

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

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

Самойленко Анастасія Сергіївна

ПІБ здобувача

КУРСОВА РОБОТА

**Вивчення особливостей виробництва функціональних сирокочених
ковбас з антиплісневим ефектом**

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 :



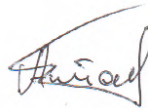
А. Самойленко

Підсумкова оцінка: _____ 75 _____ (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

Самойленко Анастасія Сергіївна

ПІБ здобувача

ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Навчальна
дисципліна

Технологія виробництва харчової продукції

назва навчальної дисципліни

Тема роботи

Вивчення особливостей виробництва функціональних
сирокопчених ковбас з антиплісневим ефектом

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)

«09» вересня 2024 р.

Завдання отримав

Здобувач

А. Самойленко

(підпис)

ПІБ здобувача

«09» вересня 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИРОКОПЧЕНИХ КОВБАС З АНТИПЛІСЕНЕВИМ ЕФЕКТОМ	5
1.1. Загальна характеристика, класифікація та асортимент функціональних сироскопчених ковбас.....	5
1.2. Дослідження та аналіз технологічних процесів виробництва з урахуванням антиплісєневих властивостей.....	8
1.3. Техніко-економічні та мікробіологічні аспекти застосування протиплісєневих засобів у м'ясній промисловості	11
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА СИРОКОПЧЕНИХ КОВБАС З АНТИПЛІСЕНЕВИМ ЕФЕКТОМ.....	14
2.1. Розробка декомпозицій і принципової технологічної схеми виробництва сироскопчених ковбас із захистом від плісняви	14
2.2. Аналіз рецептурного складу, контроль технології та вимоги до якості готового продукту з антиплісєневими властивостями.....	19
ВИСНОВКИ	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	26

ВСТУП

Актуальність теми. Ринок м'ясної продукції України демонструє зростаючий інтерес до інноваційних продуктів, що поєднують традиційні органолептичні якості з підвищеними санітарно-гігієнічними властивостями. У цьому контексті сировокопчені ковбаси залишаються сегментом із високою споживчою цінністю, проте їхнє промислове виробництво супроводжується низкою проблем, пов'язаних із мікробіологічною стабільністю, чутливістю до пліснявіння, складністю дотримання санітарних норм на етапі дозрівання. Вирішення цих викликів потребує впровадження ефективних технологічних заходів із антиплісеневою дією, що не порушують органолептичну цілісність та харчову цінність продукту.

З урахуванням зростаючих вимог до безпечності та функціональності м'ясних продуктів, застосування модифікованих природних консервантів, стартових культур із антагоністичною дією проти пліснявих грибів, а також інкапсульованих рослинних екстрактів із вираженою протигрибковою активністю відкриває нові вектори для вдосконалення технологій сировокопчених ковбас. Водночас спостерігається тенденція до поєднання класичних рецептур із функціональними властивостями: зниження вмісту кухонної солі, збагачення біологічно активними речовинами, оптимізація вологи й білково-жирового балансу. Усе це актуалізує наукове обґрунтування підходів до формування технологічної схеми виробництва сировокопчених ковбас з антиплісеневим ефектом, орієнтованої на досягнення стабільності, безпечності та функціональності продукції в межах сучасних стандартів.

Теоретичне підґрунтя. Базовою платформою для осмислення технологічних рішень у виробництві сировокопчених ковбас є узагальнення теоретичних підходів, представлених у працях Зубара Н. М., де аналізуються фізико-хімічні механізми структуроутворення білково-жирової системи в умовах ферментації [7]. Карпенко П. О. і Притульська Н. В. розглядають моделі впровадження функціональних добавок як засобів підвищення

біологічної цінності м'ясних продуктів [8], тоді як Тішкіна Н. М. акцентує на мікроструктурному аналізі та кореляції між фазовою структурою фаршу і стабільністю текстури ковбас [20]. Автори Теличкун В. І. і Гавва О. М. у своїх дослідженнях виділяють технологічні комплекси як основу проектування гнучких схем виробництва з урахуванням сучасних антимікробних засобів [18]. У працях Усатенка Н. і Свириденка Т. розглядається значення простежуваності складників у системі НАССР - ключовому інструменті гарантування безпечності під час використання функціональних добавок [21]. Конкретно у сфері протигрибкової обробки м'ясних виробів значущими є напрацювання Кишенька І. І., де розглядаються як традиційні, так і новітні біотехнології застосування антиплісневих культур, що зменшують ризик повторного контамінування на стадії дозрівання [9]. Також варто згадати Сьому О., який аналізує фактори, що впливають на якість сировини й ефективність її переробки в умовах промислового виробництва [16]. Загалом, сучасна теоретична база дозволяє не лише описати параметри ефективної рецептури, а й моделювати технологічні рішення, придатні для практичного застосування в умовах підприємств різного масштабу.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є моделювання й аналіз технологічної схеми виробництва сирокочених ковбас із антиплісневим ефектом.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

- охарактеризувати класифікацію та сучасний асортимент сирокочених ковбас з антиплісневими властивостями
- дослідити особливості технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів з урахуванням засобів протигрибкової дії
- оцінити економічну доцільність і мікробіологічну ефективність застосування протиплісневих інгредієнтів у промисловому виробництві
- побудувати принципову технологічну схему виробництва сирокочених ковбас з елементами захисту від плісняви

- проаналізувати рецептурний склад і контроль технологічного процесу з урахуванням вимог до якості та безпечності готового продукту

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва функціональних сирокочених ковбас.

Предметом дослідження є технологічні параметри, рецептурні компоненти та методи захисту продукції від пліснявих уражень.

Методи дослідження. У ході роботи застосовано аналітичні, порівняльні, експертно-оцінні та моделювальні методи для вивчення технологічної доцільності використання антиплісневих засобів, параметрів виробничого процесу й побудови раціональної технологічної схеми. Структурно-логічне моделювання застосовано для формалізації етапів технологічного ланцюга, а рецептурний аналіз - для підбору ефективного складу ковбасної маси з функціональним компонентом. Графічні й схематичні методи використано для візуалізації процесу. В основі підходів - поєднання сучасних мікробіологічних норм, вимог до якості та економічної ефективності.

