

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

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

**Клепиков Максим Ігорович**

ПІБ здобувача

**КУРСОВА РОБОТА**

**Характеристика та аналіз технологічного процесу виробництва кефіру з  
яблуневим наповнювачем**

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 :



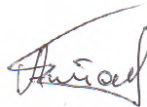
М. Клепиков

Підсумкова оцінка: \_\_\_\_\_ 70 \_\_\_\_\_ (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**

**Клепиков Максим Ігорович**

ПІБ здобувача

**ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ**

Навчальна  
дисципліна

Технологія виробництва харчової продукції

назва навчальної дисципліни

Тема роботи

Характеристика та аналіз технологічного процесу  
виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем

тема курсової роботи

Термін подання  
завершеної роботи

29.11.2024 р

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)

**Завдання отримав**

Здобувач

(підпис)

М. Клепиков

ПІБ здобувача

«09» вересня 2024 р.

«09» вересня 2024 р.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП.....   | 2  |
| РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА КЕФІРУ З ФРУКТОВИМИ<br>НАПОВНЮВАЧАМИ .....   | 5  |
| 1.1. Загальна характеристика, класифікація та асортимент кефірної<br>продукції з фруктовими наповнювачами.....           | 5  |
| 1.2. Дослідження та аналіз технологічних процесів виробництва кефіру з<br>додаванням фруктових інгредієнтів.....         | 8  |
| 1.3. Економічні та екологічні аспекти технології виробництва кефіру з<br>яблуневим наповнювачем.....                     | 11 |
| РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ<br>ВИРОБНИЦТВА КЕФІРУ З ЯБЛУНЕВИМ НАПОВНЮВАЧЕМ .....                 | 15 |
| 2.1. Розробка декомпозицій і принципової технологічної схеми виробництва<br>кефіру з яблуневим наповнювачем .....        | 15 |
| 2.2. Аналіз рецептурного складу та технологічної схеми виробництва.<br>Визначення вимог до якості готового продукту..... | 19 |
| ВИСНОВКИ .....   | 24 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....   | 26 |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Виробництво кисломолочних продуктів із додаванням фруктових наповнювачів охоплює стратегічно чутливий сегмент продовольчого ринку, який безпосередньо впливає на формування здорової харчової поведінки. У сучасних умовах спостерігається зростання споживчого інтересу до функціональних харчових продуктів із підвищеною біологічною цінністю, зокрема - до кефіру, збагаченого натуральними рослинними компонентами. Яблуневий наповнювач, як джерело органічних кислот, природних пектинів і антиоксидантів, поєднує в собі ознаки дієтичного інгредієнта та нутрицевтика, що посилює його значення в технологіях профілактичного харчування. Одночасно у фокусі виробництва стоїть потреба забезпечення технологічної сумісності компонентів, стабільності текстури та органолептичної рівноваги при збереженні високих показників безпечності. Посилення нормативних вимог до якості та екологічної нейтральності виробничих процесів вимагає нових підходів до моделювання технологічних схем. Актуальність теми посилюється потребою в адаптації виробництва до сучасних харчових трендів, що включають зниження вмісту цукру, використання натуральних інгредієнтів і забезпечення стійкої якості в умовах промислового масштабу.

**Теоретичне підґрунтя.** Методологічною основою дослідження стали праці українських і зарубіжних авторів, присвячені питанням технологій кисломолочних напоїв і функціонального харчування. Вагомий внесок у формування наукового підходу до теми зроблено Карпенком П. О. та Притульською Н. В., які обґрунтували концепцію оздоровчого харчування на основі поєднання молочної сировини з біологічно активними рослинними добавками. У працях Павлоцької Л. Ф. і Дуденка Н. В. простежується системний підхід до оцінки безпечності харчових інгредієнтів, що дозволило врахувати гігієнічні й санітарно-хімічні вимоги до фруктових наповнювачів.

**Мета дослідження** - проаналізувати сучасні технологічні підходи до виробництва кефіру з фруктовими наповнювачами, зокрема з яблуневим компонентом, здійснити моделювання технологічної схеми виробництва та обґрунтувати шляхи її вдосконалення з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог, якості й економічної ефективності.

**Завдання дослідження:**

- охарактеризувати класифікацію, асортимент і загальні властивості кефірної продукції з фруктовими наповнювачами;
- проаналізувати технологічні процеси виробництва кефіру з додаванням фруктових інгредієнтів;
- вивчити економічні та екологічні особливості виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем;
- змодельовати технологічну схему виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем;
- дослідити рецептурний склад, технологічні параметри та вимоги до якості готового продукту.

**Об'єктом дослідження** є технологічний процес виробництва кефіру з додаванням фруктових наповнювачів.

**Предметом дослідження** виступають рецептурні комбінації, технологічні параметри, способи модифікації базових характеристик і вимоги до якості кефіру з яблуневим наповнювачем.

**Методи дослідження.** У процесі роботи застосовувалися аналітичний метод для вивчення літературних джерел, порівняльний аналіз рецептур і технологічних схем, графічне моделювання з використанням декомпозиції, а також методи нормативного контролю якості. Для обґрунтування технологічних рішень використано метод моделювання із залученням емпіричних даних з наукових звітів. Оцінка безпечності ґрунтувалася на гігієнічних нормативах ДСТУ та положеннях НАССР.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, двох розділів, п'яти підрозділів, висновків і списку використаних джерел.



## РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА КЕФІРУ З ФРУКТОВИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ

### 1.1. Загальна характеристика, класифікація та асортимент кефірної продукції з фруктовими наповнювачами

Кефірна продукція з фруктовими наповнювачами поступово перетворюється на окремий підсегмент функціональних харчових систем, що поєднують у собі органолептичну привабливість із фізіологічною доцільністю споживання. Основою такого типу продукції виступає традиційний кефір, сформований шляхом змішаної молочної та спиртової ферментації з участю кефірних грибків, які репрезентують симбіоз молочнокислих бактерій і дріжджів. Саме ця бінарна біотехнологічна модель обумовлює специфічні властивості кефіру - наявність незначного вмісту етилового спирту (до 0,6 %), вуглекислоти та поліфункціональних метаболітів, таких як екзополісахариди й леткі сполуки, що формують характерний аромат і смак. Введення фруктових наповнювачів у цю базову матрицю не лише розширює сенсорну палітру продукту, а й модифікує його хімічний склад, функціональність, колоїдну стабільність, а також підвищує маркетингову привабливість, зокрема для молодіжної цільової аудиторії та споживачів із вибіркоvim харчовим раціоном [17, с. 46].

