

**РЕЦЕНЗІЯ**  
на дисертацію **БІЛОГО Вадима Юрійовича**  
на тему: **«УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ**  
**СТАБІЛІЗОВАНОЇ ЗАКВАСКИ І ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ ЗА ВИРОБНИЦТВА**  
**М'ЯКИХ СИРІВ»**,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 204 «Технологія виробництва та  
переробки продукції тваринництва»  
галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

**Актуальність теми дисертації.** Сучасний розвиток харчової промисловості характеризується посиленням вимог до безпечності, якості, стабільності та біологічної цінності продуктів харчування, що зумовлює необхідність удосконалення існуючих біотехнологічних рішень. Особливо це стосується молочної продукції, зокрема м'яких сирів, що є важливою складовою раціону населення та джерелом повноцінного білка, вітамінів і мінеральних речовин. За умов зростання конкуренції на ринку та посилення контролю за якістю харчових продуктів, особливої значущості набуває впровадження інноваційних біотехнологічних підходів, спрямованих на вдосконалення технологій виробництва, підвищення стабільності продукції та подовження термінів її зберігання без погіршення споживчих властивостей.

Одним із визначальних чинників формування якості м'яких сирів є застосування сичужних ферментів, які безпосередньо впливають на перебіг молочнокислого бродіння, процес коагуляції молока, формування структури сирного згустку, а також органолептичні характеристики готового продукту – смак, аромат, консистенцію. Водночас, використання традиційних ферментних препаратів та заквасок часто супроводжується нестабільністю їх активності під час зберігання і технологічного використання. Це може призводити до варіабельності технологічного процесу, зниження відтворюваності результатів, нерівномірності якості продукції і, як наслідок, економічних втрат на потужностях молочної галузі.

В цьому контексті особливої актуальності набуває розроблення та удосконалення біотехнології виготовлення стабілізованих заквасок та ферментних препаратів, здатних зберігати високу біохімічну активність, функціональну ефективність і технологічну надійність упродовж тривалого часу. Використання стабілізованих систем дозволяє підвищити життєздатність і активність корисної мікрофлори, забезпечити керуваність ферментативних процесів, зменшити ризик мікробіологічного псування й досягти стандартизації показників безпечності та якості м'яких сирів.

Стабілізовані ферменти розглядаються як один із пріоритетних напрямів розвитку сучасної молочної біотехнології, оскільки їх застосування сприяє оптимізації виробничого режиму, підвищенню ефективності використання сировини, зниженню впливу зовнішніх технологічних факторів і забезпеченню стабільності кінцевого продукту. Це, в свою чергу, створює передумови для підвищення конкурентоспроможності молокопереробних підприємств як на внутрішньому, так і міжнародному ринках.

Додаткової актуальності дослідженню надає необхідність створення харчових продуктів із покращеними споживчими характеристиками, зокрема,

прогнозованими структурно-механічними властивостями, високими органолептичними показниками та підвищеною харчовою і біологічною цінністю. М'які сири є технологічно чутливими до змін параметрів виробництва, тому вдосконалення складу та властивостей ферментних препаратів і заквасок є ключовим чинником забезпечення стабільності їх якості.

**Зв'язок роботи з державними науковими (галузевими) програмами, планами, темами.** Дисертація відповідає науковому напрямку Інституту тваринництва та харчових технологій Білоцерківського національного аграрного університету, розділу наукової тематики «Розроблення біотехнологій одержання стабільних ензимних та бактеріальних препаратів для виробництва кисломолочних продуктів» (номер держреєстрації 0119U005434).

Представлене дисертаційне дослідження органічно узгоджується з визначеними державою пріоритетами розвитку агропродовольчого сектору та харчової промисловості, що спрямовані на впровадження інноваційних біотехнологій і підвищення якості харчової продукції. В роботі обґрунтовано доцільність удосконалення біотехнологічних підходів до створення стабілізованих заквасок, як важливого чинника забезпечення стабільності технологічного процесу і підвищення споживчих властивостей м'якого сиру.

**Наукова новизна досліджень і практична цінність отриманих результатів дисертації.** Вперше вдосконалено спосіб екстракції сичужних ензимів із використанням суміші неорганічної (хлористоводневої) та органічної (молочної) кислот, що забезпечує підвищення ефективності їх вилучення за оптимального співвідношення компонентів. Установлено оптимальний гідромодуль і визначено раціональні технологічні параметри процесу екстракції (тривалість та ступінь подрібнення сировини). Розроблено та обґрунтовано підходи до іммобілізації сичужних ензимів із використанням органічних носіїв, визначено оптимальну матрицю для їх фіксації. За результатами доклінічних досліджень доведено, що іммобілізовані ензими є малотоксичними та безпечними. Підтверджено ефективність їх використання в технології бринзи, зокрема, за органолептичними показниками, амінокислотним складом, мікробіологічними характеристиками і виходом готового продукту.