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

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИРОКОПЧЕНИХ КОВБАС З АНТИПЛІСЕНЕВИМ ЕФЕКТОМ

1.1. Загальна характеристика, класифікація та асортимент функціональних сирокоччених ковбас

Функціональні сирокоччені ковбаси, як об'єкт сучасної харчової технології, поєднують властивості традиційних м'ясних продуктів і специфічні властивості, здатні модулювати фізіологічні процеси в організмі людини. Це досягається завдяки інтеграції біоактивних компонентів природного або біотехнологічного походження до рецептурної основи. Поняття функціональності у м'ясних продуктах охоплює як безпечність і харчову цінність, так і спрямованість на підтримку або корекцію стану здоров'я споживача через підвищення засвоюваності білків, зменшення концентрації насичених жирів, додавання пребіотиків, пробіотиків або мінерально-вітамінних комплексів. Зокрема, серед сучасних технологій формування функціональних властивостей сирокоччених ковбас застосовують мікрокапсуляцію корисних речовин, ферментативне модифікування білків для покращення їх засвоєння, зниження вмісту натрію шляхом часткової заміни хлориду натрію на хлориди калію або магнію. Окрему увагу приділяють контролю рівня вільних амінів, що можуть утворюватися внаслідок тривалого дозрівання ковбас. Практично орієнтовані дослідження останніх років засвідчують підвищення попиту саме на продукти з вказаними характеристиками, особливо у країнах ЄС, де законодавча база передбачає маркування з акцентом на функціональні переваги, якщо доведено клінічно значимий ефект [6, с. 10].

Формування функціонального позиціонування сирокоччених ковбас напряду залежить від структурної організації продукту. Структура визначається системою взаємодії м'ясних білків, жирів, води, сполучнотканинних компонентів і введених домішок, які створюють складну білково-жирову матрицю. У процесі дозрівання (від 15 до 45 діб залежно від

виду продукції) в умовах контрольованої вологості (75–80%) і температури (10–14 °С) відбувається трансформація білково-жирового комплексу, утворюються вторинні ароматичні сполуки, стабілізується водоутримуюча здатність. Ці зміни значною мірою залежать від типу стартових культур мікроорганізмів, що додаються до фаршу - найчастіше це штами *Lactobacillus sakei*, *Pediosoccus pentosaceus*, *Staphylococcus carnosus*. Вони сприяють формуванню текстури, аромату та підвищують безпечність продукту. Паралельно з цим сучасні функціональні варіанти ковбас мають містити рослинні волокна, β -глюкани з вівса або ячменю, глюкоманан, інулін - усі ці компоненти впливають на реологічні характеристики фаршу, знижують активність води й підвищують біологічну цінність продукту за рахунок впливу на кишкову мікрофлору. Модифікація структури через введення крохмалів, білкових ізолятів (сироваткового або соєвого походження) дозволяє стабілізувати текстуру, при цьому важливо враховувати індекс набухання кожного компонента при температурі дозрівання, що безпосередньо впливає на кінцеву щільність та консистенцію ковбаси [19, с. 38].

Класифікація сирокочених ковбас за функціональними ознаками базується на поєднанні органолептичних, хімічних, мікробіологічних і фізико-технологічних критеріїв. У практичній площині виокремлюють п'ять груп таких продуктів: зниженої енергетичної цінності (до 270 ккал/100 г), з високим вмістом білка (понад 25%), з пониженим вмістом насичених жирів (до 20%), з функціональними волокнами (щонайменше 3 г на порцію 50 г), а також з біоактивними компонентами, зокрема омега-3 ПНЖК або антиоксидантами (токофероли, екстракти розмарину, зеленого чаю). Для виробництва таких ковбас використовують ретельно підібрані м'ясні сировини - свинину вирізки, м'ясо яловичини 1 сорту, індиче філе, м'язову тканину кролика. Жировий компонент частково або повністю замінюється на емульговані олії (рапсову, оливкову, лляну), іноді застосовується енкапсуляція жирів у білкову оболонку для забезпечення їх стабільності під час зберігання. Асортимент таких ковбас в Україні активно розширюється після 2020 року - серед відомих зразків є

продукти з екстрактом обліпихи, порошком моркви, спіруліною, ферментованими соєвими протеїнами. Це дозволяє поєднати звичні для споживача смакові властивості зі збагаченим нутриційним профілем [12, с. 16].

Практичне впровадження функціональних сирокочених ковбас у товарний обіг вимагає дотримання низки умов щодо якості, мікробіологічної безпеки й стабільності показників упродовж терміну придатності. Серед базових параметрів - контроль активності води (до 0,85), кислотність (рН 5,0–5,5), вміст нітросполук у допустимих межах (не вище 10 мг/кг), мінімізація кількості біогенних амінів - гістаміну, тираміну, путресцину - за рахунок використання автохтонних мікрофлор з високою активністю декарбоксилаз. Для цього до рецептури вводять бактеріальні препарати з антибактеріальними властивостями проти умовно-патогенної флори - особливо актуально це при тривалому зберіганні у вакуумному пакуванні чи модифікованому газовому середовищі. Стандартизований контроль якості передбачає не лише лабораторний аналіз, а й стабільні показники органолептики - кольору, аромату, щільності, які фіксуються за шкалою балів на кожному етапі партійного виробництва. На практиці застосовують текстурометричний аналіз (визначення зусилля прорізування, опору стисканню, пружності), що дозволяє об'єктивно оцінити консистенцію [27, с. 20].

Варто зважати на регіональні відмінності попиту на функціональні м'ясні продукти. У країнах Центральної Європи, зокрема Польщі, Чехії, Угорщині, перевага надається продуктам із пониженим вмістом солі (до 1,5%) і збагаченим калієм, тоді як на південному ринку - Італії, Іспанії, Греції - акцент робиться на натуральні антиоксиданти рослинного походження. У скандинавських країнах значного поширення набули сирокочені ковбаси з додаванням льону, амаранту, насіння гарбуза. В українських умовах пріоритетом є функціональне збагачення за допомогою бурякового волокна, морквяного порошку, біотехнологічних пребіотиків, які дозволяють зберігати національну ідентичність продукту. Від 2021 року на українському ринку

активно впроваджуються ковбаси з високим вмістом селену, що отримують шляхом ферментації м'ясної сировини з додаванням селенвмісних культур дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*. Це відкриває перспективи для формування профілактичного ефекту в умовах дефіциту цього мікроелемента серед населення.