Типовими видами фруктових добавок, що використовуються у виробництві кефіру, є пюре, концентрати, соки, сиропи або джеми з таких плодів, як полуниця, чорниця, персик, малина, банан, манго. Асортимент формується з урахуванням кислотності базового ферментованого продукту: для компенсації кислотного профілю часто застосовують солодкі або нейтральні наповнювачі, збалансовані за рН у межах 3,8–4,2. Такий діапазон забезпечує мікробіологічну безпеку готової продукції та зберігає активність пробіотичних культур на рівні не менше ніж  $10^7$  КУО/мл упродовж усього строку зберігання, який становить від 7 до 14 діб залежно від упаковки.

У технологічній класифікації кефірної продукції з фруктовими наповнювачами вирізняють кілька напрямів: кефір з однорідними наповнювачами (гомогенізованими пюре або концентратами), продукт з включенням шматочків фруктів або желеподібних фрагментів, кефірний коктейль з підвищеною в'язкістю (за рахунок стабілізаторів типу пектин або модифікований крохмаль), а також кефірний десерт з багат шаровою структурою, де фруктова фаза вводиться окремим шаром у дно упаковки. Технологічна диференціація зумовлює зміну структурно-механічних характеристик: густина варіюється в межах 1,010–1,050 г/см<sup>3</sup>, динамічна в'язкість - 80–350 мПа·с при температурі 4 °С. Асортимент також поділяється за масовою часткою жиру: на знежирені (0,1–0,5 %), середньої жирності (1,0–2,5 %) і повножирні (3,2 % і більше), що має прямий вплив на смаковий профіль і калорійність, яка для зразків із фруктовими наповнювачами може сягати 75–120 ккал/100 г. Окремо виділяють продукти з біфідобактеріями, лактулозою, інуліном або пребіотичними волокнами, які відносяться до умовно лікувально-профілактичних завдяки їхньому впливу на кишкову мікрофлору [9, с. 2].

Асортимент кефірної продукції з фруктовими наповнювачами визначається низкою факторів, які мають як технологічне, так і маркетингове підґрунтя. З одного боку, виробник зобов'язаний забезпечити стійкість до фазового розшарування, консистентність і органолептичну стабільність при зберіганні, що обумовлює використання стабілізаційних систем і суворий контроль кислотності. З іншого - споживчі очікування щодо смаку, зовнішнього вигляду, наявності візуальних фрагментів плодів та кольору визначають спектр використовуваних інгредієнтів. Усе частіше виробники звертаються до натуральних барвників, наприклад, антоціанів із чорниці чи бурякового бетаніну, що дозволяє уникати синтетичних пігментів у рецептурах. Крім того, враховується сезонна наявність фруктової сировини: у літньо-осінній період асортимент переважно поповнюється ягодами, у зимово-весняний - цитрусовими, бананом або яблуками з тривалим терміном

зберігання. Визначальним чинником стає також географічна локалізація споживчого ринку: у південних регіонах України спостерігається зростання попиту на кисломолочні напої з манго або ананасом, тоді як на заході більшою популярністю користуються традиційні смаки - яблуко-гарбуз, вишня, малина [25, с. 3].

Цільовий ринок поділяється на кілька сегментів, які суттєво відрізняються за своїми уподобаннями. Дитяча продукція потребує підвищеної гомогенності, низької кислотності, відсутності шматочків плодів та наявності м'якого смаку, що досягається введенням молочних білків високої дисперсності (від 0,5 до 2 %) та термічно оброблених пюре. Молодіжний сегмент тяжіє до яскравих смакових комбінацій та упаковок з інтерактивними елементами - QR-кодами, мобільними застосунками для перевірки складу чи інформації про фермерське походження фруктів. Для споживачів віком 45+ характерна орієнтація на оздоровчі властивості продукту, тому до складу часто включають пребіотики, бета-глюкани або екстракти рослинного походження (наприклад, шипшини або чорної смородини). Варто враховувати також дієтичні обмеження: зростає кількість запитів на кефірні продукти без доданого цукру, безлактозні або з альтернативними джерелами підсолоджувачів - стевії, еритриту, мальтитола.

Форма подання продукту також зазнає трансформацій: за останні три роки спостерігається перехід від традиційної плівкової упаковки до ПЕТ-пляшок об'ємом 330 або 500 мл, а також скляних баночок для десертних варіантів. Упаковка з бар'єрними властивостями, зокрема багат шарові комбіновані матеріали з EVOH або поліамідною вставкою, забезпечують захист від проникнення кисню й світла, що критично для збереження органолептичних властивостей фруктового шару. Лінії розливу й дозування наповнювачів оптимізуються з урахуванням в'язкості: для рідких фруктових компонентів використовуються насоси з лопатевими роторами, для желеподібних - поршневі дозатори з підігрівом, що гарантує рівномірність наповнення. Додатково застосовуються методи контролю якості на кожному

етапі - від вхідного аналізу сировини (визначення °Brix, кислотності, вмісту вологи в пюре) до мікробіологічного моніторингу готової продукції з частотою щонайменше раз на партію [24, с. 29].

На рівні нормативного регулювання виробництво такої продукції керується положеннями ДСТУ 4417:2005 та Технічного регламенту щодо безпечності харчових продуктів, зокрема в частині обмеження за допустимим вмістом консервантів, барвників і залишків пестицидів у фруктовій сировині. Для забезпечення відповідності вимогам, підприємства впроваджують системи HACCP та ISO 22000, проводячи аудит кожного етапу виробництва - від пастеризації молочної основи при 92–95 °C протягом 10–15 хвилин до введення ферментів та контрольованої інокуляції кефірними культурами з титром не менше 10<sup>6</sup> КУО/мл. Всі добавки мають бути задекларовані в рецептурній карті з точністю до 0,01 %, що дозволяє забезпечити відтворюваність партій і стабільність продукту при зберіганні.

