

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Яринки Дар'ї Володимирівни**

«Оптичні біосенсорні системи на основі полімерів-біоміметиків та смартфонів для виявлення харчових мікотоксинів: афлатоксину В1 та зеараленону», представлена на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 09 – Біологія за спеціальністю 091 – Біологія та біохімія

Актуальність теми дисертації.

Розробка надійних методів кількісного та якісного аналізу різноманітних токсинів, зокрема поширеніх харчових мікотоксинів афлатоксину В1 та зеараленону є однією з актуальних задач сучасної аналітичної біотехнології. Розв’язання цієї задачі дозволить ефективно контролювати якість харчових продуктів та тваринних кормів та, завдяки цьому, покращити якість життя людей, убезпечивши їх від вживання контамінованих мікотоксинами продуктів харчування.

Особливе місце серед методів новітньої аналітичної біотехнології посідають біосенсори. Біосенсорні методи мають ряд переваг порівняно з традиційними біологічними, біохімічними та імунологічними методами, адже забезпечують надійне визначення цільових аналітів у режимі реального часу, можуть використовуватись не тільки у лабораторних, а й польових умовах, є високоселективними та чутливими. На жаль, більшість біосенсорів, розроблених із застосуванням природних біологічних молекул як селективних елементів, мають істотні обмеження у практичному застосуванні, пов’язані з їх нестабільністю за умов екстремальних значень pH, температури, наявності різноманітних токсичних речовин в аналізованому зразку.

Дисертаційна робота Яринки Д.В. присвячена вкрай актуальному питанню – створенню високостабільних полімерів-біоміметиків, які би за своєю селективністю не поступались природним біологічним молекулам, а також їхньому застосуванню для розроблення біосенсорних систем на основі смартфонів. Створення сенсорів на основі смартфонів є одним із найсучасніших напрямків аналітичної біотехнології, адже завдяки наявності потужного процесора та камер високої роздільної здатності смартфони можуть використовуватись як детектори та аналізатори біосенсорних відгуків та істотно спростити процедуру аналізу.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Основну увагу в рецензованій дисертаційній роботі зосереджено на створенні штучних рецепторних сайтів зв'язування афлатоксину B1 та зеараленону, подібних до сайтів зв'язування біологічних макромолекул, в структурі полімерних мембрани методом молекулярного імпринтингу. Незважаючи на те, що принцип молекулярного імпринтингу був запропонований досить давно, застосування молекулярно-імпринтованих полімерів (МІП) у біосенсориці до недавнього часу залишалося проблематичним, адже технологічно складно поєднати ці матеріали із фізичними перетворювачами, відповідальними за реєстрацію взаємодії біоміметиків із аналізованими речовинами. Формування ж рецепторних сайтів зв'язування мікотоксинів у структурі МІП мембрани, що здатні генерувати оптичний сенсорний відгук, який можна досить легко зареєструвати за допомогою як лабораторних спектрофлуориметрів, так і камери смартфона, дозволила успішно розв'язати зазначену проблему. Авторка вперше створила низку високочутливих, високоселективних та високостабільних біосенсорних пристройів для визначення афлатоксину B1 та зеараленону на основі МІП мембрани та смартфонів. Для оптимізації структури штучних рецепторних сайтів у МІП-мембранах автором проаналізовано дані, отримані методами комп’ютерного моделювання, що дало змогу отримувати аналоги біологічних молекул з високою селективністю. На основі розроблених МІП мембран створено лабораторні прототипи флуориметричних біосенсорних систем на основі полімерів-біоміметиків і смартфона для аналізу АФВ1 та ЗОН в харчових продуктах та тваринних кормах.

Важливим у роботі Яринки Д.В. є те, що всебічно проаналізовано можливості покращення аналітичних характеристик створених біосенсорів. Вперше розроблено біосенсорні системи на основі МІП мембрани для високочутливого визначення цільових мікотоксинів з використанням високофлуоресцентного аналогу зеараленону у конкурентному варіанті аналізу, а також явища плазмонного підсилення флуоресценції афлатоксину B1 та зеараленону за допомогою наночастинок срібла, синтезованих у структурі МІП мембрани. Важливо, що підхід, який передбачає застосування наночастинок срібла для підсилення біосенсорних відгуків, є універсальним для флуоресцентних аналітів.

Аналіз спеціалізованої літератури, що торкається теми рецензованої дисертації, переконує рецензента в тому, що всі наукові положення та висновки дисертанта є новими і представлені в науковій літературі вперше.

Високий ступінь надійності одержаних результатів і обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, забезпечується використанням автором сучасних експериментальних методів, адекватних поставленим задачам.

Про важливість і наукову новизну роботи Яринки Д.В. робіт свідчить також те, що її виконано як у рамках бюджетних, так і ряду конкурсних тематик. Наукові дослідження виконано здобувачкою у відділі біомолекулярної електроніки Інституту молекулярної біології і генетики НАН України в рамках бюджетної теми «Нові електрохімічні та оптичні біосенсори на основі функціональних наноструктурованих матеріалів» (№ держ. реєстрації 0117U002879, 2018–2022 роки), проєкту 8/1 «Створення сенсорних систем на основі смартфонів та «розумних» полімерів-біоміметиків для селективного визначення харчових токсинів та ендокринних руйнівників» в межах цільової програми наукових досліджень НАН України «“Розумні” сенсорні прилади нового покоління на основі сучасних матеріалів та технологій» (№ держ. реєстрації 0118U006190, 2018–2022 роки), а також гранту № FSA3-19-65495(a) «Highly-selective recognition of aflatoxins in cereals and feeding stuffs using nanostructured polymeric membranes», профінансованого Фондом цивільних досліджень та розвитку США (CRDF) під керівництвом доктора біологічних наук, старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника відділу біомолекулярної електроніки Тетяни Анатоліївни Сергеєвої.

