

ДИНАМІКА РОЗВИТКУ ГІЛЛЯСТОВУСИХ РАКОПОДІБНИХ (CRUSTACEA, CLADOCERA) У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ В ДРУГІЙ ПОЛОВИНІ ХХ – НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОРІЧЧЯ

Дядичко В.Г. – к.б.н., с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»
wasilij@te.net.ua

Харитонova Ю.В. – доктор філософії, м.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»
kharytonova_julia@ukr.net

У роботі були досліджені довгострокові зміни біомаси та чисельності Cladocera, а також їх основних представників: пенілії (*Penilia avirostris* Dana, 1849) та плеопіса (*Pleopis polyphemoides* Leuckart, 1859) у зоопланктоні північно-західної частині Чорного моря (ПнЗЧМ). Матеріалом для цієї роботи слугували проби зоопланктону, відібрані в експедиціях ДУ «Інститут морської біології НАН України» в 2007–2024 рр. в Одеському морському, Дунайському та Придніпровському регіонах. Виявлено 24 види Cladocera, більшість з яких належать до типових мешканців морських вод ПнЗЧМ, відзначені також прісноводні та олігогалінні види. Серед них тільки *P. avirostris* та *P. polyphemoides* відіграють суттєву роль у формуванні кількісних показників зоопланктону. Встановлено, що найбільші значення чисельності та біомаси гіллястовусих ракоподібних спостерігались у 1979–1986 рр. Найменші значення відмічені в 2005, 2008, 2014 та 2016 роках. На сучасному етапі розвитку прибережної морської екосистеми в усіх акваторіях ПнЗЧМ спостерігаються близькі значення чисельності та біомаси Cladocera. У сезонній динаміці біомаси гіллястовусих ракоподібних спостерігаються два максимуми значень: наприкінці фенологічної весни – першої половини літа, зумовлений розвитком *P. polyphemoides*, та наприкінці літа – восени, спричинений розвитком *P. avirostris*. При цьому другий максимум, як правило, більший ніж перший. Виявлено, що значення біомаси Cladocera є більшими, ніж у період «екологічної норми», та майже вдвічі меншими, ніж у період антропогенного евтрофування. При цьому *P. avirostris* як довгоциклічний організм зазнає на сучасному етапі більшого розвитку, ніж *P. polyphemoides*.

Ключові слова: північно-західна частина Чорного моря, зоопланктон, гіллястовусі ракоподібні (Cladocera), чисельність, біомаса.

Вступ

Гіллястовусі ракоподібні належать до основних компонентів зоопланктону насамперед у континентальних водних об'єктах. У морях їхній внесок, як правило, менший, але вони все рівно відіграють суттєву роль у формуванні кількісних показників зоопланктону. Завдяки коротким життєвим циклам, здатності формувати латентні стадії вони можуть швидко реагувати на зміни зовнішніх умов, а також брати участь у відновленні угруповання після впливу катастрофічних чинників, наприклад пересихання водойм або різких коливань солоності. Також ці організми беруть активну участь у процесах самоочищення водойми (Семенова 2007), формують її якість, що дозволяє використовувати їх для біоіндикації та моніторингу екологічного стану (Соборова 2018; Arashkevich et al. 2014).

У Чорноморсько-Азовському регіоні Cladocera багатше представлені в естуаріях річок, лиманах

та інших континентальних водоймах. Безпосередньо в морях відома менша кількість таксонів (Коровчинский 2004). Серед морських видів особливе місце посідає глибоководний ендемік Чорного моря *Pseudopenilia bathyalis* Sergeeva, 2004. В останні десятиріччя деякі, головним чином понто-каспійські представники (*Cercopagis (Cercopagis) pengoi* Ostroumov, 1891, *Cornigerius maeoticus* Pengo, 1879, *Evadne anonyx* G.O. Sars, 1897, *Podonevadne trigona* Sars, 1897), почали заселяти ділянки нижньої течії та водосховищ Волги, Дону, Дніпра і Дунаю, проникли до Балтійського моря (Ковалев, Финенко 1993; Коровчинский 2004; Kovalev, Niemann, and Melnikov 1998).

Дослідження гіллястовусих ракоподібних як компонента зоопланктону Чорного моря має доволі історію (Виноградов 1967; Грезе, Ковалев 1971; Полищук, Настенко 2006). Проте упродовж

останніх десяти років не опубліковано жодної праці щодо характеристики стану гіллястовусих ПнЗЧМ.

За історичними даними у Чорному морі в 1954–1965 роках ідентифіковано 7 таксонів гіллястовусих ракоподібних (Виноградов 1967), у 1954–1977 вже було виявлено 17 таксонів цих зоопланктерів (Коваль 1984). Така ж кількість таксонів виявлена за період досліджень у 1960–1990 роках (Полищук, Настенко 2006).

На початку евтрофування (початок 70-х років ХХ сторіччя) разом із *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921 збільшилась чисельність *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859) як організму з максимальною питомою продукцією. Роль цього невеликого еврибіонтного хижака у 1980–1990 рр. значно зросла. *P. polyphemoides* разом з ночесвіткою зосереджувались в однакових районах – зонах «цвітіння води», спричиненого масовим розвитком *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) J.D. Dodge, 1976 (Полищук, Настенко 2006). Тому ці три види були віднесені до біоіндикаторів якості морських евтрофних вод.

