

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МОРСЬКОЇ БІОЛОГІЇ

ПОРТЯНКО ВАЛЕНТИН ВАЛЕНТИНОВИЧ

УДК 591.5:341(262.5)

**ГАРПАКТИКОЇДНІ КОПЕПОДИ КОНТАКТНИХ ЗОН
ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ**

03.00.17 – гідробіологія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Одеса – 2021

Дисертацією є рукопис
Робота виконана в ДУ «Інститут морської біології НАН України»

Науковий керівник:

доктор біологічних наук, професор
Воробйова Людмила Вікторівна,
Інститут морської біології НАН України,
провідний науковий співробітник

Офіційні опоненти:

доктор біологічних наук, професор **Утєвський Сергій Юрійович,**
Харківський національний університет імені
В.Н.Каразіна
професор кафедри зоології та екології тварин

кандидат біологічних наук, доцент
Заморов Веніамін Веніамінович,
Одеський національний університет
імені І.І. Мечникова
декан Біологічного факультету

Захист відбудеться « ____ » вересня 2021 р. о ____ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.258.01 Інституту морської біології НАН України за адресою: м. Одеса, вул. Люстдорфська дорога, 86. Актовий зал. Фізико-хімічний інститут ім. О. В. Богатського НАН України.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту морської біології НАН України за адресою: провулок Удільний,6, м.Одеса, Україна 65044

Автореферат розіслано « ____ » 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 41.258.01,
кандидат біологічних наук

С.В. Стадніченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Контурні біотопи зі специфічними угрупованням організмів відіграють значну роль у функціонуванні водних екосистем, репродукції гідробіонтів та є чутливими до зовнішніх впливів [200]. Значний внесок у формування кормової бази для донних риб, особливо для молоді, роблять мейобентосні організми [169]. Ракоподібні ряду Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) становлять значний відсоток у складі мейофауни та є важливим компонентом мейобентосних угруповань завдяки своїй високій екологічній пластичності, багатому видовому різноманіттю, відносно короткому життєвому циклу і здатністю давати значну кількість генерацій.

На сьогоднішній день екологія гарпактикоїд північно-західної частини Чорного моря досліджена фрагментарно, а особливості гарпактицид контурних біотопів раніше не досліджувалися. В умовах наростаючого антропогенного навантаження вивчення видового різноманіття, кількісних та якісних показників гарпактикоїдних копепод робить їх вдалим інструментом для оцінки екологічних змін, що відбуваються в певному регіоні.

Зв'язок роботи з основними науковими програмами, планами, темами. В основу дисертаційної роботи були покладені дослідження, які базуються на багаторічному досвіді досліджень бентосних угруповань на різних субстратах в рамках тематики ДУ «Інститут морської біології» НАН України: фундаментальних тем «Закономірності функціонування контурних угруповань чорноморських екосистем в умовах порушення природних процесів» (2021 – 2025 рр., № держреєстрації 012U109888), «Фундаментальні закономірності формування біологічного різноманіття та біоресурсного потенціалу контурних біотопів екосистем Азово-Чорноморського басейну» (2016–2020 рр., № держреєстрації 0116U000912), «Відгук структурно-функціональної організації пелагічних та донних угруповань Азово-Чорноморських екосистем в умовах антропогенного впливу» (2010–2015 рр., № держреєстрації 011U006731); міжнародних грантів конкурсних проектів операційної програми Європейського союзу Black Sea CBC Program «Development of a common intraregional monitoring system for the environmental protection and preservation of the Black Sea – ECO-Satellite» (2012 – 2013) та операційної програми Європейського союзу Black Sea CBC Program «Research and Restoration of the Essential Filters of the Sea (REEFS)» (2012 – 2014); господарських тем «Гідробіологічний моніторинг при відновленні експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море: морська частина в 2011 р.» (2011 р., № 0111V004958), «Комплексний моніторинг при відновленні та експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай - Чорне море: морська частина» (2012 р., № 0113U001527), «Оцінка стану гідробіологічних угруповань морської частини дельти Дунаю в районі ГСХ в літній період 2013 р.» (2013 р., № 0113U004901), «Контрольні спостереження в процесі експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай - Чорне море (морська частина)» (2014 – 2019 рр., № 0114U006404, 0115U001905, 0116U006985, 0116U006329, 0119U000652).

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи – виявити особливості структури угруповань гарпактикоїдних копепод контактних зон північно-західної частини Чорного моря.

Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

- визначити таксономічний склад гарпактикоїд пело, потамо, псамо- та літоконтуру північно-західної частини Чорного моря;
- виявити особливості формування видового складу гарпактикоїд різних біотопів в межах контактних зон північно-західної частини Чорного моря;
- порівняти кількісні показники угруповань гарпактикоїд пело, потамо, псамо- та літоконтуру північно-західної частини Чорного моря;
- охарактеризувати чисельність та біомасу гарпактикоїд різних біотопів в межах контактних зон північно-західної частини Чорного моря;
- проаналізувати вплив на структуру угруповань гарпактикоїдних копепод котнурних біотопів абіотичних факторів середовища.

Об'єкт дослідження – ракоподібні ряду Harpacticoida контурних біотопів північно-західної частини Чорного моря.

Предмет дослідження – структура угруповань мейобентосних гарпактикоїд контурних біотопів за умови впливу на них абіотичних факторів.

Методи дослідження – стандартні методи збору (рамки, трубки, дночерпачі) та обробки мейобентосу, статистичні методи цілісного аналізу біологічних систем.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше проаналізовано видову структуру гарпактикоїдних копепод контурних біотопів. Виявлено закономірності розподілу чисельності та біомаси гарпактикоїд для кожного контуру. Проаналізовано вплив абіотичних факторів на угруповання гарпактикоїд контурних біотопів. Проведено порівняльну оцінку угруповань контурних біотопів ПЗЧМ.

За результатами власних досліджень вперше для української частини північно-західного шельфу Чорного моря відмічено родину Tetragonicipitidae з одним родом та видом (*Phyllopodopsyllus pauli*), а список видів гарпактикоїд розширений з 116 до 127 видів. Виділено видові комплекси гарпактикоїдних копепод псамо-, літо-, пело- та потамоконтуру. Вперше для регіону проаналізовано вплив абіотичних факторів (глибини, солоності, температури, віддаленості від берегової лінії, концентрації кисню у придонному шарі води, річні та сезонні зміни у структурі) на формування угруповань гарпактикоїдних копепод з різних контурних біотопів. Проведено просторовий аналіз структури угруповань гарпактикоїдних копепод.

Практичне значення отриманих результатів. Результати роботи щодо видового різноманіття гарпактикоїд можуть бути використані в природоохоронній практиці для оцінки стану біорізноманіття в ПЗЧМ. Інформація щодо чисельності гарпактикоїдних копепод у порівнянні з чисельністю нематод може слугувати надійним інструментом для моніторингу стану середовища чорноморсько-середземноморського басейну на рихлих ґрунтах.

Дослідження розподілу показників біомаси і чисельності гарпактикоїдних копепод та їхній вклад у загальний мейобентос в залежності від факторів середовища в контурних біотопах ПЗЧМ будуть корисними при оцінці кормової бази іхтіофауни регіону.

Дані щодо особливостей функціонування гарпактикоїдних копепод у складі мейобентосу контурних біотопів можуть бути використані у педагогічній практиці при підготовці навчальних посібників для практичних та лекційних занять з

біорізноманіття бентосної фауни для студентів за спеціальностями «біологія», «зоологія», «гідробіологія», «екологія».

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок здобувача полягає у відборі значної частини матеріалу і його обробці, самостійної ідентифікації гарпактикоїд, аналізі та узагальненні матеріалу, формулюванні основних положень роботи та висновків, написанні одноосібних і колективних статей. У спільних публікаціях особиста участь автора пропорційна числу авторів. Разом з науковим керівником визначалися мета і завдання роботи, планування досліджень і формування структури дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях: Міжнародній конференції «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона» (Керч, 2012 р.), 3-й Міжнародній науковій конференції «Проблемы изучения краевых структур биоценозов» (Саратов, 2012 р.), Eleventh Conference on the Mediterranean Coastal Environment (MEDCOAST-2013) (Marmaris, 2013 р.), VIII науково-практичній конференції молодих вчених «Pontus Euxinus» (Севастополь, 2013 р.), науково-практичній молодіжній конференції «Экологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление прибрежной зоной» (Севастополь, 2014 р.), Третій міжнародній науково-практичній конференції «Биоразнообразие и устойчивое развитие» до 100-річчя Карадагської біологічної станції – Карадагського природного заповідника НАН України (Сімферополь, 2014 р.), XI Всеукраїнській науково-практичній конференції «Біологічні дослідження – 2020» (Житомир, 2020 р.). У 2013 роках наукові доповіді за темою дисертації заслуховувалися на засіданнях Вченої Ради ДУ «Інститут морської біології» НАН України.

