

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

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

**Белкін Артем Олександрович**

ПІБ здобувача

**КУРСОВА РОБОТА**

**Характеристика та аналіз технологічного процесу виробництва сметани  
резервуарним способом**

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-1-22**

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 :  А. Белкін

Підсумкова оцінка: \_\_\_\_65\_\_\_\_ (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**

**Белкін Артем Олександрович**

ПІБ здобувача

**ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ**

Навчальна  
дисципліна

Технологія виробництва харчової продукції

назва навчальної дисципліни

Тема роботи

Характеристика та аналіз технологічного процесу  
виробництва сметани резервуарним способом

тема курсової роботи

Термін подання  
завершеної роботи

29.11.2024 р

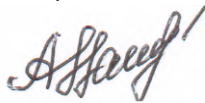
фаховий молодший бакалавр, молодший бакалавр, бакалавр

**Графік виконання работ**

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

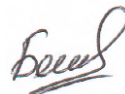


Наталія Аштаєва

(підпис)

**Завдання отримав**

Здобувач



(підпис)

А. Белкін

ПІБ здобувача

«09» вересня 2024 р.

«09» вересня 2024 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА СМЕТАНИ РЕЗЕРВУАРНИМ СПОСОБОМ .....	5
1.1. Загальна характеристика, класифікація та асортимент сметани як кисломолочного продукту .....	5
1.2. Дослідження та аналіз технологічних процесів резервуарного виробництва сметани .....	8
1.3. Економічні та екологічні аспекти резервуарної технології виробництва сметани.....	12
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА СМЕТАНИ.....	16
2.1. Розробка декомпозицій і принципової технологічної схеми резервуарного виробництва сметани .....	16
2.2. Аналіз рецептурного складу та технологічної схеми. Визначення вимог до якості готової сметани .....	19
ВИСНОВКИ .....	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	26

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сметана є одним із провідних представників кисломолочної групи продуктів, які стабільно зберігають високий рівень споживчого попиту на українському ринку. Її харчова та біологічна цінність зумовлена збалансованим складом білків, жирів, вітамінів і мікроелементів, що робить її універсальним продуктом для різних категорій населення. Разом із тим, саме в умовах зростаючої конкуренції, поглиблення вимог до санітарної безпеки та економічної ефективності виробництва, резервуарний спосіб виготовлення сметани постає як технологічно актуальний напрям, здатний забезпечити стабільну якість, гнучкість у масштабуванні та енергозбереження.

У сучасних умовах технологічне оновлення молокопереробної галузі орієнтується не лише на інтенсифікацію виробництва, а й на досягнення повної відповідності екологічним та санітарно-гігієнічним нормам. Резервуарна технологія має потенціал оптимізації виробничого циклу завдяки автоматизованим системам ферментації, точному контролю температурних режимів, стандартизації сировинної бази й зменшенню людського втручання. Це сприяє підвищенню стабільності кінцевого продукту, зменшенню витрат енергоносіїв та витрат сировини, що є особливо актуальним у контексті переходу до ресурсоефективних моделей харчового виробництва. Крім того, резервуарна технологія забезпечує високий ступінь мікробіологічної безпеки, що особливо важливо у зв'язку зі зростанням частоти виявлення патогенних мікроорганізмів у традиційних схемах виробництва.

Не менш значущим є і соціальний чинник - зростаючі очікування споживачів щодо натуральності продукту, відсутності консервантів і стабільної якості вимагають від виробників впровадження інновацій, які поєднують традиційні властивості сметани з новими технологічними підходами. У зв'язку з цим дослідження резервуарного способу виробництва

сметани з урахуванням його технологічної, економічної та екологічної доцільності є не лише актуальним, а й необхідним у межах стратегії сталого розвитку харчової промисловості України.

**Теоретичне підґрунтя.** Вивчення технології виробництва кисломолочних продуктів висвітлено в працях Берник І. М., Новгородської Н. В., Гордієнка М. В., Соломона А. М., Овсієнка С. М., де розглянуто інноваційні підходи до оптимізації біотехнологічних процесів. Питання мікробіологічної безпеки та фізіолого-гігієнічних умов виробництва досліджуються в роботах Кириченка В. А., Євлаш В. В., Карпенка П. О., Притульської Н. В., які аналізують фактори впливу на мікрофлору сировини, способи санітарного контролю резервуарів і систем ферментації. У виданні «Теоретичні основи харчових виробництв» (Зубар Н. М.) розкрито принципи побудови технологічних схем, а у праці Кононової А. - прикладна адаптація резервуарної технології на підприємстві ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв». Біохімічні процеси в структурі дозрівання сметани, формування її текстури, кислотності, окисно-відновного потенціалу викладено в роботах Пирог Т. П. і Павлоцької Л. Ф., де наведено приклади оптимізації процесу ферментації з використанням нових заквасок. Загальний підхід до оцінки якості молочних продуктів та нормативне забезпечення технологічних параметрів базуються на ДСТУ та галузевих регламентах.

**Мета дослідження полягає в комплексному аналізі сучасної технології виробництва сметани резервуарним способом, моделюванні технологічної схеми, оцінці рецептурного складу, санітарних вимог і якості готової продукції з урахуванням економічних і екологічних чинників.**

**Завдання дослідження:**

- охарактеризувати класифікацію, асортимент і властивості сметани як кисломолочного продукту
- проаналізувати технологічні особливості виробництва сметани резервуарним способом

- оцінити економічну доцільність та екологічні аспекти впровадження резервуарної технології
- розробити принципову технологічну схему резервуарного виробництва сметани з урахуванням декомпозиції процесу
- дослідити рецептурний склад та проаналізувати відповідність готової продукції сучасним вимогам якості
- визначити вимоги до якості сметани за результатами аналізу та технологічного моделювання

**Об'єктом дослідження** є технологічний процес виробництва сметани резервуарним способом.

**Предметом дослідження** є структура технологічної схеми, властивості сировини, параметри виробництва, економічна ефективність і санітарні умови виготовлення сметани.

