мПа·с, що є показниками високої стійкості до течії без надмірної густоти. Для аналізу текстурних властивостей проводили тест компресії з вивченням параметрів жорсткості (firmness), когезивності, адгезивності та еластичності. Результати тесту показали, що йогурт із 1,3% пектину мав середню жорсткість 1,85 Н, когезивність - 0,78, що свідчить про структурну стабільність та відмінну здатність до збереження цілісності при механічному навантаженні. Показник адгезивності був на рівні -0,45 Н·мм, що свідчить про відсутність надмірного прилипання продукту до ложки або контейнера, а отже - про споживчу зручність. Зокрема, параметр еластичності, що оцінює здатність продукту відновлювати форму після деформації, склав 82%, що вказує на формування стабільної білково-полісахаридної сітки, характерної для високоякісних гелевих систем.

В окремому експериментальному блоці було досліджено стабільність текстури протягом 21 дня зберігання при температурі 4 ± 1 °C, з інтервалом вимірювання кожні 7 днів. Продукт з пектином продемонстрував зниження жорсткості на 7,1% до 14-го дня і лише на 11,6% до 21-го дня, тоді як зразки з порошком топінамбура мали більшу варіабельність - до 15,3% втрати

жорсткості на 21-й день, що пояснюється меншою гелеутворювальною здатністю інуліну в кислих середовищах. Також оцінювався рівень синерезису (відділення сироватки), який є важливим показником стабільності дисперсної системи. Для йогурту з пектином він становив 1,4% через 21 день, що є значенням нижче граничного порогу (2,5%), визначеного у внутрішньому стандарті підприємства. Додатково проводилася кольориметрія для вивчення змін у зовнішньому вигляді: значення L^* (світлість) залишалось стабільним на рівні 92 ± 1 , a^* (червонуватість) - у межах $-1,1$, і b^* (жовтизна) - $4,5 \pm 0,2$, що вказує на відсутність окислення або розшарування компонентів [24, с. 22].

Іншою важливою складовою верифікації якості є мікроструктурний аналіз, який проводиться за допомогою оптичної мікроскопії та скануючої електронної мікроскопії (SEM). У межах дослідження було виявлено рівномірний розподіл гідратованих волокон у білковій матриці, з формуванням фібрилярної структури без видимих агрегатів або розривів у мережі. У SEM-зображеннях на збільшенні $\times 5000$ видно, що пектинові волокна формують складну полімерну сітку, що інтегрується з казеїновими мікелами, створюючи макроструктуру із регулярними інтерстиціями, заповненими зв'язаною вологою. Така мікроструктура є оптимальною для забезпечення стабільної текстури без синерезису, а також для утримання пробіотичних клітин у стані функціонального спокою до моменту споживання [15, с. 62].

У підсумку, проведена комплексна органолептична і текстурна оцінка дозволяє зробити висновок про високу якість отриманого продукту - йогурту з додаванням харчових волокон - з точки зору споживчих властивостей, стабільності структури, сенсорної привабливості та відповідності технологічним критеріям. Поєднання експертного сенсорного аналізу з інструментальними методами дозволяє отримати мультимірну картину характеристик продукту, що дає можливість точно налаштувати рецептури, забезпечувати консистентність виробництва та гарантувати відповідність очікуванням споживача. Це створює підґрунтя для подальшого

масштабування виробництва та розширення лінійки функціональних кисломолочних продуктів із включенням інших типів волокон, а також для вивчення впливу рецептурних змін на довготривалі параметри зберігання, біодоступність мікронутрієнтів і стабільність пробіотичного складу. Такий підхід уможлиблює розробку персоналізованих продуктів функціонального харчування, які відповідають актуальним запитам ринку та тенденціям у сфері профілактичної нутриціології.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження засвідчило актуальність і наукову обґрунтованість створення йогурту з додаванням харчових волокон як сучасного напрямку функціоналізації молокопереробної продукції. Аналіз ситуації на світовому та вітчизняному ринку дозволив встановити чітку тенденцію до зростання попиту на продукти з покращеними фізіологічними властивостями, зокрема ті, що мають пребіотичну активність, сприяють нормалізації мікробіоти кишечника, стабілізують глікемічний фон та покращують метаболічні процеси.

