

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію **МАРТИНЕНКО Ольги Анатоліївни**
на тему: «**Оцінка інтенсивності передачі стійкості мікрофлори молока до антибіотиків у процесі його переробки**»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 212 «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза»
галузь знань 211 «Ветеринарна медицина»

Актуальність обраної теми. У структурі сучасного харчового сектору та молочної індустрії зокрема, безумовним пріоритетом і стратегічним завданням є гарантування стабільної та пролонгованої безпечності готових продуктів для споживача. Технологічний цикл виготовлення твердих сичужних сирів характеризується високим рівнем складності та тривалістю, що неминуче пов'язано з виникненням критичних мікробіологічних ризиків на різних етапах переробки. Натуральне коров'яче молоко, яке виступає базовим матриксом та основою для виробництва сирів, є оптимальним високопоживним середовищем для інтенсивного розвитку й розмноження широкого спектра як технологічно корисної, так і патогенної чи умовно-патогенної мікрофлори. Досвід операторів ринку показує, що навіть за умови суворого дотримання санітарно-гігієнічних вимог під час виконання таких фундаментальних бар'єрних операцій, як теплова пастеризація, відцентрове бактофугування та нормалізація суміші, повністю елімінувати потенційні мікробіологічні загрози у сироробному процесі практично неможливо. Основними деструктивними векторами та джерелами первинної і вторинної контамінації у сироробстві виступають: низька мікробіологічна якість вихідного сирого молока, незадовільний санітарний стан контактних поверхонь технологічного устаткування, специфічне повітряне середовище виробничих цехів, людський фактор (персонал підприємства), а також сторонні мікроорганізми, що потрапляють разом із неконтрольованими допоміжними інгредієнтами та комерційними заквашувальними культурами. Особливу епідеміологічну та технологічну небезпеку становлять ті види бактерій, які володіють високим адгезивним потенціалом і здатністю формувати стійкі багатоклітинні біоплівки на внутрішніх поверхнях трубопроводів, резервуарів та сировиготовлювачів. Наявність таких консорціумів істотно ускладнює проведення стандартної санітарної обробки (включаючи СІР-мийку) та дезінфекції. Саме тому побудова дієвого контролю безпечності вимагає переходу від періодичного тестування до системного менеджменту, що базується на адаптованих процедурах і принципах концепції НАССР. Глобальною та надзвичайно гострою загрозою для системи громадського здоров'я на сучасному етапі є стрімке поширення у харчових продуктах тваринного походження госпітальних і позалікарняних штамів мікроорганізмів, які є резистентними до дії поширених антибактеріальних засобів. Механізми формування та закріплення цієї стійкості мають двовекторну природу: з одного боку, селекція стійких клонів відбувається безпосередньо на рівні первинних фермерських господарств

через масове або неконтрольоване застосування ветеринарних антимікробних препаратів; з іншого боку, цей процес стимулюється безпосередньо в умовах переробного підприємства через селективний тиск унаслідок проведення нерегулярної або неефективної санітарної обробки обладнання низькими концентраціями дезінфектантів. Як наслідок, стандартні режими пастеризації, механічного очищення та дезінфекції ліній, що впроваджуються на заводах для повної деструкції або мінімізації пулу патогенів і бактерій псування, далеко не завжди досягають своєї цільової ефективності. Додатковим серйозним дестабілізуючим чинником у сучасній індустрії є те, що діючий лабораторний та виробничий контроль на більшості вітчизняних підприємств молочної промисловості залишається консервативним і обмежується визначенням стандартної групи санітарно-показових мікроорганізмів, таких як бактерії групи кишкових паличок (БГКП) та кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФAM). Проте повна відсутність цих індикаторних груп у готовому сирі ще не є стовідсотковою гарантією його абсолютного благополуччя. Клінічно значущі та потенційно небезпечні бактерії, зокрема такі види як *Acinetobacter spp.*, *Escherichia coli* та *Klebsiella pneumoniae*, здатні успішно виживати в пастеризованому молоці та сирній масі, активно обсіменяти робочі зони й тривалий час акумулювати або передавати гени резистентності до антибіотиків широкого спектру дії. Цей факт зумовлює нагальну необхідність і актуальність розроблення принципово нових експрес-методів мікробіологічного моніторингу, а також суттєвого розширення спектру мікроорганізмів, що підлягають обов'язковому внутрішньозаводському контролю. Попри значний масив накопичених наукових праць і фундаментальних досліджень, присвячених вивченню загального мікробіому харчових продуктів та сирів зокрема, природа довготривалого збереження антибіотикорезистентних бактеріальних штамів на ключових етапах виробництва твердих сичужних сирів, а також специфіка їхньої подальшої біологічної трансформації, виживання та горизонтального перенесення генів стійкості під час багатомісячного дозрівання сирної головки, досі залишаються вивченими фрагментарно. Наявність цього суттєвого інформаційного дефіциту в теоретичній та практичній площині харчової безпечності й визначає високу актуальність, наукову новизну та практичну значущість представленої наукової роботи.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх новизна та практичне значення. Дисертація здобувачки підготовлена на основі власних експериментальних досліджень, які проведено методично правильно з використанням сучасних мікробіологічних (виділення та культивування мікроорганізмів), мас-спектрометричних (MALDI-TOF MS ідентифікація), диско-дифузійного тесту для визначення чутливості до антибактеріальних препаратів методів дослідження в умовах наукової лабораторії кафедри та сучасної акредитованої лабораторії Limaria. Одержані

автором результати досліджень оброблено з використанням сучасних статистичних методів, що знайшло відображення у висновках та пропозиціях виробництву.