**Методи дослідження.** У роботі застосовано структурно-аналітичний метод - для побудови технологічної моделі; порівняльний - для оцінки ефективності традиційного й резервуарного способів; мікробіологічний - для оцінки безпеки процесу; статистичний - для аналізу якісних показників готової продукції; техніко-економічний - для обґрунтування впровадження резервуарної технології в умовах сучасного підприємства.

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

## РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА СМЕТАНИ РЕЗЕРВУАРНИМ СПОСОБОМ

### 1.1. Загальна характеристика, класифікація та асортимент сметани як кисломолочного продукту

Сметана - один із найбільш усталених за споживчою традицією кисломолочних продуктів, водночас залишається об'єктом активної трансформації в технологічних, сировинних і асортиментних аспектах. Цей продукт класифікується як згусткова система, що формується внаслідок ферментації вершків чистими культурами молочнокислих бактерій, переважно *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* та *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, які забезпечують розвиток в'язкоеластичної текстури та характерного органолептичного профілю [6, с. 5].

В основі класифікації сметани лежить масова частка жиру, яка у промислових умовах коливається в діапазоні від 10% до 42%, з чітким поділом на низькожирну (10–14%), напівжирну (15–20%), класичну (21–34%) і високо-жирну (35% і вище). Крім того, актуалізується підхід до структурування асортименту за типом заквасок: традиційні бактеріальні закваски, термофільні або мезофільні культури, синбіотичні композиції з пробіотиками та симбіотичними штамами (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*), що використовуються в лінійках із функціонально-оздоровчим нахилом. Індустріальне виробництво потребує стабільного консистентного профілю, тому сметана часто додатково стабілізується полісахаридами – гуаровою, ксантановою, пектиновою камеддю, або білковими гідроколоїдами, що забезпечують стійкість до сировиділення, збереження гомогенності впродовж усього строку придатності та термічну стабільність у кулінарному застосуванні. У новітніх технологічних підходах простежується тенденція до ферментації в потоковому режимі з подальшим дозріванням у пакувальній тарі, що дозволяє покращити мікробіологічну безпеку та зменшити втрати у процесі фасування. Кожна варіація сметани,

що надходить у роздріб, поєднує не лише нормативно обґрунтовану жирову частку, але й визначені технологією параметри кислотності (рН 4,3–4,6), в'язкості (від 1000 до 4500 мПа·с) та масову частку сухих речовин (переважно 28–38%), які є маркерними для встановлення відповідності стандартам ДСТУ 4418:2005 або ТУ підприємства.

Сучасна товарна палітра сметани включає значно ширший діапазон, ніж лише традиційні жирові модифікації. Формування асортименту зумовлюється не лише нормативними параметрами, а й комерційною доцільністю, зокрема орієнтацією на цільові групи споживачів із різними харчовими уподобаннями, функціональними запитами та дієтичними обмеженнями [14, с. 13].

В межах ринку України спостерігається стабільна пропозиція базових категорій - класичної сметани з 15%, 20% та 25% жиру, яка виробляється згідно з типовими схемами нормалізації вершків, пастеризації (85–90 °С протягом 10 хвилин), охолодження до заквашувальної температури (32–38 °С) та внесення бактеріальних заквасок. Але паралельно розвивається сегмент інноваційних модифікацій: сметани зі зниженим вмістом лактози, збалансованим амінокислотним складом або підвищеним умістом омега-3 жирних кислот. Визначальними стають критерії споживчої диференціації - текстурна стабільність, швидкість осадження сироватки, щільність та ступінь однорідності згустку. Технології ультрафільтрації, гомогенізації під тиском до 15 МПа, низькотемпературної пастеризації або ферментації з модифікованими культурами зниженої кислотогенності дозволяють отримати сметану із заданим функціональним навантаженням, що формує окрему товарну нішу - преміум-лінії. Частина виробників впроваджує системи контролю текстури на основі ротаційної віскозиметрії та реологічного профілювання для стандартизації параметрів між партіями. В агресивному конкурентному середовищі великі молочні підприємства додатково орієнтуються на упаковку як елемент споживчої інтерпретації - вакуумовані стакани, м'яка полімерна тара зі зворотнім клапаном або багаторазові

контейнери зі зменшеним коефіцієнтом дифузії газів, що впливає на терміни зберігання [17, с. 54].

У структурі класифікації сметани домінує підхід, де базовим вектором є відсоткове співвідношення жиру. Саме цей параметр визначає характер текстуроутворення, рівень щільності згустку, вираженість вершкового смаку, енергетичну цінність і, відповідно, маркетингову позиціювання продукту. Жирність прямо корелює з показниками в'язкості, термостабільності й здатності до утворення стабільного згустку без розшарування. Для сметани з 10% жиру характерна легка гелеподібна структура з підвищеною схильністю до сировиділення, тоді як продукт із вмістом жиру 25–30% формує щільнішу, більш гомогенну текстуру з високим рівнем сенсорної інтенсивності. У межах кожної жирової категорії можливе додаткове ранжування за органолептичними характеристиками: наявність специфічного аромату, кислотність на рівні 75–100 °Т, ступінь вираження вершкової нотки та індекс однорідності (визначається спектрофотометрично). З технічної точки зору кожен варіант сметани вимагає різних режимів пастеризації, нормалізації та дозрівання. Високожирна сметана не допускає надмірного механічного впливу у процесі дозрівання, тоді як маложирна потребує активного перемішування та стабілізації білковим або полісахаридним модифікатором. Структурна стабільність оцінюється через аналіз релаксації напруження в часовому інтервалі 60–300 секунд, що дозволяє моделювати поведінку продукту в умовах зберігання або кулінарної обробки [10, с. 62].

На сучасному етапі розвитку молочної промисловості визначення споживчих характеристик сметани вже не обмежується органолептичними критеріями, натомість використовується ширший набір параметрів, зокрема реологічні властивості, ступінь дисперсності жирової фази, показники стабільності при температурному навантаженні та мікробіологічна чистота. Споживчий інтерес дедалі частіше зміщується до функціональних властивостей - вмісту лактулози, натуральних антиоксидантів (токоферолів, ретиноїдів), флавоноїдних екстрактів або пребіотичних фракцій. Це

зумовлює потребу в альтернативних технологіях збагачення, зокрема інкапсуляції ліпофільних біоактивів або використання наноформ емульгаторів для підвищення біодоступності компонентів. У паралель розвиваються підходи до екологічного маркування - clean label формати, з акцентом на природне походження стабілізаторів і мінімізацію обробки. Значного поширення набуває сметана, адаптована до безлактозних дієт, з використанням ферменту лактази та контрольованої гідролізації лактози до глюкози й галактози. Це вимагає додаткового мікробіологічного моніторингу на предмет утворення вторинних метаболітів, що потенційно можуть впливати на кислотність і реологічні властивості.