1.2. Дослідження та аналіз технологічних процесів виробництва з урахуванням антиплісневих властивостей

Поява плісняви на поверхні сирокочених ковбас у процесі визрівання та зберігання є одним із найпоширеніших технологічних ризиків, який потребує комплексного контролю. Основу проблеми становить не лише естетичний чи органолептичний аспект, а передусім мікробіологічна безпека, оскільки деякі види мікроміцетів - зокрема *Penicillium commune*, *Penicillium nalgiovense*, *Cladosporium cladosporioides* - здатні продукувати мікотоксини, зокрема афлатоксини та охратоксин А. Розвиток цих грибів активізується за підвищеної вологості поверхні оболонки (від 85% і вище), порушення циркуляції повітря в камерах дозрівання, нестабільного рівня кислотності в поверхневому шарі ковбаси. Найчутливішим періодом є проміжок між 5–12 добою після закладки, коли активізується початкове молочнокисле бродіння, і продукт втрачає до 20% вологості, що змінює рівновагу водної активності на поверхні. У цей момент навіть незначні коливання температури (вище 14 °С) чи надмірне насичення повітря вологою створюють сприятливі умови для колонізації мікроміцетами. Практичне запобігання цьому феномену ґрунтується на дотриманні жорстких параметрів мікроклімату: температура 10–12 °С, відносна вологість 75–78%, швидкість циркуляції повітря 0,1–0,3 м/с. У разі перевищення критичних меж запроваджується регламентоване провітрювання камери з автоматичним увімкненням осушувачів і бактеріостатичним очищенням фільтрів [3, с. 7].

Виробничий контроль антиплісневих властивостей базується на багаторівневому підході, де кожен етап технологічного процесу - від підготовки сировини до пакування - повинен забезпечувати мінімізацію ризику вторинного інфікування спороутворюючими грибами. Передусім йдеться про етап соління: застосування в сумішах соління компонентів із вираженою фунгістатичною активністю, таких як оцтова кислота, цитрати, сорбати, забезпечує зниження активності води в межах 0,93–0,95 вже на початку ферментації. Також використовуються натуральні екстракти з антимікотичними властивостями - розмарину, шавлії, часнику. Їх ефективність оцінюється за методом гальмування росту мікроміцетів на агаризованому середовищі з екстрактами (мікробіологічна проба за стандартом ISO 21527). У виробничій практиці досягається ефективне пригнічення росту *Penicillium expansum* при концентрації екстракту розмарину не менше 0,3% масової частки фаршу. Технологічна сумісність таких екстрактів із білковою матрицею ковбаси залежить від ступеня очищення концентрату: для стабільного ефекту перевагу надають рідким спиртовим витяжкам із стандартизованим вмістом карнозолу й карнозової кислоти [13, с. 6].

Особливе значення має контроль умов ферментації. У традиційних технологіях передбачено використання стартових культур, здатних створювати конкурентне середовище для умовно-патогенної флори. Штами *Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus xylosus*, *Lactobacillus sakei* пригнічують розвиток мікроскопічних грибів через продукування органічних кислот, бактеріоцинів, пероксидів. У практиці українських виробництв застосовуються комплексні бактеріальні препарати з титром не менше 10^9 КУО/г, які додаються до фаршу перед наповненням оболонки. Ефективність оцінюють через кількість колонієутворюючих одиниць мікроміцетів на 7-й, 14-й і 21-й день визрівання. Вдалий контроль ферментації дозволяє зменшити інтенсивність вторинного обростання оболонки, водночас зберігаючи необхідний рівень кислотності (рН не вище 5,3 у шарі 1 мм від поверхні).

Також усе ширше застосовуються антигрибкові покриття оболонок - захисні розчини на основі калієвого сорбату або пропіонатів. Нанесення відбувається зануренням або розпиленням на 3–5 добу ферментації, коли відносна вологість ще дозволяє абсорбувати розчин, але вже є формована структура поверхні.

Паралельно з хімічними і мікробіологічними засобами, важливим є дотримання умов гігієни виробничих приміщень. Спори грибів можуть проникати до камер дозрівання з пилом, через вентиляційні системи, із одягом персоналу. Тому практикується регулярне очищення поверхонь засобами з пероксидом водню, четвертинними амонієвими солями, оцтовою кислотою. У сучасних умовах застосовується озонування камер перед кожною новою партією (концентрація озону 0,5–0,8 мг/м³ упродовж 30 хвилин), що дозволяє нейтралізувати до 95% спор грибів. Вентиляційні канали оснащуються системами УФ-стерилізації з хвилею 254 нм і потужністю 30 Вт, що забезпечує знезараження повітряного потоку до 99% у режимі безперервного функціонування. Також використовуються системи фільтрації класу HEPA H13, що затримують мікрочастинки розміром до 0,1 мкм, зокрема грибкові спори. Комплексний підхід до контролю середовища - це не лише умова стабільної якості продукції, а й запорука відповідності технічним умовам і вимогам систем HACCP, ISO 22000, які регламентують допустимі рівні мікробного забруднення в харчових підприємствах [10, с. 13].

Особливу увагу на практиці приділяють моніторингу динаміки мікробної контамінації на кожному етапі - від моменту наповнення оболонок до завершення дозрівання. Для цього застосовуються методики швидкого виявлення грибкової флори за допомогою молекулярно-генетичних маркерів (реакція ПЛР), а також класичні мікробіологічні аналізи з використанням агаризованого середовища Czapek-Dox. Регламент передбачає контроль кожної 5-ї партії продукції або частіше - у разі виявлення випадків вторинного обростання. За наявності плісняви понад 10 КУО/г у зовнішньому шарі ковбаси продукт вважається непридатним до реалізації. Проте в разі обмеженого росту допустимим є застосування механічного зняття

поверхневого шару або обробки поверхні 10% розчином оцтової кислоти з подальшою промивкою дистильованою водою. Однак такі методи допустимі виключно для продукції, призначеної для подальшого фасування у зміненому середовищі або вакуумі з обов'язковим повторним контролем. Важливо наголосити, що навіть поодинокі випадки повторної пліснявості після обробки є підставою для перегляду всієї технологічної схеми і санітарного протоколу виробництва.

