



УДК (574.591.24.11.594(262.5).(1-16)
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.3>

ЕКОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ В ФОРМУВАННІ КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОЛЮСКІВ ТИМЧАСОВОГО КОМПОНЕНТУ МЕЙОБЕНТОСУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Л. В. Воробйова¹

Молюски, розміри тіла яких дозволяють їм перебувати у складі мейобентосу лише за короткий період свого життєвого циклу, відносяться до псевдомейобентосу (тимчасовий компонент мейофауни). Незважаючи на свої малі розміри, молодь молюсків відіграє істотну роль у морських екосистемах, сприяючи розвитку та відновленню донних біоценозів. Молюски псевдомейобентосу – важливий кормовий об'єкт для молоді та дорослих форм донної і придонної бентосоїдної іхтіофауни. Показники щільності поселень та його біомаси можуть бути використанні при моніторингу якості морського середовища. За щільністю популяції та біомасою більшість псевдомейобентосу північно-західної частини Чорного моря представлена переважно молодими двостулковими молюсками та поліхетами. Гастроподи в наших дослідженнях зустрічалися із дуже низькою щільністю поселень.

*Особливості формування кількісних характеристик молюсків, які розглянуті на базі результатів обробки 520 кількісних проб, зібраних в Одеському морському регіоні у 1994–2015 рр. наводяться вперше. Розглянуто вплив основних екологічних факторів (тип субстрату, глибина, кисневий режим) на формування кількісних показників молюсків категорії мейобентосу. Тип донного субстрату є одним із найважливіших екологічних факторів формування різноманітності, щільності поселень і біомаси молоді молюсків. Висока щільність молюсків характерна для кам'янистого субстрату, черепашки з мулом і черепашки з піском у літній період. Найвищі їх показники обмежені глибиною 10–15 м. На мілководді чисельність низька, що пов'язано з поїданням їх молоддю іхтіофауни. Аналіз показників чисельності *Bivalvia* для різних умов показав, що вона є найменшою за показників 1–4 O₂ мг/л. Зі зростанням умісту розчиненого у воді кисню чисельність молюсків збільшується.*

Ключові слова: молюски, мейобентос, екологічні фактори, північно-західний шельф Чорного моря.

¹ доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник
(Інститут біології моря НАН України, м. Одеса)
e-mail: vorobyova.meio@gmail.com
ORCID: 0000-0002-5536-8836

ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE FORMATION OF QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF MOLLUSCS OF THE TEMPORARY COMPONENT OF MEIOBENTOS IN THE NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA

L.V. Vorobyova

Molluscs whose body sizes allow them to be part of the meiobenthos only for a short period of their life cycle belong to the pseudomeiobenthos (a temporary component of the meiofauna). Despite their small size, young molluscs play a significant role in marine ecosystems, contributing to the development and restoration of bottom biocenoses. Pseudomeiobenthos molluscs are an excellent forage object for young and adult forms of benthic and demersal benthic ichthyofauna. Indicators of the density of settlements and its biomass can be used in monitoring the quality of the marine environment. In terms of population density and biomass, the majority of the pseudomeiobenthos of the northwestern part of the Black Sea is represented mainly by young bivalve molluscs and polychaetes. Gastropods were encountered in our studies with a very low population density. Features of the formation of quantitative characteristics of molluscs, which are considered based on the results of processing 520 quantitative samples collected in the Odesa Sea Region in 1994–2015, are given for the first time. The influence of the main environmental factors (substrate type, depth, oxygen regime) on the formation of quantitative indicators of molluscs of the meiobenthos category was considered.

*The type of bottom substrate is one of the most important ecological factors for the formation of the diversity, density of settlements and biomass of young molluscs. A high density of molluscs is characteristic of stony substrate, shell with silt and shell with sand in the summer period. Their highest indicators are limited to a depth of 10–15 m. In shallow water, the number is low, which is due to their eating by young ichthyofauna. Analysis of *Bivalvia* abundance indicators for various conditions showed that it is the lowest for indicators of 104 O₂ mg/l. With an increase in dissolved oxygen, the number of mollusks increases.*

Key words: molluscs, meiobenthos, ecological factors, northwestern shelf of the Black Sea.

Вступ

Вивчення мейобентосу Чорного моря було розпочато більше, ніж на 50 років пізніше у порівнянні з макрозообентосом. Термінологія та методи обробки були прийняті на конференції у Тунісі лише у 1971 р. (Hulings & Gray, 1971). У мейобентосному угрупованні донних безхребетних організмів прийнято виділяти постійний чи еумейобентос (permanent meiofauna) і тимчасовий (temporary meiofauna) компоненти поміняти місцями - має бути (McIntyre & Murison, 1973; Giere, 2009).

