

Голові спеціалізованої вченої ради
при Інституті біохімії
ім. О.В. Палладіна НАН України
доктору біологічних наук,
академіку НАН України, професору,
завідувачу відділу біохімії
м'язів Інституту біохімії
ім. О.В. Палладіна НАН України
Сергію КОСТЕРІНУ

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата біологічних наук, старшого дослідника, доцента кафедри біохімії ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка Тетяни ГАЛЕНОВОЇ на дисертаційну роботу Євгенія КУЧЕРЯВОГО на тему «Дослідження структури та функцій α C-регіонів та B β N-доменів фібрин(оген)у за допомогою молекулярних ефекторів», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 09 – Біологія, за спеціальністю 091 – Біологія.

Детальний аналіз дисертаційної роботи Євгенія КУЧЕРЯВОГО дозволяє сформулювати такі висновки щодо її актуальності, наукової новизни, практичної значущості, структури, а також окремі зауваження і загальну оцінку.

Актуальність теми дослідження. Проблематика молекулярної організації фібрин(оген)у та його участі у тромбоутворенні є предметом дослідження вже понад півстоліття, і здавалося б, більшість ключових аспектів, що стосуються структури та функціонування цієї молекули вже вивчено. Проте навіть сьогодні залишаються «білі плями» щодо ролі окремих структурних доменів, зокрема α C-регіонів та B β N-доменів, у регуляції процесів фібриноутворення та агрегації тромбоцитів.

Актуальність цієї роботи як фундаментального дослідження полягає в прагненні з'ясувати тонкі механізми міждоменних взаємодій всередині молекули фібрин(оген)у, що забезпечують його структурну пластичність і функціональну активність на різних етапах гемостазу. У цьому контексті дослідження Євгенія

КУЧЕРЯВОГО є вагомим внеском у фундаментальну біохімію білкових структур.

З прикладної точки зору, дослідження дозволяє не лише краще зрозуміти молекулярну фізіологію тромбоутворення, а й виявити нові потенційні цілі для створення селективних антитромботичних препаратів. Особливої уваги заслуговує застосування моноклональних антитіл і пептид-міметиків, які можуть бути основою для подальшої розробки молекулярно-спрямованих терапевтичних агентів.

Таким чином, дисертація є актуальною як у фундаментальному, так і прикладному вимірах – вона не лише поглиблює базові уявлення про структуру фібрин(оген)у, а й відкриває нові перспективи у розробці біомедичних технологій, спрямованих на контроль тромбоутворення та регуляцію гемостазу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у межах держбюджетних тем Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, зокрема, 0121U110361 «Створення прототипу лікарського препарату «Антитромботичний засіб калікс[4]арен С-145» та його доклінічні дослідження», 2021; 0119U000660 «Розробка прототипу лікарського препарату з антитромботичною та проангіогенною дією на основі калікс[4]арену С-145», 2019; 0115U003650 «Дослідження каліксаренів як кровозберігаючих антифібринолітичних та антитромботичних агентів», 2015-2019; 0123U100894 «Створення сучасних каліксаренових регуляторів біохімічних процесів для медицини та біотехнології», 2023-2024 рр., та узгоджена з тематикою відділу структури та функції білка. Автор брав безпосередню участь у реалізації експериментальних досліджень, що засвідчує його фаховий рівень та наукову інтегрованість у дослідницьке середовище установи.

Ступінь обґрунтованості основних положень, висновків сформульованих у дисертації. Аналіз змісту дисертаційного дослідження Євгенія КУЧЕРЯВОГО та опублікованих ним наукових праць свідчить про самостійність, цілісність і логічну завершеність виконаного дослідження. Чітко сформульовані мета, завдання, об'єкт і предмет дослідження повністю відповідають вимогам до кваліфікаційних наукових праць. Усі поставлені

завдання узгоджені з метою дослідження, що полягала у з'ясуванні ролі окремих структурних елементів молекули фібрин(оген)у у полімеризації фібрину та агрегації тромбоцитів, і в цілому виконані здобувачем у повному обсязі.