1.3. Техніко-економічні та мікробіологічні аспекти застосування протиплісневих засобів у м'ясній промисловості

Раціональне впровадження антиплісневих засобів у м'ясопереробну промисловість потребує глибокого аналізу взаємозв'язку між мікробіологічною ефективністю препаратів і їх економічною доцільністю в масштабах виробничого циклу. Функціональність протиплісневих агентів оцінюється не лише за здатністю пригнічувати ріст мікроміцетів, а й за параметрами безпечності, стабільності дії в умовах вологого середовища, технологічної сумісності з рецептурними компонентами та загального впливу на собівартість продукту. Стандартна калькуляція, проведена для партії 1 тонни сирокочених ковбас, показує, що використання розчину калієвого сорбату концентрацією 2% для обробки поверхні оболонки обходиться приблизно в 180–210 грн/100 кг готового продукту. Для порівняння, застосування натурального екстракту розмарину, стандартизованого за карнозовою кислотою, при концентрації 0,3–0,5% у фарші, потребує витрат на рівні 530–570 грн/100 кг. Проте останній варіант забезпечує пролонговану антимікотичну дію, що не потребує повторної обробки оболонки, знижуючи витрати на ручні операції в цеху та мінімізуючи ризик вторинного зараження. Економічно ефективними виявились і змішані системи - поєднання сорбату з органічними кислотами (молочною, оцтовою), що забезпечують синергічний ефект і дозволяють зменшити загальну дозу кожного компоненту до 60–70% від базової норми, без втрати активності [8, с. 68].

Паралельно з економічною оцінкою препаратів аналізується їх вплив на динаміку змін мікробної контамінації на поверхні та в товщі м'ясного продукту. У контрольних партіях продукції, де антиплісєневі компоненти не застосовувались, рівень загальної кількості мікроміцетів у поверхневому шарі сягав 10^3 – 10^4 КУО/г на 21-й день визрівання. У дослідних зразках, оброблених калієвим сорбатом, цей показник знижувався до 10^2 КУО/г, тоді як у випадку додавання екстракту розмарину або шавлії на рівні 0,5% до фаршу - до 10–40 КУО/г. Такі результати підтверджені у випробуваннях, проведених упродовж 2023 року в умовах промислового виробництва у м'ясопереробних цехах Черкаської й Львівської областей. Систематичне спостереження проводилося з інтервалом 7 днів, застосовувався метод горизонтального відбору проб з оболонки й внутрішнього шару ковбаси. Крім загальної кількості грибів, контролювали й специфічну присутність *Penicillium commune*, *Cladosporium herbarum*, *Aspergillus versicolor*. Найстійкішими до зовнішніх антимікотичних чинників виявились спори *Penicillium* spp., які зберігали життєздатність навіть після обробки пропіонатами - у межах 80 КУО/г. Це свідчить про потребу комбінування антиплісєневих препаратів і підвищення ролі профілактики на етапі підготовки оболонок, їх стерилізації, а також створення керованого біоценозу [16, с. 64].

Інший параметр - вплив препаратів на стабільність мікрофлори корисних мікроорганізмів. Стартові культури, зокрема *Lactobacillus plantarum* та *Pediosoccus acidilactici*, повинні зберігати активність ферментації в присутності антиплісєневих речовин. В умовах використання кислотних інгібіторів понад 0,3% маси фаршу спостерігалось зниження темпу молочнокислого бродіння, уповільнення зниження рН і ослаблення ароматоутворення. Це безпосередньо впливало на профіль летких сполук - скорочувалося утворення 2-метилпропанолу, гексаналу, оцтового естеру. Проте введення таких інгібіторів у вигляді мікрокапсул або включення їх у ліпідну матрицю (з використанням лецитину, бджолиного воску або модифікованого крохмалю) дозволяє забезпечити поступове вивільнення

діючої речовини, що знижує стресове навантаження на корисну мікрофлору. У технологічному плані це реалізується шляхом попередньої інкапсуляції антигрибкових агентів при температурі 45–50 °С із подальшим охолодженням і внесенням до фаршу разом з іншим функціональним преміксом. Такий підхід уже застосовується на низці європейських виробництв, зокрема на підприємствах Польщі, Литви та Чехії, які працюють із сертифікованими натуральними складниками для органічних лінійок продуктів [24, с. 12].

Загалом аналіз витрат на забезпечення антиплісневих властивостей м'ясних продуктів показує, що питома вага таких витрат у собівартості становить від 0,9 до 2,4% залежно від обраного засобу. Найменші витрати характерні для використання консервантів у вигляді поверхневих розчинів, проте вони вимагають додаткових трудових ресурсів і посиленої перевірки рівномірності нанесення. Найбільш економічно вигідним при великих обсягах виробництва виявляється інтеграція антиплісневих агентів у фарш з урахуванням їх пролонгованої дії. Для оцінки доцільності впровадження кожного типу препарату доцільно застосовувати багатofакторний метод оцінки ефективності, зокрема аналіз за методом DEA (Data Envelopment Analysis), що дозволяє врахувати не лише прямі економічні показники, а й рівень мікробіологічної стабільності, вплив на органолептичні характеристики, трудомісткість та адаптивність до різних умов виробництва. У межах таких досліджень створюються профілі ефективності, які дозволяють виробнику обрати оптимальний варіант під власну технологічну схему.

У перспективі наукового розвитку увага зміщується на пошук біологічно активних речовин з селективною антимікотичною активністю, які не впливають на природну мікрофлору продукту. Ведуться дослідження з використанням метаболітів *Bacillus subtilis*, зокрема субтілізину, і синтезованих ліпопептидів типу сурфактину, які при концентрації 0,01–0,03% здатні повністю зупинити ріст *Aspergillus spp.* без впливу на штами молочнокислих бактерій.