## **1.2. Дослідження та аналіз технологічних процесів резервуарного виробництва сметани**

Резервуарна технологія виробництва сметани передбачає чітко регламентовану послідовність операцій, кожна з яких впливає на параметри кінцевого продукту, зокрема його мікроструктуру, реологічну стабільність, сенсорний профіль і біохімічну сталість. Стартовим етапом є приймання вершків, що підлягають фільтрації та первинному охолодженню до 4–6 °С. Сировина обов'язково перевіряється на кислотність (не вище 21 °Т), ступінь бактеріального обсіменіння, наявність нейтралізуючих домішок та вільних жирних кислот. Далі йде нормалізація - процес, що забезпечує встановлення заданої масової частки жиру, шляхом змішування вершків різної жирності або додаванням знежиреного молока [4, с. 14].

Типова жирність варіюється в межах 15–30%, однак високожирні модифікації передбачають нормалізацію до 40%. Ключовим параметром на цьому етапі є точність дозування, що контролюється за допомогою ультразвукових або інфрачервоних аналізаторів, які визначають вміст жиру, білків і сухих речовин у реальному часі. Після нормалізації вершки піддаються тепловій обробці - пастеризації при температурі 85–90 °С упродовж 5–10 хвилин або у швидкісному режимі за 95 °С протягом 20–30

секунд. Основна мета пастеризації - деактивація патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, а також денатурація сироваткових білків, які потім виступають стабілізаційним каркасом під час формування згустку. Контроль проводиться за допомогою термодатчиків із PID-регуляцією, що забезпечує мінімальні температурні коливання. Охолодження після пастеризації відбувається до температури внесення закваски - зазвичай 32–38 °С, залежно від складу культур. У резервуарному методі застосовуються переважно мезофільні закваски з домінуванням *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, що забезпечує м'яке зниження рН до 4,4–4,6 протягом 6–10 годин, у процесі статичної ферментації без механічного втручання [12, с. 51].

Наступним етапом є внесення закваски, яка дозується у кількості 1,0–2,5% від об'єму сировини залежно від температури інкубації, активності культури та бажаної швидкості зростання кислотності. Закваска може бути як монокультурною, так і симбіотичною, що містить додаткові штами *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* або навіть пробіотичні форми для функціональних ліній. Ферментація відбувається у спеціалізованих резервуарах із мішалками з антикорозійної сталі, що можуть працювати в режимі періодичного перемішування або статичного настоювання, залежно від технічного завдання. Контроль процесу здійснюється через рН-метри з автоматичною реєстрацією та можливістю зупинки процесу при досягненні потрібного значення. Важливим є уникнення надмірного зростання кислотності, яке призводить до синерезису - небажаного виділення сироватки. Після завершення ферментації продукт охолоджується до температури 8–12 °С, що припиняє діяльність мікроорганізмів і стабілізує утворений згусток. Охолодження здійснюється через рубашкові теплообмінники або внутрішні змійовики в резервуарах, контроль - термометрами з точністю до 0,1 °С. Згусток не перемішується, що дозволяє зберегти його структурну цілісність, після чого сметана перекачується через м'які насоси типу лопатевих або мембранних, які

мінімізують механічне навантаження та запобігають структурному руйнуванню [3, с. 9].

Усі етапи резервуарної технології супроводжуються постійним контролем фізико-хімічних показників. Зокрема, визначаються в'язкість (в межах 1200–3000 мПа·с для класичних сортів), кислотність (від 75 до 110 °Т), вміст води та сухих речовин (відповідно 58–72% і 28–42%), рН (оптимально 4,4–4,6), зольність (до 1%), білкова фракція (2,2–2,8%), та кількість пероксидних сполук у разі використання збагачених жирів. Висока в'язкість досягається за рахунок термічної денатурації білків, гомогенізації жирових кульок до 1–2 мкм та акуратного ферментативного процесу. Текстурні властивості продукту досліджуються шляхом застосування ротаційних віскозиметрів (типу Brookfield або Haake), що дозволяє моделювати реологічну поведінку сметани під різними умовами споживання - зокрема її текучість при температурі 8–10 °С та стабільність при перемішуванні. Білкова структура аналізується методом електрофорезу або спектрофотометрії, тоді як визначення ступеня гідратації білкових комплексів дозволяє прогнозувати водоутримувальну здатність і схильність до сировиділення [15, с. 8].

Стабільність сметани як продукту в значній мірі зумовлюється правильністю проходження фазового переходу від рідкої до гелеподібної консистенції, а також якістю інгібування післяферментативної активності. Саме тому доцільним є застосування біотехнологічних добавок, що уповільнюють процеси старіння продукту - ферментативну ліполізу, білковий гідроліз і окислення ненасичених жирів. До таких належать аскорбат натрію, альгінати, каррагінан або комплексні стабілізатори на основі целюлозних похідних, що водночас виконують текстуроутворювальну функцію. У резервуарному методі допускається введення цих компонентів перед пастеризацією або безпосередньо перед ферментацією, за умови попереднього розчинення в середовищі з рН не вище 6,8. Оцінка стабільності здійснюється шляхом зберігання контрольних зразків при температурах 5–8

°C упродовж 10–20 діб із періодичним вимірюванням індексу осадження, водовіддачі, спектрофотометричних змін у діапазоні 400–700 нм та рівня вторинного амонію в летких фракціях.