## **1.2. Дослідження та аналіз технологічних процесів виробництва кефіру з додаванням фруктових інгредієнтів**

Технологічна схема виробництва кефіру з додаванням фруктових інгредієнтів формально спирається на традиційну послідовність ферментативних етапів, однак її структура зазнає значних модифікацій на рівні інтеграції сторонньої сировини. Базовим елементом залишається пастеризоване молоко - знежирене, нормалізоване або повножирне - з показниками масової частки білка не менше 2,7 %, кислотністю в межах 16–18 °Т, температурою пастеризації 92–95 °C протягом 10–15 хвилин. Після охолодження молока до температури заквашування (22–26 °C) у нього вносяться заквашувальні комплекси, що містять симбіотичні мікроорганізми: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactococcus lactis*, дріжджі *Saccharomyces kefir* і *Kluveromyces marxianus*. Концентрація інокуляту коливається в межах 3–5 % від загального об'єму. Залежно від технологічної мети, можливе додавання біфідобактерій

(*Bifidobacterium longum*, *B. bifidum*) для посилення пробіотичних властивостей. Уведення фруктових наповнювачів у процес слід здійснювати з урахуванням ризиків контамінації, нестабільності структури та взаємодії з метаболітами мікроорганізмів. Стратегія такого введення передбачає дві моделі: додавання фруктових компонентів до ферментованої маси після завершення сквашування (інжекційна або змішувальна технологія) або пошарове наповнення упаковки до або після фасування, що особливо актуально для багатофазних продуктів типу «кефір-десерт» [6, с. 34].

Для першої моделі, що передбачає гомогенізацію фруктового наповнювача з ферментованим продуктом, ключовим параметром є його в'язкість - оптимально 300–800 мПа·с при 20 °С, рН 3,5–4,0 та вміст сухих речовин 25–35 %. Надто рідкі або надто в'язкі наповнювачі негативно впливають на текстуру і викликають розшарування або осідання в готовій продукції. При змішуванні використовуються динамічні мішалки з низькими обертами (50–150 об/хв), які мінімізують деструкцію коагуляційної сітки кефіру. Фруктовий інгредієнт вводиться при температурі 6–8 °С, що дозволяє уникнути термічної денатурації ароматичних сполук та зберігає активність живих культур. Після змішування проводиться короткочасне дозрівання - не більше 2 годин у резервуарах із контролем мікробіологічної стабільності та рН. У разі виявлення нестабільності або осадження можливе коригування в'язкості за рахунок введення натуральних стабілізаторів - пектинів, камеді рожкового дерева, каррагенану. Друга модель передбачає спочатку фасування фруктового шару (30–40 г на 150 г продукту) у дно тари, після чого додається ферментована маса. Такий підхід особливо придатний для скляної або прозорої ПЕТ-упаковки, де візуальна привабливість набуває маркетингового значення.

Технологічні етапи включають подрібнення фруктової сировини (для пюре - до часточок 0,5–1 мм), теплову обробку при 85–90 °С протягом 3–5 хвилин, уварювання до заданого ступеня сухих речовин (переважно 32–38 %), з подальшим охолодженням до 20 °С і фасуванням або внесенням у

резервуари. Додатково можливе введення природних антиоксидантів (аскорбінова кислота, токоферол) для зменшення окислення фруктових складників під час зберігання. Важливим моментом є підбір стабілізаційного комплексу, оскільки пектинові системи мають оптимальну дію при рН 3,6–4,2, тоді як деякі фруктові інгредієнти можуть зміщувати середовище до менш кислотного рівня. Балансування рН здійснюється або шляхом додавання лимонної кислоти, або буферних систем (натрій цитрат, калій тарtrat), що не впливають на смак, але стабілізують колоїдну структуру [12, с. 6].

Процес сквашування вимагає жорсткого контролю температури (22–24 °С) і тривалості (8–10 годин) з моніторингом кислотності кожні 2 години. Фруктові компоненти не повинні вноситися в середину процесу ферментації через високий ризик деструкції коагуляційної сітки, осмотичного шоку для мікроорганізмів і зсуву метаболічної активності. Саме тому введення здійснюється після первинного дозрівання та охолодження, коли продукт досягає температури нижче 10 °С. Це забезпечує стабільність полімерної матриці білка і попереджає виділення сироватки. Подальше зберігання відбувається в холодних камерах з температурним режимом +2...+6 °С, відносною вологістю 75–85 %, тривалістю до 10 діб. Щоденно здійснюється перевірка за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками: вміст титрованої кислотності (16–20 °Т), рН (4,2–4,6), відсутність згустків або шаруватості, життєздатність культур (не менше 10<sup>6</sup> КУО/мл).

На рівні технологічного проєктування важливо враховувати гідродинамічні умови на етапах транспортування компонентів, зокрема фруктових інгредієнтів. Використання шестеренчастих насосів низького тиску, трубопроводів з антикорозійним покриттям і систем очищення СІР типу забезпечують санітарну безпеку при мінімальному механічному впливі на структуру пюре. Фасування кефіру з фруктовими добавками здійснюється в умовах стерильного середовища або в асептичному блоці, де одночасно відбувається закупорювання та наклеювання етикетки з QR-кодом, який

дозволяє простежити дату виготовлення, партію, склад наповнювача й умови зберігання. Сучасні лінії виробництва мають модулі автоматичного дозування, що використовують вагові або об'ємні принципи, із похибкою не більше  $\pm 1\%$ . Особливу увагу приділяють калібруванню датчиків температури, вологи та рН, які працюють у режимі онлайн з фіксацією у виробничій базі даних [4, с. 11].

