

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Кудренко Сергія Андрійовича «Просторово-часові особливості угруповань амфіпод (Crustacea, Amphipoda) північно-західної частини Чорного моря»** представлену до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 – гідробіологія

Сучасний економічний розвиток та екологічно не обґрунтоване природокористування призвело до значного антропогенного пресу на усі біотичні компоненти північної частини Чорного моря, що очікувано призвело до значних гідроекологічних змін, які привертають увагу різнопланових дослідників та учених. Зміни в угрупованнях різних груп гідробіонтів є індикаторним показником перемін в екологічних нішах певних територій та водойм, а вивчення видового складу різноманіття – необхідною ланкою для об'єктивної характеристики їх стану.

Одним з важливих складових компонентів наявних екологічних ніш є угруповання дрібних, але дуже численних ракоподібних – амфіпод, які характеризуються значним різноманіттям та швидко реагують на зміни в зовнішньому середовищі, при цьому відіграють значну роль в формуванні продукційного та трофічного потенціалу водойм, впливають на якість води. Бентосні види амфіпод можуть слугувати інформативним біоіндикатором стану водних об'єктів та якості водного середовища, а також характеризувати екологічний стан цих водойм.

Наявні відомості про амфіпод свідчать, що у різних регіонах Землі вони вивчені досить нерівномірно. До таких регіонів з недостатньо вивченим складом відноситься і район Причорномор'я України та північно-західна частина Чорного моря. У зв'язку з цим, цілеспрямоване вивчення екологічних угруповань амфіпод вибраного дисертантом регіону та гідроекологічні питання що до сезонної динаміки, особливостей розподілу в залежності від солоності води, глибини, особливостей ґрунта, тощо за умов підвищеної евтрофікації водойм Чорноморського басейну і його лиманів, зокрема, є актуальними.

Саме тому **метою** роботи КУДРЕНКО Сергія Андрійовича було вивчення особливостей формування просторово-часового розподілу угруповань різноногих ракоподібних (Crustacea, Amphipoda) північно-західної частини Чорного моря за сучасних умов.

При виконанні роботи дисертант вирішував ряд важливих **задач**, таких як – визначення та уточнення сучасного видового складу амфіпод району досліджень та вивчення особливостей формування таксоцену амфіпод (Crustacea, Amphipoda) відкритих вод Північно-західної частини Чорного моря, заток і лиманів під впливом основних екологічних факторів, та їх реакції на різні абіотичні фактори морського середовища.

Актуальність теми дисертаційної роботи не викликає сумнівів. Незважаючи на те, що амфіподи в досліджених акваторіях є постійним компонентом макрозообентосу, автор звертає увагу на те, що до теперішнього часу майже не приділялось уваги вивченню їх екологічних характеристик. Між тим їх короткий життєвий цикл, значна чисельність, кілька генерацій на рік та широкий екологічний діапазон умов існування роблять амфіпод здатними швидко реагувати на зміни навколишнього середовища і бути зручним об'єктом моніторингу якості морського середовища. Автор підкреслює, що раніше не було зроблено порівняння різноманітності популяцій амфіпод у різних ділянках ПЗЧМ, так і деяких Причорноморських лиманів.

Наукова новизна. Автором встановлено сучасний видовий склад угруповань амфіпод української частини ПЗЧМ. Вперше проведено порівняльний аналіз угруповань амфіпод різних акваторій ПЗЧМ, виявлено специфіку на різних глибинах і субстратах, а також їх сезонну і багаторічну динаміку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, плановими темами