Високий ступінь наукової обґрунтованості отриманих результатів забезпечено комплексним і паралельним застосуванням низки ефективних підходів, зокрема використанням селективних протеїназ, пептидів-міметиків і моноклональних антитіл. Комбінація цих підходів дозволила здобувачеві не лише оцінити роль окремих сайтів, а й порівняти ефекти блокування тих самих ділянок засобами з різним механізмом дії. Такий експериментальний дизайн значно підвищує переконливість і валідність отриманих висновків.

Достовірність основних наукових положень, висновків, практичних рекомендацій та одержаних результатів. Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів дослідження, наукових положень та рекомендацій підтверджено достатнім рівнем їх висвітлення у наукових публікаціях здобувача, що опубліковані у фахових вітчизняних та міжнародних рецензованих виданнях, включених до провідних наукометричних баз даних, зокрема Scopus та Web of Science. Здобувач є першим або співавтором у низці статей, у яких наведено експериментальні дані, що увійшли до структури дисертації, з чітко позначеним особистим внеском у проведення досліджень.

Апробація результатів здійснена на престижних міжнародних форумах, у тому числі на 26-му Конгресі Міжнародного товариства фібринолізу та протеолізу (2023) та конференції RECOOP Bridges in Life Sciences (2021), що засвідчує високу якість та наукову цінність здобутих даних. Аналіз тексту дисертації, методичного інструментарію, узагальнення результатів і сформульованих висновків дозволяє зробити висновок, що вони є науково обґрунтованими, логічно витікають із поставлених завдань та підтверджені незалежними джерелами і публікаціями.

Новизна основних наукових положень, висновків та практичних рекомендацій, а також проведених наукових досліджень і одержаних результатів. У дисертаційній роботі Євгенія КУЧЕРЯВОГО сформульовано та

обґрунтовано низку наукових положень, висновків і практичних рекомендацій, які відзначаються науковою новизною. Узагальнюючим результатом дослідження є поглиблене розуміння структури й функцій двох ключових доменів молекули фібрин(оген)у – α C-регіонів і B β N-доменів – у контексті їхньої ролі у процесі полімеризації фібрину та формуванні фібриново-тромбоцитарного згустку.

Найбільш вагомі наукові результати, які ілюструють новизну дисертації та особистий внесок здобувача, полягають у наступному:

- 1) вперше отримано експериментальне підтвердження ключового значення комплексу α C-регіону з B β N-доменом у процесі полімеризації фібрину, зокрема у комплементарних взаємодіях центрів полімеризації «C»:«c»;
- 2) встановлено функціональний поділ субдоменів α C-регіону, зокрема їхню участь у первинній асоціації фібрину, укріпленні згустку та в його взаємодії з тромбоцитами;
- 3) сформульовано нову модель внутрішньомолекулярних взаємодій α C-регіонів та B β N-доменів, яка пояснює процес латеральної асоціації фібринових протофібрил;

Таким чином, наукова новизна дисертації полягає у глибокому і комплексному підході до вивчення доменної архітекτονіки фібрин(оген)у із залученням функціональних ефекторів, що дозволило вийти на нові концептуальні положення про регуляцію полімеризації фібрину в нормі та патології.

Практичне значення одержаних результатів. Оцінюючи практичне значення основних положень і висновків дисертації Євгенія КУЧЕРЯВОГО, слід підкреслити, що в роботі порушено низку прикладних аспектів, які мають потенційне значення для розробки нових біомедичних стратегій регуляції гемостазу.

Зокрема, продемонстровано, що таргетна дія на α C-регіони та B β N-домени фібрин(оген)у за допомогою селективних ефекторів (протеїназ, пептидів, моноклональних антитіл) істотно змінює полімеризаційні властивості фібрину, морфологію протофібрил та здатність фібрину до взаємодії з тромбоцитами. Це

дозволяє розглядати відповідні ділянки молекули як нові мішені для створення селективних антитромботичних агентів, здатних регулювати фібриноутворення без порушення загального гемостазу.

Отримані результати можуть бути використані у: експериментальній біохімії для вивчення механізмів міжмолекулярних взаємодій фібриногену; молекулярному дизайні терапевтичних пептидів і антитіл; розробці перспективних протитромботичних препаратів з селективною дією; створенні нових моделей тромбоутворення *in vitro* для доклінічного скринінгу біоактивних сполук; прикладній імунохімії – зокрема для специфічної детекції або блокади окремих епітопів фібриногену в патогенетично значущих умовах.