Фруктові компоненти - потенційне джерело поліфенолів, органічних кислот і нестабільних ароматичних речовин, що вступають у взаємодію з білками і мікроорганізмами. У процесі виробництва важливо забезпечити збалансований вплив цих сполук: з одного боку, вони збагачують органолептичний профіль продукту, з іншого - можуть гальмувати ріст культур або викликати осадження білка. Емпірично встановлено, що екстракти чорниці, смородини, ожини містять антоціани, здатні знижувати активність *Lactobacillus acidophilus*, тому їхній вміст обмежується 5–7 % від маси загального наповнювача. Натомість банан, яблуко або грушеве пюре мають нейтральний профіль і не впливають на мікробіологічний баланс. На виробництві застосовуються ферментні попередні обробки фруктів (пектинестераза, целюлаза), які покращують консистенцію, зменшують вміст нерозчинних волокон і стабілізують суміш. Це дозволяє уникнути розшарування при зберіганні без застосування штучних стабілізаторів, що підтримує тренд на clean label.

### **1.3. Економічні та екологічні аспекти технології виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем**

У технології виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем співвідношення між економічною доцільністю, раціональним використанням сировини та зниженням втрат визначає сучасну парадигму сталого виробництва в харчовій галузі. Формування собівартості такої продукції вимагає багатокомпонентного підходу, де враховуються витрати на основні компоненти (молоко, закваски, ферменти), фруктову сировину, пакувальні

матеріали, енерговитрати, логістику та супутні технологічні процеси (теплова обробка, гомогенізація, дозування). У разі використання яблук як наповнювача виробник отримує низку економічних переваг: регіональна доступність сировини знижує логістичне навантаження; тривалі строки зберігання яблук (до 6 місяців у холодильниках із регульованою атмосферою) мінімізують втрати; високий вміст пектину забезпечує природну стабілізацію без потреби у додаткових емульгаторах. Закупівельна вартість яблук середньої якості для харчопереробної промисловості в Україні на початку сезону (серпень–вересень) становить 4,50–6,20 грн/кг (2024 рік), що робить їх вигідним вибором порівняно з імпортованими бананами чи ягодами. Обробка яблук для кефірної промисловості включає миття, сортування, очищення, подрібнення та термічну стабілізацію (пасерування при 85 °С), внаслідок чого утворюється пюре з вмістом сухих речовин 18–22 %. При використанні 8 % фруктового наповнювача на 100 г продукту, середня витрата яблучного пюре становить близько 80 г на літр кефіру. Враховуючи середню вихідну ціну пюре на рівні 15 грн/кг (з урахуванням енергозатрат і амортизації), витрати на фруктовий компонент коливаються в межах 1,20 грн на 1 л готової продукції, що становить до 18 % змінної частини собівартості. Загальна ж собівартість кефіру з яблуневим наповнювачем формується в межах 6,50–8,00 грн/л, залежно від масштабів виробництва, вартості енергоресурсів та наявності локальної переробки фруктів [22, с. 19].

У структурі прямих витрат значну частку становлять енергетичні ресурси, необхідні для пастеризації молока, обробки фруктового пюре, охолодження та ферментації. Для виробництва 1 т кефіру середнє споживання теплової енергії (пара) становить 180–220 кг умовного палива, електроенергії - 120–150 кВт·год, води - до 3 м<sup>3</sup>. Оптимізація цих показників досягається за рахунок впровадження теплообмінних систем рекуперації, автоматизації термоблоків, мультистадійного охолодження та централізованого контролю мікроклімату. У проєктах із щорічною продуктивністю понад 2 тис. т реалізуються когенераційні модулі з виробленням пари та електроенергії з

біомаси (відходів сировини або жировмісних осадів), що дозволяє знижувати енергетичну собівартість на 12–15 %. Паралельно оптимізуються витрати на персонал за рахунок використання роботизованих ліній фасування та SIP-систем, які скорочують санітарні втручання й забезпечують контрольований рівень чистоти внутрішніх поверхонь трубопроводів і резервуарів [15, с. 10].

Особливу вагу в економічному моделюванні мають залишки від переробки яблук - шкірка, серцевина, насіння, фрагменти з механічними пошкодженнями. За умови щодобового перероблення 1 т яблук у середньому утворюється 120–180 кг залишків, які в контексті циркулярної економіки можуть бути повторно залучені у виробничі процеси. Один із векторів - виробництво кормових домішок для тварин із високим вмістом клітковини та органічних кислот. Інший - екстрагування пектину та поліфенолів із використанням ферментативного гідролізу (ферменти пектиназа, целюлаза), з подальшим осадженням і фільтрацією. Вихід пектину становить 3–5 % від маси свіжої сировини, при цьому 1 кг такого екстракту на ринку України коштує 250–310 грн (у 2024 році), що дозволяє частково компенсувати витрати на сировину. Третій варіант утилізації - компостування з наступним використанням як біодобрива для яблуневих садів, що замикає цикл виробництва та посилює агроекологічну самодостатність. Прикладом ефективного впровадження такої моделі є кооперативна система в Івано-Франківській області, де локальні фермери постачають яблука, а залишки після переробки повертаються на поля в структурі органічного добрива.

З погляду екологічної оцінки виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем необхідно враховувати вуглецевий слід, водний відбиток та утворення стічних вод. Використання локальної сировини дає змогу знизити вуглецевий слід логістичного етапу щонайменше на 20 %, у порівнянні з імпортованими фруктами. Застосування упаковки з можливістю вторинної переробки - багат шарових пакетів типу Tetra Rex з полімерним шаром із біопластику на основі крохмалю - дозволяє зменшити загальне навантаження на полігонну систему. Ще одним важливим інструментом екологічної

оптимізації є закриті цикли водопостачання з використанням багатоступневих фільтраційних установок (ультрафільтрація, активоване вугілля, зворотний осмос), які знижують об'єм стічних вод до 0,8–1,2 м<sup>3</sup> на 1 т продукції. Очисні станції з біологічною фільтрацією та мембранними реакторами дозволяють повторно використовувати до 40 % очищеної води у виробничому циклі, зокрема для мийки тари, технологічних ліній та охолодження [8, с. 16].