Встановлено, що найефективнішим екстрагентом для вилучення сичужних ензимів є суміш хлористоводневої та молочної кислот у співвідношенні 0,8:0,2, що забезпечує підвищення їх виходу у 2,3 рази порівняно з використанням лише хлористоводневої кислоти. Оптимальними умовами процесу визначено розмір часток – 0,03–0,6 мм та тривалість екстракції – 20 годин. Обґрунтовано доцільність використання сухої молочної сироватки, як носія для іммобілізації, що забезпечує стабільність активності ензимів понад 36 місяців; установлено їх належність до малотоксичних речовин ( $DL_{50} > 5000$  мг/кг). Застосування стабілізованих ензимів підвищує вихід бринзи на 7,7 % порівняно з використанням ензимів мікробного походження.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.** Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та практичні рекомендації обґрунтовані системним, комплексним та міждисциплінарним підходом до планування, організації й реалізації досліджень, що дозволило

інтегрувати теоретичні положення та експериментальні дані для цілісного розуміння проблеми.

Робота базується на сучасному інструментарії фізико-хімічного аналізу, біотехнологічних методах дослідження і математично-статистичних підходах, що забезпечило достовірні, об'єктивні та відтворювані результати. Значний обсяг експериментального матеріалу, сформований у поетапних дослідженнях, створює надійну емпіричну базу для підтвердження висунутих гіпотез і теоретичних узагальнень.

Застосовано комплекс лабораторних і виробничих експериментів, що дозволив дослідити об'єкти як у контрольованих умовах, так і середовищі, наближеному до реальних виробничих процесів, аналізуючи придатність отриманих результатів до практичного застосування.

Всебічно досліджено вплив технологічних параметрів процесів екстракції та стабілізації сичужних ензимів на їхню біохімічну активність, ферментативну стабільність і функціонально-технологічні характеристики у виробництві м'якого сиру, що забезпечило глибоке розуміння механізмів дії ферментних препаратів та комплексну оцінку ефективності технологічних рішень.

Достовірність результатів підтверджується повторюваністю експериментів, використанням контрольних і порівняльних зразків, сучасними методами математичної статистики та узгодженістю з даними інших дослідників у галузі біотехнології, ферментології й технології переробки продукції тваринництва.

Узагальнення результатів здійснювалося на підставі системного та порівняльного аналізу, що дозволило встановити закономірності між технологічними параметрами процесів і якісними характеристиками продукту, а на цій основі сформульовано логічно послідовні, науково обґрунтовані висновки та практичні рекомендації для удосконалення технології виробництва м'якого сиру, підвищення ефективності використання ферментних препаратів та забезпечення стабільності якості продукції. Отримані результати мають теоретичну значущість і практичну цінність, що підтверджує високий рівень наукової обґрунтованості роботи.

**Апробація результатів дослідження, повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях.** Результати експериментів оприлюднювалися на засіданнях академічної ради та вченої ради біолого-технологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету та науково-практичних конференціях всеукраїнського та міжнародного рівнів.

Основні результати дисертаційного дослідження отримали належне відображення в 11 наукових працях, зокрема, 5 статтях у наукових фахових виданнях України, 2 статтях – виданнях, що включені у міжнародну наукометричну базу даних *Scopus*, 3 тезах доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях та одному патенті.

Таким чином, результати дисертації були неодноразово представлені на розгляд наукової спільноти та здобули наукову апробацію, що свідчить про завершеність, системність і самостійність виконаного наукового дослідження.

**Аналіз структури та змісту дисертації.** Дисертаційна робота виконана з чітким дотриманням загальноприйнятих вимог до наукових праць відповідного

рівня, що свідчить про системний підхід автора до організації дослідження та логічну послідовність викладення матеріалу. Структура роботи є впорядкованою, цілісною та науково обґрунтованою. Текст дисертації викладено державною мовою, з дотриманням норм сучасного наукового стилю, характеризується точністю формулювань, послідовністю аргументації, логічною завершеностю думок і належним рівнем наукової культури викладу.

Композиційна побудова дисертації є повною та відповідає встановленим вимогам і включає наступні структурні елементи: анотацію, вступ, огляд літератури (розділ I), матеріали і 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. Для наочного представлення результатів використано 10 рисунків і 44 таблиці, що підвищує інформативність роботи та полегшує сприйняття експериментальних даних. Список використаних джерел налічує 261 найменування, серед яких переважають іноземні публікації (215), що свідчить про ґрунтовне опрацювання автором сучасних міжнародних наукових досліджень і високий рівень обізнаності з актуальними тенденціями у відповідній галузі.