За щільністю та біомасою більшість псевдомейобентосу північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) складається переважно з молодих двостулкових молюсків та поліхет. Багато мейобентологів часто нехтують вивченням псевдомейобентосу, мотивуючи його меншою чисельністю порівняно з еумейобентосом. На жаль, для Чорного моря існує дуже мало спеціальних досліджень, які б показали особливості формування цієї тимчасової складової мейобентосу. Водночас ювенільна макрофауна може становити значну частину біомаси мейобентосу (Thorson, 1966) чи його продукції (Yingst, 1978).

Молодь молюсків, яка належать до тим-

часової категорії мейобентосу, з подальшим розвитком і ростом особин переходять у категорію макрозообентосу. Незважаючи на свої малі розміри тіла, молодь молюсків відіграє істотну роль у морських екосистемах. Насамперед, вони сприяють розвитку та відновленню донних біоценозів. Крім того, молодь молюсків – чудовий кормовий об'єкт для молоді та дорослих форм донних та придонних представників іхтіофауни. Також показники щільності поселень та його біомаси можуть бути використані при моніторингу в оцінці якості морського середовища особливо у евтрофних акваторіях. В умовах кризи для організмів морського бентосу (високе антропогенне навантаження, дефіцит кисню в придонних шарах води, низька солоність тощо) їхня частка в загальних показниках різко зменшується. Залежно від набору різних абіотичних факторів, динамічність їх кількісних характеристик у мейобентосі може значно варіювати. За сприятливих умов для проходження стадій метаморфозу чисельність та біомаса молоді молюсків та поліхет можуть відігравати істотну роль у формуванні загальних для всього мейобентосного угруповання показників щільності та біомаси. Таким чином, щільність псевдоме-

йобентосу може бути непрямим показником екологічної ситуації у бенталі. Мета наших багаторічних досліджень – встановити важливість екологічних факторів у формуванні щільності поселень молюсків у ПЗЧМ (Одеський морський регіон).

Матеріал і методи

Особливості формування кількісних характеристик молюсків тимчасового компонента мейобентосу розглянуто на основі результатів обробки 520 кількісних проб, зібраних в Одеському морському регіоні (ОМР) у 1994–2015 роках. Кількісних даних щодо осідання личинок молюсків із пелагіалі в бенталь для шельфу Чорного моря вкрай мало, що пояснюється, насамперед, складністю видової діагностики ранніх стадій онтогенезу цих молюсків. Нами не вивчалися екологічні характеристики окремих видів молюсків. Наведені дані стосуються закономірностей формування показників загальної щільності поселень для всіх двостулкових молюсків та гастропод. Вивчалися такі екологічні фактори: тип донного субстрату, глибина, температурний режим, вплив кисневого режиму у придонних шарах води, висновки зроблені на основі аналізу 520 кількісних проб. Кількісні показники молюсків наводяться на основі середнього арифметичного $\pm se$ (помилка середнього). Район відбору зразків та методи їх збору та обробки описані раніше (Воробйова, 1999; 2017).

Результати та обговорення

На розподіл мейофауни впливають різні фактори, зокрема фізичні властивості відкладень (Giere, 2009). Залежно від сукупності абіотичних факторів динаміка кількісних характеристик у мейобентосі може істотно змінюватися. У період масового розселення личинок молюсків у межах донних угруповань багато з них, досягнувши донного субстрату, знищуються дорослими безхребетними. (Thorson, 1958, 1964, 1966). У цих випадках майбутня структура дорослих популяцій окремих видів може мати вплив на ті види, які є взаємно нейтральними у дорослому стані. За сприятливих умов для проходження стадій метаморфозу для тимчасової мейофауни чисельність і біомаса ювенільних молюсків і поліхет можуть відігравати істотну роль у формуванні показників щільності і біомаси, загальних для всього мейобентосного угруповання (Watzin, 1983).

Щільність поселень молоді молюсків на донному субстраті залежить від своїх личи-

нок у пелагіалі. У свою чергу, динаміка формування щільності планктонних личинок донних безхребетних залежить, по-перше, від термінів та інтенсивності нересту батьківських форм, по-друге, кількісна представленість їх у бенталі визначається тривалістю їхньої пелагічної стадії; по-третє – від втрат личинок внаслідок виносу за межі дорослої популяції. Так, з одного боку, пелагічний період сприяє більшому розселенню молюсків, з іншого, призводить до збільшення смертності через хижацтво або занесення в несприятливі умови в нижніх шарах води біля дна. У Чорному морі зі своєрідних гідрологічних умов гине величезна кількість личинок зообентосних форм, які заносяться на значну відстань від берега з глибинами понад 150–200 м.

Дуже важливим є вивчення впливу екологічних факторів на формування кожного великого таксону тимчасового компонента мейобентосу і, зокрема, молюсків. Слід зазначити, що у Чорному морі особливо слабо вивчені ті його зони, які перебувають під значним впливом антропогенного евтрофування. Північно-західна частина є прикладом такого максимального негативного впливу антропогенних чинників.