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 16 наукових працях, серед яких 3 статті у наукових фахових виданнях України (1 з яких у журналі, що входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science), 2 монографії, 8 тез і матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел (241 найменування, з яких 145 латинцею) та одного додатку. Загальний обсяг дисертації становить 155 сторінки машинопису, з яких основний текст викладено на 124 сторінках. Текст ілюстровано 39 рисунками та 28 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

СТАН ВИВЧЕНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГАРПАКТИКОЇД КОНТУРНИХ БІОТОПІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

У розділі проаналізовані літературні дані за станом вивченості екології гарпактикоїдних копепод. Розглянуто розподіл гарпактикоїдних копепод в залежності від абіотичних факторів – глибина, характер субстрату, насиченість киснем, температура, солоність. Оцінено вивченість гарпактикоїдних копепод як у світі так і ПЗЧМ.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження особливостей угруповань гарпактикоїдних копепод проби відбирали в районах ПЗЧМ, що значно відрізняються за гідрологічним режимом: Одеська, Ягорлицька, Тендрівська, пригирлова морська частина р. Дунай та в акваторія біля острова Зміїний. Матеріалом для дисертаційної роботи слугували зібрані кількісні проби мейобентосу та архівний матеріал ДУ «Інститут морської біології» НАН України за період 2004 – 2017 р.

Фауна гарпактикоїдних копепод вивчалась на чотирьох контурних біотопах: літоконтур, псаммоконтур, пелоконтур та потамоконтур. Кожен з зазначених контурних біотопів має свою внутрішню неоднорідність, яка пов'язана як з географічним розмежуванням, так і з умовами існування організмів.

Дослідження гарпактикоїд пелоконтуру велись на мулах Одеського морського регіону, Ягорлицької та Тендровської заток. У ОМР донні відкладення на глибинах понад 11 метрів в своїй більшості представлені сірими або чорними мулами і в деяких випадках зустрічаються замулені черепашки та пісок. На невеликій кількості станцій зареєстровані поселення мідій. Пелоконтур Одеського морського регіону розгрупований за такими складовими компонентами: 1) «мул сірий»; 2) «мул сірий-мідії», 3) «мул сірий-пісок», 4) «мул сірий-черепашки», 5) «мул сірий-пісок-черепашки». Для чорних мулів виділені такі ж групи.

Гарпактикоїди літоконтуру досліджувались на мідійних обростаннях (*Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)) та на заростях різних видів водоростей (*Ceramium elegans* (Ducluzeau, 1806), *Cladophora vagabunda* (Hoek, 1963), *Ulva intestinalis* (Linnaeus, 1753), *Polysiphonia denudata* (Greville et Harvey, 1833), *Corallina officinalis* (Linnaeus, 1758), *Laurencia paniculata* (Kützing, 1849)) з штучних і природних поверхонь ОМР та біля о. Зміїний. Фауна гарпактикоїд. На траверсах проби перифітону відбиралися з різних горизонтів глибин: 1) 0,5; 2) 1,5 м; 3) 2,5 м; 4) дно. Біля о. Зміїний проби відбиралися на глибині від 1,5 до 6 м.

Вивчення цих ракоподібних на псаммоконтурі проводилось у верхній субліторалі та інтерстіціалі Одеського морського регіону.

Гарпактициди потамоконтуру вивчалися на авандельті р. Дунай, а саме у її прибережних та віддалених від берега ділянках. У зв'язку з тим, що в 2010–2017 рр. з чотирьох сезонів щорічно проби в пригирловому районі Дунаю відбиралися лише в літній період (навесні і восени відбір проводився лише в окремі роки), було використано дані літнього сезону.

Ідентифікацію гарпактикоїд проводили під мікроскопом модель «Konus» зі збільшенням 200–400^x разів з використанням ряду визначників [6, 73, 136, 139, 154, 155, 182]. Багаточисельні роботи з систематики та опису окремих видів і родів гарпактикоїд слугували додатковими джерелами. За каталогами Ф. Бодіна [24, 25], монографією Р. Хайса [91] та електронним каталогом морських видів [143] проводилася уніфікація проводилася уніфікація фауни та виявлення синонімічних видів. Список видів було складено на основі таксономічної системи запропонованої Дж. Веллсом [136].

Для статистичного аналізу даних використовували наступні програм: пакет Статистика в MS Excel 2010 року (Microsoft™), PAST.4.03 and PRIMER версія 6.1.6 6 [42].

ФАУНІСТИЧНИЙ АНАЛІЗ УГРУПОВАНЬ ГАРПАКТИКОЇД КОНТУРНИХ БІОТОПІВ В ПЗЧМ

Фауна гарпактикоїдних копепод контурних біотопів у ПЗЧМ за період досліджень налічувала 75 видів, що відносяться до 46 родів із 23 родин. Серед зареєстрованих видів – 11 виявилися новими для української частини ПЗЧМ, а список видів гарпактикоїдних копепод розширився з 116 до 127 видів. Вперше для української частини північно-західного шельфу Чорного моря знайдена нова родина з одним родом та видом (*Phyllopodopsyllus pauli*) (Crisafi, 1960).

Кластерний аналіз гарпактикоїд контурних біотопів ПЗЧМ показав, що їхня фауна розділяється на рівні подібності у 20 % (рис. 1).

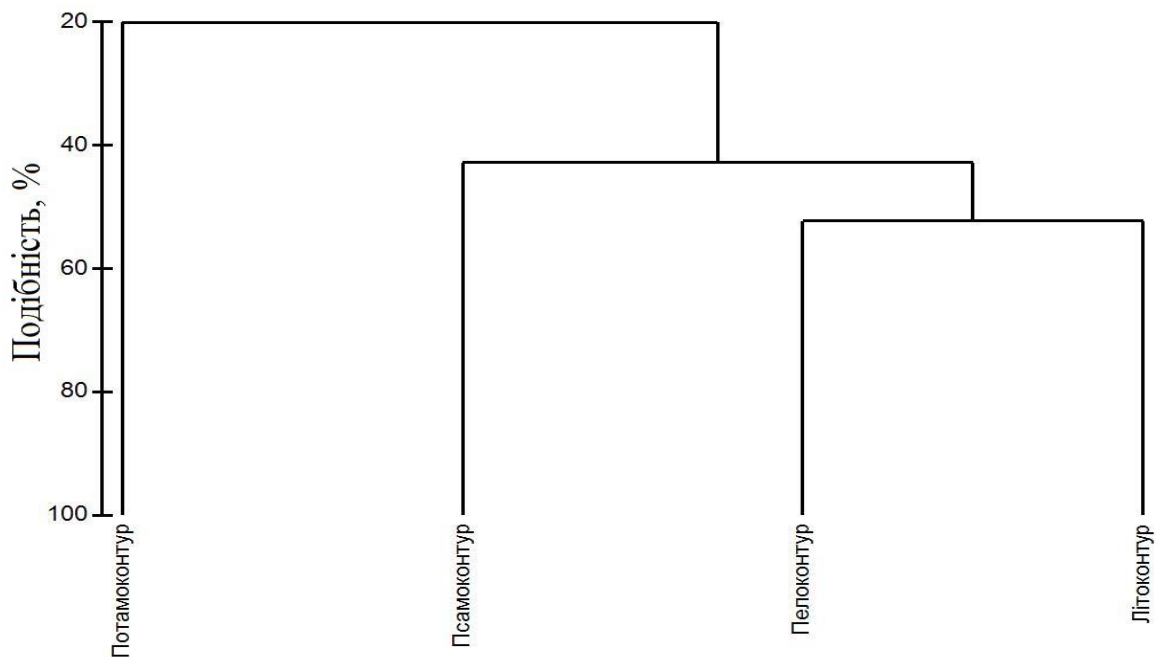


Рис.1. Дендрограма кластерного аналізу фаунистичного складу гарпактикоїдних копепод контурних біотопів ПЗЧМ на основі індексу подібності Брея–Кертіса.