Наприкінці 1980-х років із семи видів Cladocera, характерних для Чорного моря, розвиток отримали лише чотири види: *Penilia avirostris* Dana, 1849, *Evadne spinifera* P.E. Müller, 1867, *Pseudevadne tergestina* Claus, 1877 та *P. polyphemoides* (Полищук, Настенко 2006).

Починаючи з 2000-х років за рахунок представників прісноводно-солонуватоводного комплексу збільшилась видова різноманітність Cladocera (у 1,5 раза). Проте деякі з них стали рідкісними: *P. tergestina*, *Evadne nordmanni* Lovén, 1836, *P. intermedius*, *P. leuscarti* (Одесский регион Черного моря ... 2017).

У 2005 році збільшилась чисельність Cladocera в 6,8–13,5 раза порівняно з 1980-ми роками, а порівняно з 1990-ми – в 9 разів. Ця ситуація була викликана розвитком основного представника *P. polyphemoides* (Полищук, Настенко 2006). А вже у 2007 році спостерігалось зменшення чисельності гіллястовусих у 2,5–7,7 раза (Воробьева и др. 2014).

За середньорічними даними чисельності та біомаси зоопланктону в 2011 році в Одеській затоці переважали Cladocera, Copepoda та меропланктон. Зокрема, у 2005–2013 роках було виявлено 11 таксонів гіллястовусих в Одеському регіоні (Одесский регион Черного моря ... 2017).

У 2013–2014 роках найбільш чисельним був *P. polyphemoides*. В 2013 році середня чисельність цього виду становила 717 екз. \cdot м⁻³, а біомаса – 8 мг \cdot м⁻³. Найменш чисельними та рідкісними були *P. avirostris* та *Pleopis tergestina* Claus, 1877. Їх середня чисельність становила 52,75 екз. \cdot м⁻³ та 30 екз. \cdot м⁻³ відповідно (Одесский регион Черного моря ... 2017).

У 2014 році дослідники відмітили 18 видів Cladocera на станції «Чкаловский» та 15 видів на

станції «Гідробіологічна станція» (Воробьева и др. 2014).

Метою роботи було визначення довгострокових змін біомаси та чисельності Cladocera, а також їх основних представників *P. avirostris* та *P. polyphemoides* у північно-західній частині Чорного моря.

Матеріал та методи досліджень

Матеріалом для цієї роботи слугували відібрані проби зоопланктону в експедиціях ДУ «Інститут морської біології НАН України» в 2007–2024 рр. Найбільша кількість проб була відібрана в прибережній зоні Одеського морського регіону, а також в аванделі Дунаю. Менша кількість проб була відібрана між гирлом Дніпровсько-Бузького лиману та містом Південне, а також в акваторіях Кінбурнського півострова, о. Тендра, Ягорлицькій та Каркіницькій затоках. Також використовували дані, що були зібрані в рамках міжнародного проєкту «Emblas-plus» (Покращення екологічного моніторингу Чорного моря – обрані заходи) під час українсько-грузинських експедицій «National pilot monitoring studies» (NPMS) та «Joint Black Sea survey» (JBSS) упродовж 2016, 2017 та 2019 років (рис. 1) (Dyadichko et al. 2022).

Відбір, фіксацію та лабораторну обробку проб проводили за стандартними методами (Салазкин, Иванова, Огородникова 1984; Александров, Харитоновна 2019). Визначення якісного складу зоопланктону проводили до виду за визначниками (Мордухай-Болговской 1969). Назви видів зоопланктону надані згідно з базою World Register of Marine Species (WoRMS, 2024). Статистичну обробку отриманих даних здійснювали загальноприйнятими методами за допомогою комп'ютерної програми MS Office Excel.

Результати та обговорення

У зоопланктоні досліджуваних акваторій ПнЗЧМ у 2007–2024 рр. зареєстровано дев'ять видів Cladocera. Проте помітну роль у формуванні кількісних показників угруповання серед них відіграють лише два: *P. polyphemoides* та *P. avirostris*. Інші види трапляються поодинокі. Разом із літературними даними (Воробьева и др. 2014; Одесский регион Черного моря ... 2017) для ПнЗЧМ відомо 24 види Cladocera. Зареєстровані види належать до восьми родин та дев'ятнадцяти родів. Більшість із них належать до типових мешканців морських вод ПнЗЧМ, трапляються також прісноводні та олігогалінні види, які потрапляють у море із річковим стоком або з відкритих лиманів.

Загальна чисельність та біомаса гіллястовусих ракоподібних ПнЗЧМ знає суттєвих сезонних змін. Це стосується як окремих акваторій, так і всієї ПнЗЧМ. В Одеському морському регіоні, як правило, Cladocera формують два сезонних максимуми чисельності та біомаси: навесні – в першій половині літа та в другій половині літа – восени (рис. 2, 3).