Отже, поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання створення на основі полімерів-біоміметиків та смартфонів оптичних біосенсорних систем для виявлення харчових мікотоксинів: афлатоксину В1 та зеараленону виконано повністю, здобувачка повною мірою оволоділа методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної добросереди.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Яринки Д.В. повністю відповідає вимогам, що висуваються до робіт, представлених на здобуття ступеня доктора філософії в галузі 09 – біологія зі спеціальністю 091 – біологія та біохімія, Національній рамці класифікації та напрямкам досліджень відповідно до «Освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії зі спеціальністю 091 – Біологія та біохімія», яка провадиться в Інституті молекулярної біології і генетики НАН України та акредитована Національним агентством із забезпечення якості вищої освіти.

Дисертаційна робота Дар'ї Яринки є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям біотехнологія.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Яринки Дар'ї Володимирівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, plagiatу та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота Яринки Д.В. написана українською мовою, побудована логічно та послідовно, написана доступно і викладена строгою науковою мовою, достатньо ілюстрована числовим і графічним матеріалом (28 рисунків і 6 таблиць). Роботу викладено на 181 сторінках, при цьому основний текст розміщено на 143 сторінках машинопису. Оцінюючи зміст дисертації, треба відзначити її завершеність у цілому. Представлена робота виконана в традиційному стилі. Вона складається зі вступу, огляду літератури, опису матеріалів та методів дослідження, результатів та їхнього обговорення, розділу аналізу та узагальнення результатів і висновків.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлено у 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 6 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 4 статі у виданнях, віднесені до першого — другого квартилів (Q1—Q2) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports та 2 методики вимірювання концентрації мікотоксинів у водних розчинах, затверджені: ДП «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів» (ДП «УКРМЕТРЕСТСТАНДАРТ»).

Також результати дисертації апробовано на 11 наукових фахових конференціях. Рівень публікацій здобувачки є високим, статті опубліковано у рейтингових міжнародних виданнях, які належать до 1-2 квартилів, зокрема Talanta, Sensors (Basel), Analyst, а також у журналі Biopolymers and Cell. Всі експериментальні дослідження виконані авторкою особисто або за її

безпосередньої участі з дотриманням принципів академічної добросердечності, авторка також брала особисту участь у написанні статей.

Дисертаційне дослідження Яринки Д.В. пройшло біоетичну експертизу за місцем виконання роботи, про що свідчить висновок Комісії з біоетики Інституту молекулярної біології і генетики НАН України.

Усі наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Я не виявив недоліків, які б суттєво негативно впливали на наукову цінність рецензованої дисертації. Проте, у мене є деякі питання і зауваження. Зокрема:

1. На вашу думку, чим можна пояснити різницю у селективності між немодифікованими МП мембраниами та МП, які містили AgHЧ?
2. В підрозділі «2.2.6. Екстракція та визначення мікотоксинів в реальних зразках» описано процедуру екстракції, та доречно було б додати схему цього експерименту.
3. Оформлення списку літератури здійснено з використанням АРА стилю, проте список літератури за темою дисертації, який наведено в анотації та додатку оформлено іншим стилем. Було б доречно притримуватись одного стилю оформлення списку літератури.
4. У роботі присутні деякі стилістичні помилки та вживання русизмів: «у якості функціональних мономерів», «в залежності від сигналу», тощо.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційну роботу здобувачки ступеня доктора філософії **Яринки Дар'ї Володимирівни** на тему «**Оптичні біосенсорні системи на основі полімерів-біоміметиків та смартфонів для виявлення харчових мікотоксинів: афлатоксину В1 та зеараленону**» виконано на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної добросердечності, є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує актуальне наукове завдання розробки та створення високостабільних біосенсорних пристрійв на основі штучних аналогів біологічних рецепторів та смартфонів для визначення поширеніх харчових мікотоксинів, що має істотне значення для галузі знань 09 - Біологія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти,

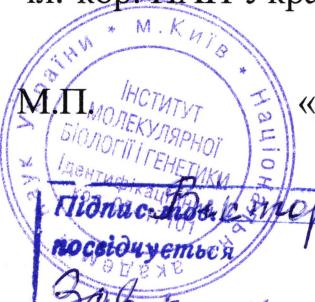
наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувачка Яринка Дар'я Володимирівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 09 – Біологія за спеціальністю 091 – Біологія та біохімія

Завідувач відділу генетики клітинних популяцій
Інституту молекулярної біології і генетики НАН України,
докт. біол. наук, професор,
чл.-кор. НАН України

Віктор Кунах

Віктор КУНАХ



«3» січня 2022 року

Підписав: Віктор Кунах
посвідчується
Зав. відд. - канд. філософії