

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію **БІЛОГО Вадима Юрійовича**
на тему: «Удосконалення біотехнології виготовлення стабілізованої
закваски і використання її за виробництва м'яких сирів»
подану на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 204 «Технологія виробництва та
переробки продукції тваринництва»
галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Актуальність теми дисертації. У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особливої ваги набуває впровадження інноваційних біотехнологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності виробництва, подовження строків зберігання продукції, забезпечення стабільності її органолептичних і мікробіологічних показників.

Одним із визначальних факторів, що формують якість м'яких сирів, є застосування сичужних ензимів, які відіграють ключову роль у перебігу молочнокислого бродіння, процесах структуроутворення, а також у формуванні смакових, ароматичних характеристик і безпечності кінцевого продукту. Саме від їх активності та стабільності значною мірою залежить однорідність консистенції, рівень кислотності та загальна якість сирів. Водночас традиційні закваски не завжди забезпечують належну технологічну надійність під час зберігання та використання, що може спричинити нестабільність виробничих процесів, варіативність показників готової продукції та, як наслідок, економічні втрати для підприємств.

Виходячи із вищесказаного особливої актуальності набуває розроблення та вдосконалення біотехнологічних підходів до створення стабілізованих заквасок, здатних тривалий час зберігати високу біохімічну активність і технологічну ефективність. Такі закваски відкривають нові можливості для підвищення керованості технологічних процесів і забезпечення стабільності якості продукції незалежно від впливу зовнішніх чинників.

Стабілізовані закваски є перспективним напрямом розвитку сучасної молочної біотехнології, оскільки сприяють підвищенню життєздатності та функціональної активності корисної мікрофлори. Їх застосування дозволяє зменшити ризики мікробіологічного псування, підвищити відтворюваність технологічних параметрів і забезпечити стандартизовану якість м'яких сирів. Крім того, використання таких заквасок оптимізує виробничі режими, знижує залежність від коливань сировини та умов навколишнього середовища, а також підвищує економічну ефективність виробництва.

Важливим аспектом є також зростаюча потреба споживачів у продуктах із високими органолептичними показниками та підвищеною харчовою цінністю. У зв'язку з цим особливого значення набуває створення м'яких сирів із

прогнозованими структурно-механічними властивостями, стабільною текстурою та привабливими смаковими характеристиками. Оскільки м'які сири є технологічно чутливими до змін параметрів виробництва, удосконалення ензимних препаратів і заквасок є необхідною умовою підвищення якості та конкурентоспроможності цієї продукції.

Додатково слід враховувати сучасні тенденції розвитку харчової промисловості, які орієнтовані на впровадження ресурсозберігаючих, економічно обґрунтованих і технологічно надійних рішень. Удосконалення біотехнології виготовлення стабілізованих заквасок і наукове обґрунтування їх використання у виробництві м'яких сирів повною мірою відповідає цим вимогам. Це сприятиме більш ефективній переробці молочної сировини, підвищенню якості та безпечності готової продукції, а також розширенню асортименту сирів із заданими властивостями.

Важливим аспектом є також орієнтація сучасного виробництва на ресурсозбереження, енергоефективність і економічну доцільність технологічних процесів. Удосконалення біотехнології виготовлення стабілізованих заквасок і обґрунтування їх використання у виробництві м'яких сирів сприяє більш раціональному використанню молочної сировини, зменшенню втрат, підвищенню виходу готової продукції та оптимізації виробничих витрат.

Отже, обрана тема дисертаційної роботи є своєчасною та актуальною, оскільки спрямована на вирішення важливого науково-практичного завдання – удосконалення біотехнологічних підходів до створення стабілізованих заквасок і ферментних систем та підвищення ефективності їх застосування у технології виробництва м'яких сирів. Реалізація поставлених у роботі завдань сприятиме забезпеченню стабільної якості, безпечності та високої споживчої цінності молочної продукції, а також розвитку сучасних біотехнологій у молочної промисловості.