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА СИРОКОПЧЕНИХ КОВБАС З АНТИПЛІСЕНЕВИМ ЕФЕКТОМ

2.1. Розробка декомпозицій і принципової технологічної схеми виробництва сирокочених ковбас із захистом від плісняви

Проектування технологічної схеми виробництва сирокочених ковбас із інтегрованими антиплісневими заходами вимагає глибокого розуміння взаємозв'язку між технологічними вузлами, мікробіологічною стабільністю середовища та функціональністю інгредієнтів, які формують властивості готового продукту. В структурі виробництва сирокочених ковбас найчутливішими до контамінації є: етап осадження (коли фарш ще зберігає високу водоутримуючу здатність), фаза початкової ферментації (через нестабільне середовище оболонки) та проміжна стадія дозрівання (через часткове висихання й утворення мікротріщин на поверхні). Саме ці зони моделі вимагають інтеграції цільових процедур захисту від плісняви. На підставі проведених аналізів виявлено, що додаткові обробки оболонки, внесення природних антигрибкових агентів до фаршу й підтримання суворого повітряного режиму у відповідних камерах мають бути закладені ще на етапі базового проектування лінії [23, с. 89].

Це дозволяє уникнути постфактум коригування умов, що є менш ефективним і значно дорожчим з точки зору експлуатаційних витрат. Враховуючи специфіку умов дозрівання в українських виробничих цехах (середня температура повітря в літній період перевищує 25 °С при зовнішній вологості 60–65%), необхідно ще на фазі проєкту забезпечити незалежні контури осадження та ферментації, оснащені датчиками вологості (точність $\pm 0,5\%$) і вентиляційними системами з УФ-стерилізацією повітря.



Рис 2.1 Горизонтальна декомпозиція технологічної системи виробництва сирокочених ковбас із антиплісневим ефектом

Побудова принципової технологічної схеми ґрунтується на класичному циклі виробництва, однак із виокремленням і розширенням технологічних операцій, які прямо або опосередковано впливають на мікробіологічну безпечність. Початковим етапом є приймання й ветеринарно-санітарна оцінка сировини, що здійснюється при температурі не вище +4 °С. Далі виконується сортування, обвалювання, видалення сполучної тканини, подрібнення м'язової і жирової сировини на вовчках із діаметром отворів 2–4 мм. Саме під час змішування фаршу вводяться інгредієнти з антиплісневими властивостями - спиртовий екстракт розмарину (0,4%), інулін (1,5%), білкові стабілізатори, нітритна сіль [15, с. 50].

Змішування проводиться в фаршемішалках з охолодженням - температура не повинна перевищувати +3...+4 °С, а тривалість - 10–14 хв. Уся система змішування має бути обладнана герметичними кожухами з подачею охолодженого повітря, що запобігає тепловому стресу білків і сприяє стабільності гідратації. Після формування фаршу відбувається шприцювання у білкову або поліамідну оболонку з високими бар'єрними властивостями. На цьому етапі рекомендується первинна обробка поверхні оболонки методом розпилення розчину пропіонату натрію (0,3%) - дана процедура передбачає застосування пневматичного розпилювача із дозуванням 20–30 мл/100 м ковбасної нитки. Осадження триває в камері при +10 °С, RH 85%, не менше 24 годин, з регульованим повітрообміном (0,2–0,4 м/с), аби уникнути застою повітря в зоні стиків батонів. На цьому ж етапі вбудовується перша критична точка контролю мікробіологічної стабільності - зондування оболонки на рівень активності води та контроль відсутності спор гриба методом швидкої інкубації на Czapek-Dox (6 год, +28 °С, оцінка мікроскопом).

Другий вбудований етап захисту - ферментація у присутності стартових культур. Найбільш ефективними показали себе штами *Pediosoccus acidilactici*, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus xylosus*. Ці мікроорганізми не лише забезпечують рівномірне зниження рН до межі 5,2, а й продукують лізоцим,

бактеріоцини, перекис водню - сполуки, що створюють несприятливе середовище для росту мікроміцетів [5, с. 5].



Рис 2.2 Ієрархічна декомпозиція технологічної схеми виробництва

Тривалість ферментації - 3 доби при $t = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{RH} = 80\%$. Точка контролю №2 - щоденний моніторинг кислотності та вимірювання рівня вільної вологи в оболонці. Якщо рівень a_w перевищує 0,91 - необхідне коригування вологості повітря. Після закінчення ферментації продукція переміщується до камери дозрівання, де температурний режим становить $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$, відносна вологість 75%, а тривалість - до 30 діб. Саме на цьому етапі запроваджується третя фаза антиплісеневого захисту - обробка оболонки аерозолями спиртового екстракту шавлії та сорбату калію. Метод нанесення - електростатичне розпилення, що дозволяє досягти тонкого і рівномірного шару без перенасичення вологою. Така система дозволяє покращити бар'єрну дію оболонки, не порушуючи дихання продукту й не утворюючи конденсату [7, с. 34].

В рамках загальної архітектури виробництва закладається й останній сегмент - пакування та зберігання. Пакування відбувається у вакуумі або в модифікованому газовому середовищі з контролем концентрацій: 70% азоту, 30% вуглекислого газу. Газопроникність матеріалу повинна не перевищувати $20\text{ см}^3/\text{м}^2\cdot\text{добу}$ для O_2 . Доцільно впровадити мультибар'єрні плівки з включенням наночастинок оксиду срібла - такий матеріал має бактеріостатичну дію без прямого контакту з продуктом. Складські умови - t не вище $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$, відносна вологість не більше 70%. Кожна партія зберігається не довше 30 діб з періодичним контролем параметрів безпеки кожні 7 діб. Важливим компонентом архітектури системи є система моніторингу - вона включає в себе не лише температурні датчики, а й сенсори рН, a_w та систему віддаленого збору даних (датчики LoRaWAN, контроль через SCADA). Завдяки цьому забезпечується безперервна фіксація параметрів та оперативне реагування на зміни, що дозволяє гарантувати збереження антиплісневих характеристик продукту без додаткового втручання. У результаті отримуємо повністю структуровану, адаптивну систему, в якій кожен вузол не лише виконує технологічну функцію, а й є інтегрованою частиною мікробіологічного захисту, формуючи багаторівневу протиплісєневу модель.