Значного значення набуває стадія перекачування готової сметани, адже надмірне гідродинамічне навантаження під час транспортування трубопроводами здатне порушити структурно-механічні зв'язки згустку. Тому використовуються насоси з плавним тиском, регульованим обертовим моментом і мінімальним зсувним навантаженням. Також контроль тиску в трубопроводі не повинен перевищувати 0,1–0,3 МПа, інакше спостерігається розшарування та збільшення фракції сироватки до 6–8%. Цей ефект частково компенсується введенням стабілізаторів, однак лише в межах допустимої масової частки (до 0,3%), аби не змінити профіль органолептики. У резервуарному методі зберігається одна з головних переваг - можливість створення ідеальних умов для інкубації та повного контролю над термопрофілем у процесі ферментації, завдяки чому сметана набуває більш стабільної структури, прогнозованого терміну зберігання і значно нижчої варіативності партій. Така модель виробництва добре інтегрується в системи НАССР, де кожен критичний контрольний пункт має автоматизований моніторинг і протоколювання. Фактичні дані збираються через SCADA-системи або вбудовані мікроконтролери з модулем інтернет-доступу, що дозволяє проводити віддалений аудит або аналіз збоїв у технологічному ланцюгу [19, с. 46].

Фінальною частиною резервуарного процесу є фасування, яке здійснюється у герметичні контейнери з інертного полімеру або комбінованих багат шарових плівок із бар'єрним шаром EVOH. Перед фасуванням можливе внесення ароматизаторів, смакових добавок або натуральних барвників, дозволених стандартами, однак із чітким маркуванням у специфікації продукту. Фасування здійснюється при температурі 8–10 °C, аби не порушити структуру згустку. Упаковки проходять обробку ультрафіолетовим випромінюванням або озонуванням

для зменшення мікробіологічного навантаження. Після фасування продукція проходить витримку 12–24 години при температурі 4–6 °С, що дозволяє знизити активність залишкових ферментів і стабілізувати текстуру. На цьому етапі також здійснюється вибірковий відбір партій для лабораторного контролю - визначаються не лише базові показники, але й індекс розшарування, ступінь вібростійкості, здатність до повторного змішування та поведінка у кулінарному застосуванні. Загальна тривалість циклу резервуарного виробництва сметани, залежно від типу закваски й режиму ферментації, становить від 18 до 36 годин. Енерговитрати на кожен кілограм продукції коливаються в межах 0,9–1,2 кВт·год, що вважається оптимальним для ліній продуктивністю до 4 т/добу.

### **1.3. Економічні та екологічні аспекти резервуарної технології виробництва сметани**

В структурі економіки молочного виробництва резервуарна технологія виготовлення сметани вирізняється стабільною ефективністю за умов правильної конфігурації потужностей, гнучкого режиму завантаження обладнання й раціонального розподілу енергетичних і трудових ресурсів. Базовими показниками, які визначають економічну доцільність впровадження такої технології, є собівартість одиниці продукції, обчислена на базі витрат сировини, енергетичних ресурсів, амортизації обладнання, заробітної плати, допоміжних матеріалів та витрат на санітарно-гігієнічне забезпечення процесу. У середньому, за даними молокопереробних підприємств центрального регіону України, витрати сировини становлять близько 78–83% загальної собівартості, енергоспоживання - 7–9%, заробітна плата - 5–6%, інші статті - 2–4%. Саме сировинний компонент формує домінуючу частку витрат, тому якісна система приймання, фільтрації та нормалізації вершків є пріоритетною для зниження втрат [21, с. 6].

При цьому впровадження енергозберігаючих теплообмінників, автоматизованого контролю температури й використання вторинного тепла

дозволяє зменшити споживання енергії на 12–15% у порівнянні з традиційною технологією резервуарного типу без рекуперації. Загальне енергоспоживання на виробництво 1 тонни сметани коливається в межах 110–130 кВт·год, за умови безперервного режиму роботи, де найбільш енергоємними є стадії пастеризації, охолодження та витримки. Витрати праці формуються переважно на етапах обслуговування резервуарів, ферментативного контролю й транспортування продукції, і становлять 0,85–1,2 люд.-год/т. У випадку автоматизації процесів дозування, перемішування та фасування - можливе зменшення цього показника до 0,65 люд.-год/т [7, с. 6].

Показники ефективності значною мірою залежать від рівня автоматизації та інтенсивності використання виробничих ліній. У типових резервуарних схемах з середньою продуктивністю (2–4 тонни на добу) коефіцієнт використання обладнання становить 0,72–0,78, що вважається задовільним за умов двозмінної роботи. Якщо технологічний ланцюг інтегрується у гнучку SCADA-систему, що дозволяє в режимі реального часу здійснювати моніторинг параметрів (рН, t°C, в'язкість, об'ємні витрати, рівень заповнення резервуарів), спостерігається підвищення енергетичної та ресурсної ефективності в межах 8–12%. Важливу економічну складову становить мінімізація втрат продукту при перекачуванні та фасуванні. Згідно з виробничими спостереженнями, втрати в трубопроводах без регуляторів тиску та з неадаптованими насосами можуть досягати 1,5–1,7% обсягу продукції, тоді як використання низькоінерційних мембранних насосів із плавною подачею знижує цей показник до 0,5%. Значний вплив має також питома вартість очищення виробничих ємностей і трубопроводів. Використання СІР-систем (Cleaning-In-Place) з автоматичним дозуванням лужних і кислотних розчинів, що повторно рециркулюють протягом 15–25 хвилин, дозволяє зменшити витрати води на 30–40%, мийних засобів - на 20%, часу обслуговування - на 50%, що в комплексі оптимізує виробничу логістику.

Екологічна складова резервуарної технології визначається через три головні вектори: обсяг і хімічний склад стічних вод, кількість органічних і мінеральних відходів та загальний рівень енергоспоживання з прив'язкою до джерел енергії. Стадії пастеризації та мийки генерують найбільше теплих стоків із високим вмістом білків, жирів, залишків заквасок і мийних реагентів. Типове навантаження за ХСК (хімічне споживання кисню) може сягати 2500–3500 мг/дм<sup>3</sup>, а за БСК<sub>5</sub> (біологічне споживання кисню) - 1500–2200 мг/дм<sup>3</sup>. Саме тому впровадження локальних очисних станцій із механічним відстоюванням, біореакторами з активним мулом або мембранними біореакторами дозволяє знизити екологічний вплив у рази. У межах невеликих виробництв доцільним є застосування анаеробного зброджування з наступною генерацією біогазу, який використовується для підігріву води в пастеризаторах або СІР-системах. Це дозволяє не лише зменшити обсяг стоків, але й частково замінити використання природного газу. Тверді відходи, які утворюються в процесі фільтрації сировини, відсіювання згустків при аварійному спрацьовуванні обладнання або дефектному розливі, можуть бути спрямовані на кормову переробку або компостування, за умови дотримання ветеринарно-санітарних вимог [20, с. 8].