Публікації автора тісно пов'язані з тематиками Інституту морської біології НАН України в межах низки науково-дослідних тем, зокрема: «Основи формування біологічної різноманітності прибережних морських і приморських водних екосистем» (2001-2005 рр., №0101U000163), «Формування біологічного різноманіття моря, в умовах евтрофікації і біологічного забруднення» (2006-2010 рр., № 0106U007936); ряд госпдоговірних: «Екологічний моніторинг впливу на навколишнє природне середовище судового ходу Дунай-Чорне море: морська частина спостережень, в тому числі гідрохімічні і гідробіологічні. Стан авандельти в 2004 р.» (2004 г.-№ 0105U002439); «Екологічний моніторинг впливу на навколишнє середовище відновлення судового ходу Дунай - Чорне море: морська частина спостережень в першій половині 2007 р.» (2007, № 0107U007994), «Гідробіологічний моніторинг при відновленні експлуатації глибоководного судового ходу Дунай-Чорне море» (2011 р, № 0111V004958), «Комплексний моніторинг при відновленні та експлуатації глибоководного судового ходу Дунай-Чорне море» (2013 г.-№ 0113U001527); РП7, Грант-контракт №: 287844 «Мережа морських охоронних територій від узбережжя до узбережжя, в поєднанні з потенційною енергією вітру морського базування», «Towards COast to COast NETworks of marine protected areas (from the shore to the high and deep sea), coupled with sea-based wind energy potential»; Партнерська угода 1.2.1 65869.86 MIS-ETC 280 Грант-контракт № 40921 від 30.05.2012 р, назва проекту: Research and REstoration of the Essential Filters of the Sea – REEFS (Дослідження і відновлення природних фільтрів моря).

Структура роботи. Рецензована робота Кудренко Сергія Андрійовича сформована одним томом, побудована за традиційною схемою та включає: анотації державною та іноземною мовами; список опублікованих праць за темою дисертації у фахових виданнях і включених до міжнародних науково-метричних

баз та статті і тези у інших наукових виданнях; зміст; перелік умовних скорочень, що використовуються в роботі; вступ; основний зміст роботи, який представлений 5 розділами та висновки. Список літератури нараховує 220 найменувань, з яких 42 - латиницею. Загальний обсяг дисертаційної роботи 169 сторінок. Робота ілюстрована 57 рисунками і 19 таблицями.

Оцінка змісту роботи, її обґрунтованості та достовірності

У РОЗДІЛІ 1 «Історія вивчення амфіпод (CRUSTACEA, AMPHIPODA) північно-західної частини Чорного моря і прилеглих акваторій» автором у чотирьох підрозділах зроблений аналіз літературних даних по цьому питанню. Вказується, що перший етап вивчення амфіпод характеризується в основному як фауністичний, а з першої половини ХХ століття для Чорного моря та його українського шельфу зокрема у літературі вже наводяться дані про деякі екологічні характеристики (видовий склад, чисельність, біомаса, зоогеографічні особливості) амфіпод. Автором опрацьована вітчизняна та зарубіжна література, вивчено видовий склад амфіпод прилеглих до України акваторій Чорного моря.

Викладений матеріал цього розділу показує, що автор представленої дисертації має достатні знання по вивченню макрозообентосу в цілому та амфіпод зокрема досліджених ним акваторій північно-західної частини Чорного моря та деяких його лиманів.

Автор досить щільно і багато років працював на майже 10 дослідницьких тем інституту Біології моря, де одним з елементів вивчення біоти регіону було і вивчення амфіпод, але їм у наукових статтях опублікована тільки частина представленого у цій дисертації матеріалу, тому представлені нижче зауваження до роботи допоможуть автору у майбутньому доповнити новими, більш ретельно вивіреними даними свої наступні публікації.

РОЗДІЛ 2 «Матеріал і методи досліджень» має 4 підрозділа, в яких описані: характеристика всіх районів досліджень, методика збору, первинної обробки та статистичної обробки проб, приводяться дані про об'єм зібраного матеріалу. Автором дисертаційної роботи оброблено досить велика кількість проб – 1605 на протязі 2001-2017 рр. Розділ ілюстрований схемами відбору проб у кожній з вивчених акваторій та у ПЗЧМ в цілому, наведено формули різних індексів, що найчастіше використовуються у біологічних дослідженнях. Основний аналіз даних проведено з допомогою пакету програм MS Excel 2016 (Microsoft™); PRIMER 5.2.8.