Наші спостереження на початку нинішнього століття показали, що осідання личинок макрзообентосних форм, і особливо молюсків, із пелагіалі в бенталь проходить у СЗЧМ із великими втратами через несприятливі умови для існування і проходження личинками різних стадій розвитку (дефіцит або повна відсутність кисню, велика кількість суспензії тощо). У період масового осідання для личинок та молоді двостулкових молюсків характерна мозаїчність у розподілі їх кількісних показників. Існує досить виражена вибірковість личинок різних видів стосовно субстрату. Велике значення мають величина частинок і проміжків між ними в донних опадах (Wilson, 1960, 1991), структура, контур поверхні субстрату, а також його освітленість (Thorson, 1964). Крім того, велике значення при виборі відповідного субстрату для осідання личинок мають його хімічні властивості (Scheltema, 1961; Willians, et al., 1964). Активне осідання личинок та успішне завершення метаморфозу уможливорює поповнення та відновлення донних угруповань. Відомо, що за відсутності потрібного субстрату метаморфоз у личинок може затримуватись. Так, у личинок *Mytilus edulis* на 40 днів при температурі 10 °C). Особливо сильно ця здат-

ність розвинена у личинок з чітко вираженою вибірковістю субстрату у їхніх дорослих батьківських форм, які найчастіше мешкають у вузько прибережних зонах. Фізичні властивості субстрату мають вирішальну роль. Найчастіше на вибір субстрату великий вплив надають його хімічні властивості неорганічного та органічного походження.

Як відомо, в прибережній зоні Одеської затоки ще в минулому столітті були споруджені берегозахисні бетонні траверси та хвилеломи, які простираються вздовж узбережжя на багато кілометрів. Для молюсків бетон є добрим субстратом для осідання та подальшого розвитку. Звичайно молюски селяться ближче до поверхні води на глибині 0–0,5 м. При досягненні розмірів макрзообентосу і статевозрілого віку вони поповнюють личинками пелагіаль не лише Одеської затоки, а й далеко за її межами. Наші дослідження показали, що на траверсах штучних басейнів *Bivalvia* представлені мідією та мітіястером. Загальна їх щільність досягає на поверхні траверсів басейнів значних показників (в середньому 29500 екз.·м⁻²–36300 екз.·м⁻²), тоді як на дні відзначені показники 4000 екз.·м⁻² та 3800 екз.·м⁻² відповідно для різних басейнів. Зі збільшенням глибини щільність молюсків зменшується майже в півтора рази. Аналогічна картина спостерігалася й у розподілі показників біомаси молюсків та його частки у кількості мейобентосу. Так, наприклад, у поверхневому шарі вона становила в середньому 48.0% від загальної біомаси всього мейобентосу, на нижчих горизонтах – вдвічі менше – в середньому 24%.

Багаторічні дослідження дозволили виявити залежність формування чисельності молоді молюсків у залежності від типу донного ґрунту. Найвищі середні показники щільності поселень двостулкових молюсків властиві черепашнику з піском та твердому

субстрату (табл. 1). Ця сама закономірність відзначалася нами й у загальних показників псевдомейобентосу (Воробйова, 2021). Молодь гастропод відзначена нами на черепашнику з домішкою піску (в середньому 1101,0±313,4 екз. м⁻²) та на кам'янистому субстраті з водоростями. Максимальна чисельність молоді молюсків зареєстрована у районі Григорівського лиману (чорний мул, глибина 20 м) – 80000 екз. м⁻².

Чисельність молоді мітіалід на донному субстраті тісно залежить від часу вимету гамет та розвитку личинок молюсків у пелагіалі. Відомо, що в планктоні личинки мідії дають весняний спалах при температурі води 10–12 °С і холодна затяжна весна зазвичай зсуває терміни розмноження. Таким чином, температурний режим є дуже важливим фактором у термінах розвитку личинок у пелагіалі. Осінній пік розмноження пов'язується, крім того, з піком великої кількості дрібного фітопланктону. Середня тривалість знаходження личинок мідій у планктоні за умов Чорного моря 3–4 тижні, а іноді 1,5 місяці.

Для різних районів Чорного моря авторами вказуються різні терміни масового осідання личинок двостулкових молюсків, що природно пов'язано з різними показниками температури морської води в цих акваторіях. За можливості вибору мідії обирають шорсткі поверхні каміння і нитчасті структури водоростей. Нами проведені дослідження з динаміки осідання личинок на субстрат берегозахисних споруд (траверси, хвилеломи) у прибережній зоні Одеської затоки при показниках температури 12-22-12 °С (травень-листопад). Серед личинок двостулкових молюсків, що осіли на траверсах у мідієвих обростаннях, а також на піщаному субстраті, переважали личинки мідії і мітіястер із незначною домішкою церастодерми. Як було ска-

Таблиця 1
Чисельність *Bivalvia* на різному субстраті та їх частка у псевдомейобентосі та в загальній щільності мейобентосу