Значна увага приділяється питанню водоспоживання, яке в умовах традиційного резервуарного виробництва досягає 5–8 л на 1 л готової продукції. Найбільш водоємними є етапи мийки обладнання, охолодження й підготовки технологічних розчинів. Впровадження замкнених систем циркуляції технічної води із теплообмінниками дозволяє скоротити споживання до 2,5–3,5 л/л, що в масштабі підприємства із середньою потужністю 10 т/добу дає зекономлені обсяги понад 25 м<sup>3</sup> щодня. Правильна організація етапу пастеризації з використанням пластинчастих теплообмінників з коефіцієнтом теплопередачі понад 6000 Вт/(м<sup>2</sup>·К) дозволяє проводити попередній підігрів холодних вершків за рахунок тепла від вже пастеризованої маси, що знижує потребу в додатковому джерелі теплової

енергії на 10–13%. Такий принцип реалізується через модулі рекуперації з протитечійною схемою та автоматизованим регулюванням температурного градієнта. Також на екологічну характеристику впливає тип використовуваної упаковки: багаторазові контейнери з можливістю повернення, біорозкладні біополімери (на основі PLA, PHA) або вторинно перероблений поліетилентерефталат (r-PET) - значно знижують екологічне навантаження в частині упаковувального циклу.

## РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА СМЕТАНИ

### 2.1. Розробка декомпозицій і принципової технологічної схеми резервуарного виробництва сметани

У процесі формування технологічної моделі резервуарного виробництва сметани ключовим завданням є побудова чіткої системи декомпозиції операцій і апаратурних елементів, що забезпечують логічну послідовність дій з перетворення сировини у стабільний, однорідний, органолептично збалансований продукт. Горизонтальна декомпозиція дозволяє структурувати процес у вигляді послідовності етапів, починаючи від приймання сировини до формування транспортного вигляду продукції. Така структура охоплює дев'ять основних стадій: первинна обробка (очищення, фільтрація), нормалізація жиру, пастеризація, охолодження до температури внесення закваски, ферментація в резервуарі, охолодження після ферментації, дозування та фасування, охолоджена стабілізація, етап зберігання й логістичної підготовки [9, с. 34].

На кожній зі стадій відбувається технологічна трансформація продукту, яка супроводжується змінами у його структурно-фізичних характеристиках. Наприклад, у процесі пастеризації (85–90 °С, 10 хв) відбувається денатурація сироваткових білків та інактивація умовно-патогенної мікрофлори. Далі охолодження до 35–38 °С створює умови для внесення активної закваски, що ініціює ферментативний цикл. Ферментація відбувається у резервуарах із можливістю підтримання термопрофілю в межах  $\pm 0,1$  °С, забезпечуючи контрольоване зниження рН і формування білково-жирового згустку. Після завершення ферментації сметана охолоджується до 8–10 °С, що припиняє розвиток мікрофлори та стабілізує консистенцію. Ці дії реалізуються у вузькофункціональних апаратах, зокрема пластинчастих пастеризаторах, охолоджувачах зі змійовиком, термостатованих резервуарах, фасувальних модулях з герметичними дозаторами та автоматизованих СІР-системах.



Рис. 2.1 Горизонтальна декомпозиція технологічної системи виробництва сметани

У контексті ієрархічної декомпозиції технологічної системи резервуарного виробництва сметани кожна із стадій може бути деталізована до рівня окремих операцій, що реалізуються відповідними апаратами. Наприклад, стадія пастеризації включає підігрів вершків, витримку при

заданій температурі, контроль температурного профілю, автоматичну фіксацію відхилень, що реалізується у пастеризаційно-охолоджувальному модулі з рециркуляційним контуром і теплообмінниками протитечійного типу. Такі вузли дозволяють ефективно регулювати температуру подачі сировини та забезпечують енергоощадність через використання вторинного тепла. Операція ферментації виконується у резервуарах із терморубашкою, циркуляційним насосом та датчиками рН, що забезпечують стабільний кислотогенез і дозволяють уникнути синерезису. У межах модуля охолодження використовуються проточні пластинчасті або спіральні теплообмінники, які знижують температуру продукту за лічені хвилини, запобігаючи розвитку побічної мікрофлори. Далі сметана транспортується мембранними насосами в герметичні фасувальні ємності, де зберігається структура згустку без механічного руйнування. Фінальна стабілізація триває при температурі 4–6 °С упродовж 12–24 годин у холодильних камерах, що обладнані системами автоматичного регулювання температури, вологості й повітрообміну, які запобігають коливанням умов зберігання. Кожна функціональна одиниця в технологічній схемі об'єднується в автоматизовану систему керування, що дозволяє відслідковувати температуру, в'язкість, рН, щільність продукту в реальному часі [2, с. 7].