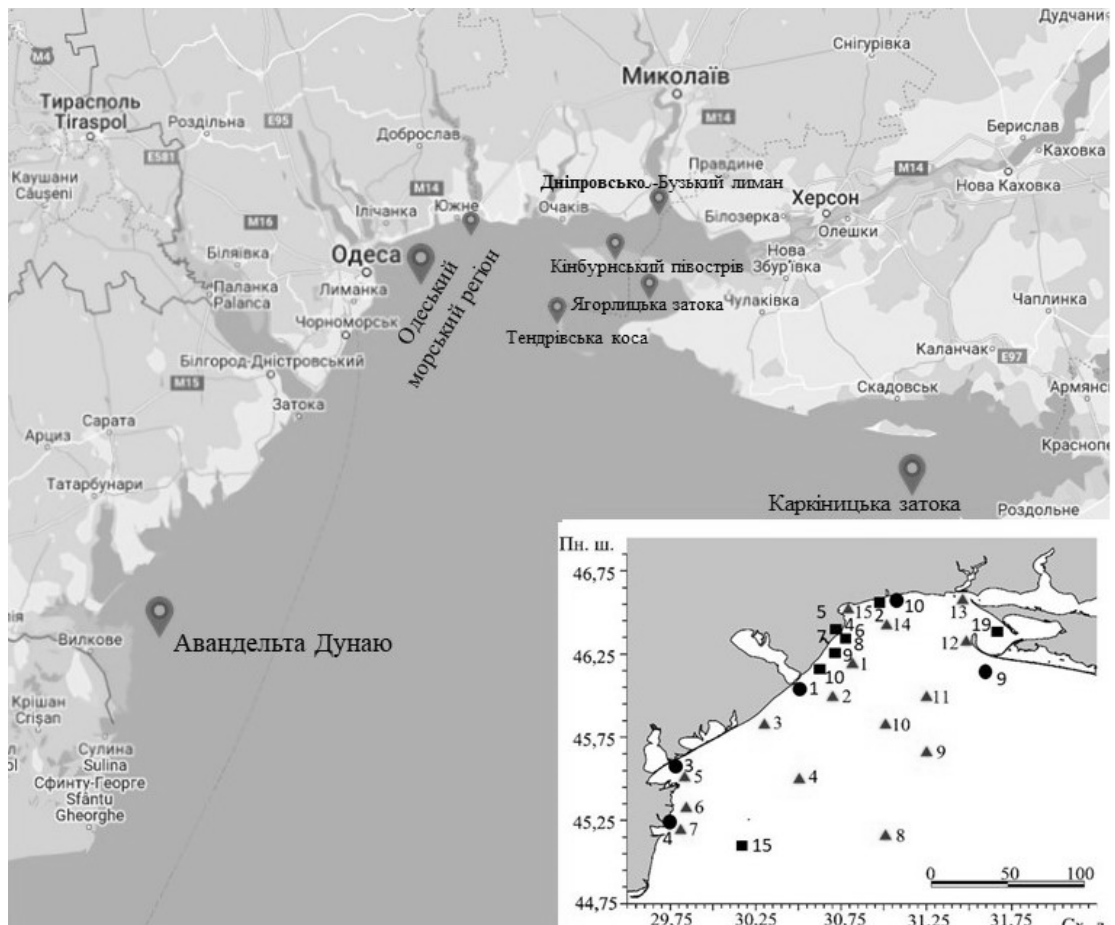


Рис. 1. Карта-схема відбору проб зоопланктону у 2007–2024 рр.
Експедиції NPMS: ▲ – 2016 рік, ● – 2017 рік, ■ – 2019 рік

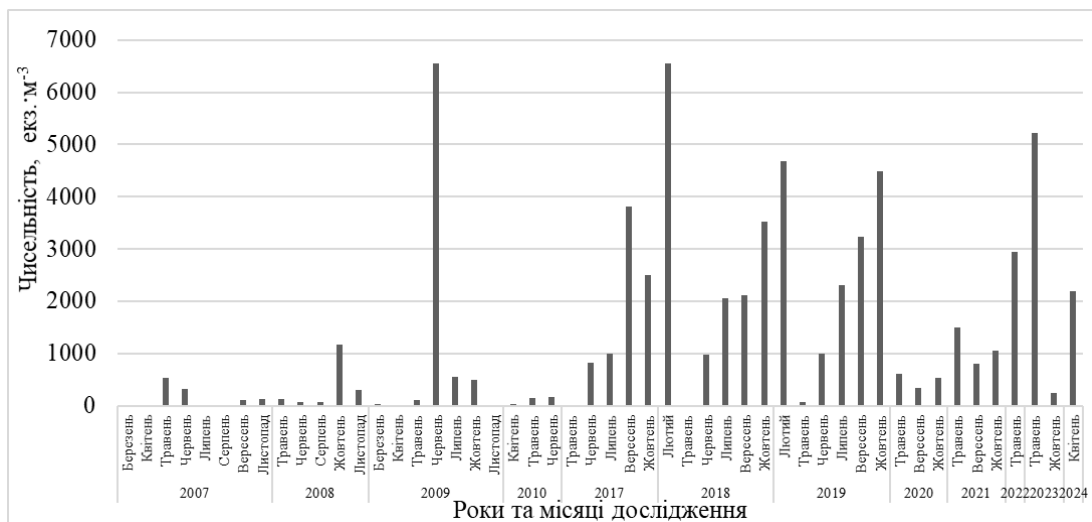


Рис. 2. Сезонна та міжрічна динаміка чисельності (екз.·м⁻³) *Cladocera* в Одеському морському регіоні в 2007–2024 рр.