Субстрат	Екз. м ⁻²	% від псевдомейо-бентосу	% від загального мейобентосу
Мулистий	2529,6±461	21,6	0,73
Пісок/мул	5847,0±2993,3	37,9	2,63
Черепашник	5425,3±4162,0	36,8	7,30
Черепашник /мул	12145,1±6867,0	36,8	7,52
Черепашник /пісок	9376,6±2603,3	30,3	3,61
Каміння, перифітон	2125–15481	41,8–46,0	10,8–12,0

зано вище при більш тривалому весняному прогріві води осідання личинок на субстрат може затриматися, що й було зафіксовано нашими дослідженнями. У травні при температурі 12 °С молодь двостулкових молюсків була відсутня як на траверсах, так і на піщаному субстраті. Перший пік осідання був характерним для липня (18,2 °С). До середини і другої половини літа чисельність личинок молюсків знижується, що можна пояснити переходом в іншу вікову категорію (макрозообентос). На траверсах простежується другий пік осідання (серпень-вересень), особливо чітко виражений на верхніх і нижніх горизонтах бетонних споруд. На піщаному субстраті другий пік дещо згладжений у найбільш мілководних зонах басейнів. Мінімальні показники чисельності встановлюються до середини листопада (12 °С). Молодь черевоногих молюсків не зустрічалася на піщаному субстраті, в обростаннях мідій відзначені лише з кінця липня (щільність 2500–22000 екз. м⁻²). У вересні їх кількість збільшується до 11600 екз. м⁻². Максимальні показники чисельності характерні для листопада. Необхідно враховувати і те, що мейобентос, будучи цінним кормовим об'єктом для молоді та деяких статево-зрілих риб (наприклад, кефалевих), може значною мірою піддаватися виїданню ними у певні сезони року.

Роботи багатьох авторів (Thiel, 1971; McIntyre & Murison, 1973) підтверджують наявність прямих або опосередкованих зв'язків між кількістю мейобентосу і глибиною морської води. Слід зазначити, що залежність між концентрацією мейобентосу та глибиною є важливим інтегральним чинником, тому що на різній глибині ПЗЧМ дуже різні характеристики субстрату, динаміка придонних шарів води, накопичення автохтонної та аллохтонної органіки. Так, при масовому розвитку фітопланктону їх подальше осідання на дно відбувається на глибині більш ніж 10 м (Нестерова і Теренько, 2000; Nesterova, 2008). Цей фактор особливо

важливий для ПЗЧМ Чорного моря, яка має неоднорідні та динамічні умови абіотичних факторів. Багаторічні дослідження в районі ОМР дозволили встановити неоднорідність кількісних показників тимчасової складової мейобентосу навіть на таких відносно невеликих глибинах шельфової зони (табл. 2).

За нашими багаторічними спостереженнями осідання личинок молюсків у ПЗЧМ із пелагіалі в бенталь та успішна реалізація їх метаморфозу відбувається на глибинах до 50 метрів. Це, як правило, характерно для більшої частини чорноморського шельфу. Далі до глибини 125 м і більше набуває розвитку *Modiolus phaseolinus* (Philippi). У зонах підвищеної евтрофікації із характерним їм періодичним формуванням великих зон гіпоксії можливість успішного розвитку личинок від стадії великонхів до розмірної категорії, яка дозволяє їм перейти в категорію макрозообентосу, різко скорочується. Навіть за сприятливого температурного режиму та якості субстрату личинки, що осіли на дно, масово гинуть через дефіцит кисню. Аналіз розподілу їх щільності поселень у різних районах Чорного моря (середина 90-х років) дозволив встановити, що найбільша чисельність личинок і молоді молюсків на кавказькому шельфі, дещо менша на кримському і найнижча на північно-західному. Відповідно, розподіляються його частки у кількості мейобентосу: на кавказькому шельфі вона становила 29,7%, на кримському була 7,5%, на СЗЧМ становила 2,1% від загальної кількості організмів.

Молодь молюсків – цінний кормовий об'єкт для багатьох представників іхтіофауни, за калорійністю вона не поступається гарпактикоїдам та остракодам (Воробйова і Таргонська, 1998). Відомо, що в Чорному морі і в річках, що впадають у нього, достовірно розмножуються близько 100 видів власне морських і прохідних риб. При цьому, личинки та мальки не менше 90 таких видів нагулюються, в основному, у прибережній зоні моря, на глибині до 5 м (Зайцев, 2005).

Таблиця 2

Розподіл середніх показників чисельності мейобентосу (екз. м⁻²) в Одеській затоці у серпні 1993 р.