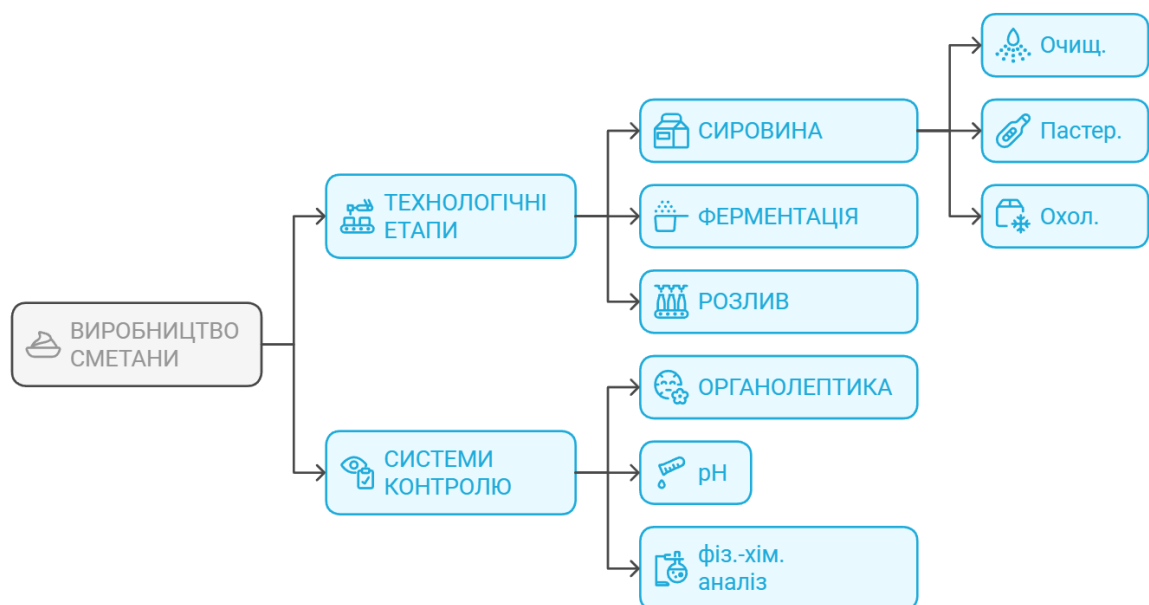


Рис.2.2 Ієрархічна декомпозиція виробництва сметани

Апаратурна структура виробництва формується на основі продуктивності підприємства, типу кінцевого продукту та вимог до консистенції сметани. Для підприємства з потужністю 5 тонн/доба рекомендовано використання пластинчастого пастеризатора з продуктивністю до 6 т/год, резервуарів ферментації об'ємом 1500–2000 л, охолоджувачів з інерційним контуром і лопатевих насосів для делікатного переміщення продукту. Окремо слід розглядати СІР-модуль із автоматичним циклом очищення (лужна фаза - 0,5% NaOH, 45 °С; кислотна - 0,5% HNO<sub>3</sub>, 60 °С), що зменшує витрати води і часу на санітарну обробку обладнання. Контур фасування включає роторні або лінійні автомати з точністю дозування  $\pm 1\%$ , а для упаковки використовуються термоформувальні машини із полімерними плівками з бар'єрним шаром EVOH [13, с. 41].

Кожен апарат має власну контрольну точку, інтегровану в систему НАССР. При проектуванні технологічної схеми важливо передбачити мінімізацію довжини трубопроводів для зниження гідравлічного навантаження, уникнення застійних зон та забезпечення умов безперервного промивання. Така схема дозволяє досягти високого рівня стабільності параметрів між партіями, що критично для продуктів, чутливих до ферментативних і мікробіологічних відхилень.

## **2.2. Аналіз рецептурного складу та технологічної схеми. Визначення вимог до якості готової сметани**

Аналіз рецептурного складу сметани як ферментованого кисломолочного продукту передбачає комплексне вивчення її складових з урахуванням їхньої структурно-функціональної ролі на кожному етапі технологічного процесу. Основним компонентом рецептури виступають нормалізовані вершки, що формують жирову фазу продукту. Типова масова частка жиру коливається в межах 10–42%, залежно від цільового призначення сметани та побажань споживачів. Високожирні формули (30–40%) забезпечують більш щільну текстуру, насичений вершковий смак і

високу в'язкість, тоді як продукти зниженої жирності потребують додаткової стабілізації білковими або гідроколоїдними системами [5, с. 22].

Сировина має відповідати вимогам ДСТУ 3662:2015, зокрема щодо кислотності (не більше 21 °Т), мікробіологічної чистоти, відсутності інгібіторів і стабільних емульгованих домішок. Особливу увагу в рецептурі приділяють закваскам, які визначають напрям біохімічних перетворень. У переважній більшості застосовують мезофільні культури, зокрема *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* і *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, які забезпечують активне зниження рН і синтез ароматичних компонентів. До рецептури можуть також включатися пробіотичні штами, як-от *Lactobacillus acidophilus* або *Bifidobacterium bifidum*, що підвищують біологічну цінність продукту. Їхнє дозування визначається з урахуванням необхідного титру в готовій продукції (не менше  $10^7$  КУО/г). Додатково, з метою стабілізації структури, рецептура може включати інулін, гуарову камедь, ксантан, пектин або інші гідроколоїди, що підвищують в'язкість, утворюють гель-подібну сітку й знижують ймовірність сировиділення.

Таблиця 2.1

## Аналіз рецептурного складу сметани

Найменування рецептурних компонентів	Роль у формуванні структури	Вимоги до якості рецептурних компонентів
Нормалізовані вершки	Формують жирову фазу, забезпечують кремівість	Відповідність ДСТУ 3662, жирність $\geq 30\%$
Закваска бактеріальна	Ініціює ферментацію, кислотогенез	Активність $\geq 10^8$ КУО/г, мезофільний штам
Стабілізатор (гуарова камедь)	Підтримує в'язкість, запобігає сировиділенню	До 0,3% від маси, придатність для харч. промисловості
Молочний білок (казеїн концентрат)	Підвищує структурну стабільність	$\geq 88\%$ білка, розчинність не менше 85%
Інулін (пробіотик)	Підвищує харчову цінність, покращує текстуру	Наявність сертифікату безпеки

У ході ферментації всі рецептурні компоненти вступають у складні взаємодії, які визначають мікроструктуру, консистенцію, рівень кислотності, смак і аромат кінцевого продукту. Основним біохімічним процесом є

молочнокисле бродіння, у якому лактоза перетворюється на молочну кислоту, що знижує рН до 4,3–4,6. Це призводить до коагуляції казеїну, який переходить у гелеутворену форму. Якщо до складу рецептури входять стабілізатори, вони формують додатковий водоутримуючий каркас, зменшують швидкість синерезису й покращують реологічні характеристики. Наприклад, при додаванні 0,2% ксантану в сметану з 15% жиру в'язкість зростає на 28–32%, а відсоток сировиділення знижується втричі [11, с. 11].