Цифровізація процесу обліку та контролю за витратами дає змогу оперативно керувати собівартістю продукції. Впровадження MES-систем (Manufacturing Execution System) дозволяє у режимі реального часу фіксувати обсяги сировини, втрати, показники енерго- та водоспоживання, тривалість виробничих циклів, ефективність зміни. Це уможлиблює зменшення невиробничих витрат до 4–6 % та оперативне виявлення критичних відхилень. Інтеграція з ERP-модулями дає аналітичну базу для прогнозування обсягів реалізації, визначення прибутковості кожної партії й визначення рентабельності окремих SKU (stock keeping unit) залежно від типу фруктового компонента, обсягу партії, типу упаковки та каналу дистрибуції. Для підприємств із обсягом виробництва понад 1000 т/рік типова рентабельність лінійки кефіру з яблуневим наповнювачем становить 9–14 %, що перевищує показники для базових ферментованих продуктів без добавок. Це обумовлено збільшенням середньої роздрібною ціни (на 10–15 %), диференціацією смакового ряду та лояльністю споживачів до продукції з локальною фруктовою сировиною.

## **РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА КЕФІРУ З ЯБЛУНЕВИМ НАПОВНЮВАЧЕМ**

### **2.1. Розробка декомпозицій і принципової технологічної схеми виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем**

Процес побудови технологічної архітектури виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем передбачає формалізацію кожного етапу технологічного циклу як складової єдиної системи з чітко визначеним функціональним призначенням, тривалістю, режимними параметрами й ресурсним навантаженням. Структуризація здійснюється за принципом горизонтальної та ієрархічної декомпозиції, що дозволяє забезпечити не лише візуальну модель, а й платформу для управління та оптимізації [11, с. 41].

Перший блок - сировинна зона - охоплює надходження молока, його ідентифікацію (щоденне тестування на вміст білка, соматичних клітин, антибіотиків), фільтрацію через сітки до 80 мкм, нормалізацію за вмістом жиру (автоматичні сепаратори-нормалізатори), пастеризацію при  $92 \pm 1$  °C впродовж 10 хвилин (використовується пластинчастий пастеризатор із витратоміром), з подальшим охолодженням до температури заквашування - 22–24 °C. У цьому сегменті застосовуються потужності з витратами до 1500 л/год, цикл триває близько 45 хвилин, сумарне енергоспоживання - 19–23 кВт·год. Наступний вузол - ферментативна зона - передбачає внесення закваски у пропорції 3–5 %, рівномірне перемішування з мінімальним спінюванням і подальше сквашування у термостатичних ємностях при зазначеній температурі протягом 8 годин, поки титрована кислотність не сягне 90–105 °T. На цьому етапі життєздатність бактерій досягає  $10^8$  КУО/мл, відбувається полімеризація білків і формування колоїдної сітки. Розрахункова витрата електроенергії для 1000 л продукту - 14–18 кВт·год. Після завершення ферментації продукт охолоджується до 6–8 °C, що зупиняє подальше зростання кислотності й забезпечує стабільність під час змішування з фруктовим компонентом.



Рис. 2.1 Горизонтальна декомпозиція технологічної системи виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем

Фруктова зона технологічної системи виконує роль джерела смакової й текстурної модифікації основного продукту. Яблуневий наповнювач готується паралельно до завершення ферментації кефіру. Яблука сортують, очищують від шкірки та насінневих камер, подрібнюють на частки 2–5 мм, після чого піддають ферментативній обробці (застосування пектинази у дозі 0,01 % від маси пюре при температурі 50 °С протягом 20 хв) з метою руйнування нерозчинної клітковини. Далі відбувається термічна стабілізація при 85 °С протягом 3 хвилин, охолодження до 20 °С і введення стабілізатора (0,2 % пектину або суміші з камеддю). Підготовлене пюре має суху речовину 22–24 %, кислотність 3,6–3,8 рН, в'язкість 350–420 мПа·с. Уведення яблучного наповнювача до ферментованої маси здійснюється за допомогою шнекового дозатора або роторного мішалки у співвідношенні 8 % до загальної маси продукту. Процес змішування відбувається у змішувачах із повільним перемішуванням (до 100 об/хв) для запобігання деструкції структурного каркаса кефіру. Стадія триває 15–20 хвилин, після чого суміш витримують при 4–6 °С ще протягом 30 хвилин для стабілізації текстури й ароматичних властивостей. На цьому етапі важливо уникнути коагуляції білків під дією поліфенолів яблука, що компенсується шляхом введення буферних систем (натрійцитрат або калійфосфат у межах 0,01–0,03 %) [21, с. 13].

Останній блок - фасувально-зберігальний - інтегрує функції упаковки, герметизації, етикетування, охолодження й контрольованого зберігання. Фасування здійснюється у пластикові пляшки об'ємом 330 або 500 мл із бар'єрним шаром ЕВОН або ПЕТ-гранулятом, здатним протистояти проникненню кисню. Упаковка надходить із стерилізаційного блоку, де її обробляють парою або пероксидом водню. Фасування проводиться при температурі 6–8 °С на автоматизованій лінії з продуктивністю до 2400 од./год з похибкою дозування  $\pm 0,5$  %. Закупорювання - за допомогою кришок із термоспайкою або гвинтових кришок із контролем герметичності. Етикетки містять QR-код для трасування партії, дати виробництва та складу. Продукт охолоджується до 2–4 °С у тунельному охолоджувачі та зберігається у

холодильному складі при температурі  $+2...+6$  °С, вологість повітря 75–85 %, тривалість - 7–10 діб, залежно від рецептури. Цей блок завершує замкнений цикл технологічної архітектури, що забезпечує контрольованість кожного етапу, прогнозовану якість та високу гігієнічну безпечність кінцевого продукту [26, с. 15].



Рис. 2.2 Ієрархічна декомпозиція виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем

При розрахунку ресурсоемності варто враховувати не лише витрати сировини, а й час утримання продукту в резервуарах (що визначає потужність обладнання), необхідність підігріву або охолодження, кратність мийки СІР-систем (не менше 1 разу на 8 годин), об'єм циркулюючих рідин, обсяги стічних вод. В середньому, для виготовлення 1000 л кефіру з яблуневим наповнювачем необхідно: 1020 л молока (з урахуванням технологічних втрат), 80 кг пюре, 30 л води для СІР, 28 кВт·год електроенергії, 200 кг умовного палива (пара), 3,5 години повного циклу (без зберігання). Ці цифри формують підґрунтя для розрахунку навантаження на обладнання, прогнозування витрат, проектування інженерної інфраструктури цеху, включно з теплогенератором, охолоджувачем, насосною станцією, миючою установкою й вузлом сортування упаковки. Таким чином, побудова технологічної архітектури базується не лише на схемі проходження матеріального потоку, а й на глибокому аналізі кожної дії як ресурсо- та параметрообумовленого модуля в єдиній системі.