Таксон	Глибина, м					
	2,5-4		5-7		10-15	
	екз. м ⁻²	%	екз. м ⁻²	%	екз. м ⁻²	%
Gastropoda	63	0,1	2611	0,8	150	0,05
Bivalvia	4438	5,1	8722	2,8	150	0,05
Псевдомейобентос	8064	9,3	35945	11,6	2625	0,8
Мейобентос (всього)	86627	100,0	307979	100,0	325700	100,0

Крім того, багато видів бичків, малі південні колюшки, морські собачки використовують кам'янистий субстрат для відкладання ікри. Мала глибина приваблює молодь багатьох донних риб різноманітністю харчових ресурсів. Молодь бичків, султанки (*Mullus barbatus ponticus*), атерини чорноморської (*Atherina boyeri pontica*), анчоуса (*Engraulis encrasicolus*), кефали (*Mugilidae*) та інших риб живляться тут дрібними поліхетами, молюсками та ракоподібними. У період масового осідання личинок у межах донних угруповань значна їх частка після досягнення дна знищуються дорослими донними безхребетними (Thorson, 1958, 1964).

Як зазначалося вище, проби відбиралися у літній період, коли в прибережній зоні формуються комфортні умови для розвитку та росту молоді молюсків. Низька щільність тут поселень, ймовірно, пояснюється значним їх видаленням представниками іхтіофауни.

На глибині понад 15 м мейобентос носить чітко виражений нематодно-форамініферний характер, що свідчить про складну екологічну ситуацію біля дна. В останньому випадку різко знижується кормова цінність мейобентосу, а також можливість поповнення біоценозів макрзообентосу двостулковими молюсками через низьку виживання їх личинок і молоді в цих умовах. На глибині 16–20 м переважали мулісти ґрунти, лише в деяких випадках із додаванням черепашки (рис. 1).

Молодь черевоногих молюсків зареєстрована в основному влітку та восени 2012–2013 рр. із низькою щільністю (в середньому $296,1 \pm 158,2$ екз. m^{-2}).

Як ми бачимо з наведених даних, найсприятливіші умови для розвитку представників псевдомейобентосу знаходяться в діапазоні глибин до 16 м, потім із збільшенням глибини чисельність розглянутої категорії мейобентосу зменшується.

В районі Одеського морського регіону більша кількість тимчасового компонента мейобентосу відмічається на черепашнику/піску та замуленому черепашнику. Молодь черевоногих молюсків не зустрічалася на піщаному субстраті, в обростаннях мідій відзначені лише з кінця липня (щільність 2500–22000 екз. m^{-2}). У вересні їх кількість збільшується до 11 600 екз. m^{-2} . Максимальні показники чисельності характерні для листопада.

Кисневий режим має ключове значення у формуванні біологічної різноманітності та кількісних показників представників мейобентосу (Levin et al., 2002; Sellanes & Neira, 2006). За дефіциту кисню в придонних шарах води відбуваються порушення процесів життєдіяльності їх мешканців. Найчастіше виникнення гіпоксії є наслідком спільних процесів природних і антропогенних чинників. За дефіциту кисню у придонних шарах води організми, що мешкають на поверхні ґрунту, здебільшого гинуть, несприятливі умови переживають лише безхребетні, що мешкають у товщі ґрунту. Гіпоксія та пов'язані з нею замори викликають не лише суттєву зміну відсоткового співвідношення представників мейобентосу, а й переважно зменшення частки псевдомейобентосу та, зокрема, молюсків у загальній чисельності та біомасі організмів. Через дефіцит кисню личинки молюсків, навіть потрапляючи в бенталь, у переважній більшості гинуть. Так, наші дослідження у ПЗЧМ у 90-х роках минулого століття, коли на більшій частині шельфу спостерігалася гіпоксія у придонних шарах води, показали, що частка псевдомейобентосу в загальній його чисельності становила в Одеській затоці в середньому 1,9%, влітку – 0,84%, восени – 0,9%. При цьому, молюски зовсім були відсутні або відзначалися одиничними екземплярами (Воробйова, 1990).

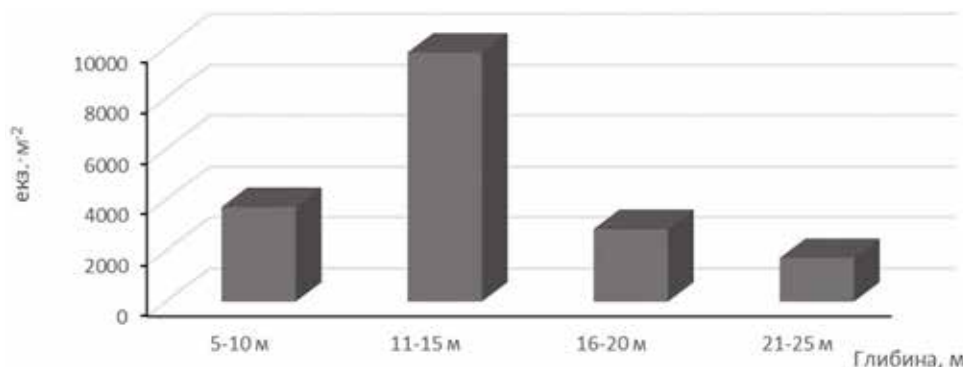


Рис. 1. Показники середньої чисельності (екз. m^{-2}) *Bivalvia* в залежності від глибини