Перший сезонний максимум зумовлений масовим розвитком *P. polyphemoides*, а наприкінці літа та восени домінує *P. avirostris*. Таке співвідношення спостерігалось в усі роки.

У Придунайському регіоні середні значення чисельності та біомаси гіллястовусих ракоподібних у 2008–2019 рр. були меншими, ніж в Одеському регіоні, при цьому літньо-осінній максимум

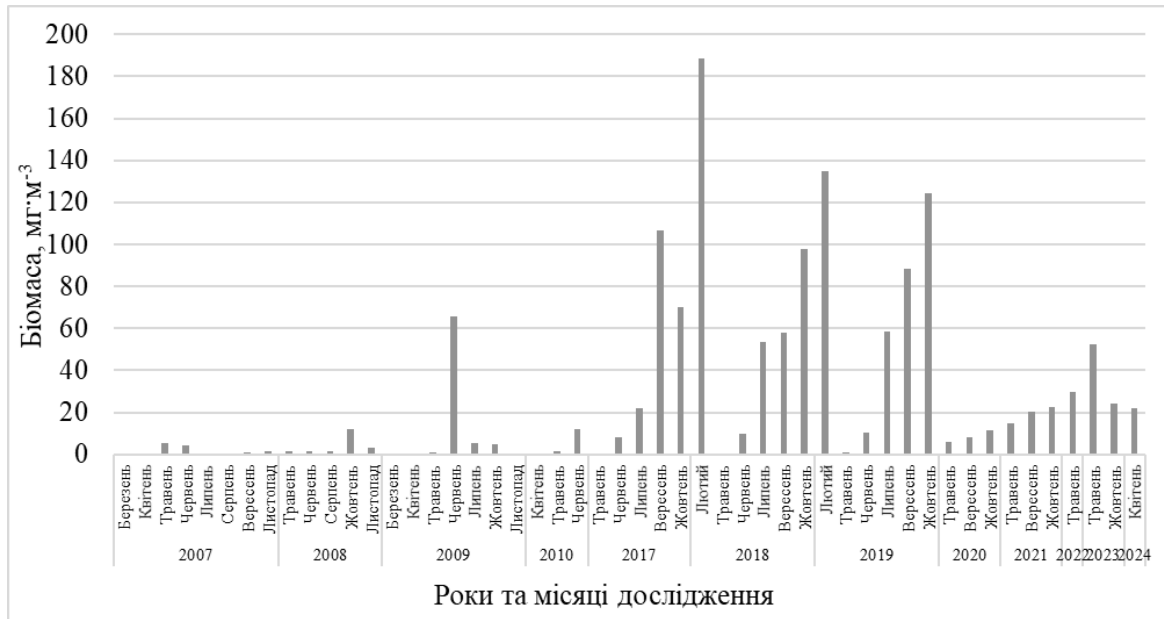


Рис. 3. Сезонна та міжрічна динаміка біомаси (мг·м⁻³) Cladocera в Одеському морському регіоні в 2007–2024 рр.

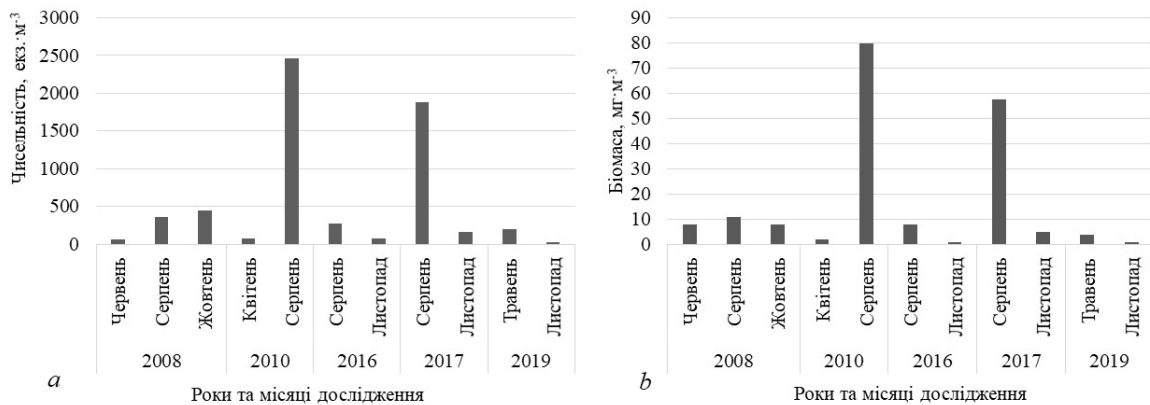


Рис. 4. Сезонна та міжрічна динаміка чисельності та біомаси Cladocera в Придунайському регіоні в 2008–2019 рр.: а – чисельність, екз·м⁻³; б – біомаса, мг·м⁻³

розвитку, що пов'язаний із розмноженням *P. avirostris*, був виражений сильніше, ніж весняно-літній, який зумовлений розвитком *P. polyphemoides* (рис. 4). Тобто загальні закономірності сезонних змін у таксоцені Cladocera в обох регіонах ПнЗЧМ співпадали.