Найбільша кількість видів була зареєстрована на пелоконтурі, що налічує 44 види. Спільними для всіх контурних біотопів є 6 видів: *Ameira parvula parvula* (Claus, 1866), *Dactylopusia tisoides* (Claus, 1863), *Ectinosoma melaniceps* (Boek, 1865), *Harpacticus flexus* (Brady et Robertson D., 1873), *Harpacticus littoralis* (Sars G. O., 1910), *Laophonte elongata elongata* (Boeck, 1873).

За результатами неметричного лінійного ординаційного аналізу (nMDS) в контурних біотопах існує певна неоднорідність фауни різних біотопів, що достовірно відрізняється (рис. 2).

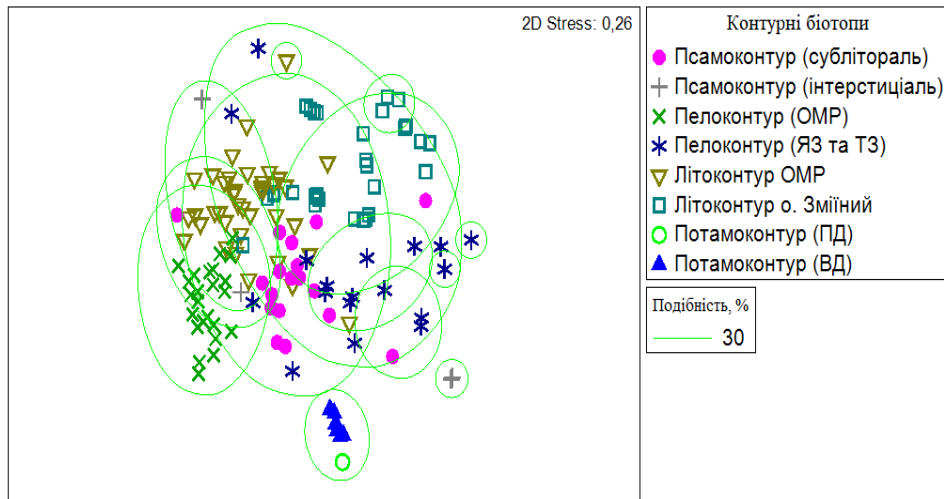


Рис. 2. Результати неметричного багатовимірного ординаційного шкалювання (nMDS) проб контурних біотопів ПЗЧМ на основі матриці подібності Theta+ Кларка–Уорвіка: ОМР – Одеський морський регіон; ЯЗ – Ягорлицька затока; ТЗ – Тендрівська затока; ПД – прибережні ділянки; ВД – віддалені ділянки.

Найбільша кількість видів гарпактикоїд відмічена на обростаннях літоконтуру ОМР (35 видів, що складає 46 % від загальної кількості видів). Незважаючи на велику кількість відмічених видів ракоподібних ряду Harpacticoida, тільки 16 з них є еврибіонтними та зустрічаються майже на всіх групах контурних біотопів ПЗЧМ.

Індекси видового різноманіття показали, що у досліджуваних контурних біотопах формуються досить різноманітні угруповання гарпактикоїдних копепод (таб. 1). Згідно з отриманими даними, для досліджуваних контурних біотопів характерні відносно високе видове багатство, високі значення індексів різноманітності та складності структури угруповань.

Таблиця 1.

Показники індексів видового різноманіття гарпактикоїд контурних біотопів ПЗЧМ

Контурний біотоп	d	1-Lambda'	H'(loge)
Літоконтур (ОМР)	1,1±0,04	0,7±0,02	1,8±0,1
Літоконтур (Зміїний)	0,8±0,02	0,7±0,03	1,4±0,2
Псаммоконтур (ВС)	0,8±0,04	0,7±0,02	1,5±0,2
Псаммоконтур (І)	0,4±0,1	0,6±0,04	1,1±0,3
Пелоконтур (ОМР)	0,5±0,02	0,4±0,01	0,8±0,1
Пелоконтур (Я і Т)	0,8±0,05	0,7±0,03	1,4±0,4
Потамоконтур (ПД)	1,3±0,1	0,8±0,05	1,7±0,3
Потамоконтур (ВД)	1,2±0,3	0,7±0,03	1,6±0,1

Примітка: d – індекс видового багатства Маргалєфа; 1-Lambda' – індекс різноманіття Сімпсона; H'(loge) – індекс Шеннона

Загалом найбільш різноманітні угруповання гарпактикоїдних копепод контурних біотопів за всіма показниками формуються на прибережних і глибоководних станціях потамоконтуру та в обрастаннях літоконтуру ОМР

На псамоконтурі формується угруповання гарпактикоїдних копепод субліторалі, псевдоліторалі та інтерстиціалі, що пояснюється специфічними умовами існування. Виявлено 34 види, що відносяться до чотирьох життєвих форм – епібентосної (14 видів), фітальної (9 видів), неспецифічної інтерстиціальної (7 видів), мулоріючої (1 вид) та специфічної інтерстиціальної (3 види). Слід зазначити, що показник зустрічальності тільки у 6 видів перевищує 50%.

Результати статистичного аналізу ANOSIM показали, що горизонтальний розподіл має чітко виражену видову специфічність, пов'язану безпосередньо з умовами проживання ($\text{global } R = 0,831$; $p = 0,01$). За цим аналізом фауна на глибні 0–10 см значно відрізняється від фауни на глибинах 20–60 см. Узріз води є найбільш динамічною зоною для досліджуваної ділянки. На глибині до 10 см тут виявлено найбільшу кількість видів (5 видів) гарпактикоїд, що відносяться до епібентосних, мулоріючих і неспецифічних інтерстиціальних форм

Проби літоконтуру проаналізовані на наявність достовірних відмінностей між різними типами субстрату тестом ANOSIM (табл.2). Отримані результати цього тесту свідчать про те, що фауна гарпактикоїдних копепод на літоконтурі в ОМР достовірно відрізнялася від фауни біля о. Зміїний.

Таблиця 2.

Результати ANOSIM тесту фауни гарпактикоїдних копепод літоконтуру ПЗЧМ

Групи для порівняння	R	p, %
Район збору проб літоконтуру (ОМР та Зміїний)	0,865	0,01
Водоростевий та мідійний субстрат біля о. Зміїний	0,625	0,02
Штучні та природні в ОМР	0,755	0,01
Водоростевий та мідійний субстрат на природних твердих поверхнях ОМР	0,767	0,02
Водоростевий та мідійний субстрат на штучних твердих поверхнях ОМР	0,565	0,02

Результати ANOSIM аналізу ($\text{global } R = 0,625$; $p = 0,02$ %) показали, що існують певні відмінності між водоростевим та мідійним субстратом літоконтуру о. Зміїний.

Видовий склад гарпактицид обростань водоростей включає 20 видів. За кількістю виявлених видів гарпактикоїд водорості розташовуються в такій послідовності: *P. denudata* (3), *L. paniculata* (4), *C. officinalis* (4), *C. elegans* (8), *U. intestinalis* (9), *C. vagabunda* (10).

При порівнянні водоростевого субстрату з мідійними обростаннями було виявлено, що чисельність видів гарпактикоїдних копепод нижча на останньому.

Видовий склад гарпактикоїд літоконтуру заростей водоростей ОМР включає 14 видів. Найбільша кількість видів (11 видів) характерна для обростань *U. intestinalis*, а найменше для обростань *C. elegans* (7 видів). Спільними для всіх видів водоростей є

п'ять видів гарпактикоїд: *A. parvula parvula*, *E. melaniceps*, *H. littoralis*, *H. Obscurus* (Scott T., 1895), *T. Bulbisetosa* (Volkmann-Rocco, 1972). Деякі види виявлені тільки на одному із зазначених видів обростань.

Видовий склад обростань мідійної щітки включає 27 видів гарпактикоїдних копепод. На обростаннях з мідійної щітки зустрічальність двох видів (*A. parvula parvula* і *D. tisboides*) досягала 100%, а виду *E. melaniceps* – 60%. У решти видів гарпактицид зустрічальність не піднімалася вище 40%. На обростаннях, представлених комплексом з водоростей і моллюсків, виявлено 21 вид Harpacticoida.

На траверсах (пляжі «Дельфін» і «Старий»), хвилеломах та на окремих берегоукріплювальних бетонних блоках (Гідробіологічна станція ОНУ ім. І. І. Мечникова) виявлено 17 видів гарпактикоїд.