Зв'язок роботи з державними науковими (галузевими) програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в межах наукової тематики Інституту тваринництва та харчових технологій Білоцерківського національного аграрного університету – «Розроблення біотехнологій одержання стабільних ензимних та бактеріальних препаратів для виробництва кисломолочних продуктів» (номер держреєстрації 0119U005434), що реалізується упродовж 2019–2025 рр.

Наукова новизна досліджень і практична цінність отриманих результатів дисертації. Наукова новизна одержаних результатів полягає в отриманні нових теоретичних і практичних положень, що розкривають особливості процесу та обґрунтовують ефективні підходи до його реалізації.

Вперше удосконалено спосіб екстракції сичужних ензимів за використання суміші неорганічної та органічної кислот. Доведено збільшення екстракції сичужних ензимів за оптимального співвідношення суміші соляної та молочної

кислот. Встановлено оптимальний гідромодуль за екстракції ензимів із подрібнених сичугів.

Визначено оптимальні технологічні показники екстракції сичужних ензимів за використання суміші кислот (час екстракції, величина подрібнення сичугів).

Відпрацьовані елементи іммобілізації сичужних ензимів за використання органічних носіїв. Встановлено оптимальну матрицю для іммобілізації сичужних ензимів.

За проведення доклінічних досліджень на білих мишах та білих щурах доведено, що іммобілізовані сичужні ензими належать до нешкідливих, малотоксичних речовин.

Доведено ефективність використання іммобілізованих сичужних ензимів за технології бринзи.

Вивчено органолептичні показники, амінокислотний склад, бактеріальні показники, вихід бринзи виготовленої за використання іммобілізованих сичужних ензимів.

Розроблено методичні рекомендації та підтверджено можливість використання результатів у науково-освітньому процесі за відповідними спеціальностями.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. У дисертаційній роботі чітко сформульовані наукові висновки та практичні рекомендації. Значний обсяг експериментального матеріалу, сформований у процесі багаторівневих досліджень, створює міцну емпіричну основу для підтвердження висунутих наукових гіпотез.

У ході виконання дисертаційної роботи використано комплекс лабораторних і виробничих експериментів, що забезпечило можливість всебічного вивчення досліджуваних процесів в умовах, максимально наближених до реального виробництва. Це дозволило глибоко проаналізувати вплив технологічних параметрів екстракції та стабілізації сичужних ензимів на їхню біохімічну активність, ферментативну стабільність, а також функціонально-технологічні властивості у процесі виготовлення м'яких сирів. Такий підхід сприяв отриманню комплексної оцінки ефективності запропонованих технологічних рішень.

Правильність отриманих даних підтверджується через проведення експериментів, використання контрольних та порівняльних зразків, а також застосування сучасних методик. Обробка експериментальних даних здійснювалася з визначенням показників варіації, середніх значень, довірчих інтервалів і рівнів статистичної значущості, що дозволило мінімізувати вплив випадкових похибок і забезпечити високий рівень наукової вірогідності. Отримані результати узгоджуються з сучасними теоретичними уявленнями та науковими підходами у галузі біотехнології, ферментології та технології

переробки продукції тваринництва, що додатково підтверджує їхню наукову обґрунтованість.

Узагальнення результатів досліджень здійснено на основі їх системного аналізу, що дозволило встановити причинно-наслідкові зв'язки між технологічними параметрами процесів та якісними характеристиками кінцевого продукту. Це стало підґрунтям для формулювання логічно узгоджених, науково обґрунтованих висновків і практичних рекомендацій, спрямованих на підвищення ефективності виробництва м'яких сирів.

Апробація результатів дослідження, повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях. Основні результати досліджень достатньою мірою апробовані та відображені у наукових публікаціях автора, що підтверджує їхню наукову значущість і практичну цінність. Одержані результати досліджень за темою дисертаційної роботи було опубліковано у 11 наукових працях: 5 статей у наукових фахових виданнях України, 2 статті у виданнях, що включені у міжнародну наукометричну базу даних Scopus, 3 тези доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях та один патент.