## **2.2. Аналіз рецептурного складу та технологічної схеми виробництва. Визначення вимог до якості готового продукту**

Аналіз рецептурного складу кефіру з яблуневим наповнювачем вимагає надзвичайної точності у визначенні кількісного співвідношення сировинних компонентів і глибокого розуміння їхньої взаємодії в межах структурно-функціональної системи готового продукту. Формування рецептури базується на принципах збалансованого смакового профілю, стабільності біохімічного середовища, органолептичної привабливості й функціональної відповідності харчовим нормам. Базовим компонентом виступає нормалізоване коров'яче молоко жирністю 2,5 %, яке формує білкову, мінеральну й вітамінну основу продукту. Масова частка молока в рецептурі становить близько 89,7 %. Його характеристики мають відповідати вимогам ДСТУ 3662:2018, включаючи кислотність не вище 18 °Т, щільність 1,028–1,034 г/см<sup>3</sup>, загальний білок не нижче 2,8 %. Заквашувальний компонент - симбіотичний консорціум з

молочнокислих бактерій і дріжджів у складі *Lactobacillus kefir*, *Streptococcus thermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Saccharomyces cerevisiae* - вноситься в обсязі 3,5 % та активується за 40–60 хв до сквашування при температурі 25 °С. Промислові культури мають активність не нижче 1,2 на шкалі кислототвірної сили згідно з методикою кислотометричного тесту. Стабільність мікробного складу у готовому продукті забезпечується низькотемпературним сквашуванням (22–24 °С) та обмеженням доступу кисню. Фруктовий наповнювач - стабілізоване яблучне пюре без шкірки та насіннєвих залишків - становить 8 % від маси. Його попередньо обробляють при 85 °С протягом 3 хв, охолоджують до 20 °С, після чого додають буферну систему (натрій цитрат, калій тартрат) для стабілізації рН на рівні 3,6–3,8. В'язкість пюре має коливатися в межах 350–420 мПа·с, вміст сухих речовин - 22–24 %. Допускається введення пектину у дозі 0,2 % для збереження текстури кефіру та запобігання відокремленню сироватки [2, с. 22].

Таблиця 2.1

Аналіз рецептурного складу продукту – кефіру з яблучним наповнювачем

| Найменування   | Роль у структурі продукту          | Вимоги до якості   |
|--|------------------------------------|--|
| Молоко нормалізоване   | Основа білкової матриці, структура | Жирність 2,5 %, білок $\geq 2,8$ %, кислотність 16–18 °Т |
| Закваска ( <i>L. kefir</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>S. cerevisiae</i> ) | Ферментація, структура, аромат     | Титр $\geq 10^7$ КУО/мл, активність $\geq 95$ %          |
| Яблучне пюре   | Аромат, смак, в'язкість, колір     | Сухі речовини 22–24 %, рН 3,6–3,9, без металевих домішок |
| Пектин   | Стабілізація                       | Дозування 0,2 %, дисперсність 200–500 мкм                |
| Цукор  | Смакова корекція                   | Без домішок, волога $\leq 0,1$ %                         |
| Вода питна   | Теплова обробка                    | Відповідність ДСТУ 7339:2013                             |

Окрему увагу у рецептурі приділяють коригуванню смаку - у разі потреби додається цукор (до 3 %) або натуральні підсолоджувачі (еритрит, стевіолглікозиди), проте лише у тій кількості, яка не маскує кислотний характер ферментованої основи. Крім того, в рецептурі можливе застосування натурального барвника (бета-каротин, антоціани), але лише у випадку, коли

яблучне пюре втрачає колір при пастеризації. Умовна формула на 1000 л готового кефіру виглядає так: молоко - 897 л, закваска - 35 л, пюре - 80 кг, стабілізатор - 2 кг, цукор - 10 кг, буферна система - 1 кг, вода - до 100 л (для розведення інгредієнтів і СІР-мийки). Така структура дозволяє отримати продукт з прогнозованими фізико-хімічними властивостями та стабільним профілем протягом строку зберігання. Вивчення впливу кожного рецептурного компонента на якість проводиться через серію тестів: титрована кислотність (95–105 °Т), рН (4,2–4,4), вміст сухих речовин (12–13 %), в'язкість (180–250 мПа·с), життєздатність культур ( $10^7$ – $10^8$  КУО/мл). Вимірювання проводяться на 2, 5 та 10 день зберігання при температурі +4 °С з інтервалом  $\pm 1$  °С. Органолептична оцінка базується на шкалі з 5 балів: смак, аромат, колір, консистенція, післясмак. Для проходження технічного контролю продукт має отримати щонайменше 23/25 балів сумарно [18, с. 11].

Таблиця 2.2

Аналіз технологічної схеми виробництва кефіру з яблучним наповнювачем

| Етап | Операція      | Режими / Параметри | Фізико-хімічні зміни                                |
|------|---------------|--------------------|---|
| 1    | Пастеризація  | 92 °С, 10 хв       | Інактивація мікрофлори, денатурація білків          |
| 2    | Гомогенізація | 12 МПа             | Стабілізація жирової фази, зменшення розміру глобул |
| 3    | Сквашування   | 22–24 °С, 8 год    | Розкладання лактози, кислотогенез                   |
| 4    | Охолодження   | 6–8 °С             | Пригнічення росту сторонньої мікрофлори             |
| 5    | Введення пюре | 8 % від маси       | Смакова стабілізація, зниження рН                   |
| 6    | Фасування     | ПЕТ, скло          | Ізоляція, герметизація                              |
| 7    | Зберігання    | +2...+6 °С         | Гальмування біохімічних процесів                    |