Достовірність наукових досліджень. Про достовірність одержаних авторкою результатів досліджень свідчать використані сучасні мікробіологічних, мас-спектрометричних методів досліджень та методу диско-дифузійного тесту для визначення чутливості до антибактеріальних препаратів, а також достатня кількість відібраних експериментальних зразків на різних етапах виготовлення твердого сичужного сиру «Український» та статистична обробка даних.

Повнота викладених матеріалів досліджень в опублікованих працях. За результатами досліджень авторкою опубліковано 8 наукових праць, з яких 2 статті у періодичних наукових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, 5 тез наукових доповідей.

Аналіз структури та змісту роботи. Дисертацію викладена на 163 сторінках. Робота складається з анотацій, вступу, огляду літератури, опису матеріалів і методів дослідження, результатів досліджень, аналізу й узагальнення результатів досліджень, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел літератури, який включає 206 джерел, з них 200 – латиницею, та додатків. Робота ілюстрована 26 таблицями і 3 рисунками.

У дисертації здобувачки наведено результати експериментальних досліджень щодо оцінки санітарної безпечності твердих сичужних сирів, проведено мікробіологічний аналіз на наявність санітарно-показових та умовно-патогенних мікроорганізмів, таких як *E. coli*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii* та інших клінічно значущих бактерій. Виконано мікробіологічні дослідження з використанням технології MALDI TOF MS на різних етапах виробництва сиру, проведено статистичну обробку та аналіз ризиків.

Дисертація містить нові дані щодо виділення та ідентифікації мікроорганізмів на всіх основних етапах виробництва твердого сичужного сиру «Український» – від сирого молока до готового продукту – із застосуванням методу MALDI-TOF MS та визначення чутливості виділених мікроорганізмів до антибіотиків.

Встановлено збереження стійкості умовно-патогенних бактерій до антибіотиків після термічної обробки (бактофугування та пастеризація) і в готовому продукті, що свідчить про їх потенційний ризик для безпечності молочних продуктів.

Виявлено наявність повторної контамінації продукту стійкими до антибіотиків мікроорганізмами за рахунок технологічного обладнання, що підкреслює необхідність вдосконалення санітарно-гігієнічного контролю і періодичного мікробіологічного моніторингу на підприємствах молочної промисловості.

Вперше проведено оцінку динаміки стійкості мікроорганізмів до антибіотиків на різних технологічних етапах виробництва сиру, що дозволяє визначити критичні контрольні точки і розробити практичні рекомендації щодо зниження ризику переносу стійкої до антибактеріальних засобів мікрофлори у готові молочні продукти.

Питання для дискусійного обговорення:

1. Які основні джерела мікробіологічної контамінації під час виробництва твердих сичужних сирів, і як вони впливають на безпечність кінцевого продукту?
2. Які критичні контрольні точки виробництва сиру Ви змогли визначити на основі оцінки ризиків і як розумієте концепцію «Єдине здоров'я»?
3. Як технологічні операції пастеризації, бактофугування та нормалізації впливають на склад і стійкість мікрофлори молока у процесі виробництва сиру?
4. Яке значення має виявлення біоплівкоутворювальних мікроорганізмів для санітарної обробки обладнання на виробництві?
5. Як Ваша дослідницька робота може бути застосована для вдосконалення впровадження процедур, заснованих на принципах НАССР на молочному виробництві, особливо за виробництва твердих сирів?
6. Чи можуть результати дослідження бути застосовані для інших видів молочних продуктів?
7. У роботі трапляються невдалі вирази, русизми, опечатки.

Загальний висновок. Дисертація на тему: «Оцінка інтенсивності передачі стійкості мікрофлори молока до антибіотиків у процесі його переробки» є завершеною науковою роботою, виконаною самостійно. Наукові положення, висновки та рекомендації характеризуються науковою новизною, теоретичним і практичним значенням, а також достатньо обґрунтованою. Зміст дисертації повністю розкриває тему, за якою виконувалася робота, відповідає меті й поставленим завданням.

За змістом і оформленням дисертація відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, а її авторка Мартиненко Ольга Анатоліївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 212 «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза» галузі знань 21 «Ветеринарна медицина».

Рецензент професор кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України, кандидат сільськогосподарських наук, професор Наталія СЛОБОДЯНЮК