РОЗДІЛ 3 «Особливості просторового розподілу видового складу угруповань амфіпод» присвячений вивченню видового різноманіття амфіпод різних акваторій північно-західної частини Чорного моря, їх зустрічальності в них, виділення домінуючих видів.

На основі великого фактичного матеріалу та літературних даних дисертант підсумував екологічні характеристики знайдених ним видів ракоподібних і особливості їх просторового розповсюдження. Багаторічні дослідження на українському шельфі Чорного моря дозволили дисертанту встановити, що в сучасному списку представлено 39 видів, що відносяться до 21 родини та 33 родів. В Одеському морському регіоні зафіксована найбільш висока кількість видів – 29. Автором вказується, що не дивлячись на те, що зустрічальність амфіпод у Придунайській акваторії дуже низька, кількість виявлених видів досягає 20. Найбільш висока зустрічальність амфіпод встановлена для Ягорлицької та Каркінітської затокам, а також літоконтуру Одеського морського регіону. Автором встановлено, що спільними для всіх вивчених акваторій є лише 4 види (*A. diadema*, *D. spinosa*, *M. palmata*, *M. gryllotalpa*). В розділі приводиться 6 рисунків та 13 таблиць, які допомагають сприймати викладений матеріал.

РОЗДІЛ 4 «Часові особливості формування угруповань амфіпод північно-західної частини Чорного моря» має два підрозділи. У першому підрозділі аналізуються особливості формування біорізноманіття бокоплавів, їх чисельності і біомаси у різні сезони року, у другому – міжрічні коливання кількісних показників угруповань Amphipoda. Висновки про міжрічну динаміку екологічних показників (кількість видів, чисельність, біомаса) зроблені дисертантом на основі систематичних досліджень трьох акваторій: Одеського морського регіону, Придунайської акваторії та Григорівського лиману. Автором дисертації встановлено, що на твердих субстратах ОМР при стовідсотковій зустрічальності кількість видів найбільша в літній період (20 видів), найменша (15 видів) в осінній період. Чисельність змінювалась від максимальної в весняний сезон до мінімальної в осінній.

Великі показники чисельності та біомаси пояснюються особливостями розмноження в цей період більшості видів угруповання амфіпод. Також встановлено, що у Придунайському районі кількісні показники угруповання амфіпод значно залежать від сезону. Вказується, що в зимовий період виявлено лише 2 види амфіпод – еврибіонтів (*A. diadema* та *P. marina*). На протязі року всі кількісні показники були найбільшimi в осінній сезон, що визначається біологією одного масового виду (*A. diadema*). Зазначається, що в Григорівському лимані кількість видів та чисельність амфіпод були найбільшimi в літній сезон, в той час як зустрічальність і біомаса – у весняний сезон внаслідок масового розмноження бокоплавів.

Дослідженнями автора, які були проведені на протязі 16-ти років, встановлено поступове зменшення кількості видів, зустрічальності, чисельності та біомаси амфіпод з 2001 по 2017 рр.. Автором встановлено, що в Одеському морському регіоні на твердих субстратах максимальне видове різноманіття було характерне для 2003–2005 рр. – 13, 14, 11 видів відповідно. На м'яких субстратах ОМР з 2003 по 2017 рік кількість видів амфіпод в пробах зменшувалась від 14 до

2 видів відповідно. В Придунайському районі Чорного моря найбільше видове багатство для угруповань амфіпод встановлено у 2005 р. – 11 видів, мінімальне (один вид) відзначено у 2013 р. Встановлено, що значення кількісних показників в цій акваторії, на відміну від інших частин ПЗЧМ, поступово збільшуються від початку до кінця досліджень.

Одним із найвдаліших як за результатами, так і значимістю для роботи є **РОЗДІЛ 5** «Формування кількісних показників AMPHIPODA під впливом абіотичних факторів морського середовища» обсягом 39 сторінок, який складається з 4 підрозділів.