За наявності молочних білкових концентратів підвищується загальна в'язкість і стабільність структури, особливо у зразках із пониженою жирністю. Крім того, введення інуліну як пребіотики не лише покращує органолептичні властивості (надаючи відчуття повноти смаку), а й підвищує харчову цінність продукту за рахунок збільшення частки харчових волокон. У процесі ферментації важливим є контроль параметрів рН і титрованої кислотності, а також часу досягнення цільових значень. При перевищенні часу інкубації понад 10 годин або рН нижче 4,2 підвищується ризик розшарування продукту й формування надмірно щільного згустку, що негативно впливає на текстуру. Також активність заквасок впливає на утворення діацетилу, який формує характерний кисломолочний аромат - його концентрація в межах 2,5–3,5 мг/100 г вважається оптимальною для сметани з класичним смаком.

Таблиця 2.2

## Аналіз технологічної схеми виробництва сметани

Найменування етапу	Найменування операції	Режими, параметри	Фізико-хімічні зміни
Пастеризація	Теплова обробка	85–90 °С, 10 хв	Денатурація білків, знищення патогенів
Охолодження	Зниження температури	До 35–38 °С	Підготовка до внесення закваски
Внесення закваски	Дозування бактеріальних культур	1,5% від маси, стерильність середовища	Початок ферментації, зміна рН
Ферментація	Інкубація в резервуарі	6–10 год, до рН 4,4–4,6	Утворення згустку, нарощення кислотності
Охолодження після	Різке охолодження	До 8–12 °С	Припинення

ферментації			мікробної активності, стабілізація структури
Фасування	Дозування і пакування	10–12 °С, герметичні умови	Захист структури, формування споживчого вигляду

Оцінка технологічної схеми виробництва проводиться з точки зору відповідності кожної операції завданню стабілізації продукту, формування однорідної консистенції, забезпечення мікробіологічної безпеки й довготривалого збереження органолептичних характеристик. Критичними точками у схемі вважаються етап пастеризації, де встановлюється термостійкість білків і деактивуються небажані мікроорганізми, та ферментація - як процес, що формує структуру. Ефективна пастеризація при 85–90 °С упродовж 10 хв дозволяє знизити мікробіологічне навантаження до рівня  $\leq 10^3$  КУО/см<sup>3</sup>, а попередня гомогенізація (при 12–16 МПа) дозволяє зменшити середній діаметр жирових кульок до 1,5–2 мкм, що сприяє кращому утворенню стабільного емульгованого середовища. У результаті цих операцій досягається баланс між гомогенністю, стабільністю й смаковою повнотою продукту. Технологічна схема повинна бути гнучкою щодо рецептурних змін - наприклад, заміна класичної закваски на симбіотичну вимагає адаптації температурного режиму ферментації (на 1–2 °С вище) та подовження інкубації на 1–2 години. Також при включенні до рецептури білкових гідролізатів варто враховувати їхню схильність до піноутворення, що може порушити процес фасування [16, с. 5].

Готова сметана, відповідно до вимог чинної нормативної бази, повинна відповідати ряду чітко визначених показників. Органолептичні критерії передбачають рівномірний кремовий або білий колір, однорідну, блискучу консистенцію, відсутність згустків або ознак розшарування. Смак - виразний кисломолочний, без гіркоти або сторонніх присмаків. Консистенція повинна залишатись стабільною навіть після перемішування або нанесення на поверхню, що імітує кулінарне використання. Фізико-хімічні показники

включають кислотність (75–100 °Т), вміст вологи (58–72%), масову частку жиру (10–42%), в'язкість (1200–4500 мПа·с), рН (4,3–4,6), білкову фракцію (2,2–3,5%), а також ступінь стабільності до зберігання при температурі 4–6 °С протягом 10–14 діб.

Таблиця 2.3

## Контроль якості готової сметани

Показник	Нормативні вимоги (ДСТУ 4418:2005)
Консистенція	Гомогенна, без згустків або розшарування
Колір	Білий або кремовий, рівномірний
Смак і запах	Кисломолочний, чистий, без сторонніх запахів
Кислотність	75–100 °Т
В'язкість	1200–3000 мПа·с (залежно від жирності)
рН	4,3–4,6
Масова частка жиру	Відповідно до рецептури (10–42%)
Мікробіологія	БГКП - відсутні, патогени - відсутні
Енергетична цінність	~200–310 ккал/100 г (залежно від жирності)
Біологічна цінність	Білки $\geq$ 2,8%, кальцій, вітаміни А, D, В-групи
Показник	Нормативні вимоги (ДСТУ 4418:2005)

У межах мікробіологічного контролю перевіряють загальну кількість мезофільної мікрофлори, наявність БГКП, золотистого стафілокока, патогенів, дріжджів і пліснявих грибів. Жоден із цих індикаторів не повинен перевищувати значення, визначені ДСТУ 4418:2005 та СанПіН. У випадку включення функціональних інгредієнтів, додатково проводиться оцінка вмісту пребіотиків, титру живих пробіотичних штамів, а також наявності біологічно активних речовин (кальцій, вітаміни А, D, E). Харчова цінність визначається співвідношенням макронутрієнтів, із розрахунку: білки - 2,8–3,2 г/100 г, жири - 10–42 г/100 г, вуглеводи - 3,5–4,2 г/100 г. Енергетична цінність - від 110 до 310 ккал/100 г залежно від жирності. Оцінка проводиться з урахуванням стабільності цих параметрів упродовж усього строку придатності. Продукт не повинен змінювати кольору, смаку чи утворювати надлишок вільної сироватки.

## ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило цілісно охопити сучасний технолого-економічний ландшафт виробництва сметани резервуарним способом, що на практиці реалізується через багатоступеневу систему трансформації сировини з контрольованими параметрами на кожному етапі. У межах першої частини роботи було обґрунтовано, що сметана як харчовий продукт класифікується за масовою часткою жиру, типом закваски та способом стабілізації. Встановлено, що сучасний ринок формує широкий асортимент - від класичних формул до функціональних продуктів зі зниженим вмістом лактози, підвищеним рівнем пробіотиків або збагачених пребіотичними компонентами. Також з'ясовано, що органолептичні та реологічні властивості тісно пов'язані з рецептурними модифікаціями, де ключовим виступає баланс між жировою й білковою фазами. У технологічному плані резервуарна схема виробництва довела свою ефективність завдяки можливості автоматизованого контролю температури, рН, кислотності, ступеня згустку та стабільності кінцевого продукту без потреби в повторній обробці. Це забезпечується через застосування теплообмінників, ферментаційних резервуарів із терморегулюванням, гомогенізаторів та фасувальних систем із делікатною подачею. Визначено, що всі ключові стадії - пастеризація, охолодження, інкубація та стабілізація - взаємопов'язані і потребують точного регламенту, оскільки будь-яке відхилення призводить до зміни структури й стабільності згустку. Фізико-хімічні параметри сметани, як-от в'язкість, кислотність, рН та вміст жиру, формуються в результаті взаємодії рецептурних компонентів у процесі ферментативної трансформації, і визначають кінцеву якість.

У межах аналізу економічної та екологічної ефективності технології підтверджено доцільність резервуарного методу як енергетично стабільного, водоощадного та придатного для впровадження в замкнуті виробничі системи з рекуперацією тепла та повторним використанням ресурсів.

Наведені дані засвідчили, що при правильно організованому циклі енергоспоживання на виробництво однієї тонни сметани не перевищує 130 кВт·год, а впровадження систем очищення стічних вод дозволяє суттєво знизити навантаження на довкілля. За підсумками моделювання технологічної схеми сформовано горизонтальну й ієрархічну декомпозиції, які окреслили послідовність проходження сировини, логіку розміщення апаратів і вузлів у межах єдиної технологічної лінії. Принципова технологічна схема охоплює усі функціональні вузли, починаючи від нормалізатора, пастеризатора, ферментаційного резервуара до охолоджувача, фасувальної лінії й складу зберігання. Підтверджено, що структура цієї схеми є придатною для цифрового дублювання - створення SCADA-моделі для автоматизованого контролю параметрів виробництва.

У процесі вивчення рецептури встановлено функціональну роль кожного компонента в формуванні сметани - жирової фази, заквасок, стабілізаторів, білкових концентратів, пребіотиків. Визначено, що при дотриманні дозувань стабілізаторів (до 0,3%) можна значно покращити в'язкість і мінімізувати сировиділення без втрати органолептичних властивостей. Нормативні критерії якості охоплюють органолептичні, мікробіологічні, фізико-хімічні показники та харчову цінність. Підтверджено, що готова сметана повинна мати кислотність у межах 75–100 °Т, рН 4,3–4,6, в'язкість від 1200 до 4500 мПа·с, а мікробіологічні показники повинні свідчити про повну безпечність і стабільність під час усього строку придатності. У цілому, проєктована технологічна схема резервуарного типу демонструє високу керованість і технологічну гнучкість, що дозволяє адаптувати виробництво до змін рецептур, сировинних параметрів і вимог ринку, зберігаючи стабільну якість кінцевого продукту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв. Вінниця. 2022. 300 с.
2. Визначення вмісту лактози йодометричним методом. Івано-Франківськ. 2020. URL: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2020/09/Lab-2-lactose.pdf> (дата звернення: 28.04.2025).
3. Визначення концентрації іонів кальцію у продуктах харчування. Івано-Франківськ. 2020. URL: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2020/09/Lab-3-Ca.pdf> (дата звернення: 28.04.2025).
4. Гордієнко М. В., Максименко Ю. В. Використання біотехнологій у виготовленні кисломолочної продукції. Житомир. 2022. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/35316/> (дата звернення: 28.04.2025).
5. Доценко В. Ф., Кочерга В. І. Технологія продукції ресторанного господарства. Київ. 2019. 292 с.
6. 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).
7. 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).
8. Євлаш В. В., Головка М. П., Прісс О. П. Гігієна та санітарія закладів ресторанного господарства. Харків. 2019. 246 с.
9. Зубар Н. М. Теоретичні основи харчових виробництв. Київ. 2020. 304 с.
10. Карпенко П. О., Притульська Н. В. Оздоровче харчування. Київ. 2019. 628 с.

11. Кириченко В. А., Кот С. П. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Миколаїв. 2019. 181 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5623/1/Mikrobiolohiia%20moloka%20i%20molochnykh%20produktiv.pdf> (дата звернення: 28.04.2025).
12. Кононова А. Оптимізація біотехнології виробництва сметани в умовах ПрАТ Лакталіс-Миколаїв. Миколаїв. 2023. 51 с.
13. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Дмитрієвич Л. Р. Основи фізіології гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів. Київ. 2019. 441 с.
14. Пирог Т. П., Антонюк М. М., Скроцька О. І., Кігель Н. Ф. Харчова біотехнологія. Київ. 2016. 408 с. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/24994/1/Harchova.pdf> (дата звернення: 28.04.2025).
15. Положення про дотримання академічної доброчесності у Коледжі. URL: <https://htek.com.ua/wp-content/uploads/2023/09/1АкДобро.pdf> (дата звернення: 28.04.2025).
16. Положення про курсову роботу у ВСП Харківський торговельно-економічний фаховий коледж 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).
17. Сирохман І. В. Якість і безпечність харчової продукції традиційних та інноваційних технологій. Львів. 2020. 504 с.
18. Соломон А. М., Казмірук Н. М., Тузова С. Д. Мікробіологія харчових виробництв. Вінниця. 2020. 312 с. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25443.pdf> (дата звернення: 28.04.2025).
19. Теличкун В. І., Гавва О. М., Теличкун Ю. С., Губеня О. О. Технологічні комплекси харчових виробництв. Київ. 2017. 456 с.
20. Чорна Т. О., Лантінова А. В. Товарознавче експертне дослідження кисломолочної продукції. Київ. 2023. URL: <https://www.sworld.com.ua/simpoz5/75.pdf> (дата звернення: 28.04.2025).

21. Шатський К. Технологія сметани підвищеної біологічної цінності в умовах ТОВ Люстдорф. Вінниця. 2021. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/30293.pdf> (дата звернення: 28.04.2025).