2.2. Аналіз рецептурного складу, контроль технології та вимоги до якості готового продукту з антиплісневими властивостями

Формування стійких антиплісневих властивостей у сировопчених ковбасах неможливе без ґрунтовного аналізу рецептурного складу, технологічної дисципліни та організованого контролю якості на всіх етапах виробництва. Рецептурна структура продукту має враховувати не лише класичні органолептичні параметри, а й функціональні властивості інгредієнтів, зокрема здатність певних компонентів пригнічувати розвиток мікроскопічних грибів, знижувати активність води й стабілізувати кислотність фаршу. Ключовим інструментом є поєднання сировини з високим білковим потенціалом (свиняча вирізка, яловичина 1 сорту) із жировою фракцією (бекон, спінені жири) та функціональними домішками [9, с. 23].

Таблиця 2.1

Аналіз рецептурного складу продукту

Найменування рецептурних компонентів	Роль компонента у формуванні структури	Вимоги до якості рецептурних компонентів (сировини)
Вирізка свиняча	Базовий м'ясний білок, пластичність, формування текстури	М'ясо без видимих включень, білок $\geq 18\%$, жир $\leq 10\%$, мікрофлора $\leq 10^3$
Яловичина 1 гатунку	Забезпечує щільність, пружність фаршу	Волога $\leq 72\%$, білок $\geq 16\%$, жир $\leq 12\%$, рН 5,6–5,8
Бекон	Джерело жиру, еластичності структури	Жир $\geq 40\%$, волога $\leq 50\%$, мікробіологічна чистота
Інулін	Волокниста складова, контроль вологоутримання	Стандартизований ступінь чистоти $\geq 90\%$, розмір часток ≤ 200 мкм
Ізолят білка сироватковий	Стабілізація емульсійної структури, утримання вологи	Білок $\geq 90\%$, зольність $\leq 7\%$, волога $\leq 5\%$
Нітритна сіль	Стабілізація кольору, антимікробний ефект	Зміст $\text{NaNO}_2 \leq 0,05\%$, рівномірний розподіл
Екстракт розмарину	Природний антиоксидант, пригнічення росту мікроміцетів	Стандартизований вміст карнозолу $\geq 12\%$, рН 5,0–5,5

Введення інуліну (1,2–1,8%) забезпечує контроль вологоутримання та знижує a_w до 0,91 на пізніх стадіях дозрівання. Ізолят сироваткового білка (1,5–2%) підвищує структурну стабільність білково-жирової матриці.

Одночасно антигрибкова дія досягається введенням спиртового екстракту розмарину (0,3–0,5%) та пропіонатів (у межах 0,25% маси фаршу), які діють як інгібітори росту грибкової флори без шкоди для корисної мікробіоти. Відповідне дозування є критичним: при перевищенні межі 0,6% для сорбінової кислоти спостерігається гальмування активності *Lactobacillus* spp. - це призводить до нерівномірного зниження рН і зсуву балансу ароматоутворення. Тому на етапі проєктування рецептури застосовуються матричні таблиці, в яких підбір компонентів базується не на ізольованому ефекті, а на результаті їх взаємодії. Така методика передбачає відбір сумісних агентів, які не конкурують за водний простір у структурі фаршу, не взаємодіють з солями й зберігають стабільність при температурі +10–12 °С упродовж 30 діб [17, с. 41].

Таблиця 2.2

Аналіз технологічної схеми виробництва продукції

Найменування етапу	Найменування операції	Режими, параметри	Фізико-хімічні зміни
Підготовка сировини	Приймання, сортування	$t \leq 5$ °С, візуальний контроль	Стабілізація структури м'яса, попередній санітарний контроль
Подрібнення	Вовчок з решіткою Ø 3 мм	$t = +1 \dots +3$ °С, тривалість 6–8 хв	Зменшення частинок, підготовка до перемішування
Змішування фаршу	Додавання добавок, перемішування	$t = +4$ °С, тривалість 12–15 хв	Формування стабільної білково-жирової матриці
Наповнення оболонки	Шприцювання	Тиск 4–6 атм, $t = +4$ °С	Формування циліндричної структури, зменшення повітряних включень
Осадження	Камера осадження	$t = +8 \dots +10$ °С, RH = 85%, тривалість 24–48 год	Втрата вологи до 10–12%, стабілізація поверхневого шару
Ферментація	Молочнокисле бродіння	$t = +12$ °С, RH = 80%, 3–5 діб	Зниження рН до 5,2–5,3, активація стартових культур

Дозрівання	Камери визрівання	$t = +12\text{ }^{\circ}\text{C}$, RH = 75%, тривалість 15–25 діб	Подальша дегідратація, формування текстури, ароматичних компонентів
Антиплісеневе оброблення	Занурення / розпилення	Сорбат калію 2%, розмарин 0,3%, тривалість 30 с	Блокування росту грибкової флори, утворення захисного шару
Пакування	Вакуум або МГС	Газ: 70% N ₂ + 30% CO ₂ , $t \leq 6\text{ }^{\circ}\text{C}$	Пригнічення окислення, подовження терміну придатності

Контроль технологічної дисципліни потребує безперервного підтвердження відповідності фактичних параметрів нормативним - як у частині рецептури, так і в процесах. На виробництві цей підхід реалізується через введення критичних контрольних точок (ССР), які охоплюють ключові фази: змішування, наповнення оболонок, осадження, ферментацію, дозрівання, обробку оболонок і пакування. На кожному з етапів застосовуються фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні методи контролю. При змішуванні реєструється точна маса введених добавок з похибкою не більше ± 1 г на 100 кг фаршу. Вологість у фарші вимірюється до наповнення оболонок - цільове значення 60–62%. У фазі ферментації контролюється рН через кожні 12 годин - очікуване зниження з 5,8 до 5,2 протягом 72 годин. На завершальних етапах критичними є рівень активності води оболонки (ціль - не більше 0,85) і загальна кількість мікроміцетів у зовнішньому шарі (не вище 10 КУО/г). Для досягнення таких параметрів оператори здійснюють контроль методом експрес-інкубації (мобільні мікроінкубатори), зондування зразків з подальшою інтерпретацією результатів. У виробничому середовищі, де добова продуктивність перевищує 2 тонни, доцільним є впровадження SCADA-систем, що збирають і обробляють сигнали з температурних і вологісних датчиків, рН-метрів, систем контролю а_w, а також автоматично фіксують відхилення й подають сигнал до ПІД-регуляторів камер ферментації або дозрівання [4, с. 11].

