

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

виконуючого обов'язки директора, заступника директора з науки
Науково-дослідної установи «Український науковий центр екології моря»,
кандидата географічних наук, старшого наукового співробітника

КОМОРИНА Віктора Миколайовича

на дисертацію **ПАВЛОВСЬКОЇ Марії Олексіївни** на тему:

**«Процеси самовідновлення екосистеми Чорного моря
за дії ксенобіотиків різного походження»,**

подану на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки»

Актуальність теми дослідження є обґрунтованою, на думку офіційного опонента, з огляду на те, що збільшення кількості ксенобіотиків у морському середовищі є прямим наслідком інтенсивної людської діяльності, особливо у контексті воєнної агресії російської федерації, промислового забруднення, сільськогосподарських скидів та міських стічних вод. Вивчення процесів самовідновлення екосистеми Чорного моря в умовах впливу різноманітних ксенобіотиків є ключовим для розуміння здатності цих екосистем адаптуватися та відновлюватися після антропогенного впливу, а також для розроблення ефективних стратегій охорони морського середовища.

Необхідність імплементувати Європейську Директиву з морської стратегії в Україні набуває особливої актуальності в умовах воєнної агресії російської федерації, оскільки, як показують данні УкрНЦЕМ, воєнні дії призводять до значного погіршення стану морської екосистеми. Забруднення моря в результаті бойових дій, скиди небезпечних речовин, а також руйнування інфраструктури, яка контролює забруднення, можуть мати довготривалі негативні наслідки. У таких умовах важливо вживати заходів для мінімізації шкоди для морського середовища та його ресурсів, враховуючи міжнародні стандарти та директиви.

Невипадковим є вибір авторкою об'єкта дослідження, який демонструє передовий підхід, що доповнює стандартні методи оцінки стану морського довкілля. Зосередження на мікроорганізмах як індикаторах змін в екосистемі дає можливість глибокого розуміння впливу антропогенних факторів та фізико-хімічних умов на морську екосистему. Це важливо для виявлення та моніторингу впливу забруднення, особливо у контексті ксенобіотиків і антибіотикорезистентності, на Чорне море, що є актуальним у сучасних умовах екологічного навантаження та геополітичних викликів.

Закономірним із огляду на актуальність теми є **зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами**, оскільки дослідження включено в міжнародні проєкти, такі як ЕМБЛАС-II та ЕМБЛАС+, які спрямовані на покращення екологічного моніторингу Чорного моря. Це підкреслює важливість теми дослідження в контексті ширших екологічних викликів і наукових завдань, вирішення яких вагоме для міжнародного співтовариства. Участь здобувачки в проєкті EU4EMBLAS як експерта з біорізноманіття додатково підтверджує значення та актуальність її дослідження.

Наукові положення, висновки та рекомендації у дисертації здобувачки відрізняються високим ступенем обґрунтованості, завдяки самостійній та комплексній роботі авторки. Використання 282 літературних джерел, поєднане з метааналізом, забезпечило глибоке охоплення теми. Авторка здійснила повний цикл дослідження: від планування та польового відбору зразків до молекулярно-генетичного аналізу та біоінформатичного

оброблення даних. Здобувачкою також самостійно узагальнено отримані дані, підготовлено публікації та написано текст дисертації, з врахуванням консультацій наукового керівника.

Також дослідження дисертантки містить значну методологічну компоненту, яка виявляється в детальному підході до збору та аналізу даних. Авторка здійснила відбір проб морської води та донних осадів у різні роки, що дозволило охопити динаміку екосистеми. Процеси екстракції ДНК/РНК, детальний біоінформатичний аналіз, включаючи таксономічний та функціональний аналіз, а також застосування сучасних методів сиквенування та статистичний аналіз, підкреслюють глибину та всебічність методологічного підходу. Розрахунок індексів екологічного стану Чорного моря також відображає комплексний підхід до оцінки впливу ксенобіотиків на морську екосистему.

Новизна та достовірність дослідження підкріплюється комплексним підходом до вивчення мікробних угруповань Чорного моря. Авторка зосередилася на вивченні вертикальної диференціації бактеріопланктону, з'ясувавши, як зміни фізико-хімічних умов впливають на їх розподіл та функціональність. Особливо важливим є виявлення генів стійкості до антибіотиків і розкладу ксенобіотиків у цих мікроорганізмах, що вказує на їх роль у зниженні забруднення. Аналіз кореляцій між біорізноманіттям мікробних угруповань та екологічним станом вод та донних осадів Чорного моря є важливим внеском у розуміння взаємозв'язків між мікробними спільнотами та станом середовища. Розроблені методологічні протоколи для метагеномного аналізу та індекси, такі як *microgAMBI*, вносять важливий вклад у методіку оцінки екологічного стану морського середовища.