У роботі фактично закладено фундамент для доклінічної валідації окремих молекулярних мішеней у фібрин(оген)і, з перспективою подальшої трансляції результатів у напрямі прецизійної медицини.

Повнота викладу основних наукових положень, висновків та практичних рекомендацій в опублікованих працях. Основні положення дисертаційної роботи відображені у 7 наукових статтях, з яких: 2 опубліковані у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз (Scopus, Web of Science), включно з журналами категорії Q1 та Q3 (Biochemistry, BBA Advances); 4 статті опубліковані у журналі «Biotechnologia Acta» – фаховому виданні з біології та біотехнології; 1 стаття опублікована у зарубіжному виданні «Southeastern European Medical Journal».

Крім того, здобувач є автором або співавтором низки тез доповідей, що апробували результати дисертації на провідних міжнародних та всеукраїнських конференціях. У більшості публікацій чітко окреслено особистий внесок дисертанта – зокрема проведення електронної мікроскопії, турбідиметричних досліджень, аналізу агрегації тромбоцитів, моделювання, написання та редагування статей. Це свідчить про активну наукову позицію здобувача, його компетентність у застосуванні сучасних методів біохімічного аналізу та відповідальність за реалізацію експериментальної частини дослідження.

Таким чином, основні результати, положення і висновки дисертаційної

роботи отримали належне висвітлення у рецензованих наукових виданнях і цілком відповідають вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня.

Структура дисертації. Варто відмітити, що всі розділи дисертації побудовані за принципом пропорційності та характеризуються єдністю змісту, в результаті чого автору вдалося виконати поставлені завдання та надати обґрунтовані висновки, пропозиції та рекомендації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти основних розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 157 позиції. Робота містить 2 анотації (українською та англійською мовами). Загальний обсяг дисертації становить 126 сторінок, з яких 108 – основний текст. Дисертація ілюстрована 55 рисунками і містить 3 таблиці. Оформлення відповідає вимогам до дисертаційних робіт, виклад здійснено грамотною науковою мовою, із застосуванням відповідної біохімічної термінології.

В анотації автор стисло виклав основні положення та результати досліджень дисертаційної роботи, коротко окреслив наукову новизну та практичне значення.

У вступі дисертації автор переконливо розкриває актуальність обраної наукової проблеми, її значення в медичній сфері та фармацевтичній галузі, обґрунтовує доцільність проведених експериментів, пояснює зв'язок обраного напрямку досліджень із тематикою та науковими програмами установи, на базі якої виконувалася робота. У цьому розділі також методично грамотно сформульовані мета та завдання роботи, її наукова новизна, теоретичне значення та практичні аспекти отриманих результатів.

Розділ 1 (огляд літератури) дисертації Євгена КУЧЕРЯВОГО складається з двох основних підрозділів, у яких послідовно подано аналіз сучасних уявлень про структуру фібриногену та механізми його полімеризації, а також докладно висвітлено роль молекулярних ефекторів (моноклональних антитіл, пептидів-міметиків, селективних протеїназ) як інструментів для дослідження функціональних доменів фібрин(оген)у.

У підрозділі 1.1 здобувач грамотно й методично коректно розкриває сучасні уявлення щодо доменної організації молекули фібриногену,

включаючи структурну характеристику A α , B β та γ -ланцюгів, а також принципи формування протофібрил і тривимірної фібринової сітки. Окрема увага приділена ролі α C-регіонів та B β N-доменів, що є безпосередньо релевантним до тематики дисертації.

Підрозділ 1.2 є значущим як з методологічної, так і з концептуальної точки зору, оскільки в ньому автор не просто перелічує ефектори, а аналізує механізми їх дії та наводить приклади застосування з літератури. Здобувач акцентує увагу на різниці між прямим блокуванням сайтів антитілами, конкурентним інгібуванням пептидами-міметиками та протеолітичним видаленням окремих ділянок за допомогою селективних ферментів. Такий підхід свідчить про глибоке розуміння механізмів дії ефекторів та дозволяє закласти чітку методологічну основу для формування гіпотез у наступних експериментальних розділах.