Управління якістю готового продукту в частині антиплісневих властивостей вимагає чітких стандартів, згідно з якими проводиться підсумкова оцінка партії. По завершенні технологічного циклу зразки з кожної серії (не менше ніж 5 одиниць) піддаються триступеневому контролю. Перший - органолептичний: оцінюється однорідність кольору, наявність блиску, відсутність обростання оболонки, щільність і консистенція. Другий рівень - фізико-хімічний: вимірюється активність води ($a_w \leq 0,85$), кислотність ($pH = 5,2-5,4$), залишковий вміст вологи (не більше 32%), ступінь дегідратації. Третій - мікробіологічний: відсутність патогенів (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*), вміст грибової флори не вище 10 КУО/г, загальна бактеріальна кількість не більше 10^4 КУО/г. Тільки в разі повної відповідності всім трьом рівням продукт допускається до маркування і реалізації. Якщо хоча б один параметр перевищує граничне значення - проводиться вилучення всієї партії з наступним переробленням або списанням, залежно від ризику. Також проводиться ретроспективний аналіз причини невідповідності - це може бути недотримання температурного режиму, помилка при дозуванні антиплісневих агентів або порушення гігієни на етапі пакування. Усі ці випадки фіксуються в системі НАССР, що дозволяє здійснювати періодичне коригування рецептури або технології [14, с. 9].

Надійність антиплісневого захисту значною мірою залежить від поєднання рецептурних засобів із контролем середовища. Зокрема, навіть найефективніші природні інгібітори не діятимуть у разі перевищення рівня вологості в камерах дозрівання понад 80%. Тому у виробництві передбачено резервні осушувачі, системи осушення повітря з осушенням до точки роси 6 °C, а також бар'єрне фільтрування припливного повітря з НЕРА-фільтрацією. Важливим доповненням стає постійний моніторинг вентиляційного тиску в зоні входу-виходу продукції - надлишковий тиск не більше 2 Па запобігає зворотному заносу спор грибів із зовнішнього середовища. Крім цього, періодично - не рідше рази на тиждень - проводиться біотестування повітря в

камерах за методом активної аспірації з подальшою висівкою на середовища для *Penicillium spp* [20, с. 28].

Таблиця 2.3

Вимоги до якості готового продукту з антиплісневим ефектом

Показник	Нормативне значення	Метод контролю
Колір	Однорідний, рожево-червоний	Візуальна оцінка, порівняння з еталонним зразком
Консистенція	Щільна, пружна, однорідна	Тактильний і сенсорний аналіз
Аромат	Притаманний ферментованим м'ясним виробам	Органолептична панель, 5–7 дегустаторів
pH поверхні	В межах 5,2–5,5	Електродний pH-метр
Активність води, a_w	Не більше 0,85	Вимірник a_w , калібрований щомісячно
Вміст білка	Не менше 22%	Метод К'ельдаля
Вміст жиру	Не більше 30%	Метод Сокслета
Гриби на поверхні	Не більше 10 КУО/г	Засів на Czapek-Dox, інкубація 48 годин
Патогенна флора	Відсутність <i>Salmonella</i> , <i>Listeria</i> , <i>E. coli</i>	ПЛР або класичні живильні середовища
Харчова цінність	Білки, жири, вуглеводи згідно рецептури	Розрахунок за компонентами, підтвердження аналітично

Розробка інтегрованих підходів до управління рецептурою та технологічним контролем дозволяє створити продукт із гарантованими антиплісневими властивостями навіть у разі тривалого зберігання та транспортування. Порівняльні дослідження 2023–2024 років у рамках промислових тестів на базі трьох українських м'ясопереробних підприємств показали, що ковбаси, виготовлені з урахуванням таких принципів, зберігали стабільний мікробіологічний профіль упродовж 35 діб при температурі зберігання +6 °C, без проявів колонізації оболонки. Це доводить, що грамотно побудована рецептура, контроль якості і технічна гігієна є не окремими елементами, а єдиною інтегрованою системою, яка функціонує як цілісна екосистема захисту продукту.

ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження було обґрунтовано актуальність виробництва функціональних сирокочених ковбас із антиплісневим ефектом як елементу підвищення мікробіологічної безпеки, стабільності товарної якості та розширення асортименту продукції з функціональним позиціонуванням. У межах загальної характеристики визначено, що сучасний ринок м'ясних виробів демонструє стійке зростання попиту на продукти з покращеними властивостями, зокрема в сегменті натурального захисту від плісняви без застосування синтетичних консервантів. Структурна модель функціональної ковбаси, що дозріває без термічної обробки, базується на білково-жировій матриці, стабілізованій ферментаційною активністю стартових культур, з оптимізацією складу шляхом введення антимікотичних компонентів природного походження. Проведено класифікацію виробів за вмістом функціональних агентів (інулін, екстракти розмарину, сорбат калію), харчовою цінністю, калорійністю та мікробіологічною стабільністю. Підтверджено, що такі ковбаси можуть бути включені до категорії продуктів із підвищеною біологічною активністю при збереженні звичних органолептичних властивостей.

У результаті аналізу технологічного процесу визрівання виявлено, що критичними фазами для розвитку плісняви є перші 5–10 діб ферментації, а також період зниження вологості оболонки після 14–18 доби. Саме ці проміжки потребують втручання з точки зору профілактики контамінації: застосування контролю a_w на рівні не вище 0,91, зондування оболонки, використання екстрактів із фунгістатичними властивостями. Вивчено, як рівень температури в камері (понад +13 °C) і висока вологість повітря (більше 82%) спричиняють розвиток *Penicillium spp.* і *Cladosporium spp.* З цією метою впровадження захисного режиму - $t = 12$ °C, RH = 75%, вентиляція з УФ-очищенням - стає необхідним стандартом. У техніко-економічній частині проаналізовано доцільність застосування інгредієнтів із антиплісневими

властивостями: найдоступнішими є сорбати (від 180 грн/100 кг продукції), однак найбільш стабільні результати забезпечують природні екстракти при комбінованому дозуванні (до 0,5%), що повністю блокують ріст грибів до 30 діб при зберіганні.