У нормативно-технічному аспекті оцінка готового продукту спирається на вимоги ДСТУ 4417:2005 (кефір), ДСТУ 8456:2015 (фруктові наповнювачі), а також на специфікації, визначені в технічних умовах ТУ У 10.8-31743799-007:2019. Органолептичні характеристики включають однорідну структуру без згустків, злегка в'язку консистенцію, характерний аромат без сторонніх запахів, чистий яблучний післясмак, світло-кремовий колір з рівномірним розподілом фруктових включень. Фізико-хімічні показники охоплюють масову частку жиру - 2,5 %, білка - 2,8 %, кислотність - 95–105 °Т, рН - 4,2–4,4, відсутність вільної сироватки, сухі речовини - 12–13 %, в'язкість - 200 ±20 мПа·с при температурі 20 °С. Мікробіологічні норми передбачають: кількість мезофільних аеробних мікроорганізмів - не більше 1×10<sup>5</sup> КУО/мл, дріжджі - ≤50 КУО/мл, цвіль - ≤10 КУО/мл, відсутність патогенних мікроорганізмів у 25 мл. Харчова цінність продукту складає: білок - 2,8–3,0 г/100 г, жири - 2,5–2,7 г, вуглеводи - 3,6–4,0 г, енергетична - 65–75 ккал/100 г, біологічна - збагачення натуральними антиоксидантами з яблук, вітаміном С і харчовими волокнами (до 1,1 г/100 г). Визначення цих показників здійснюється у лабораторних умовах із використанням аналізаторів молочних продуктів, рН-метрів, віскозиметрів типу Brookfield і спектрофотометричних приладів для визначення вмісту поліфенолів [5, с. 26].

Таблиця 2.3

## Вимоги до якості готового продукту

| Показник              | Норма                            |
|-----------------------|----------------------------------|
| Консистенція          | Однорідна, без грудок            |
| Колір                 | Кремовий, без сторонніх включень |
| Аромат                | Виразний, з нотами яблука        |
| Жирність              | 2,5 %                            |
| Кислотність           | 95–105 °Т                        |
| рН                    | 4,2–4,4                          |
| Біомаса живих культур | ≥10 <sup>6</sup> КУО/мл          |
| Білок                 | 2,8–3,0 г/100 г                  |
| Калорійність          | 65–75 ккал/100 г                 |

Точність рецептури контролюється за допомогою систем автоматизованого дозування з похибкою не більше ±0,5 %, а також

регулярною тарою-свідком, яку періодично перевіряють на відповідність за всіма показниками. Зразки продукції із кожної партії зберігаються протягом усього строку придатності в умовах, ідентичних до виробничих, і підлягають вибірковому моніторингу. У межах системи НАССР встановлюються критичні контрольні точки (ССР) - пастеризація (92 °С), температура заквашування (22–24 °С), температура введення пюре (не вище 10 °С), рН готового продукту (не нижче 4,2). Відхилення за цими параметрами є підставою для утилізації партії або перегляду технологічної карти. При моделюванні виробничих сценаріїв враховуються також екологічні аспекти: зниження втрат при зберіганні пюре до 3 %, мінімізація споживання енергії при стабілізації пюре завдяки застосуванню рекуператорів тепла, та утилізація відходів після фільтрації через систему компостування з наступним використанням у сільському господарстві.

## ВИСНОВКИ

Проведений аналіз сучасного стану виробництва кефіру з фруктовими наповнювачами засвідчив, що ця галузь знаходиться у фазі динамічного оновлення, орієнтованого на смакову варіативність, функціональність та стабільну якість готового продукту. Асортиментна структура базується на кількох моделях: кефіри з гомогенізованими наповнювачами, з фруктовими включеннями, десертні багатoshарові композиції та продукти з пробіотичними властивостями. Конкретно яблучний наповнювач демонструє найвищий рівень технологічної адаптивності за рахунок кислотності, стійкої текстури пюре й добрих органолептичних властивостей. Класифікація продукції за консистенцією, масовою часткою жиру й рецептурним складом дозволяє сформулювати чітке позиціонування на споживчому ринку, сегментуючи лінійку за віковими, смаковими та дієтичними запитами.

Вивчені технологічні процеси доводять, що введення фруктових інгредієнтів вимагає суворого дотримання температурних режимів, контролю кислотності та регламентованої в'язкості, аби не порушити мікробіологічну рівновагу ферментованого продукту. Фруктова сировина впливає на життєздатність заквасочних культур, особливо при високому вмісті поліфенолів і кислот, тому її підготовка (термічна стабілізація, ферментативна обробка, корекція рН) є критичною. Яблучне пюре, завдяки стабільному складу та високому вмісту пектину, дозволяє знизити навантаження на стабілізаційні системи, зберігаючи натуральний профіль продукту. Економічна оцінка технології свідчить, що за рахунок сезонного контракування яблук і локалізації переробки можна зменшити логістичні витрати на 20–25 %, а залишки переробки мають значний потенціал для вторинного використання - як сировина для кормів, компосту або пектинових екстрактів. Енергетична модель виробництва оптимізується впровадженням рекуператорів тепла, СІР-систем та багатоступневих охолоджувачів, що знижують ресурсне навантаження на 12–15 %.

Моделювання технологічної схеми виробництва кефіру з яблуневим наповнювачем продемонструвало структурну послідовність операцій, де кожен етап має визначене режимне навантаження, енергетичний профіль і час виконання. Побудовано горизонтальну та ієрархічну декомпозиції, які дозволяють чітко окреслити функціональні зони: обробка молока, ферментація, підготовка пюре, з'єднання фаз, фасування та зберігання. Тривалість повного циклу становить у середньому 3,5 години, не враховуючи час витримки у холодильнику.