В структурі глобального виробництва провідні позиції посідають ферментовані продукти з інуліном, пектином, бета-глюканами, які вже мають підтверджені ефекти через сертифікацію в категорії FOSHU або за регламентами ЄС. В Україні, попри ще відносно низьку питому вагу таких продуктів у загальній молочній продукції, спостерігається зростання частки функціональних йогуртів, активізація локального виробництва, поступова адаптація сировинної бази під потреби збагачення та модернізація технологічних ліній, що свідчить про поступову інтеграцію до глобальних харчових трендів. Визначено, що саме харчові волокна, зокрема пектин, інулін та інші полісахариди, відіграють ключову функціонально-технологічну роль у побудові текстури йогуртів, зумовлюють консистенцію, в'язкість, стабільність структури та вологозв'язувальні властивості, одночасно підвищуючи біологічну цінність продукту. Їх гелеутворювальний потенціал і здатність до взаємодії з молочними білками дозволяють формувати однорідну структуру без застосування штучних стабілізаторів і загусників.

У результаті моделювання технологічного процесу виробництва йогурту з харчовими волокнами побудовано повну технологічну схему з поетапним описом операцій, параметрів, режимів і очікуваних фізико-хімічних змін. Запропоновано рецептурну матрицю, яка включає пастеризоване нормалізоване молоко, пектин яблучний, порошок топінамбура як джерело

інуліну, композиційну закваску з пробіотичними штамми, що створює стабільну багатокomпонентну систему з прогнозованими структурними і біофізичними властивостями. На основі віскозиметричних і текстурних вимірювань встановлено високий рівень динамічної в'язкості, жорсткості, когезивності, що свідчить про структурну цілісність і споживчу зручність продукту. Проведена органолептична оцінка за участю підготовленої експертної панелі показала високу прийнятність смакових, ароматичних і консистентних характеристик, при цьому всі зразки отримали середній бал 4,85 за п'ятибальною шкалою. Виявлено стійкість структури до синерезису упродовж 21 доби зберігання та відсутність відхилень у зовнішньому вигляді або колірних параметрах. За результатами мікроструктурного аналізу встановлено рівномірний розподіл волокон у білковій матриці, формування інтегрованої гелевої сітки з фібрилярною будовою, що оптимізує реологічні показники та дозволяє зберігати активність пробіотичних клітин до моменту споживання. Таким чином, створена рецептурна і технологічна модель виробництва йогурту з харчовими волокнами є технологічно реалізованою, стабільною, придатною до масштабування та відповідає сучасним критеріям функціональної харчової продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Геліх А., Даниленко С., Крижська Т., Цзіншань Л. Розробка технології та дослідження показників якості йогурту із натуральним наповнювачем у процесі зберігання. *Продовольчі ресурси*. 2021. № 9(16). С. 69-78.
2. Головей О.П., Гуляєв В.М. Асептика біотехнологічних виробництв. Кам'янське. ДДТУ. 2017. 140 с.
3. Голь В.Д., Ірха М.С. Телекомунікаційні та інформаційні мережі. Київ. ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2021. 250 с.
4. Грек О.В., Красуля О.О. Молокопереробка. Інновації. Київ. НУХТ. 2017. 390 с.
5. Джеджула В.В., Єпіфанова І.Ю., Дзюбка М.Ю. Напрями підвищення ефективності діяльності підприємств молочної галузі. *Інвестиції. Практика та досвід*. 2018. № 11. С. 12–14.
6. Довбенко А.А., Меженська Н.А. Закваска. Фактор забезпечення якості йогурту. *Інтерсервіс*. 2016. № 3. С. 65–66.
7. ДСТУ 3662.2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Київ. 2019. 11 с.
8. ДСТУ 4343. Йогурти. Загальні технічні умови. Київ. 2016.
9. Іванов С.В., Грек О.В., Осьмак Т.Г. Молокопереробка. *Промисловий інжиніринг*. Київ. НУХТ. 2017. 275 с.
10. Керанчук Т.Л. Молочна галузь України. Перспективи і проблеми розвитку. *Східна Європа. Економіка. Бізнес та управління*. 2017. № 8. С. 33-36.
11. Керанчук Т.Л. Молочна галузь України. Перспективи і проблеми розвитку. *Східна Європа. Економіка. Бізнес та управління*. 2017. № 3(08). С. 133–136. URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/8_2017/25.pdf (дата звернення: 13.03.2025).