Водночас, дисертаційне дослідження, як і будь-яка творча праця, містить певні **дискусійні моменти, недоліки, спірні положення**, висвітлення та зауваження щодо яких сприятиме більш повній та об'єктивній характеристиці результатів дисертаційного дослідження. Представимо окремі з них послідовно:

1) **Щодо визначення ксенобіотиків** – на наш погляд, було б доцільно в першому розділі більш чітко уточнити, які саме ксенобіотики вивчалися, розділяючи їх вплив на складові морської екосистеми, включаючи не тільки мікробіологічні угруповання, а і таких представників біологічних організмів, як, наприклад, риби та китоподібні.

2) **Щодо вибору об'єкта дослідження** – з огляду на більш широку назву роботи, ніж це визначено у меті та завданнях, на наш погляд, важливо додатково обґрунтувати, чому із всіх біологічних об'єктів тільки мікробні спільноти були використані для дослідження.

3) **Механізми самовідновлення** – було б корисним розглянути різноманіття природних процесів самовідновлення екосистеми, особливо у контексті впливу ксенобіотиків.

4) **Екологічні стратегії** – можливо, доцільно було б навести існуючі стратегії та практики для зменшення негативного впливу ксенобіотиків.

5) **Щодо практичних рекомендацій** – представлення більш конкретизованих рекомендацій щодо зменшення впливу ксенобіотиків могло б посилити практичну значущість дослідження.

6) В пунктах 3.1.2 та 3.1.3 дисертації, де обговорюється функціональна та таксономічна структура угруповань бактеріопланктону Чорного моря, на наш погляд, було б корисно розширити аналіз, включивши в нього розгляд впливу ксенобіотиків на основні хіміко-біологічних процесів морської екосистеми з огляду на структурно-функціональні характеристики мікробних спільнот.

7) **Щодо ілюстративного матеріалу** у дисертації, виникають певні зауваження. Наприклад, на рисунку 4.1, де представлено розподіл значень P_i у водній товщі різних зон Чорного моря, використані ізолінії могли б не повною мірою відображати дійсність через

обмеженість даних в контексті існуючих масштабів гідродинамічних процесів. Аналогічно, на рисунку 4.2, що ілюструє розподіл значень P_i у донних осадах, ситуація ускладнюється просторовою неоднорідністю донних ґрунтів, що може призвести до неправильного інтерпретування даних через використання ізоліній.

Названі вище дискусійні моменти, недоліки та спірні положення не спростовують загальної позитивної оцінки дисертаційного дослідження Павловської Марії Олексіївни, а певною мірою доповнюють об'єктивну характеристику практичної складності та значущості теми проведеного дослідження і можуть бути трактованими як побажання до наступних досліджень здобувачки.

Практичне значення результатів дисертації полягає у значному розширенні інформації про структуру мікроорганізмів вод та донних осадів Чорного моря. Виявлення антибіотикорезистентності в акваторії надає перспективи для розроблення нових методів моніторингу. Копійність генів стійкості до антибіотиків може використовуватися індикатором для національних програм моніторингу. Розрахунок індексів екологічного стану на основі мікробних даних та метагеномного аналізу сприяє оцінці екологічного стану згідно вимог Рамкової Директиви ЄС про морську стратегію. Розроблені протоколи для оцінки біорізноманіття мікроорганізмів мають велике значення для екологічної освіти.

Оформлення дисертації відповідає Вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31.05.2019 р.).

Зміст дисертації відповідає спеціальності 101 «Екологія», за якою вона подається до захисту, а зміст анотації є ідентичним до основних положень дисертації.

Наукові положення, висновки, рекомендації, сформульовані у дисертації, викладені у працях дисертантки, які у більш ніж достатній кількості опубліковані у наукових виданнях.

Отже, дисертація Павловської Марії Олексіївни на тему: «Процеси самовідновлення екосистеми Чорного моря за дії ксенобіотиків різного походження» є самостійною завершеною працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності є внеском у розвиток екологічної та морської науки, відповідає вимогам 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 року № 44 (із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 341 від 21.03.2022 р. та № 502 від 19.05.2023 р.), а її авторка, Павловська Марія Олексіївна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 101 «Екологія галузі знань 10 «Природничі науки».

Офіційний опонент:



Віктор КОМОРИН,
кандидат географічних наук,
старший науковий співробітник,
виконуючий обов'язки директора,
заступник директора з науки
Науково-дослідної установи
«Український науковий центр
екології моря»