Порівняння середніх показників щільності поселень молоді двостулкових молюсків ОМР 1984 і 1990 рр. показали, що в 90-ті роки, коли гіпоксія охоплювала майже весь простір придонних шарів, чисельність молюсків була в 158,25 разів нижча (303216,2 екз. м⁻² у 1984 р. і 1916,0 екз.м⁻² у 1990). Наші багаторічні спостереження (1994–2017 рр.) дозволили простежити за формуванням чисельності поселень двостулкових молюсків у сучасний період залежно від кисневого режиму біля дна в ОМР. Аналіз отриманих даних показав, що найбільш несприятливі умови для виживання личинок бівальвій, що осіли на субстрат, складаються при вмісті розчиненого у воді кисню від 1 до 4 О₂ мг/л. (654,4 екз. м⁻²). У міру поліпшення якості довкілля (5–7 О₂ мг/л) щільність поселень двостулкових молюсків збільшувалася і становила в середньому 1250 екз. м⁻² (рис. 2).

За вмісту розчиненого у воді кисню до 11 мг/л щільність поселень молюсків сягає в середньому до 7010 екз. м⁻² Аналіз показників чисельності Bivalvia та їх частки

у складі мейобентосу за різного кисневого режиму (табл. 3) показав, що за вмісту у воді кисню 1–4 мг/л їх кількість коливалася від 300,2 ± 248,0 екз.м⁻² до 960,0 ± 533,1 екз.м⁻² (частка у псевдомейобентосі – 14,6%). За вмісту розчиненого у воді кисню 5–7 О₂ мг/л їхня кількість коливалася від 835,0±314,5 екз. м⁻² до 1975,6±683,8 екз. м⁻² (частка в псевдомейобентосі – 17,6%). За вмісту розчиненого у воді кисню 8–11 О₂ мг/л їхня кількість коливалася від 2296,8 ± 819,0 екз. м⁻² до 10317,1 ± 4180,2 екз. м⁻² (частка в псевдомейобентосі – 39,8%). Молодь гастропод відмічалася нами за показників кисню 8 О₂ мг/л (397,0±174,2), та 9 О₂ мг/л (586±329 екз. м⁻², при 10 О₂ мг/л (204,4 ± 91,2 екз. м⁻²)

Висновки

Встановлено вплив основних екологічних факторів на формування чисельності молоді молюсків та їх частки від чисельності тимчасового компоненту та всього мейобентосу у північно-західній частині Чорного моря на прикладі Одеської затоки:

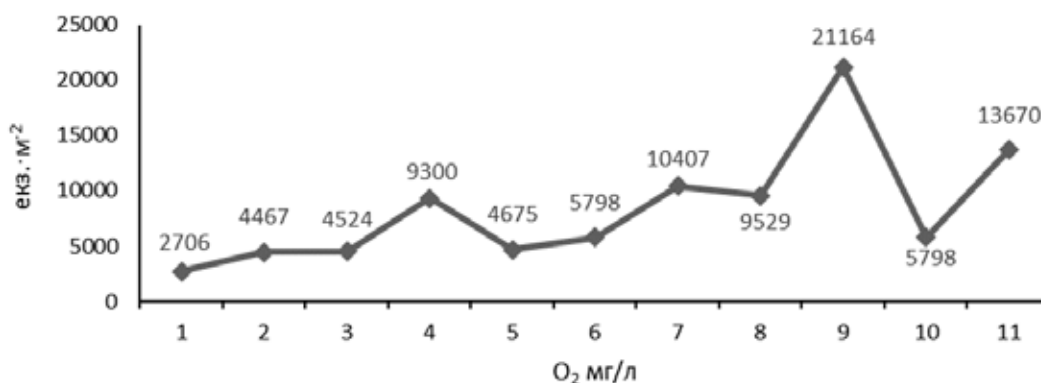


Рис. 2. Середні показники чисельності (екз. м⁻²) псевдомейобентосу при різних кисневих показниках (Одеський морський регіон)

Таблиця 3

Середні показники (екз. м⁻²) мітіллід за різних значень розчиненого у воді кисню

Вміст розчиненого у воді кисню, мг/л	Щільність поселень, екз. м ⁻²	% від загального псевдомейобентосу	% від загального мейобентосу
0-1	300,0	13,5	0,1
2	828,5	18,5	0,28
3	960,0	21,2	1,9
4	529,2	5,6	0,33
5	835,0	17,9	0,38
6	940,9	16,2	0,39
7	1975,6	18,9	1,79
8	2296,8	24,1	1,01
9	9721,4	45,9	2,31
10	10317,1	50,2	2,23
11	5708,5	41,7	1,92

Найщільніші поселення двостулкових молюсків характерні для твердого субстрату, де їх частка як від тимчасового компоненту, так і в загальній чисельності мейобентосу найвища (41,8–46,0% та 10,8–12,0% відповідно).