12. Ковальова О.С. Інноваційна технологія знезараження зеленого солоду з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. *Current issues of science and integrated technologies*. 2023. Milan. International Science Group. С. 702-704. URL: <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.1> (дата звернення: 13.03.2025).
13. Ковальова О.С. Особливості дезінфекції тари та пакувань харчових виробництв. *Trends, theories and ways of improving science*. 2023. Madrid. International Science Group. С. 532-535. URL: <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.8> (дата звернення: 13.03.2025).
14. Ковальова О.С. Особливості консервування харчової сировини з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. *Implementation of modern technologies in science*. 2022. Varna. International Science Group. С. 516-526. URL: <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.2.13> (дата звернення: 13.03.2025).
15. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. *Prospects of modern science and education*. 2023. Stockholm. International Science Group. 609-612. DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>
16. Козаченко Л.А., Чебан Ю.Ю. Сучасний стан та передумови виникнення кризи на підприємствах молокопереробної промисловості України. *Modern Economics*. 2017. № 2. С. 25-31.
17. Косар Н.С., Кузьо Н.Є., Білик І.І. Стратегії розвитку молокопереробних підприємств України у сучасних умовах. *Агросвіт*. 2016. № 4. С. 14-20.
18. Кузьмін Є.С. Ефективність інвестицій підприємств молочної промисловості. Київ. ІАЕ. 2015. 254 с.
19. Литовченко М.В. Молочна промисловість України. Стан та перспективи розвитку. *Агросвіт*. 2015. № 8. С. 30-34.
20. Макаренко С.І., Чаленко Н.Н., Крилов А.Г. Мережі наступного покоління NGN. 2016. Системи керування зв'язку та безпеки. 81-87. URL:

<http://sccs.intelgr.com/archive/2016-01/05-Makarenko.pdf> (дата звернення: 13.03.2025).

21. Науменко О.В. Біотехнологічні підходи збереження активності заквашувальної мікробіоти для виробництва молочної продукції. Київ. 2019. 45 с.

22. Охорона праці в галузі. Навчальний посібник. Атоманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Білий Р.М. Київ. Центр учбової літератури. 2017. 322 с.

23. Патент № 97223 Україна. МПК А23С9/13. Йогурт / Іванов С.В., Чепель Н.В., Грек О.В., Красуля О.О. Національний університет харчових технологій. № u201407147. Опубл. 10.03.2015. Бюл. № 5.

24. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солодощення. Дніпро. ДВНЗ УДХТУ. 2020. 242 с.

25. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро. ФОП Обдимко О.С. 2022. 407 с.

26. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро. ФОП Обдимко О.С. 2022. 407 с.

ДОДАТКИ

Схема 1. Технологічна схема класичного йогурту з додаванням розчинних харчових волокон (інулін, бета-глюкан)

Приймання молока

↓

Очищення молока (фільтрація)

→ Видалення механічних часток, слизу, грудочок білка

↓

Підігрів молока (35–40 °С)

→ Зниження в'язкості, активізація ферментативних процесів

↓

Сепарування

→ Отримання нормалізованого молока (жирність 1,5–3,5%)

↓

Пастеризація (85 °С, 20 хв)

→ Інактивація мікрофлори, денатурація сироваткових білків

↓

Охолодження до температури заквашування (42–45 °С)

↓

Додавання харчових волокон (інулін, бета-глюкан)

→ Розчинення, рівномірне змішування

↓

Гомогенізація (15–20 МПа)

→ Попередження осаду, стабілізація в'язкості

↓

Внесення заквасок (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*)

↓

Бродіння (4–6 год при 42 °С)