Порівнюючи фауну гарпактикоїдних копепод штучних та природних твердих поверхонь, видове різноманіття гарпактикоїд багатше на природному твердому субстраті (майже вдвічі більше видів). Спільними для обох типів твердих поверхонь є 11 видів гарпактикоїд.

Фауни гарпактикоїд пелоконтур ОМР та пелоконтур Ягорлицької і Тендрівської заток за результатами багатовимірного шкалювання на основі коефіцієнта подібності Брея–Кертиса формують окремі області на ординаційній площині та схожі менше ніж 20 %.

Видовий склад гарпактицид пелоконтур ОМР включає 21 вид.. Найбільш чисельними на чорних та сірих мулах були *E. gariene* (Gurney, 1930), *N. minuta* (Boeck, 1873), *A. parvula parvula*, *A. longirostris* ((Claus, 1863) Huys 2010), *E. melaniceps*, *T. marmorata* (Volkmann-Rocco, 1973) – зустрічальність склала 90% на сірих мулах і від 70% до 80% на чорних мулах.

На акваторіях Ягорлицької і Тендрівської заток виявлено 34 види гарпактикоїд. Найбільша кількість видів виявлена у Ягорлицькій затоці (29 видів).

На пелоконтурі Ягорлицької та Тендрівської заток виявлено більш багате видове різноманіття гарпактикоїдних копепод, ніж на пелоконтурі ОМР. Види *A. parvula parvula*, *Canuella perplexa* (Scott T. et A., 1893) та *Delavalia elisabethae* (Por, 1959) були відмічені на всіх мулах Ягорлицької, Тендрівської заток та на пелоконтурі ОМР. Основою видових комплексів гарпактикоїд мулів є види гарпактикоїд з епібентосною життєвою формою.

За результатами неметричного багатовимірного шкалювання на основі індекса подібності Брея–Кертиса, фауни гарпактикоїдних копепод в залежності від глибини збору проб мейобентосу на ординаційній площині було виявлено дві області, що відповідають прибережним районам на глибині 0,5–1 м та більш глибоководним станціям від 6 до 24 м.

На діапазоні глибин 0,5–1 м виявлено 9 видів гарпактикоїдних копепод. Для трьох видів гарпактикоїд прибережних станцій потамоконтуру відмічається зустрічальність понад 85%: *Limnocletodes behningi*, *Nitokra hibernica hibernica*, *Pseudobradya beduina beduina*.

На більш глибоководних станціях району досліджень (6–24 м) відмічено присутність 12 видів гарпактикоїдних копепод. На глибоководних станціях потамоконтуру види гарпактикоїд *Ameira parvula parvula*, *Enchyrosoma gariene*,

Ectinosoma melaniceps, *Microarthridion littorale* зустрічаються найчастіше, їхня зустрічальність перевищує 85%.

Лише два види з роду *Pseudobradya* були спільними для них: *P. beduina beduina* та *P. minor*. У видових комплексах гарпактикоїдних копепод потамоконтуру переважають епібентосні життєві форми.

КІЛЬКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА УГРУПОВАНЬ ГАРПАКТИКОЇДНИХ КОПЕПОД КОНТАКТНИХ ЗОН ПЗЧМ ТА РОЛЬ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ У ЇХНЬОМУ ФОРМУВАННІ

За даними щодо кількісних показників гарпактикоїдних копепод у контурних біотопах за чисельністю та біомасою найбільші показники мали літоконтур та пелоконтур (рис. 3).

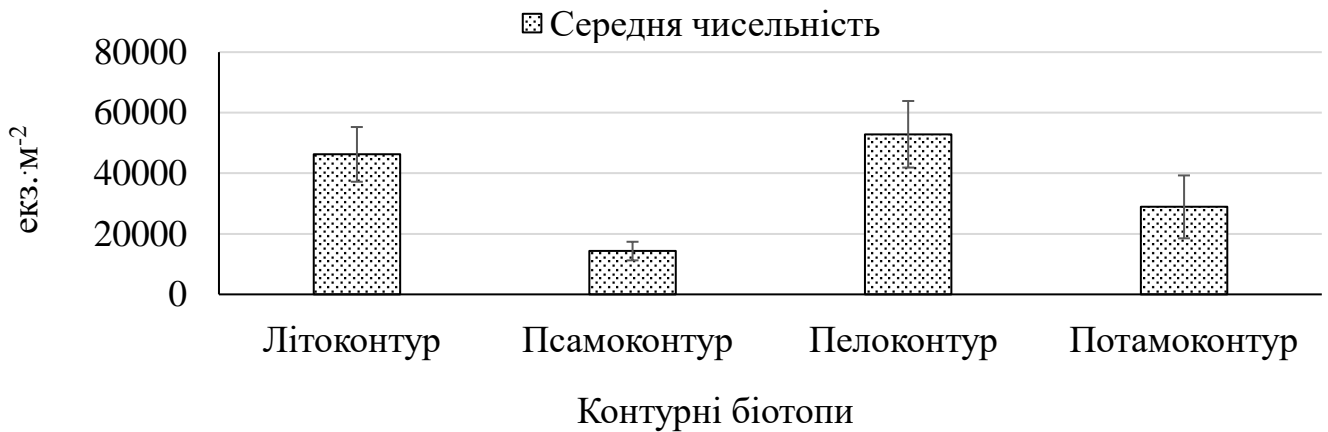


Рис. 3. Показники середньої чисельності гарпактикоїдних копепод контурних біотопів ПЗЧМ.

Найбільший показник середньої біомаси складав $669,9 \pm 245,16 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2}$, та був відмічений на літоконтур. Середнє значення показнику біомаси гарпактикоїд на псамоконтурі було найменшим ($228,83 \pm 49,24 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2}$).

Гарпактикоїдні копепод вносять значний вклад у формування чисельності та біомаси як евмейобентосу так і загального мейобентосу (табл. 3).

Таблиця 3.

Відсотковий вклад гарпактикоїдних копепод у показники чисельності та біомаси мейобентосу контактних зон ПЗЧМ

Контурний біотоп	% від чисельності		% від біомаси	
	евмейобентосу	загального мейобентосу	евмейобентосу	загального мейобентосу
Літоконтур	48,25	28,55	70,30	47,70
Псамоконтур	42,60	16,25	76,20	36,80
Пелоконтур	13,80	12,45	67,00	30,80
Потамоконтур	47,20	36,45	72,30	37,95

У межах контурних біотопів ПЗЧМ кількісні показники гарпактикоїд мають значний внесок у формуванні мейобентосу (табл. 4).

Таблиця 4.

Відсотковий вклад гарпактикоїдних копепод у показники чисельності та біомаси мейобентосу в межах контурних біотопів ПЗЧМ

Контурний біотоп	% від чисельності		% від біомаси	
	евмейобентосу	загального мейобентосу	евмейобентосу	загального мейобентосу
<i>Літоконтур</i>				
ОМР	53,8	26,6	73,9	40,3
о. Зміїний	42,7	30,5	66,7	55,1
<i>Псамоконтур</i>				
ВС	24,7	16,1	87,7	17,0
I	60,5	16,4	64,7	56,6
<i>Пелоконтур</i>				
ОМР	14,2	12,4	55,5	39,6
ЯТ	13,4	12,5	78,5	22,0
<i>Потамоконтур</i>				
ПД	35,3	30,7	77,2	35,5
ВД	59,1	42,2	67,4	40,4

Примітка: ОМР – Одеський морський регіон; ВС – верхня сублітораль; I – інтерстиціаль; ЯТ – Ягорлицька та Тендровська затоки; ПД – прибережні ділянки; ВД – віддалені від берега ділянки.

Найнижчі показники чисельності (279 ± 152 екз. \cdot м⁻²) та біомаси ($970 \pm 292,15$ мг \cdot м⁻²) були відмічені на інтерстиціалі псамоконтуру. На пелоконтурі ОМР середні значення цих показників були найвищими та становили 93881 ± 17535 екз. \cdot м⁻² та $970 \pm 292,15$ мг \cdot м⁻².

У формування показників біомаси еvmейобентосних таксонів гарпактикоїди на всіх контурних біотопах склали понад 55,5 %, а їхня частка у верхній субліторалі за цим параметром є найбільшою (87,7 %).

Майже третина чисельності еvmейобентосу формується за рахунок гарпактикоїдних копепод на літоконтурі о. Зміїний, прибережних та віддалених ділянках потамоконтуру. Понад 35% біомаси мейобентосу складають гарпактикоїди, доля яких менша на верхній субліторалі псамоконтуру та на пелоконтурі Ягорлицької та Тендрівської заток (17 % і 22 % відповідно).

КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ГАРПАКТИКОЇДНИХ КОПЕПОД РІЗНИХ БІОТОПІВ В МЕЖАХ КОНТАКТНИХ ЗОН ПЗЧМ

Показники чисельності та біомаси гарпактикоїд у псевдоліторалі та інтерстиціалі псамоконтуру неоднорідні в залежності від солоності, глибини та відстані від урізу води. Кореляційний аналіз між солоністю інтерстиціальних вод та кількісними показниками гарпактикоїдних копепод показав, що цей фактор слабо

впливає на їхній розподіл (коефіцієнт детермінації не перевищує значення 0,5672). Кількісні показники гарпактикоїд на псевдо- і супраліторалі залежать від різних глибин горизонтів відбору проб та відстані від урізу води.

Кластерний аналіз проб верхньої субліторалі за показником чисельності гарпактикоїдних копепод показав, що проби зібрані на глибині 0–4 м (найвища чисельність), утворюють окремих кластер. Ще дві групи можна виділити за окремими гілками дендрограми, що відповідають глибинам 4,5–7 м і 7,5–11 м ($R^2 = 0,9$). Подібність проб всередині кожної групи не перевищувала 60 %.

Встановлено прямопропорційну степеневу залежність чисельності гарпактикоїд від концентрації кисню в придонному шарі води ($R^2 = 0,7$). При насиченості придонної води киснем понад 85%, при концентрації розчиненого кисню 5 мл · л⁻¹, щільність поселень гарпактикоїд починає зростати. При перенасиченні киснем субстрату понад 100 %, чисельність і частка гарпактикоїд суттєво знижуються.

Чисельність гарпактикоїдних копепод на літоконтурі мідійних обростань о. Зміїний в середньому становить $7500 \pm$ екз. · м⁻², що складає 3,7 % від загальної чисельності мейобентосу. Показники біомаси в середньому становили 3,5 % від загальної біомаси всіх таксонів мейобентосу (120 мг · м⁻²).

Середні значення чисельності гарпактикоїд на заростях макрофітів коливаються в межах від 8250 до 88750 екз. · м⁻² та збільшуються в ряду видів водоростей: *L. paniculata*, *C. officinalis*, *P. denudata* (38,8% від загальної чисельності мейобентосу), *C. elegans* (29,3% від загальної чисельності мейобентосу), *U. intestinalis* (від загальної чисельності мейобентосу 56,6%), *C. vagabunda*.

Вклад гарпактикоїдних копепод у показники загальної біомаси найбільший на *Cladophora vagabunda* та становить 2164 ± 524 мг · м⁻², що складає 83,2 %. Найменша біомаса гарпактикоїд відмічена на *Laurencia paniculata* (132 ± 116 мг · м⁻²) та формує всього 3,7 % загальної біомаси мейобентосу.

В ОМР на 57% станцій обростань літоконтуру серед представників мейобентосу гарпактикоїди домінували по щільності поселень, яка становила 53,2–80% загальної кількості організмів. Аналіз участі гарпактикоїд у формуванні загальної біомаси мейобентосу показав, що в переважній кількості випадків вони забезпечували цей процес. Формування гарпактикоїдами біомаси його постійного компоненту становить в середньому 93,6%.

Результати аналізу ANOSIM показали (global R = 0,652, p = 0,01 %), що кількісні показники гарпактикоїдних копепод на водоростевих обростаннях за досліджуваний період мали певні відмінності. Проведений попарний ANOSIM тест показав, що кількісні показники гарпактикоїд були найнижчими на *U. intestinalis*.

Показники середньої чисельності та біомаси гарпактикоїдних копепод розподілилися нерівномірно в залежності від типу твердої поверхні літоконтуру ОМР. На природних твердих поверхнях чисельність майже втричі вища за цей показник на штучних субстратах та складає 74,56 %. Внесок гарпактикоїд в чисельність і біомасу на траверсах в більшості випадків не перевищував 10 %. На хвилеломі ці показники становили від 27,8 % до 50,4 % і від 26,2 до 48,7 % відповідно.

Аналіз отриманого матеріалу показав, що в мейобентосі досліджуваних природних обростань гарпактикоїди грають важливу роль у формуванні чисельності та біомаси. В літоконтурі ОМР кількісні показники гарпактикоїдних копепод значно вище, ніж в літоконтурі о. Зміїний. Найвищі показники чисельності гарпактикоїд літоконтуру були відмічені на *C. vagabunda*.

На природних субстратах кількісні показники гарпактикоїдних копепод вище. При порівнянні водоростевого та мідійного субстратів з комплексом моллюсків і мідій виявлено незначні коливання чисельності та біомаси. Внесок гарпактикоїд у ці показники загального мейобентосу на макрофітах був вагомий (понад 50 %).

Як показав детальний аналіз матеріалу, найбільша чисельність гарпактицид спостерігалася на поселеннях мідії з сірими і чорними мулами (358500 екз.·м⁻² і 178300 екз.·м⁻² відповідно), а домішки черепашок і піску в мулистих відкладеннях обох типів мулу не особливо впливали на кількісні характеристики цих ракоподібних. Це може бути пов'язано з тим, що мулові відкладення покривають собою пісок і черепашки, а ці ракоподібні мешкають або на поверхні ґрунту, або проникають не глибше 2–3 см.

Багаторічні кількісні показники гарпактикоїдних копепод мають тенденцію до підйомів і спадів в деякі періоди досліджень. Найбільш високий відсоток у загальній чисельності і біомасі мейобентосу спостерігався в 2011 році та склав 44,2% (187292 екз. · м⁻²) від чисельності та 85,1% (44,15 мг · м⁻²) від біомаси, а найменший у 2012 році – 7,4% (12789 екз. · м⁻²) і 8,2% (8,17 мг · м⁻²) відповідно. В інші роки ситуація була не такою однозначною. У 2006 році чисельність і біомаса гарпактикоїд також була значною (172640 екз. · м⁻² та 2762,23 мг · м⁻²), при цьому внесок цих ракоподібних в чисельність склав всього 8,8%, а частка в біомасі склала – 36,4%. Слідом за коливаннями кількісних даних, змінювався і просторовий розподіл цих ракоподібних.

Кластерний аналіз подібності проб за показниками чисельності гарпактикоїдних копепод показав, що виділяються чотири групи за глибинами. Першу групу формують проби зібрані на глибині до 10 м. Проби з глибин 11–15 м увійшли до другої групи. Останні дві групи сформовані пробами, що розташовані на діапазонах глибин від 16 до 20 м та від 21 до 27 м. За результатами аналізу ANOSIM (global R = 0,801, p = 0,02 %) на пелоконтурі Одеського морського регіону щільність поселень гарпактикоїд значно варіювала в залежності від глибин. Чисельність угруповань гарпактикоїдних копепод на глибині 5–15 м достовірно відрізнялася від 16–27 м.

Між показниками концентрації розчиненого кисню та щільністю поселень гарпактикоїд існує ступенева прямопропорційна залежність. Коефіцієнт детермінації при цьому складає 0,6407. Показники індексів нематодно-копеподного співвідношення вище при низьких концентраціях кисню (рис.4).

Це показує, що на ділянках бенталі з низькою концентрацією кисню формуються несприятливі умови для мейобентосних таксонів (зокрема, гарпактикоїдних копепод). При цьому збільшується чисельність анаеробних видів нематод. Існує певна оберненопропорційна ступенева кореляція між рівнем кисню та показниками цього індексу.