Необхідність вивчення відношення амфіпод до основних екологічних факторів автор обґрунтовує тим, що у численних роботах по макрзообентосу ПЗЧМ в жодній з них не аналізувались і не були надані екологічні характеристики угруповань Amphipoda. За час досліджень автором вперше для амфіпод північно-західної частини Чорного моря надані дані про вплив екологічних факторів: тип субстрату, глибина, температурний режим і солоність.

Крім класичних закономірностей екологічного розподілу амфіпод зообентосу, формування їх чисельності та біомаси, показана провідна роль низки екологічних факторів - глибини та характеру ґрунту водойм, а також екологічна своєрідність і залежність їх чисельності від сезону року. Проте, відзначаючи сезонність кількісного розвитку, дисертант оперує характеристиками, отриманими лише у весняно-осінній період року, що ускладнює сприйняття реального їх розвитку на протязі всього року.

У підрозділі 5.1 автором викладені результати вивчення формування кількісних характеристик бокоплавів в залежності від типу субстрату. Як відомо, донний субстрат грає дуже велику роль для представників зообентосу. Тому дисертантом у п'ятому підрозділі була приділена значна увага до викладення результатів дослідження по цьому питанню.

Якісні характеристики ґрунтів досить мінливі в просторовому відношенні і тому автором розглядалась ця залежність на прикладі трьох акваторій (Одеський морський регіон, в зоні трансформації вод р. Дунай та Григорівському лимані), в яких донні відкладення різні за своїм типом і де аналіз проведений за найбільшим фактичним матеріалом.

Автором встановлено, що на твердих субстратах ОМР найбільша кількість видів (19) зареєстрована в вузькій прибережній зоні, де присутні види, що мешкають переважно в зоні верхньої субліторалі, вище зони запліску та виходах прісних вод. Мінімальна кількість видів – на глибинах понад 10 м (6 видів). Найбільша кількість видів амфіпод – 19, в угрупованнях водоростевих обростань кам'янистих субстратів відзначена для глибини 2 м. Встановлено, що чисельність в основному формують 6 видів. Фауна амфіпод м'яких ґрунтів в цій акваторії представлена 15 видами–детритофагами.

Формування показників амфіпод в Григорівському лимані показана дисертантом на трьох типах донних відкладень – мули без домішок, мули з домішками і пісок з домішками. Встановлено, що максимальна кількість видів амфіпод мешкає на піщаних ґрунтах і мулистих ґрунтах з домішками – 18, де їх чисельність і біомаса найбільша. На мулах зареєстровано 13 видів, але кількісні показники тут мінімальні.

Заслуговує на увагу підрозділ, в якому дисертант описав результати аналізу формування екологічних показників амфіпод на різних вивчених ним глибинах північно-західної частини Чорного моря. Відзначено поступове зменшення показників чисельності та біомаси амфіпод при збільшенні глибини. Автором підкреслюється, що це обумовлене зміною типу субстрату та біологією видів. У ОМР при переході глибини від 2 м до 12 м чисельність зменшується більш ніж у 500 разів, біомаса – у 11 разів. Для Григорівського лиману встановлена подібна залежність - чисельність в прибережній зоні в 7 разів більша, ніж у центральній частині. При переході глибини від 2 м до 26 м в Придунайському регіоні чисельність зменшується в 12 разів, біомаса падає у 9 разів .

Північно-західний шельф різко відрізняється від інших частин Чорного моря значними коливаннями солоності його вод, які зумовлені прісним стоком трьох великих річок. Тому дисертант на фактичному матеріалі проаналізував особливості формування видового складу і кількісних характеристик амфіпод і встановив залежність цих показників від показників солоності морського середовища. Встановлено, що збільшення солоності має вплив на кількість видів амфіпод в ОМР, Григорівському лимані та у Придунайському районі. При переході солоності від 8 до 16–18 ‰ кількість видів амфіпод збільшується і складає в середньому від 10 до 16 в Одеському морському регіоні та у Придунайському районі.