**Розділ 1 «Огляд літератури»** структурований у чотири змістовні підрозділи, в яких здійснено глибокий і всебічний аналіз сучасного стану наукових досліджень за тематикою дисертації. Автором опрацьовано значний обсяг вітчизняних та зарубіжних джерел, що дозволило системно охарактеризувати основні наукові підходи до біотехнології сичужних ензимів та технології виробництва м'якого сиру. У розділі простежується здатність здобувача до критичного аналізу наукової інформації, вміння порівнювати різні концепції, виявляти дискусійні аспекти та формувати власне аргументоване бачення проблеми. Представлений огляд має глибокий аналітичний зміст, послідовну логічну побудову, є насиченим інформацією та повністю узгоджується з метою і завданнями дослідження.

**Розділ 2 «Матеріали та методи досліджень»** детально розкриває програму дослідження, етапи його реалізації, об'єкти, умови проведення експериментів та застосовані методики. Наведено загальну схему експериментальних робіт, яка відображає послідовність досліджень та їх логічний взаємозв'язок. Для визначення фізико-хімічних, мікробіологічних і технологічних показників використано сучасні валідні методи, що відповідають вимогам харчової технології та біотехнології. Застосований методичний інструментарій забезпечує високу точність, надійність і відтворюваність отриманих результатів. Посилання на джерела методик підтверджують наукову обґрунтованість і коректність використаних підходів.

**Розділ 3 «Результати власних досліджень»** є центральним у дисертації та охоплює чотири підрозділи; в яких послідовно викладено результати експериментальної роботи. В першому підрозділі представлено результати оптимізації процесу екстракції сичужних ензимів. Досліджено вплив біологічних і технологічних факторів, зокрема, віку телят, складу екстрагенту, ступеня подрібнення сировини, тривалості екстракції та величини гідромодуля на

активність ферментних препаратів. Значну увагу приділено дослідженню іммобілізованих форм ензимів, їх активності та функціональних властивостей.

Другий підрозділ присвячено визначенню безпечності отриманих ферментних препаратів. Виконано комплекс токсикологічних досліджень з метою оцінювання безпечності, зокрема, визначення рівня гострої токсичності, що є необхідним етапом для впровадження препаратів у харчову промисловість.

У третьому підрозділі досліджено технологічні аспекти використання іммобілізованих сичужних ензимів у виробництві бринзи. Проаналізовано їх вплив на вихід продукції, органолептичні характеристики, амінокислотний склад молока, сироватки та готового продукту. Також здійснено оцінку мікробіологічних показників і реологічних властивостей бринзи, що дозволило охарактеризувати структурно-механічні особливості продукту залежно від форми використаних ферментів.

Четвертий підрозділ містить економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованих технологічних рішень. Здійснені розрахунки вказують на зростання ефективності виробництва, оптимізацію витрат і покращення техніко-економічних показників за використання іммобілізованих ензимів, що підтверджує практичну цінність одержаних результатів.

**Розділ 4 «Узагальнення результатів досліджень»** присвячений систематизації та науковому осмисленню отриманих результатів. Автор здійснює порівняльний аналіз отриманих результатів із даними інших дослідників, що дозволяє окреслити їх місце в сучасній науковій парадигмі.

Встановлені закономірності узгоджуються з існуючими теоретичними положеннями, що підтверджує їх достовірність. На підставі проведеного аналізу сформульовано обґрунтовані висновки та практичні рекомендації, що логічно випливають із результатів дослідження.

В цілому дисертаційна робота характеризується високим науковим і методичним рівнем виконання, логічною послідовністю викладу матеріалу, структурованістю та завершеністю.

Дисертація Білого Вадима Юрійовича є завершеною, самостійно виконаною науковою працею, у якій вирішено актуальне науково-практичне завдання.

Робота повною мірою узгоджується з поставленими цілями та завданнями, містить елементи наукової новизни і має практичну спрямованість, що підтверджує її вагомість для подальшого розвитку біотехнології та виробництва молочних продуктів.

**Дотримання принципів академічної доброчесності.** Результати аналізу дисертації Білого Вадима Юрійовича та пов'язаних із нею наукових публікацій свідчать про відсутність порушень академічної доброчесності (академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації). Зокрема, дисертація містить посилання на джерела інформації за кожним випадком використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; відповідає нормам законодавства про авторське право і суміжні права; відображає прагнення надати достовірну інформацію про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень та джерела інформації.