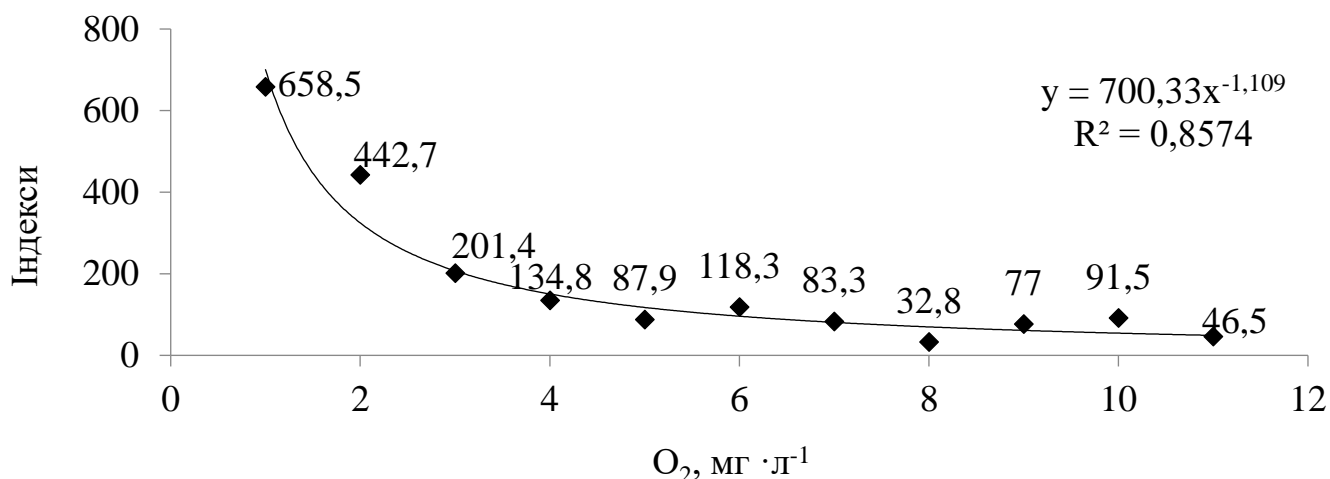


Рис. 4. Індекси співвідношення чисельності нематод до гарпактикоїд в залежності від концентрації кисню в пелоконтурі ОМР.

Протягом року щільність гарпактикоїд неоднорідна, що може визначатися температурою придонних шарів води, вмістом розчиненого кисню у дна, а також харчовими ресурсами для ракоподібних.

На пелоконтурі Ягорлицької та Тендрівської заток щільність поселень гарпактикоїд, а відповідно і їх біомаса, коливалися в широких межах. В Ягорлицькій затоці показники чисельності складали від 1000 екз.·м⁻² до 27800 екз.·м⁻², а в Тендрівській затоці від 1000 екз.·м⁻² до 41000 екз.·м⁻², що в середньому становить 11733 ± 3984 екз.·м⁻² і 12000 ± 4935 екз.·м⁻² відповідно.

Частка гарпактикоїд також перебувала у вкрай близьких значеннях і не перевищувала 15% від загальної чисельності. Показники біомаси відображали чисельні значення – 185 ± 64,4 мг·м⁻² (Ягорлицька затока) і 192 ± 78,9 мг·м⁻² (Тендрівська затока). Внесок гарпактикоїд в загальну біомасу був не багато вище 20% і склав відповідно 24% (Ягорлицька затока) і 21,7% (Тендрівська затока).

Середні кількісні значення гарпактикоїдних копепод пелоконтурі Ягорлицькою та Тендрівської заток розрізнялися значно з цими ж показниками пелоконтурі ОМР, де вони були вищі майже в 5 разів.

На мілководних ділянках потамоконтуру, що відповідають глибинам 0,5-1 м, гарпактикоїди у складі мейобентосу становили 31,8%. Середні показники чисельності та біомаси складали 18874 ± 6401 екз.·м⁻² і 196,45 ± 1,3 мг·м⁻² відповідно. Показники солоності становили від 2 ‰ до 5 ‰.

За період 2010–2017 рр. в літні сезони у пригирловому глибоководному районі р. Дунай чисельність гарпактикоїд (середня 44346 ± 19040 екз.·м⁻²) та показники біомаси (в середньому 865,71 ± 391,67 мг·м⁻²) значно варіювали. Пік показнику середньої чисельності гарпактикоїдних копепод становив 27800 екз.·м⁻² та був відмічений у 2011 році. У 2015 та 2016 роках відмічено спад чисельності гарпактикоїдних копепод.

У періоди максимальних кількісних значень протягом 2010–2013 рр. гарпактикоїди на більшій частині акваторії пригирлової частини р. Дунай домінували за чисельністю, складаючи в середньому 42,2% від щільності всього мейобентосу. Частка гарпактикоїд в загальній біомасі мейобентосу в середньому становила 53%.

Найнижчі показники відсоткової частки гарпактикоїдних копепод у кількісних показниках мейобентосу (9,63 % та 1,31 % від загальної чисельності та біомаси відповідно) були відмічені у 2015 році.

Показники біомаси гарпактикоїд за період 2010–2017 рр. відображали показники чисельності, а найбільше значення було зареєстровано у 2013 році та становило $1818,7 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2}$.

Статистична достовірність підтверджується, і таким чином ми можемо говорити про наявність потамоконтуру. За градієнтом солоності кластерний аналіз показав наявність 5 груп за солоністю у глибоководному районі ПЗЧМ: 0,2 – 0,5 ‰, 1,5 – 3 ‰, 5 – 8 ‰, 10 – 13 ‰ і до 16 ‰.

Грунтуючись на даних, отриманих при вивченні просторового розподілу гарпактикоїд в зоні змішання річкових і морських вод, в пригирловій частині потамоконтуру р. Дунай, показано, що показники чисельності та біомаси гарпактикоїдних копепод мають прямопропорційну степеневу залежність від солоності (коефіцієнт детермінації якого 0,8). Найбільші показники чисельності та біомаси гарпактикоїдних копепод відмічаються при солоності біля 16 ‰ ($76667 \pm \text{екз.} \cdot \text{м}^{-2}$ та $1426,7 \pm 550 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2}$ відповідно).

Відсотковий вклад гарпактикоїдних копепод у формування кількісних показників мейобентосу залежав від показників солоності. Частка гарпактикоїд у чисельності мейобентосу мала тенденції до зниження ($R^2 = 0,7684$), а відсоткова частка гарпактикоїд від загальної біомаси ($R^2 = 0,7697$) збільшувалась зі зростанням солоності.

ВИСНОВКИ

1. Фауна гарпактикоїдних копепод контурних біотопів ПЗЧМ за результатами досліджень налічувала 76 видів, що відносяться до 46 родів із 23 родин. Серед зареєстрованих видів – 11 виявилися новими для української частини ПЗЧМ, що значно збільшило фауни даних видів для регіону. Найбільша кількість видів відмічена для пелоконтуру (48 видів), найменша - для потамоконтуру (19 видів). Аналізуючи різні біотопи в межах контактних зон ПЗЧМ прибережна частина потамоконтуру характеризується найбільшим видовим різноманіттям (індекс Маргалєфа – $1,3 \pm 0,1$, індекс Шенонна – $1,7 \pm 0,3$; індекс Сімпсона – $0,8 \pm 0,05$).

2. У ПЗЧМ відмічаються унікальні угруповання гарпактикоїдних копепод для окремих контурних зон, які формуються на різних біотопах. Так угруповання гарпактикоїдних копепод псевдоліторалі відрізняються від супраліторалі більш багатим видовим різноманіттям та характеризується наявністю специфічних інтерстиціальних видів *Arenopontia subterranea*, *Paraleptastacus ponticus* та *Vermicularis pontica*. Потамоконтур виокремлюється за рахунок наявності таких видів, як *Delavalia tethysensis*, *Limnocletodes behningi*, *Paronychocamptus sp.*

3. Кластерний аналіз подібності фауни гарпактикоїдних копепод контурних біотопів ПЗЧМ показав, що угруповання потамоконтуру значно відрізняються від інших (індекс подібності Брея-Кертіса складає менше 23,53 %). Найбільш близькими (індекс подібності 52,27 %) за видовим складом є пелоконтур та літоконтур.

4. Найбільші кількісні показники гарпактикоїд відмічені на пелоконтурі ОМР та становили 93881 ± 23563 екз. · м⁻² і 1502 ± 356 мг · м⁻². Натомість найнижчими показники середньої чисельності та біомаси гарпактикоїд були в межах інтерстиціалі псамоконтуру ($679 \pm 152,4$ екз. · м⁻² та $4,46 \pm 0,86$ мг · м⁻²).

5. Аналіз багаторічної динаміки гарпактикоїд потамоконтуру протягом 2010–2017 рр. показав, що пік чисельності гарпактикоїд припадає на 2011 рік та складає 96581 екз. · м⁻², а біомаса на 2013 рік ($1818,6$ мг · м⁻²). Найнижчі показники чисельності та біомаси зареєстровані у 2015 році – 5500 екз. · м⁻² та $8,8$ мг · м⁻².

6. Кореляційний аналіз показав, що кількісні показники гарпактикоїд потамоконтуру значно збільшуються при зростанні солоності (коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,851$). При солоності 16,1 ‰ відмічаються найбільші значення чисельності та біомаси (76667 екз. · м⁻² і 1226 мг · м⁻² відповідно).