У прибережній зоні Придніпровського регіону в 2007–2019 рр. значення чисельності та біомаси гіллястовусих ракоподібних були подібними до таких в Одеському морському регіоні в ці самі роки. В обох регіонах максимальні значення чисельності та біомаси Cladocera спостерігались влітку–восени і були зумовлені масовим розвитком *P. avirostris*.

У Тендрівській та Ягорлицькій затоках у 2007 та 2017 роках представники Cladocera були відмічені на більшості станцій, їхня чисельність

коливалась від 370,95 до 1083,3 екз·м⁻³, а біомаса від 3,75 до 10,83 мг·м⁻³. Домінуючим таксоном гіллястовусих ракоподібних була *P. avirostris*.

У цей же час в Одеському та Придунайському регіонах відмічені близькі значення чисельності (від 143,1 до 1627,9 екз·м⁻³ та від 293,5 до 1018,6 екз·м⁻³ відповідно), але біомаса в цих регіонах коливалась у більш широких межах (від 1,6 до 69,5 мг·м⁻³ в Одеському та від 0,1 до 41,35 мг·м⁻³ у Придунайському регіонах).

Узагальнюючи дані щодо міжрічної динаміки розвитку гіллястовусих ракоподібних у ПнЗЧМ, можна відзначити, що найбільші значення їхньої чисельності та біомаси спостерігались у 1979–1986 рр. (рис. 5, 6). Надалі коливання чисельності та біомаси перебували в діапазоні від 593 до 2246,7 екз·м⁻³ та від 1,2 до 39,8 мг·м⁻³ відповідно. Найменші значення відмічені в 2005, 2008, 2014 та 2016 роках.

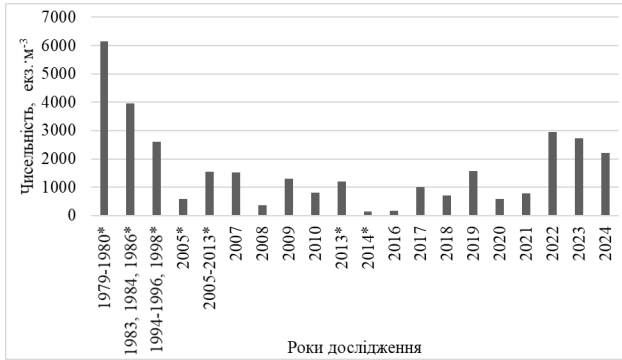


Рис. 5. Середньорічна чисельність (екз.·м⁻³) Cladocera в ПнЗЧМ у 1979–2024 рр.

Примітка: * – літературні дані (Полищук, Настенко 2006; Одесский регион Черного моря ... 2017)

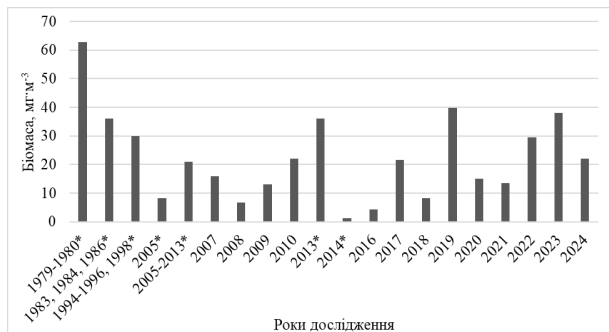


Рис. 6. Середньорічна біомаса (мг·м⁻³) Cladocera в ПнЗЧМ у 1979–2024 рр.

Примітка: * – літературні дані (Полищук, Настенко 2006; Одесский регион Черного моря ... 2017)

Порівнюючи отримані результати з літературними даними, бачимо, що сучасні значення чисельності та біомаси Cladocera є майже вдвічі меншими, ніж у період антропогенного евтрофування (1970–2004 роки), та перевищують значення в період «екологічної норми» (до 1970 року) (Полищук, Настенко, 2006). Це можна пояснити тим фактом, що *P. polyphemoides*, який домінував у період антропогенного евтрофування, належить до короткоциклічних бета-мезо-сапробних організмів, які набувають значного розвитку в евтрофних умовах. На сучасному етапі розвитку екосистеми його чисельність та біомаса є меншими, ніж у *P. avirostris* (рис. 7).

Отже, в усіх досліджуваних акваторіях ПнЗЧМ у сучасний період чисельність та біомаса Cladocera наприкінці літа та восени є більшою, ніж весною та на початку літа. Серед двох домінуючих представників Cladocera абсолютні значення чисельності біомаси *P. avirostris* (більш довгоциклічний вид, зазнавав негативних змін під час евтрофування), як правило, перевищують чисельність та біомасу