Принципова технологічна схема враховує критичні точки контролю: пастеризація при 92 °С, температура сквашування 22–24 °С, рН при змішуванні з пюре - не нижче 4,2. Рецептурний склад збалансований для досягнення органолептичної однорідності та мікробіологічної стабільності: 89,7 % молока, 8 % пюре, 3,5 % закваски, стабілізатори та цукор у допустимих межах. Готовий продукт відповідає вимогам за фізико-хімічними показниками (жирність 2,5 %, кислотність 95–105 °Т, в'язкість 200 ±20 мПа·с), мікробіологічними критеріями ( $\geq 10^7$  КУО/мл життєздатних культур, відсутність сторонніх мікроорганізмів) і харчовою цінністю (білок 2,8–3,0 г/100 г, енергетична 65–75 ккал). Така структурна логіка забезпечує виробництво конкурентоспроможного, стабільного, безпечного продукту з чітко визначеною якістю, що може масштабуватися з мінімальними ризиками технологічних відхилень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв. Вінниця. Кушнір Ю. В. 2022. 300 с.
2. Доценко В. Ф., Кочерга В. І. Технологія продукції ресторанного господарства. Київ. Кондор. 2019. 292 с.
3. ДСТУ 3008. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. URL: [https://edu.htek.org.ua/pluginfile.php/76905/mod\\_resource/content/1/derzhstandart\\_3008\\_2015.pdf](https://edu.htek.org.ua/pluginfile.php/76905/mod_resource/content/1/derzhstandart_3008_2015.pdf) (дата звернення: 28.04.2025).
4. ДСТУ 8302. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. URL: [https://edu.htek.org.ua/pluginfile.php/76904/mod\\_resource/content/1/dstu\\_8302\\_2015.pdf](https://edu.htek.org.ua/pluginfile.php/76904/mod_resource/content/1/dstu_8302_2015.pdf) (дата звернення: 28.04.2025).
5. Євлаш В. В., Головка М. П., Прісс О. П. Гігієна та санітарія закладів ресторанного господарства. Харків. ХДУХТ. 2019. 246 с.
6. Зубар Н. М. Теоретичні основи харчових виробництв. Київ. Кондор. 2020. 304 с.
7. Карпенко П. О., Притульська Н. В. Оздоровче харчування. Київ. КНТЕУ. 2019. 628 с.
8. Коренець Ю. М., Клевцов Є. Г. Проектування закладів ресторанного господарства з основами САД. Кривий Ріг. 2021. 156 с.
9. Ломова Н. М., Наріжний С. А., Сніжко О. О. Біотехнологія йогурту «Медовий». Наукові доповіді НУБіП України. 2016. Вип. 7(64). С. 2–4. Combs G. F. The Vitamins. Лондон. Academic Press. 2012. 570 с.
10. Одарченко Д. М., Одарченко М. С., Соколова Є. Б., Карбівнича Т. В., Сорокіна С. В., Акмен В. О., Пенкіна Н. М., Колесник В. В., Полупан В. В., Скирда О. Є., Сподар К. В., Лісніченко О. О. Звіт про науково-дослідну роботу.

Формування якості кисломолочних продуктів із додаванням рослинної сировини. Харків. ДБТУ. 2022. 82 с.

11. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Димитрієвич Л. Р. Основи фізіології гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів. Київ. Університетська книга. 2019. 441 с.

12. Положення про дотримання академічної доброчесності. URL: <https://htek.com.ua/wp-content/uploads/2023/09/1АкДобро.pdf> (дата звернення: 28.04.2025).

13. Положення про курсову роботу у ВСП ХТЕФК ДТЕУ. URL: [https://htek.com.ua/wp-content/uploads/2023/04/Курсові\\_роботи\\_ХТЕФК\\_ДТЕУ.pdf](https://htek.com.ua/wp-content/uploads/2023/04/Курсові_роботи_ХТЕФК_ДТЕУ.pdf) (дата звернення: 28.04.2025).

14. Самілик М. М., Расамакіна Ю. В. Використання бурякових цукатів у виробництві йогуртів. Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Технічні науки. 2019. Т. 30(69). № 3. Ч. 2. С. 97–101.

15. Семко Т. В., Іваніщева О. А. Аналіз сучасного стану крафтового виробництва сирів в Україні з елементами НАССР. Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. 2019. № 7.

16. Сирохман І. В. Якість і безпечність харчової продукції традиційних та інноваційних технологій. Львів. Видавництво ЛТЕУ. 2020. 504 с.

17. Теличкун В. І., Гавва О. М., Теличкун Ю. С., Губеня О. О. Технологічні комплекси харчових виробництв. Київ. Сталь. 2017. 456 с.

18. Ткаченко Н. А. Комбіновані біфідо напої зі збалансованим хімічним складом. 77 наукова конференція викладачів академії. Одеса. ОНАХТ. 2017. С. 110–112.

19. Ткаченко Н. А., Некрасов П. О., Копійко А. В. Математичне моделювання компонентного складу комбінованих йогуртових напоїв. Зернові продукти і комбікорми. 2016. № 1. С. 20–25.

20. Ткаченко Н., Кручек О., Рамазашвілі Г. Пробиотичні йогуртові напої зі спельтою. 83 міжнародна наукова конференція молодих учених. Київ. НУХТ. 2017. Ч. 1. С. 359.
21. Турчин І. М., Кричковська-Горошко І. В., Сливка Н. Б., Михайлицька О. Р. Насіння чіа у технології кефіру. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. Серія. Харчові технології. 2017. Т. 19. № 75. С. 153–156.
22. Gutyj B., Nachak Y., Vavrysevych J., Nagovska V. The elaboration of cheese masses with cryoadditive “Pumpkin”. EUREKA. Life Sciences. 2017. Issue 1. С. 19–26. doi: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2017.00306> (дата звернення: 28.04.2025).
23. Gutyj B., Nachak Y., Vavrysevych J., Nagovska V. The influence of cryopowder “Garbuz” on curds of different fat content. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 2. № 10(86). С. 20–24. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.98194> (дата звернення: 28.04.2025).
24. Othman R. A., Moghadasian M. H., Jones P. J. Cholesterol-lowering effects of oat  $\beta$ -glucan. Nutrition Reviews. 2011. Vol. 69. № 6. С. 299–309.
25. Paeschke T. M., Aimutis W. R. Nondigestible carbohydrates and digestive health. Нью-Йорк. John Wiley & Sons. 2011. 352 с.
26. Zahra G., Javanmard N., Langroodi A. M., Alizadeh-Sani M., Ehsani A., Kia E. M. Probiotic yogurt with red beet extract and basil seed gum. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2020. Vol. 29. Article 101785.