Аналіз структури та змісту дисертації. Дисертаційна робота підготовлена державною мовою із дотриманням норм наукового стилю, характеризується чіткістю формулювань, послідовністю викладу та аргументованістю висновків.

Структура дисертації є логічно вибудованою та повною і включає: анотацію, вступ, огляд літератури (розділ I), матеріали та методи досліджень (розділ II), результати власних досліджень (розділ III), узагальнення та аналіз результатів (розділ IV), висновки і пропозиції виробництву, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг роботи становить 158 сторінок комп'ютерного тексту. Ілюстративний матеріал представлений 10 рисунками та 44 таблицями, що сприяє кращому сприйняттю та інтерпретації отриманих результатів. Список використаних джерел налічує 261 найменування, з яких значна частина (215) представлена іноземними публікаціями, що свідчить про ґрунтовне опрацювання міжнародного наукового доробку.

У розділі 1 «Огляд літератури» проаналізовано сучасний стан наукових досліджень за тематикою дисертації. Автором опрацьовано значний масив вітчизняних і зарубіжних наукових джерел, що дозволило комплексно висвітлити сучасні підходи до біотехнології сичужних ензимів і технології виробництва сирної продукції. У роботі простежується вміння здобувача критично аналізувати наукову інформацію, коректно порівнювати різні точки зору, виявляти суперечності та формувати власну аргументовану позицію. Огляд літератури має аналітичний характер, відзначається логічністю, інформативністю та відповідністю поставленій меті дослідження, а також виконаний із використанням актуальних наукових першоджерел.

У розділі 2 «Матеріали та методи досліджень» детально викладено програму та організацію експериментальної частини роботи. Представлено загальну схему

досліджень, охарактеризовано об'єкти та умови їх проведення, а також наведено опис використаних методів і методик. Для визначення фізико-хімічних, мікробіологічних і технологічних показників застосовано сучасні, науково обгрунтовані методичні підходи, що відповідають вимогам досліджень у галузі харчових технологій і біотехнології. Зазначені методики забезпечують високу точність, відтворюваність і об'єктивність отриманих результатів. Наявність посилань на авторів методів і відповідні джерела підтверджує наукову коректність та валідність використаного інструментарію.

У розділі 3 «Результати власних досліджень» представлено результати проведених експериментальних досліджень. У першому підрозділі наведено результати оптимізації технології екстракції сичужних ензимів. Досліджено вплив біологічних факторів, зокрема віку телят, на активність ферментних препаратів, визначено оптимальний склад екстрагенту та встановлено раціональні параметри процесу, включаючи ступінь подрібнення сировини, тривалість екстракції та гідромодуль. Значну увагу приділено дослідженню іммобілізованих форм ензимів та оцінці їх функціональних властивостей. Другий підрозділ присвячено оцінці безпечності отриманих ферментних препаратів. Зокрема, проведено комплекс досліджень щодо визначення їх токсикологічних характеристик, включаючи показники гострої токсичності та нешкідливості, що є важливим аспектом при впровадженні біотехнологічних продуктів у харчове виробництво. У третьому підрозділі розглянуто особливості застосування іммобілізованих сичужних ензимів у технології виробництва бринзи. Проаналізовано їх вплив на вихід готової продукції, органолептичні показники, амінокислотний склад молока, сироватки та кінцевого продукту. Також досліджено мікробіологічні показники та реологічні характеристики бринзи, що дозволило оцінити структурно-механічні властивості продукту залежно від використаної форми ферментів. Четвертий підрозділ містить економічне обгрунтування доцільності впровадження запропонованих технологічних рішень. Проведений аналіз свідчить про підвищення ефективності виробництва за рахунок використання іммобілізованих ензимів, що підтверджує практичну значущість результатів дослідження та перспективність їх впровадження у виробничу діяльність.