Особливо цінним є те, що автор не обмежується сухим описом типів ефекторів, а супроводжує кожен групу конкретними прикладами з літератури, наводячи як переваги, так і обмеження їх використання. Це створює у читача вичерпне уявлення про функціональні інструменти, які застосовуються в сучасній структурно-функціональній біохімії білків.

Таким чином, огляд літератури відіграє важливу роль у логіці побудови всієї дисертації, формуючи не лише теоретичне підґрунтя, а й обґрунтовану концептуальну схему для подальшого використання ефекторного підходу в дослідженні структури фібрин(оген)у.

Зауважень до розділу немає.

Розділ 2 дисертаційної роботи викладено на 14 сторінках і присвячено опису методів та експериментальних підходів, застосованих у дослідженні. Усі використані методики супроводжуються посиланнями на відповідні літературні джерела або авторські модифікації. Зміст розділу охоплює як загальні підходи до підготовки частково гідролізованих форм фібриногену і молекулярних ефекторів (антитіл, пептидів), так і специфічні методи оцінки полімеризації фібрину, вивчення агрегації тромбоцитів, електронної мікроскопії, а також статистичної обробки результатів. Загалом, усі методи

дослідження підібрано раціонально, відповідно до поставленої мети та завдань дисертаційної роботи.

Зауваження до розділу:

1) Некоректність назв окремих підрозділів. Заголовки на кшталт «Фібриноген desB β 1-42», «Пептид B β 1-42» та подібні до них не відображають методичного змісту підрозділів і можуть вводити читача в оману. Доцільно було б сформулювати їх як «Одержання фібриногену desB β 1-42», «Одержання та характеристика пептиду B β 1-42» або аналогічно цьому, що чітко відповідало б фактичному наповненню розділів.

3) Відсутній розділ, який би висвітлював підхід отримання суспензії чистих тромбоцитів, натомість забагато уваги приділено загальній інформації що стосується денситометрії у програмі ImageJ та методу вестерн-блот, який, можливо, і було застосовано дисертантом для певних цілей, але в роботі про це не згадується.

2) Недостатня деталізація статистичної обробки. У підрозділі 2.3.7 «Статистична обробка даних» не розкрито ключових аспектів, таких як: метод перевірки нормальності розподілу, способи порівняння незалежних вибірок, критерії визначення статистичної значущості, програмне забезпечення, використане для аналізу. Відсутність цих даних знижує відтворюваність і прозорість оцінки достовірності результатів.

Попри окремі недоліки, загальний рівень методичного забезпечення дослідження заслуговує позитивної оцінки. Автор продемонстрував володіння широким арсеналом сучасних експериментальних методів і навички їх адаптації до конкретних цілей роботи.

Наступні три розділи висвітлюють одержані автором результати.

Розділи 3-5 дисертаційної роботи присвячено комплексному функціональному аналізу окремих доменів молекули фібрин(оген)у – B β N-домену, C-кінцевого субдомену та доменної частини α C-регіону – із залученням трьох типів молекулярних ефекторів: протеїназ, синтетичних пептидів та моноклональних антитіл.

Автор переконливо продемонстрував, що видалення або блокада

зазначених ділянок фібриногену по-різному впливають на полімеризацію фібрину: 1) видалення В β 1–42 повністю пригнічує полімеризацію, тоді як антитіло 2d2a суттєво її уповільнює, що свідчить про критичну роль В β N-домену в ініціації фібринозбірки; 2) блокада С-кінцевого субдомену α С-регіону (антитілом I-5A або пептидом A α 505–610) гальмує латеральну асоціацію протофібрил, але не впливає на початкову фазу згортання; 3) доменна частина α С-регіону (A α 414–610) виявилася важливою для латеральної асоціації та стабільності фібринового згустку, про що свідчить зниження мутності та морфологічні зміни ниток.

Отримані ефекти було підтверджено за допомогою турбідиметрії, електронної мікроскопії та агрегатометрії. Дисертант демонструє не лише володіння складними експериментальними методами, а й логічну послідовність у застосуванні ефекторного підходу, що дозволило деталізувати функціональні зони фібрин(оген)у.