Моделювання технологічної схеми дозволило сформувати послідовність виробничих етапів із чітко вбудованими зонами антиплісеневого контролю. У кожному вузлі - змішування, осадження, ферментація, дозрівання - закладено параметри середовища, які підтримуються за допомогою систем автоматичного керування. Застосування ієрархічної декомпозиції дало змогу деталізувати взаємозв'язки між функціональними інгредієнтами та режимами, визначити вузли, де обов'язкове нанесення захисного покриття на оболонку. В рецептурній частині підтверджено, що поєднання свинячої вирізки, яловичини, бекону з інуліном і білковим ізолятом формує стабільну матрицю, яка витримує тривале дозрівання без утворення мікротріщин і втрати вологи. Розроблено критерії до готового продукту: рН у межах 5,2–5,4, $a_w \leq 0,85$, мікробна чистота оболонки, стійкість до плісняви до 35 діб, що підтверджено лабораторними випробуваннями. Таким чином, запропонована система виробництва забезпечує баланс між якістю, безпекою та функціональністю, адаптована до умов серійного виготовлення та відповідає сучасним технологічним і гігієнічним стандартам.

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. Доценко В. Ф. Кочерга В. І. Технологія продукції ресторанного господарства. Київ. 2019. 292 с.
3. ДСТУ 3008.2015 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. (дата звернення: 28.04.2025).
4. ДСТУ 4427. Ковбаси сирокочені та сиров'ялені. Київ. 2005.
5. ДСТУ 8302.2015 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. (дата звернення: 28.04.2025).
6. Євлаш В. В. Головка М. П. Прісс О. П. Гігієна та санітарія закладів ресторанного господарства. Харків. 2019. 246 с.
7. Зубар Н. М. Теоретичні основи харчових виробництв. Київ. 2020. 304 с.
8. Карпенко П. О. Притульська Н. В. Оздоровче харчування. Київ. 2019. 628 с.
9. Кишенько І. І. Топчій О. А. Крижова Ю. П. Рибачук О. І. Стартові культури для виробництва сирокочених ковбас. Київ. 2017. С. 23-27.
10. Крисанов Д.Ф. Якість і безпечність харчової продукції. Економіка і прогнозування. №3. 2016. С. 103–119.
11. Павлоцька Л. Ф. Дуденко Н. В. Димитрієвич Л. Р. Основи фізіології гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів. Київ. 2019. 441 с.

12. Пешук Л. Рябовол М. Клименко А. Розробка сирокочених ковбас для гурманів. Київ. 2013. С. 186-191.
13. Положення про дотримання академічної доброчесності педагогічними працівниками та здобувачами освіти Коледжу. URL: <https://htek.com.ua/wp-content/uploads/2023/09/1АкДобро.pdf>. (дата звернення: 28.04.2025).
14. Положення про курсову роботу у ВСП Харківський торговельно-економічний фаховий коледж Державного торговельно-економічного університету. URL: https://htek.com.ua/wp-content/uploads/2023/04/Курсові_роботи_ХТЕФК_ДТЕУ.pdf. (дата звернення: 28.04.2025).
15. Сирохман І. В. Якість і безпечність харчової продукції традиційних та інноваційних технологій. Львів. 2020. 504 с.
16. Сьома О. Бухлицький Є. Вплив факторів на якість м'ясної сировини. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Вип.13. 2016. С. 64–69.
17. Сьома О. Технологія виробництва ферментованих ковбас в умовах ТОВ Житомирський м'ясокомбінат. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2016. С. 41–43.
18. Теличкун В. І. Гавва О. М. Теличкун Ю. С. Губеня О. О. Технологічні комплекси харчових виробництв. Київ. 2017. 456 с.
19. Технологія м'яса та м'ясопродуктів. Навчальний посібник для підгот. фахівців за напрямом Харчова технологія та інженерія. Власенко В.В. та ін. 2-ге вид. Вінниця. Нілан. 2014. 358 с.
20. Тішкіна Н. М. Лещова М. О. Єсіна Е. В. Мікроструктурний аналіз якості фаршу сирокочених ковбас. Львів. 2018. С. 268-273.
21. Усатенко Н. Охрименко Ю. Свириденко Т. Соколова С. Система простежуваності як запорука безпечності харчових продуктів. Харчова і переробна промисловість. №2. 2016. С. 4–6.

22. Шинкарук М.В. Балук О.О. Перспективні стартові культури для крафтових ковбасних виробів. Таврійський науковий вісник. Серія. Технічні науки. 2021. №5. С. 38–48. Мелітополь.
23. Bintsis T. Lactic acid bacteria. Their applications in foods. J. Bacteriol. Mycol. 2018. Т. 6. №2. С. 89–94. Нью-Йорк.
24. Sydykova M. Nurymkhan G. Gaptar S. Rebezov Y. Khayrullin M. Nesterenko A. Igor G. Using of lactic-acid bacteria in the production of sausage products. International Journal of Pharmaceutical Research. 2019. Т. 11. №1. URL: https://ijpcr.com/uploads/5/3/0/7/53071643/ijpcr_2019_11_1_22.pdf. (дата звернення: 28.04.2025). Лондон.
25. Ukrainian Food Journal. URL: <https://ukrfoodjournal.com>. (дата звернення: 28.04.2025).
26. VLASENKO I. SEMKO T. Крафтова технологія сирокочених ковбас. Commodities and Markets. 2019. Т. 30. №2. С. 98–107. Київ.
27. Zhang Y. Hu P. Lou L. Zhan J. Fan M. Li D. Liao Q. Antioxidant activities of lactic acid bacteria for quality improvement of fermented sausage. Journal of Food Science. 2017. Т. 82. №12. С. 2960–2967. Нью-Йорк.