Менші показники чисельності молоді молюсків у весняний період у порівнянні з літнім, що, найімовірніше, пояснюється

активним споживанням їх молоддю представників іхтіофауни.

Найменша щільність поселень двостулкових молюсків спостерігається за вмісту розчиненого у воді кисню від 1 до 4 мг/л (654,4 екз. м⁻²). Зростання щільності поселень досліджуваних гідробіонтів відбувалося за вмісту розчиненого у воді кисню 5–7 мг/л (у середньому 1250 екз. м⁻²).

Список використаної літератури

Воробйова Л.В. Північно-західна частина Чорного моря. Практична екологія морських регіонів. Чорне море. т. 8. Київ : Наукова думка, 1990. С. 196–200.

Воробйова Л.В. Мейобентос українського шельфу Чорного та Азовського морів. Київ : Наукова думка, 1999. 300 с.

Воробйова Л.В. Одеський морський регіон Чорного моря : гідробіологія пелагіалі та бенталі. Одеса : Астропринт, 2017. С. 4–10.

Воробйова Л.В., Таргонська О.А. Енергетична характеристика мейобентосу Жебріянської бухти. Екосистема узмор'я української дельти Дунаю. Одеса : Астропринт, 1998. С. 275–290.

Зайцев Ю.П. Літоральне зосередження живої речовини та пов'язані з нею екологічні проблеми сучасного Чорного моря. *Наукові записки Тернопільського педуніверситету. Серія: біологія.* 2005. № 4 (27). С. 383–390.

Нестерова Д.А., Теренько Л.М. Фітопланктон Одеського регіону в сучасних умовах. *Екологічна безпека прибережних та шельфових зон, комплексне використання ресурсів шельфу.* Севастополь, 2000. С. 383–390.

Giere G. Meiobenthology themicroscopic motile fauna of aquatic sediments. Berlin-Weidelberg : Springer-Verlag, 2009. 527 p.

Hulings G. Manual for the Study of Meiofauna. *Smithsonian Contrbts to Zoology.* 1971. P. 78–84.

Nesterova D. State Environment of the Black Sea (2001–2007). The state of phytoplankton. Istanbul, Turkey. 2008. pp. 173–200.

Levin L., Gutiérrez D., Rathburn A., Neira C., Sellanes J., Muñoz P. Benthic processes on the Peru margin: a transect across the oxygen minimum zone during the 1997–98 El Niño. *Prog. Oceanogr.* 2002. № 53. P. 1–27. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(02\)00022-8](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(02)00022-8).

McIntyre A.D., Murison D.J. The meiofauna of flatfish nursery ground. *Mar. Biol. Ass. U. K.* 1973. № 53. P. 93–118.

Scheltema R. The relationship of salinity to larval survival and development in *Nassarius obsoletus* (Gastropoda). *Biol. Bull.* 1965. № 129 (2). P. 340–354.

Sellanes J., Neira C. ENSO as a natural experiment to study meiofaunal communities. *Mar. Ecol.* 2006. № 27. P. 31–43. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485>.

Thiel H. Häufigkeit und Verteilung der Meiofauna im Bereich des Island-Faröer-Rückens. *Bereichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung.* 1971. № 22. P. 99–128.

Thorson G. Parallel level-bottom communities, their temperature adaptation, and their “balance” between predators and food animals. *Perspectives in marine biology.* Berkeley, Los Angeles : Univ. Cal. press, 1958. P. 67–86.

Thorson G. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. *Ophelia.* 1964. № 1. P. 167–208.

Thorson G. Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities. *Netherl. J. Sea Res.* 1966. № 3 (2). P. 267–293.

Vorobyova L.V. The role of environmental factors in the formation of temporary meiofauna in the Odessa Sea Region of the Black Sea. *Scientific notes of Ternopil University. Biology series.* 2021. Vol. 81. № 1–2. P. 39–45.

Watzin M.S. The effects of meiofauna on settling macrofauna: meiofauna may structure macrofaunal properties communities. *Oecologia.* 1983. Vol. 59. P. 163–166.

Williams D.D. The brackish water hyporheic zone: invertebrate community structure across a novel ecotone. *Hydrobiologia.* 2003. № 510. P. 153–173.

Wilson T.R.S. Competition and predation in marine soft-sediment communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1991. № 21. P. 221–241.

Yingst Y. Patternst of microfaunal fnd meiofaunal abundans in marine sediments measured with adenosine triphosphate assay. *Mar. Biol.* 1978. Vol. 47. № 1. P. 41–54.