Автором дисертації встановлено, що температурний режим морського середовища має суттєве значення для формування показників зустрічальності амфіпод, кількості їх видів, чисельності і біомаси. Всі ці показники найбільш високі при температури води в діапазоні 12-22 С. Розділ ілюстровано великою кількістю графіків, які підтверджують зроблені висновки.

Разом з тим, до роботи можна висловити деякі **зауваження і побажання:**

1. У розділі 1 (с. 30) автор наводить літературні дані що до зоогеографічних особливостей амфіпод ПЗЧМ, але у подальшому у роботі ці дані ніде не використовуються і зоогеографічного аналізу визначеного автором видового складу в роботі, на жаль, не проведено. Такий аналіз в окремому підрозділі чи пункті був би дуже доцільним, а ці дані доповнили б екологічні характеристики видів, знайдених в районі досліджень. В цьому ж підрозділі (с. 31) автор, посилаючись на свою обробку 1605 проб, вказує про відношення виявлених видів до зоогеографічних зон, не даючи посилань на свої чи чужі

джерела, тому не зрозуміло, чиї це дані і чому вони потрапили у літературний огляд. Розділ закінчується рисунком, а було б доцільним закінчити його узагальнюючим текстом з інформацією о відсутності наукових досліджень з вивчення відношення представників різноногих ракоподібних до факторів середовища, про що у відомій літературі дані майже відсутні. У розділі зустрічаються граматичні помилки та русизми.

2. У підрозділі 2.1 (с. 34-44) з описом районів досліджень наведено дуже різні за оформленням карти-схеми відбору проб, позичені з різних статей чи інших джерел. Крапки відбору проб біля о. Зміїний нанесені на античний малюнок острова. На одних схемах є підпис-номера на станціях, на інших немає (різні масштаби, шрифти, сітки координат тощо). На рис. 2.8 і 2.9 додатково наведено всю схему Чорного моря з дуже дрібними малюнками Тилігульського і Дофіновського лиманів, на обох рисунках виноска з малюнком лиману виходить з одного місця. Доцільніше було б робити крупніше схему лиману і ставити підпис до малюнку справа від нього, що допускається правилами оформлення рисунків та зберігає місце. Як побажання: - карти-схеми усіх районів дослідження треба уніфікувати та викреслити у відповідності до правил. Опис районів дослідження у підрозділі 2.1 дуже різний, для одних районів вказано дані солоності, температури тощо, для інших цих даних немає. Деякі наведені літературні дані солоності і температури дуже застарілі (їм по 15-40 р.), а своїх свіжих даних або лабораторії Інституту біології моря (з посиланнями на джерело) автор майже не наводить. Для інформації по Каркінітській затоці не вказано джерело інформації. Є плутанина з роками досліджень та їх періодом (с. 45). Рисунок 2.10 фактично повторює попередні окремі рисунки окремих районів досліджень, а крапки станцій відбору проб на них дуже схематичні і не співпадають з тими, що на попередніх рисунках 2.1-2.9. Рисунок 2.10 правильніше було б назвати «Карта-схема станцій відбору проб... 2001-2017 рр.», або зовсім не наводити як дублюючий попередні рисунки.

3. У всій дисертаційній роботі тільки для узмор'я Дунаю наведено дані для окремих станцій стандартної сітки (станції № 10-13), але в усіх інших районах, деяких великих, як Одеський регіон, до окремих станцій автор не звертається, хоча умови існування в їх різних частинах дуже різняться, і окреме їх вивчення було б доцільне. У розділі 3 назви у повністю ідентичних за змістом таблиць (напр. табл. 3.2 - 3.10) різні, то «Таксономічний склад і зустрічальність», то «Фауністичний склад та показники зустрічальності...», то «Фауністичний склад та показники середньої зустрічальності...». На наш погляд у таких випадках потрібно уніфікувати оформлення таблиць. Також, на мій погляд, рисунки 3.3, 3.4, і 3.5, що містять інформацію тільки одного показника з однією колонкою, доцільніше було б об'єднати у рисунки з двома осями значень, або просто привести у тексті цифрове значення одного показника. У підрозділі 3.3 (с. 74) вказується з посиланням на рис. 3.3 зустрічальність амфіпод о. Зміїний по рокам,

але на рис. 3.3. немає розподілу по рокам, а все об'єднано до загальної середньої. В підрозділі 3.5 надається посилання на рис. 3.8 (с.82), але рисунка з таким номером у роботі немає.