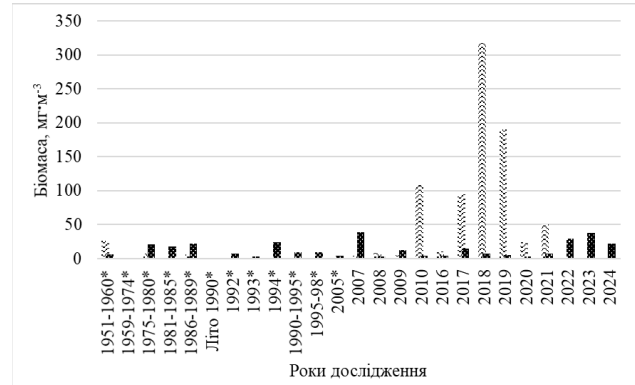


Рис. 7. Середньорічна біомаса (мг·м⁻³) *P. avirostris* та *P. polyphemoides* у ПнЗЧМ у 1951–2024 рр.: ▨ – *P. avirostris*; ■ – *P. polyphemoides*

Примітка: * – літературні дані (Полищук, и Настенко 2006; Одесский регион Черного моря ... 2017)

P. polyphemoides (короткоциклічний вид, домінував під час евтрофування). Це узгоджується з даними щодо позитивних змін в інших компонентах зоопланктонного угруповання (зменшення біомаси та відсоткової частки *N. scintillans* (Харитоновна, Набокін, Дядичко 2021), збільшення біомаси та відсоткової частки Copepoda (Kharytonova, and Dyadichko 2021), зменшення загальної біомаси зоопланктону (Kharytonova et al. 2021) у сучасний період.

Висновки

1. На сучасному етапі розвитку прибережної морської екосистеми в усіх акваторіях ПнЗЧМ спостерігаються близькі значення чисельності та біомаси Cladocera, їхні сезонні та міжрічні коливання перебувають у межах однакових порядків (середньорічна чисельність від 762 до 3586,7 екз.·м⁻³ та біомаса від 1,49 до 107,6 мг·м⁻³).

2. У сезонній динаміці біомаси гіллястову-сних ракоподібних спостерігаються два максимуми значень: наприкінці фенологічної весни та в першій половині літа, який зумовлений розвитком *P. polyphemoides*, та наприкінці літа – восени, який спричинений розвитком *P. avirostris*. При цьому другий максимум, як правило, більший за чисельністю та біомасою, ніж перший.

3. Порівняння сучасних даних з літературними показало, що максимальні значення біомаси Cladocera (62,75 мг·м⁻³) спостерігались у період антропогенного евтрофування та були зумовлені масовим розвитком *P. polyphemoides*. На сучасному етапі значення біомаси є більшими, ніж у період екологічної норми, та майже вдвічі меншими, ніж у період антропогенного евтрофування. При цьому *P. avirostris* як довгоциклічний організм зазнає на сучасному етапі більшого розвитку, ніж *P. polyphemoides*.

Список використаних джерел

1. Александров Б.Г., Харитонов Ю.В. Керівництво з моніторингу зоопланктону морських вод України та визначення їх екологічного стану за стандартами Директиви ЄС про Морську стратегію. Проект нормативного документа, переданий до розгляду у Міністерство екології України 29.07.2019. Одеса, 2019. 33 с.
2. Виноградов К.А. Биология северо-западной части Черного моря. Киев : Наукова думка, 1967. 267 с.
3. Воробьева Л.В., Нестерова Д.А., Полищук Л.Н., Кулакова И.И., Синегуб И.А. Современное состояние пелагических и донных сообществ северо-западной части Черного моря. *Вісник ОНУ. Серія: Географічні та геологічні науки*. 2014. № 19. С. 113–118.
4. Грезе В.Н., Ковалев А.В. Основные этапы столетних исследований зоопланктона в Институте биологии юных морей. *Вестник зоологии*. 1971. № 5. С. 12–17.
5. Ковалев А.В., Финенко З.З. Планктон Черного моря. Киев : Наукова думка, 1993. 281 с.
6. Коваль Л.Г. Зоо- и макрозоопланктон Черного моря. Киев : Наукова думка, 1984. 127 с.
7. Коровчинский Н.М. Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография). Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2004. 410 с.
8. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Определитель фауны Черного и Азовского морей: Свободноживущие беспозвоночные. Т. 2. Ракообразные. Киев : Наукова думка, 1969. 535 с.
9. Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали и бентали : монография / Л.В. Воробьева, И.И. Кулакова, И.А. Синегуб и др. ; отв. ред. Б.Г. Александров. Одесса, 2017. 324 с.
10. Полищук Л.Н., Настенко Е.В. Мезо- и макро-зоопланктон. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология* / под ред. Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. Киев, 2006. С. 229–237.
11. Салазкин А.А., Иванова М.Б., Огородникова В.А. Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Л. : ГосНИОРХ, 1984. 33 с.
12. Семенова А.С. Оценка участия Cladocera в процессах самоочищения Куршского залива. *Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах* : матеріали IV міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2007. С. 104–106.
13. Соборова О.М. Актуальні аспекти біопродуктивності вод Одеської затоки. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2018. № 2. С. 68–78.
14. Харитонов Ю.В., Набокін М.В., Дядичко В.Г. Багаторічні зміни біомаси *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales в Одеському та Дунайському районах Чорного моря як показника якості водного середовища. *Морський екологічний журнал*. 2021. Т. 15. №. 1. С. 79–87. DOI: <https://doi.org/10.47143/1684-1557/2021.1.08>.
15. Arashkevich E.G., Stefanova K., Bandelj V., Siokou I., Terbiyik K.T. Ak Orek Y., Timofte F., Timonin A., Solidoro C. Mesozooplankton in the open Black Sea: Regional and seasonal characteristics. *Journal of Marine Systems*. 2014. 135. Pp. 81–96.
16. Dyadichko V., Kharitonova Y., Nabokin M., Mgeladze M., Korshenko A., Shiganova T., Anokhina L., Litvin A., Yasakova O., Alexandrov B., Mikaelyan A. Zooplankton. *EMBLAS Final scientific report* / in eds. J. Slobodnik, M. Arabidze, M. Mgeladze, A. Korshenko, A. Mikaelyan, V. Komorin, G. Minicheva. Dnipro : Serebniak T.K., 2022. Pp. 58–90.
17. Kharytonova Y.V., Nabokin M.V., Mgeladze M.M., Vadachkoria P.A., Dyadichko V.G. Current state and long-term changes in the mesozooplankton community of the Ukrainian and Georgian parts of the Black Sea as indicators of its ecological status. *Biosystems diversity*. 2021. 29(1). Pp. 47–58. DOI: <https://doi.org/10.15421/012107>.
18. Kharytonova Yu.V., Dyadichko V.G. Long-term changes of Copepoda (Crustacea) abundance and biomass in the Danube and Odessa regions of the Black Sea as indicator of water quality. *European vector of development of the modern scientific researches* : collective monograph. Riga : Baltija Publishing, 2021. Pp. 22–41. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-077-3-21>.
19. Kovalev A.V., Niermann U., Melnikov V. Long-term changes in the Black Sea zooplankton: the role of the natural and anthropogenic factors. *Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea*. Dordrecht, Boston, London : Kluwer Acad. Publ., 1998. Vol. 1. Pp. 221–234.
20. World Register of Marine Species (WoRMS). 2024. URL: <http://www.marinespecies.org/> (дата звернення: 06.08 2024).