У розділі 4 «Узагальнення результатів досліджень» наведено порівняльний аналіз власних результатів із даними інших дослідників, що дозволяє оцінити їх місце у сучасному науковому просторі. Встановлені закономірності та отримані результати узгоджуються з існуючими науковими уявленнями, що підтверджує їх достовірність. На основі проведених досліджень сформульовано логічно завершені, науково обгрунтовані висновки та практичні рекомендації, які безпосередньо впливають із експериментальних даних і відображають глибоке розуміння автором досліджуваної проблематики.

Загалом усі розділи дисертаційної роботи виконані на високому науковому та методичному рівні, відзначаються логічною послідовністю, структурованістю та завершеністю.

Дисертаційна робота Білого Вадима Юрійовича є завершеною самостійною науковою працею, виконаною відповідно до поставленої мети та визначених завдань дослідження. Робота містить усі необхідні структурні елементи дисертаційного дослідження, відзначається логічною побудовою, науковою новизною та практичною спрямованістю отриманих результатів.

Дотримання принципів академічної доброчесності. В ході ознайомлення з дисертаційною роботою Білого Вадима Юрійовича не виявлено ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації текстових запозичень чи інших порушень. Усі ідеї та положення, викладені в роботі, належать автору. Наукові результати інших науковців містять посилання на відповідне джерело.

Дискусійні положення і зауваження до змісту та оформлення дисертації. Попри високий науковий характер та позитивну оцінку дисертації, вважаю доцільним виділити окремі зауваження та побажання:

1. У розділі 1 «Огляд літератури», варто було б глибше обґрунтувати доцільність проведення дослідження щодо використання стабілізованої закваски за технології бринзи.

2. У підрозділі 3.1.5. «Дослідження активності іммобілізованих сичужних ензимів» на стор. 72 зазначено, що іммобілізацію проводили за наявності спейсера, доцільно було б вказати, що використовували в якості спейсера.

3. У підрозділі 3.3.1. «Вплив іммобілізованих сичужних ензимів на вихід бринзи та її органолептичні показники» на стор. 91 зазначено, що масова частка білка відповідала чинному нормативному документу. Варто зазначити документ чи посилання на даний документ.

4. У підрозділі 3.3.4. «Реологічні дослідження бринзи» коректно порівнюються показники бринзи, виготовленої з використанням різних форм сичужних ензимів, але, на мою думку, логічно було б додати короткий підсумок впливу кожного типу ензимів на конкретні її реологічні властивості (еластичність, пружність, пластичність), замість повторюваного опису чисел із таблиці.

5. У підрозділі 3.4. «Економічна доцільність іммобілізації сичужних ензимів та їх використання за технології бринзи» варто зазначити поряд з відсотковими значеннями виходу бринзи і кількісні.

Втім, висловленні побажання та зауваження, не мають принципового характеру не зменшують наукової цінності та практичної значущості результатів аналізованого дослідження і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Білого Вадима Юрійовича.

Загальний висновок. Вважаю, що дисертаційна робота Білого Вадима Юрійовича на тему: «Удосконалення біотехнології виготовлення стабілізованої

закваски і використання її за виробництва м'яких сирів» є завершеним самостійним науковим дослідженням, виконаним на належному науково-методичному рівні.

Дисертація за змістом відповідає спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Заявлена мета дисертаційної роботи повною мірою досягнута, а результати дослідження мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення. Дисертація відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами). За актуальністю, науковою новизною, практичним значенням дисертаційна робота відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261 «Про затвердження Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)» (зі змінами) і постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (зі змінами), а її автор Білий Вадим Юрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 20 «Аграрні науки і продовольство» за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва».

Рецензент,

доктор с.-г. наук, доцент
кафедри технології виробництва
молока і м'яса Білоцерківського
національного аграрного університету



Олександр БОРЩ

26 березня 2026 р.

Підпис Олександра БОРЩА засвідчую
начальник відділу документообігу кадрового
забезпечення Білоцерківського національного
аграрного університету



Олена ЮРЧЕНКО