4. У розділі 4 майже відсутнє пояснення автора стосовно багаторічних та між річних коливань, за виключенням Придунайського регіону, де вказано що показники зростають з 2004 року, ймовірно, тому що відбір проб здійснювали тільки влітку та восени. В цьому розділі очікувано хотілось би побачити не тільки констатацію фактів (більше - менше, мінімальна-максимальна) по чисельності, біомасі, тощо, а й авторське пояснення причин цих змін по роках, можливо за допомогою літературних даних.

5. У розділі 5 (с. 104) видалено або загублено цілий абзац, посилання на літературні джерела від якого залишилися у тексті. На с. 135 і 136 є протиріччя між текстом та рисунком 5.21, на який автор посилається, де вказано, що найменші показники чисельності формуються при солоності 18-20 ‰, але на рисунку немає такої солоності і висновок з огляду на рисунок буде іншим. По тексту мабуть переплутані дані для м'яких та твердих субстратів, на рис. 5.21 немає підпису для типів субстрату, що унеможлиблює сприйняття даних. Рисунок 5.22 помилково підписано як «Динаміка чисельності представників угруповань...», але на рисунку динаміка біомаси. На с. 138 помилки в значеннях похибки середньої, яка більше самого значення. На рисунку 5.26 (с. 141) «Динаміка кількості видів (А) і зустрічальність (Б) представників угруповання амфіпод при різній солоності в Григорівському лимані» відсутній (загублено) один з графіків «А» – кількість видів. Розділ 5 закінчується рисунком 5.27, а доречніше було б, щоб цей розділ автор закінчив поглибленим аналізом впливу різних екологічних факторів на розподіл амфіпод та підсумковим узагальненням, як це раніше було обов'язковим для розділів. Але це моє побажання.

Загальний висновок. Оцінюючи роботу в цілому, хотілось би відзначити, що виголошені зауваження, наведені в цьому відгуку, за більшістю є технічними та виправними. Загалом роботу слід оцінити позитивно, як основу певного напрямку в опрацюванні одного з найважливіших регіонів Чорного моря, його північно-західної частини, що до біорізноманіття, структури та впливу екологічних чинників на угруповання амфіпод в період активної трансформації сучасних екологічних умов, виявлення основних закономірностей просторово-часового розподілу кількісних характеристик ракоподібних досліджуваної акваторії та проведення оцінки впливу гідроекологічних змін на біологічне різноманіття вивченої групи амфіпод.


Основні положення дисертаційної роботи викладені в 18 публікаціях, з них 5 опубліковані в спеціалізованих наукових виданнях, рекомендованих ДАК України, 3 включені до наукометричних баз, 9 тез доповідей. Апробація результатів дисертації відбувалася на авторитетних міжнародних та українських конференціях.

Зміст автореферату та висновки відповідають змісту рукопису дисертації, але він має зауваження що до оформлення рисунків 2, 3, 5, відповідності тексту до рисунків та деяких технічних помилок у тексті. Назва кафедри гідробіології та загальної екології ОНУ на 2 сторінці обкладинці помилково скорочена до «Кафедра гідробіології та екології».

На основі вищезазначеного вважаю дисертаційну роботу «Просторово-часові особливості угруповань амфіпод (Crustacea, Amphipoda) північно-західної частини Чорного моря», як таку, що відповідає вимогам п.п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567, а її автор Кудренко Сергій Андрійович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 – гідробіологія.

Офіційний опонент:

Доцент кафедри гідробіології і загальної екології Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, завідувач гідробіологічної станції ОНУ, кандидат біологічних наук

 О.О. Ковтун

Підпис О.О. Ковтуна завіряю:

16.09.2021 р.