References

1. Alexandrov, B.G., & Kharytonova, Y.V. (2019). Keryvnytstvo z monitorynhu zooplanctonu morskikh vod Ukrayiny ta vyznachennia yikh ekolohichnoho stanu za standartamy Dyrektyvy YES pro Morsku stratehiu [Guidelines for monitoring zooplankton of marine waters of Ukraine and determining their ecological status according to the standards of the EU Directive on Marine Strategy]. *The project of the regulatory document submitted for consideration to the Ministry of Ecology of Ukraine on July 29, 2019*, Odessa. 33 p. [in Ukrainian].
2. Vinogradov, K.A. (1967). *Biologiya severo-zapadnoy chasti Chernogo morya* [Biology of the northwestern part of the Black Sea]. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
3. Vorobyova, L.V., Nesterova, D.A., Polishchuk, L.N., Kulakova, I.I., & Synehub, I.A. (2014). *Sovremennoe*

- sostoyanie pelagicheskikh i donnykh soobshchestv severo-zapadnoy chasti Chernogo morya [Current state of pelagic and benthic communities in the northwestern part of the Black Sea]. Vysnyk ONU. Seriya: heohrafichni ta heolohichni nauky – Odesa National University Herald. Geography & Geology, 19, 113–118 [in Russian].
4. Greze, V.N., & Kovalev, A.V. (1971). Osnovnye etapy stoletnikh issledovaniy zooplanktona v Institute biologii yunykh morey [The main stages of centenary research on zooplankton at the Institute of Biology of Young Seas]. *Vestnik zoologii – Vestnik Zoologii*, 5, 12–17 [in Russian].
 5. Kovalev, A.V., & Finenko, Z.Z. (1993). Plankton Chernogo morya [*Plankton of the Black Sea*]. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
 6. Koval', L.H. (1984). Zoo- i makrozooplankton Chernogo morya [*Zooplankton and macrozooplankton of the Black Sea*]. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
 7. Korovchinsky, N.M. (2004). Vетvistousye rakoobraznye otrjada Ctenopoda mirovoy fauny (morfologiya, sistematika, ekologiya, zoogeografiya) [*Cladocera crustaceans of the order Ctenopoda of the world fauna (morphology, taxonomy, ecology, zoogeography)*]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK [in Russian].
 8. Mordukhai-Bol'tovskoi, F.D. (1969). Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morey: Svobodnozhivushchie bespozvonochnye [*Key to the fauna of the Black and Azov Seas: Free-living invertebrates. Crustaceans*]. Vol. 2. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
 9. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., Synyogub, I.A., Polyschuk, L.N., Nesterova, D.A., Bondarenko, A.S. et al. (2017). *Odesskiy region Chernogo morya: gidrobiologiya pelagialy i bentaly* [*Odessa region of the Black Sea: hydrobiology of pelagic and benthic areas*]. Odessa: Astroprint [in Russian].
 10. Polishchuk, L.N., & Nastenka, E.V. (2006). Mezo- i makro-zooplankton [Meso- and macro-zooplankton]. *Severozapadnaya chast' Chernogo morya: biologiya i ekologiya – Northwestern part of the Black Sea: biology and ecology*. Pp. 229–237. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
 11. Salazkin, A.A., Ivanova, M.B., & Ogorodnikova, V.A. (1984). Zooplankton i ego produktsiya: Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoyemakh [*Zooplankton and its products. Methodological recommendations for collecting and processing materials during hydrobiological studies of freshwater bodies*]. L.: GosNIORH [in Russian].
 12. Semenova, A.S. (2007). Otsenka uchastiya Cladocera v protsessakh samoochishcheniya Kurshskogo zaliva [Assessment of the participation of Cladocera in the self-purification processes of the Curonian Lagoon]. Proceedings from IV Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii «Bioryznovanniia ta rol' tvaryn v ekosystemakh» – IV International Scientific and Practical Conference “Biodiversity and the role of animals in ecosystems”. Pp. 104–106. Dnipro: Vyd-vo DNU [in Russian].
 13. Soborova, O.M. (2018). Aktual'ni aspekty bioproduktivnosti vod Odes'koi zatoky [Current aspects of the bioproductivity of the waters of the Odesa Bay]. *Vodnyi bioresursy ta akvakultura – Water Bioresources and Aquaculture*, 2, 68–78 [in Ukrainian].