Зауваження до розділів 3-5:

1) Формулювання назв розділів («В β N-домен», «С-кінцевий субдомен» тощо) є занадто загальними й не відображають змісту або методологічного підходу. Доцільно було б конкретизувати назви, наприклад: «Дослідження функціональної ролі В β N-домену фібриногену за допомогою молекулярних ефекторів». Це точніше передало б і суть підходу, і об'єкт аналізу. Це ж стосується і назв підрозділів.

2) Недостатня літературна інтеграція. У дискусійній частині окремих підрозділів бракує зіставлення результатів із даними інших авторів. Більше того, при описі результатів відсутні посилання на інші джерела, що стосуються аналогічних або контрастних результатів. Включення таких зіставлень дозволило б краще інтегрувати результати у науковий дискурс та підвищити доказовість зроблених висновків.

3) Не розкрито механізми дії ефекторів. Зокрема, вплив пептидів та антитіл часто просто констатується без уточнення можливого механізму дії, хоча б гіпотетичного, якщо наразі не достатньо даних для формування остаточних висновків.

4) В окремих місцях опису результатів варто було деталізувати експериментальні умови (концентрації ефекторів, кількість повторів, морфометричні характеристики), що покращило б відтворюваність даних. Наприклад, у експериментах щодо впливу досліджуваних антитіл на агрегацію тромбоцитів слід вказувати кінцеві концентрації, а не об'єми внесеного розчину (0,025 мл; 0,05 мл, рис. 3.13, 3,14) чи молярне співвідношення.

5) У тексті наявні окремі граматичні та стилістичні неточності, а також невдалі або двозначні формулювання. Вони не є системними, однак потребують редакторської уваги для покращення наукового стилю викладення.

Питання для дискусії:

1) У межах дослідження автор використав синтетичний пептид B β 1–42 для оцінки його впливу на полімеризацію фібрину. Проте очікуваного інгібуючого ефекту виявлено не було. Такий результат, як вірно зазначає дисертант, може бути пов'язаний з відсутністю у пептиді стабільної вторинної структури. В контексті даного експериментального підходу, хотілося б почути думку дисертанта щодо альтернативної моделі експерименту, за якої пептид додається не до нативного фібриногену, а до його модифікованої форми – фібриногену desB β 1-42, з якого експериментально видалено відповідну ділянку. Можливо, у цьому разі пептид міг би відігравати роль функціонального замітника втраченого домену і це б стало додатковим підтвердженням його залученості до процесу полімеризації фібрину.

2) У розділі 3.2 «Агрегація тромбоцитів» дисертант пише: «До суспензії тромбоцитів, позбавлених компонентів плазми крові, вносили нативний фібриноген або ж фібриноген desB β 1-42 та індукували агрегацію за допомогою АДФ...», а нижче пише: «Натомість, внесення у збагачену тромбоцитами плазму крові пептиду B β 1-42 не мало жодної дії на агрегацію тромбоцитів...». У підписах до рисунків 3.11 та 3.12 зазначено, що мова йде про відмиті тромбоцити, тоді як 3.13 – плазму збагачену тромбоцитами. Те саме стосується і інших підрозділів щодо вивчення агрегації тромбоцитів – 4.2, 5.3 – в яких теж мова йде і про плазму і про суспензію клітин. Хотілося б уточнити, що саме було об'єктом дослідження плазма збагачена тромбоцитами чи суспензія

чистих клітин? Якщо і те, і інше – то чим був обумовлений вибір конкретного об'єкту для різних експериментів?

3) Звертає на себе увагу різна реакція «відмитих тромбоцитів» на індуктор агрегації – АДФ за умов контрольного досліду (наприклад, показник на 100 с на рис. 3.11 – 15 %, рис. 3.12 – 70 % за однакової концентрації індуктора). Чим можна пояснити такі результати? Чи не може це бути свідченням похибки експерименту?