→ Утворення згустку, зниження рН

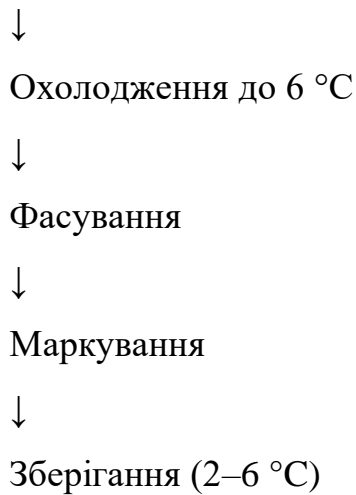
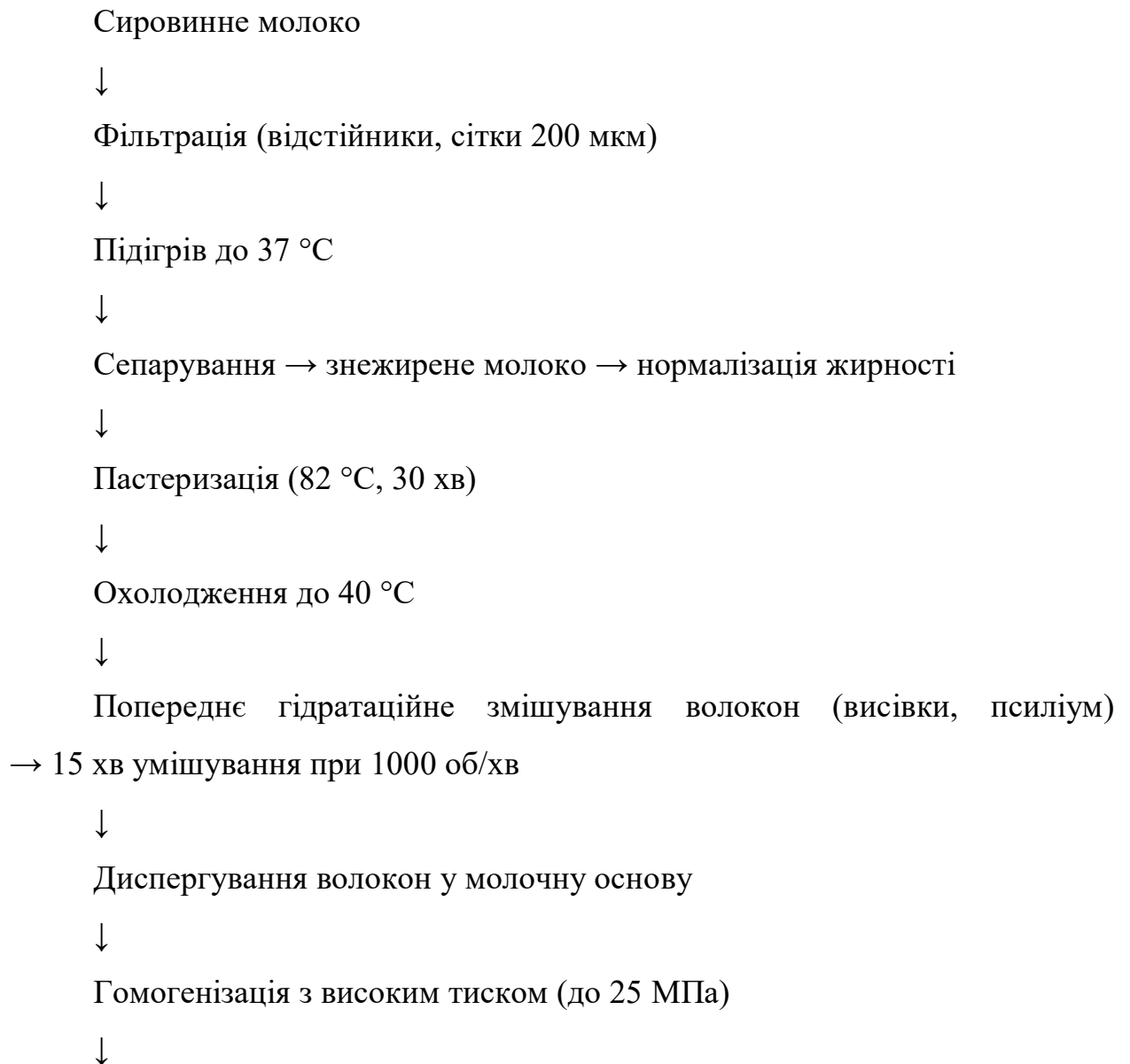


Схема 2. Технологічна схема виробництва питного йогурту з додаванням нерозчинних харчових волокон (висівки, псиліум)



Внесення заквасок



Сквашування при 42 °С - 5 год



Охолодження (4–6 °С)



Регулювання консистенції

→ Внесення фруктового пюре, стабілізаторів (натуральні)



Пакування в ПЕТ-пляшки



Закупорювання



Зберігання при +4 °С