## **Дискусійні положення і зауваження до змісту та оформлення дисертації.**

Водночас, високо оцінюючи дисертацію, вважаю за потрібне проголосити низку зауважень та побажань дискусійного характеру:

1. У підрозділі 1.1. «Сировина та технологія бринзи», на стор. 3 зазначено, що до мікрофлори молока для виробництва бринзи висувають особливо високі вимоги, тож варто було б зазначити конкретно які саме вимоги або дати посилання на нормативний документ.

2. У підрозділі 2.1 «Матеріали, місце проведення досліджень та умови проведення дослідів» (стор. 57) зазначено, що сушіння іммобілізованих ензимів здійснювали за умов активного вентилявання та перемішування. Водночас, доцільно навести конкретні параметри процесу сушіння (температуру, тривалість, швидкість повітряного потоку тощо), оскільки вони є важливою технологічною складовою та можуть впливати на результати дослідження.

3. У підрозділі 3.1.5. «Дослідження активності іммобілізованих сичужних ензимів», порівняння ефективності іммобілізованих і нативних ензимів має дещо описовий характер. Хоча в таблицях наведені дані щодо якості молочного згустку та часу сквашування, бракує кількісного оцінювання збереження активності (у відсотках або відносних одиницях), що дозволить більш чітко продемонструвати переваги іммобілізованої форми.

4. У підрозділі 3.2. «Встановлення нешкідливості та гострої токсичності стабілізованих сичужних ензимів», висновок про клас токсичності можна додатково підкріпити нормативним посиланням. Віднесення стабілізованих сичужних ензимів до IV класу малотоксичних речовин обґрунтовано отриманими експериментальними даними. Разом з тим, посилання на відповідні нормативні документи або класифікаційні підходи дозволило б зробити висновки більш завершеними з точки зору токсикологічної оцінки.

5. Підрозділ 3.3.1. «Вплив іммобілізованих сичужних ензимів на вихід бринзи та її органолептичні показники» є достатньо інформативним, логічно побудованим, ґрунтується на коректно проведених технологічних та органолептичних дослідженнях, що дозволяє обґрунтувати вплив іммобілізованих сичужних ензимів на вихід і якість бринзи, та все ж, доцільним є узагальнення окремих результатів у вигляді стислих порівняльних висновків між дослідними групами з метою посилення аналітичної складової роботи. Такий підхід сприятиме кращому сприйняттю практичної значущості отриманих результатів.

6. У підрозділі 3.3.2. «Амінокислотний склад сироватки, молока та бринзи за використання різних ензимів», на стор. 97 зазначено, що внаслідок застосування мікробних заквасок було отримано відповідні показники. В даному випадку, було б доцільним уточнення видового або штамового складу використаних мікробних заквасок.

Зазначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи, мають переважно рекомендаційний і дискусійний характер та спрямовані на подальше вдосконалення досліджень. Вони не зменшують наукову вагомість отриманих результатів і не впливають на обґрунтованість сформульованих висновків та рекомендацій.

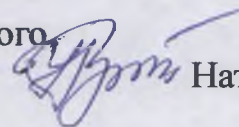
**Загальний висновок.** Аналіз змісту дисертаційної роботи БІЛОГО Вадима Юрійовича дає підстави стверджувати, що здобувач продемонстрував високий рівень професійної підготовки, ґрунтовні теоретичні знання та здатність до проведення самостійних наукових досліджень. У процесі виконання роботи він проявив себе як кваліфікований і ерудований дослідник, який уміє формулювати актуальні наукові проблеми, обґрунтовувати шляхи їх вирішення та отримувати науково значущі результати.

Розв'язання визначених теоретичних, методичних і практичних завдань дозволило одержати положення та висновки, які відповідають критеріям наукової новизни. Тема дисертації «Удосконалення біотехнології виготовлення стабілізованої закваски і використання її за виробництва м'яких сирів» висвітлена в повному обсязі, завдання розв'язано, мету реалізовано, що дозволило здобути нові наукові результати, важливі як у теоретичному, так і в практичному аспектах.

Представлена дисертація за змістом, структурою, обсягом та оформленням відповідає всім установленим вимогам Міністерства освіти і науки України (Наказ МОН України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), постанова Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 «Про затвердження Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 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 наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 20 «Аграрні науки і продовольство» за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва».

**Рецензент,**

кандидат ветеринарних наук, доцент  
кафедри ветеринарно-санітарної експертизи,  
гігієни продуктів тваринництва та патологічної  
анатомії імені Й. С. Загаєвського Білоцерківського  
національного аграрного університету



Наталія БУКАЛОВА

«27» березня 2026 р.

Підпис Наталії БУКАЛОВОЇ засвідчую

Начальник відділу документообігу кадрового  
забезпечення Білоцерківського національного  
аграрного університету



Олена ЮРЧЕНКО