7. На ділянках пелоконттуру ОМР з концентрацією кисню менше 4 мг·л⁻¹ формуються несприятливі умови для гарпактикоїдних копепод, чисельність яких не перевищує 31637 екз. · м⁻², при цьому зростає чисельність анаеробних видів нематод. Співвідношення нематодно-гарпактикоїдного індексу зменшується на ділянках з вищою концентрацією кисню.

8. В межах пелоконттуру на глибинах від 5 до 15 м відмічаються високі кількісні показники чисельності гарпактикоїд (середнє значення 62568 ± 12584 екз. · м⁻² та 585 ± 127 мг · м⁻²), які зі збільшенням глибини знижуються до 16277 екз. · 100 м⁻². Чисельність (41875 ± 12546 екз. · м⁻²) та біомаса (874 мг · м⁻²) на псамоконтурі ОМР зменшуються вдвічі у бік відкритого моря. Кількісні показники гарпактикоїд інтерстиціалі збільшуються в горизонті 0–10 см на урізі води (від 1268 – 2890 екз. · 100 см⁻³ та $20,29$ – $46,43$ мг · 100 см⁻³ відповідно), а потім відбувається різке зниження даних показників на горизонтах глибин 20–60 см.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових наукових виданнях:

1. Portianko V. V. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of mussel beds and macroalgae on the rocky substrates in the north-western Black Sea. *Vestnik zoologii*. 51(5): 407–412, 2017 DOI 10.1515/vzoo-2017-0048 (опублікована у виданні, що входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science).

2. Воробьева Л. В., Портянко В. В. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) как компонент мейобентоса контурных биотопов Одесского морского региона. *Экосистемы, их оптимизация и охрана*. Симферополь, 2014. Вып. 11(30). С. 179–186. (Особистий внесок здобувача – обробка проб, аналіз та узагальнення матеріалу, написання частини тексту, підготовка ілюстративного та графічного матеріалу).

3. Портянко В. В. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) верхньої субліторалі Одеського морського регіону. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Сер.: Біологія. 2017. № 3 (70). С. 169–173.

4. Vorobyova L., Kulakova I., Bondarenko O., Portyanko V., Uzun E. Meiofauna of the periphytal of the Odessa coast Ukraine. *J. Black Sea Mediterranean Environment*. 2016. Vol. 22, N. 1. P. 60–73. (Особистий внесок здобувача – обробка проб, аналіз та

узагальнення матеріалу, написання частини тексту, підготовка ілюстративного та графічного матеріалу).

5. Портянко В. В. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) пелоконтура Одеського морського регіона (Чорне море). Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер.: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. 2015. № 3–4 (64). С. 535–539.

Монографії:

1. Воробьева Л. В., Полищук Л. Н., Нестерова Д. А., Синегуб И. А., Кулакова И. И., Бондаренко А. С., Портянко В. В., Кудренко С. А., Рыбалко А. А., Мигас Р. В., Снигирева А. А., Узун Е. Е. Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали и бентали [монография]. Одесса: Астропринт, 2017. 328 с. (*Особистий внесок здобувача – аналіз та узагальнення матеріалу, написання частини тексту, підготовка ілюстративного та графічного матеріалу*).

2. Воробьева Л. В., Кулакова И. И., Бондаренко А. С., Портянко В. В. Контактные зоны Черного моря: мейофауна литоконтура северо-западного шельфа [монография]. Одесса: «Фенікс», 2019. 196 с. (*Особистий внесок здобувача – аналіз та узагальнення матеріалу, написання частини тексту, підготовка ілюстративного та графічного матеріалу*).

Статті у інших наукових виданнях

1. Воробйова Л. В., Кулакова І. І., Бондаренко О. С., Портянко В. В. Мейофауна перифітону природного кам'янистого субстрату (Одеська затока, Чорне море). *Морський екологічний журнал*. Т. XIV. № 2. «Гельветика». 2020. С. 14–21. (*Особистий внесок здобувача – обробка проб, аналіз та узагальнення матеріалу, написання частини тексту, підготовка ілюстративного та графічного матеріалу*).

Матеріали та тези доповідей конференцій:

1. Б.Г.Александров, Воробьева Л.В., Кулакова И.И., Гаркуша О.П., Рыбалко А.А., Портянко В.В. СООБЩЕСТВО ГИДРОБИОНТОВ КРАЕВОГО БИОТОПА ИЛИСТО-ПЕСЧАНОЙ ПСЕВДОЛИТОРАЛИ В АЗОВСКОМ МОРЕ. *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа*. Севастополь, 2011 г. выпуск 25. том 1. С. 362-374. (*Особистий внесок здобувача – обробка проб, аналіз та узагальнення матеріалу, написання частини тексту*).

2. Воробьева Л. В., Портянко В. В. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) как компонент мейобентоса контурных биотопов Одесского морского региона. *Материалы Третьей международной научно-практической конференции «Биоразнообразие и устойчивое развитие»* (15–19 сентября 2014 года) (к 100-летию Карадагской биологической станции – Карадагского природного заповедника НАН Украины) г. Симферополь Республика Крым. 2014 г. С. 65–66. (*Особистий внесок здобувача – обробка проб, аналіз та узагальнення матеріалу, написання частини тексту*).

3. Воробьева Л. В., Кулакова И. И., Портянко В. В. Мейобентос як кормова база молоді риб донного та придонного комплексів південно-західної частини Чорного моря. *Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы Междун. конф.*, Керчь, 20-23 июня 2012. Керчь:

ЮгНИРО, 2012. Т.1. С.126–131. (*Особистий внесок здобувача – аналіз та узагальнення матеріалу, написання частини тексту*).

4. Портянко В. В. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) обрастания твердых субстратов о. Змеиный. *Материалы Третьей международной научно-практической конференции «Биоразнообразие и устойчивое развитие»* (15–19 сентября 2014 года) к 100-летию Карадагской биологической станции – Карадагского природного заповедника НАН Украины. г. Симферополь. Республика Крым. 2014 г. С. 282–284.

5. Портянко В. В. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) прибрежной акватории о. Змеиный (Черное море). *Материалы научно-практической молодежной конференции «Экологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление прибрежной зоной»* (29 сентября – 5 октября 2014 г.). Республика Крым, г. Севастополь, 2014 г. С. 140–143.

6. Портянко В. В. Роль гарпактикоид (Crustacea, Copepoda) в формировании количественных показателей мейобентоса верхней сублиторали Одесского залива. *Тезисы VIII научно-практической конференции молодых ученых Pontus Euxinus*. Севастополь, 2013 г. С. 113–115.

7. Узун Е. Е., Портянко В. В. Ракушковые раки (Crustacea, ostracoda) и гарпактикоиды (Crustacea, copepoda) акватории мыса Большой фонтан в Одесском заливе. *Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Біологічні дослідження – 2020»* (21–23 березня 2020 року), м. Житомир. (*Особистий внесок здобувача – збір проб, написання частини тексту*).

АНОТАЦІЯ

Портянко В. В. Гарпактикоїдні копеподи контактних зон північно-західної частини Чорного моря. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 «Гідробиологія». – ДУ «Інститут морської біології» НАН України, Одеса, 2021.

Робота присвячена різноманіттю, структурі та впливу основних екологічних факторів на розподіл гарпактикоїдних копепод у складі мейобентосу для різних контактних зон північно-західної частини Чорного моря.

Було досліджено видовий склад та особливості формування угруповань гарпактикоїдних копепод на чотирьох контурних біотопах ПЗЧМ. При фауністичному аналізі гарпактикоїдних копепод контурних біотопів вперше для української частини ПЗЧМ розширено список видів зі 116 до 127. Відмічено нову для фауни українського сектору ПЗЧМ родину (Tetragonicipitidae) з одним родом та видом (*Phyllopodopsyllus pauli* (Crisafi, 1960)).

У ПЗЧМ формуються такі видові комплекси гарпактикоїдних копепод: літоконтур макрофітів і мідійних обростань на природних твердих поверхнях та комплекс моллюсків з водоростями штучних поверхонь ОМР, літоконтур о. Зміїний, інтерстиціальна фауна, псамоконтур сублиторалі, пелоконтур ОМР, Ягорлицької та Тендровської заток, прибережна та глибоководна фауна потамоконтуру.