 14. Kharitonova, Y.V., Nabokin, M.V., & Dyadichko, V.G. (2021). Bagatorichni zminy biomasy *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales v Odes'komu ta Dunais'komu raionakh Chernogo morya yak pokaznyk yakosti vodnoho seredovyscha [Long-term changes in the biomass of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales in the Odesa and Danube regions of the Black Sea as an indicator of the quality of the aquatic environment]. *Mors'kyi ekologichnyi zhurnal – Marine ecological journal*, 15(1), 79–87 [in Ukrainian].
 15. Arashkevich, E.G., Stefanova, K., Bandelj, V., Siokou, I., Terbiyik, K. T., Ak Orek, Y. et al. (2014). Meso-zooplankton in the open Black Sea: Regional and seasonal characteristics. *Journal of Marine Systems*, 135, 81–96.
 16. Dyadichko, V., Kharitonova, Y., Nabokin, M., Mgeladze, M., Korshenko, A., Shiganova, T. et al. (2022). Zooplankton. *EMBLAS Final scientific report* / in eds. J. Slobodnik, M. Arabidze, M. Mgeladze, A. Korshenko, A. Mikaelyan, V. Komorin, G. Minicheva. Pp. 58–90. Dnipro: Seredniak T.K.
 17. Kharytonova, Y.V., Nabokin, M.V., Mgeladze, M.M., Vadachkoria, P.A., & Dyadichko V.G. (2021). Current state and long-term changes in the mesozooplankton community of the Ukrainian and Georgian parts of the Black Sea as indicators of its ecological status. *Biosystems diversity*, 29(1), 47–58 DOI: <https://doi.org/10.15421/012107>.
 18. Kharytonova Yu.V., & Dyadichko V.G. (2021). Long-term changes of Copepoda (Crustacea) abundance and biomass in the Danube and Odessa regions of the Black Sea as indicator of water quality. *European vector of development of the modern scientific researches: collective monograph*. Pp. 22–41. Riga: Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-077-3-21>.
 19. Kovalev, A.V., Niermann, U., Melnikov, V. (1998). Long-term changes in the Black Sea zooplankton: the role of the natural and anthropogenic factors. *Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea*. Vol. 1, pp. 221–234. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ.
 20. World Register of Marine Species (WoRMS). 2024. Retrieved from: <http://www.marinespecies.org/>.

DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF CLADOCERA IN THE NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA IN THE SECOND HALF OF THE XX–XXI CENTURIES

Dyadichko V.G., PhD, Senior Researcher

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, wasilij@te.net.ua

Kharytonova Yu.V., PhD, Junior Researcher

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, kharytonova_julia@ukr.net

In this article we investigated a long-term change of the Cladocera biomass and abundance as well as its main species: *Penilia avirostris* Dana, 1849 and *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859) in the zooplankton in the northwestern part of the Black Sea. The zooplankton samples were taken by the Institute of Marine Biology expeditions in 2007–2024 in the Odesa marine, Danube and Dnieper regions. It was detected 24 species of the Cladocera. Most of them belong to typical habitats of the NWBS marine water but freshwater and oligogalline species are also known. But only *P. avirostris* and *polyphemoides* are playing a key role in forming quantitative indicators of zooplankton. It was established that the maximum value of Cladocera biomass and abundance were observed in 1979–1986. The minimum value was in 2005, 2008, 2014 and 2016. In the modern stage of the ecosystem development in all NWBS aquatorias a similar value of Cladocera biomass and abundance was observed. In the seasonal dynamics of the Cladocera biomass, two maximum values were observed: at the end of the phenological spring – first half of the summer that caused *P. polyphemoides* develop and at the end of the summer – autumn that caused *P. avirostris* develop. At the same time second maximum is bigger than the first as a rule. It was detected that Cladocera biomass values are higher than during the “ecological norm” period and almost less twice than during the period of anthropogenic eutrophication. At the same time *P. avirostris* as an organism with a long life cycle is better developed than *P. polyphemoides* at the current stage.

Key words: northwestern part of the Black Sea, zooplankton, Crustacea, Cladocera, abundance, biomass.