References (translated & transliterated)

Vorobyova, L.V. (1990). Pivnichno-zakhidna chastyna Chornoho morya. Praktychna ekolohiya mors'kykh rehioniv. Chorne more [The northwestern part of the Black Sea. Practical ecology of marine regions. Black Sea]. Kyiv : Naukova dumka [in Ukrainian].

Vorobyova, L.V. (1999). Meyobentos ukrayins'koho shel'fu Chornoho ta Azovs'koho moriv [Meiobenthos of the Ukrainian shelf of the Black and Azov Seas]. Kyiv : Naukova dumka [in Ukrainian].

Vorobyova, L.V. (2017). Odeskyy morskyy rehion Chornoho morya : hidrobiolohiya pelahiali ta bentali [Odessa marine region of the Black Sea: hydrobiology of the pelagic and benthic zones]. Odesa : Astroprint [in Ukrainian].

Vorobyova, L.V., & Targonska, O.A. (1998). Enerhetychna kharakterystyka meyobentosu Zhebriyans'koyi bukhty. Ekosystema uzmor'ya ukrayins'koyi del'ty Dunayu [Energetic characteristics of meiobenthos of Zhebryan Bay. Coastal ecosystem of the Ukrainian Danube Delta]. Odesa : Astroprint [in Ukrainian].

Zaitsev, Yu.P. (2005). Litoralne zoseredzhennya zhyvoyi rehovyny ta pov'yazani z neyu ekolohichni problemy suchasnoho Chornoho morya [Littoral concentration of living matter and associated environmental problems of the modern Black Sea]. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho peduniversitytetu [Scientific notes of Ternopil Pedagogical University]*, 4 (27), 383–390 [in Ukrainian].

Nesterova, D.A., & Terenko, L.M. (2000). Fitoplankton Odes'koho rehionu v suchasnykh umovakh [Phytoplankton of the Odessa region in modern conditions]. *Ekolohichna bezpeka pryberezhnykh ta shel'fovykh zon, kompleksne vykorystannya resursiv shelfu [Ecological safety of castal and shelf zones, integrated use of shelf resources]*. Sevastopol [in Ukrainian].

Giere, G. (2009). Meiobenthology themicroscopic motile fauna of aguatic sediments. Berlin-Weidelberg : Springer-Verlag [in English].

Hulings, G. (1971). Manual for the Study of Meiofauna. *Smithsonian Contribs to Zoology* [in English].

Nesterova, D. (2008). State Environment of the Black Sea (2001–2007). The state of phytoplankton. Istanbul, Turkey [in English].

Levin, L., Gutiérrez, D., Rathburn, A., Neira, C., Sellanes, J., & Muñoz, P. (ed.) (2002). Benthic processes on the Peru margin: a transect across the oxygen minimum zone during the 1997–98 El Niño. *Prog. Oceanogr*, 53, 1–27 [in English].

McIntyre, A.D., & Murison, D.J. (1973). The meiofauna of flatfish nursery ground. *Mar. Biol. Ass. U. K.*, 53, 93–118 [in English].

Scheltema, R. (1965). The relationship of salinity to larval sarvival and development in *Nassarius obsoletus* (Gastropoda). *Biol. Bull.*, 129 (2), 340–354 [in English].

Sellanes, J., & Neira, C. (2006). ENSO as a natural experiment to study meiofaunal communities. *Mar. Ecol.*, 27, 31–43. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485> [in English].

Thiel, H. (1971). Haufigkeit und Verteilung der Meiofauna im Bereich des Island-Farøer-Rückens. *Bereichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung*, 22, 99–128 [in English].

Thorson, G. (1958). Parallel level-bottom communities, their temperature adaptation, and their “balance” between predators and food animals. *Perspectives in marine biology*. Berkeley; Los Angeles : Univ. Cal. Press [in English].

Thorson, G. (1964). Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. *Ophelia*, 1, 167–208 [in English].

Thorson, G. (1966). Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities. *Netherl. J. Sea Res*, 3 (2), 267–293 [in English].

Vorobyova, L.V. (2021). The role of environmental factors in the formation of temporary meiofauna of the Odessa Sea region of the Black Sea. *Scientific notes of Ternopil University. Biology series*, 81 (1–2), 39–45 [in English].

Watzin, M.S. (1983). The effects of meiofauna on settling macrofauna: meiofauna may structure macrofaunal properties communities. *Ecologia*, 59, 163–166 [in English].

Williams, D.D. (2003) The brackish water hyporheic zone: invertebrate community structure across a novel ecotone. *Hydrobiologia*, 510, 153–173 [in English].

Wilson, T.R.S (1991). Competition and predation in marine soft-sediment communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 21, 221–241 [in English].

Yingst, Y. (1978). Patternst of microfaunal and meiofaunal abundans in marine sediments measured with adenosine triphosphate assay. *Mar. Biol.*, 47 (1), 41–54 [in English].

Отримано: 26.04.2024

Прийнято: 07.05.2024