4) У роботі зазначено, що використані моноклональні антитіла (2d2a, I-5A, I-5B) розпізнають відповідні ділянки фібрин(оген)у – B β 14-15, A α 5350-595 та A α 414-430 відповідно. Проте у тексті дисертації не наведено підтверджень цієї специфічності, отриманих за допомогою методів мепінгу епітопів або попередніх досліджень. У теперішньому вигляді такі твердження мають вигляд припущень і потребують або експериментального обґрунтування, або посилання на достовірні джерела, що верифікують специфічність зазначених антитіл. Це важливо, оскільки інтерпретація їх ефектів на полімеризацію фібрину базується саме на передбачуваному зв'язуванні з конкретними функціональними сайтами.

Розділ 6 «Заключення» має узагальнюючий характер і підсумовує результати, описані в попередніх розділах роботи. Автор виокремлює ключові ефекти, що спостерігалися за умов дії різних молекулярних ефекторів, і на цій основі формулює узагальнену модель участі α C-регіонів і B β N-домену у полімеризації фібрину та агрегації тромбоцитів. Виклад матеріалу структурований, логічний, добре відповідає заявленим завданням дослідження.

Разом з тим, цей розділ не містить посилань на літературні джерела, що значно знижує аналітичну цінність викладеного обговорення. Порівняння з результатами інших дослідників могло б краще контекстуалізувати отримані автором дані, а також продемонструвати, наскільки вони узгоджуються або відрізняються від існуючих у науковому середовищі уявлень. Відсутність таких зіставлень ускладнює оцінку новизни та значущості висновків. Тому доцільно було б розширити заключну частину, інтегрувавши у неї елементи

порівняльного аналізу з актуальними науковими публікаціями.

У підсумковому розділі **«Висновки»** дисертант сформулював шість узагальнених положень, які базуються на фактичному матеріалі дослідження. Вони стисло відображають основні наукові результати, отримані у ході виконання роботи, та перебувають у логічній відповідності до поставленої мети і завдань дослідження. Кожен із висновків охоплює окремий рівень узагальнення: від концептуального розуміння структурно-функціональної ролі досліджуваних доменів до перспектив прикладного використання отриманих знань. Структура викладення є чіткою, а зміст – виваженим і науково обґрунтованим.

Недоліки дисертації щодо їх змісту та оформлення

Загалом дисертаційна робота Євгенія КУЧЕРЯВОГО справляє позитивне враження. Вона написана чітко, науково грамотно, вирізняється логічною структурою, методологічною цілісністю й глибоким зануренням у проблематику.

Разом із тим, попри відсутність принципових або критичних зауважень, слід відзначити низку незначних недоліків:

- у тексті трапляються поодинокі граматичні і стилістичні неточності, а також варіативність термінології;
- у кінці більшості розділів бракує стислих підсумкових блоків, які б логічно завершували виклад і формували ключові висновки або перспективи;
- у дискусійних розділах не вистачає порівняння отриманих результатів із даними інших дослідників, що обмежує аналітичну глибину деяких висновків;
- формулювання назв розділів є загальними й не відображають суті використаного функціонального підходу;

Усі вищенаведені зауваження мають редакторський або дискусійний характер і жодним чином не знижують наукової цінності проведеного дослідження.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Євгенія КУЧЕРЯВОГО на тему «Дослідження структури та функцій α C-регіонів та В β N-доменів фібрин(оген)у за допомогою молекулярних ефекторів» є самостійним, завершеним дослідженням, яке вирішує актуальне наукове завдання структурної біохімії – з'ясування ролі окремих функціональних доменів фібрин(оген)у в полімеризації фібрину та взаємодії з тромбоцитами.

Робота має високий рівень теоретичної новизни, є методично обґрунтованою та експериментально переконливою. Її результати мають як фундаментальне значення для розуміння механізмів фібриноутворення, так і прикладну перспективу – зокрема для розробки селективних антикоагулянтів.

За своєю актуальністю, науковою новизною, методичним рівнем, теоретичним та практичним значенням дисертація повністю відповідає вимогам Постановам 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» та від 19 травня 2023 р. № 502 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України з питань підготовки та атестації здобувачів наукових ступенів», а здобувач Євгенію КУЧЕРЯВИЙ заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – Біологія та біохімія в галузі знань 09 – Біологія.

Канд. біол. наук,
старший дослідник,
доцент кафедри біохімії
ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

Тетяна ГАЛЕНОВА