Угрупування гарпактикоїдних копепод псевдоліторалі відрізняються від супраліторалі більш багатим видовим різноманіттям та характеризується наявністю специфічних інтерстиціальних видів *Arenopontia subterranea*, *Paraleptastacus ponticus* та *Vermicularis pontica*. Горизонтальний розподіл має чітку зональність: чисельність та біомаса збільшуються в горизонті 0–10 см на урізі води (від 1268–2890 екз. · 100 см³ та 20,29–46,43 мг · 100 см³ відповідно), а потім відбувається різке зниження даних показників на горизонтах глибин 20–60 см, де максимальні значення чисельності не перевищують 500 екз. · 100 см³, а біомаси – 8 мг · 100 см³.

Видові комплекси гарпактикоїд верхньої субліторалі псамоконтуру складаються переважно із епібентосних видів. Найбільша чисельність гарпактикоїдних копепод відмічається на глибині 0–4 м, а потім зменшується із зростанням глибини ($R^2 = 0,9848$). На станціях, віддалених від берега вдалося простежити залежність чисельності гарпактикоїд від насиченості кисню в продонному шарі води ($R^2 = 0,7463$).

На угрупування гарпактикоїдних копепод літоконтуру ОМР та о. Зміїний впливає характер субстрату. На природних твердих поверхнях з обростанням водорості *U. intestinalis* було відмічене високе різноманіття видів, при найнижчих кількісних показниках гарпактикоїдних копепод (показники середньої чисельності не перевищувала 4000 ± 577 екз. · 100 м², а біомаса $64 \pm 9,2$ мг · 100 м²). Перифіталь штучних басейнів характеризується меншим видовим різноманіттям, а внесок гарпактикоїд у чисельність і біомасу на траверсах в більшості випадків не перевищує 10 %.

При дослідженні гарпактикоїдних копепод пелоконтуру ОМР на сірих мулах виявлено втричі більше видів, ніж на чорних. На глибинах від 5 до 15 м відмічаються високі показники чисельності гарпактикоїд (середнє значення 62568 екз. · 100 м²), а їхній вклад у загальний мейобентос становить в середньому 21,65 %. На ділянках пелоконтуру ОМР з низькою концентрацією кисню формуються несприятливі для гарпактикоїдних копепод умови, при цьому збільшується чисельність анаеробних видів нематод (коефіцієнт детермінації степеневої залежності нематодно-гарпактикоїдного індексу від концентрації кисню становить 0,8574).

У потамоконтурі видовий комплекс гарпактикоїдних копепод прибережної частини багатший у порівнянні з глибоководними районами. Головним фактором у розподілі чисельності та біомаси гарпактикоїдних копепод потамоконтуру виступає ступінь віддаленості від гирла річки: найбільші показники чисельності формуються у зоні трансорфації річкової води у морську, тобто на границі цих зон, що підтверджує крайовий ефект.

Отримані результати роботи щодо видового різноманіття гарпактикоїд можуть бути використані в природоохоронній практиці для оцінки стану біорізноманіття в ПЗЧМ. Інформація щодо чисельності гарпактикоїдних копепод у порівнянні з чисельністю нематод може слугувати надійним інструментом для моніторингу стану середовища чорноморсько-середземноморського басейну на рихлих ґрунтах.

Дослідження розподілу показників біомаси і чисельності гарпактикоїдних копепод та їхній вклад у загальний мейобентос в залежності від факторів середовища

у контурних біотопах ПЗЧМ будуть корисними при оцінці кормової бази іхтіофауни регіону.

Дані щодо особливостей функціонування гарпактикоїдних копепод у складі мейобентосу контурних біотопів можуть бути використані у педагогічній практиці при підготовці навчальних посібників для практичних та лекційних занять з біорізноманіття бентосної фауни для студентів за спеціальностями «біологія», «зоологія», «гідробіологія», «екологія».

Ключові слова: контурні біотопи, гарпактикоїди, мейобентос, Чорне море.

SUMMARY

Portianko V. V. Harpacticoids copepods of the contact zones of the North-western Part of the Black Sea. – Manuscript.

Thesis for the degree of PhD in Biology by specialty 03.00.17 «Hydrobiology». – Institute of Marine Biology, National Academy of Sciences of Ukraine, Odesa, 2021.

The dissertation is devoted to the study of the diversity, structure and influence of the main ecological factors on the distribution of harpacticoid copepods in the composition of meiobenthos for different contact zones of the north-western part of the Black Sea (NWBS).

The species composition and peculiarities of the formation of groups of harpacticoid copepods on four contour biotopes of NWBS were studied. In the faunal analysis of harpacticoid copepods of contour biotopes, for the first time for the Ukrainian part of the NWBS the list of species was expanded from 116 to 127. A new species for the fauna of the Ukrainian sector of the NWBS was noted.

The following species complexes of harpacticoid copepods are formed in NWBS: lithocontour of macrophytes and mussel fouling on natural hard surfaces and a complex of mollusks with algae of artificial surfaces of Odessa marine region (OMR), lithocontour of Snake Island, interstitial fauna, psammocontour of sublittoral, pelocontour of OMR and Yavorlytska and Tendrovska bays, coastal and deep-water fauna of potamocontour.

The groupings of harpacticoid copepods of pseudolitorals differ from supralitorals by richer species diversity and are characterized by the presence of specific interstitial species *Arenopontia subterranea*, *Paraleptastacus ponticus* and *Vermicularis pontica*. The horizontal distribution has a clear zonation: the number and biomass increase in the horizon 0–10 cm at the water's edge (from 1268–2890 ind. · 100 cm⁻³ and 20.29–46.43 mg · 100 cm⁻³, respectively), and then there is a sharp decline in these indicators on the horizons of depths of 20–60 cm, where the maximum values do not exceed 500 ind. · 100 cm⁻³, and biomass 8 mg · 100 cm⁻³.

Species complexes of harpacticoids of the upper sublittoral of the psamocontour consist mainly of epibenthos species. The largest number of harpacticoid copepods is observed at a depth of 0–4 m, and then decreases with increasing depth ($R^2 = 0.9848$). At stations far from shore, it was possible to trace the dependence of the number of harpacticoids on the oxygen saturation in the bottom layer of water (the coefficient of determination is $R^2 = 0.7463$).

On the grouping of harpacticoid copepods of the lithocontour of OMR and Snake Island is affected by the character of the substrate. On natural hard surfaces with fouling of

algae *U. intestinalis* a high diversity of species was observed, with the lowest quantitative indicators of harpacticoid copepods (indicators of average number did not exceed $4000 \pm 577 \text{ ind.} \cdot 100 \text{ m}^{-2}$, and biomass $64 \pm 9.2 \text{ mg} \cdot 100 \text{ m}^{-2}$). The periphytals of artificial pools are characterized by less species diversity, and the contribution of harpacticoids to the number and biomass on traverses in most cases does not exceed 10%.

In the study of harpacticoid copepods of the OMP pelocontour, three times more species were found on gray mules than on black ones. At depths of 5 to 15 m, high numbers of harpacticoids are observed (average value $62,568 \text{ specimens} \cdot 100 \text{ m}^{-2}$), and their contribution to total meiobenthos averages 21.65%. In areas of pelocontour OMR with low oxygen concentration, unfavorable for harpacticoid copepods are formed, while the number of anaerobic species of nematodes increases (the coefficient of determination of the degree dependence of nematode-harpacticoid index on oxygen concentration is 0.8574).

In the potamocontour, the species complex of harpacticoid copepods of the coastal part is richer in comparison with deep-water areas. The main factor in the distribution of the number and biomass of harpacticoid copepods of the potamocontour is the degree of distance from the mouth of the river:

The obtained results of work on the species diversity of harpacticides can be used in environmental practice to assess the state of biodiversity in NWBS. Information on the number of harpacticoid copepods in comparison with the number of nematodes can serve as a reliable tool for monitoring the state of the environment of the Black Sea-Mediterranean basin on loose soils.

Studies of the distribution of biomass and the number of harpacticoid copepods and their contribution to total meiobenthos depending on environmental factors in the contour biotopes of NWBS will be useful in assessing the forage base of ichthyofauna of the region.

Data on the peculiarities of the functioning of harpacticoid copepods in the meiobenthos of contour biotopes can be used in pedagogical practice in the preparation of textbooks for practical and lecture classes on biodiversity of benthic fauna for students majoring in "biology", "zoology", "hydrobiology", "hydrobiology".

Key words: *contour biotopes, harpacticoids, meiobenthos, Black Sea.*