Original researches

Changes in the Species Diversity of Sandy Spit Mollusk Groups in the North of the Black Sea-Azov Basin Under the Influence of Ecological Changes in the Environment

Received: 20 January 2021
Revised: 25 January 2021
Accepted: 26 January 2021

Bogdan Khmelnsky Melitopol State
Pedagogical University, Hetmanska Str., 20,
Melitopol, 72318, Ukraine

Tel.: +38-098-333-09-82
E-mail: mirzoevatonya21@gmail.com

Cite this article: Mirzoeva, A. T. (2021).
Changes in the species diversity of sandy spit
mollusk groups in the north of the Black Sea-
Azov Basin under the influence of ecological
changes in the environment. *Agrology*, 4(1),
33–39. doi: 10.32819/021004

A. T. Mirzoeva

Bogdan Khmelnsky Melitopol State Pedagogical University, Melitopol, Ukraine

Abstract. The topic of mollusk research is relevant in connection with ecological changes in the Black Sea-Azov basin. The human disturbance of natural processes degrades the condition of the water space and its inhabitants. Oppression by artificial environmental factors forces the transformation of animal organisms. Mollusks are the most sensitive organisms to changes in the environment. Therefore, their communities and particular species were studied in this study. The species diversity of mollusk communities in the thanatocenosis of sand spits of the northern part of the Black Sea-Azov basin was evaluated. The main morphological changes of shells in *Anadara kagoshimensis* and the *Cardiidae* family were analyzed. Material for the study was selected on the coastal emissions of the Sea of Azov (Fedotov spit) and the Black Sea (Dzharilgach spit near the village of Lazurne). As a result of the study, 458 shells of bivalves and gastropods were collected. The total sample of mussel shells from both habitats was 18 species, which were divided into 15 families. By morphometric traits of mussels *Anadara kagoshimensis* and the family *Cardiidae*, which was represented by three species of *C. lamarcki*, *C. glaucum* and *C. umbonatum*, it was possible to compile comparative histograms that characterized the overall size of the shells made it possible to identify patterns of changes in the size of shells depending on the ecological conditions of the habitat. Thus, for *A. kagoshimensis*, the Sea of Azov turned out to be more favorable living conditions as a result of morphometric measurements of mussels. Azov *Anadara* is larger in size. The maximum size of the shell revealed that the maximum age of the *Anadara* was 5–6, maybe 7 years old. The age of the *A. kagoshimensis* from Black sea was not exceed 4–5 years. The histograms of morphometric traits of the shells of representatives of the *Cardiidae* family were similar to those *A. kagoshimensis*. In the Black Sea the shells were more abundant, indicating the extinction of populations in the first years of life the sturgeon forms. In the Azov sea the distribution of shells of the *Cardiidae* was evenly distributed. The sea salinity was revealed to influence the size and age of *A. kagoshimensis* shells. They inhabit the soil, which is muddy and plastered. They were characterized by the pelagic type of growth. All species are euryhaline. Some species are domesticated in the bottom units. The results of the conducted research lead to the expansion of research in the future in order to monitor changes in mollusks communities under the influence of environmental processes.

Keywords: thanatocenosis; malacofauna; alien species; community; mollusk-predator.

Зміни видового різноманіття угруповань молюсків піщаних кіс півночі Чорноморсько-Азовського басейну під впливом екологічних змін навколишнього середовища

A. T. Мірзоева

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, м. Мелітополь, Україна

Анотація. Втручання людини в природні процеси погіршує стан водного середовища та положення мешканців у водному просторі. Пригнічення штучними факторами середовища змушує трансформувати організми тварин, які надзвичайно чутливі до змін. Саме тому науковий напрям дослідження молюсків у Чорноморсько-Азовському басейні є актуальним. Оцінено видове різноманіття угруповань молюсків у складі танатоценозів піщаних кіс північної частини Чорноморсько-Азовського басейну та проаналізовані основні морфологічні зміни мушель в *Anadara kagoshimensis* та родини *Cardiidae*. Матеріал для дослідження відбирали на берегових викидах Азовського моря (Федотова коса) та Чорного моря (коса Джарилгач, поблизу селища Лазурне): 458 мушель двостулкових та червоногих молюсків. Загальна вибірка мушель молюсків з обох біотопів становила 18 видів, які були розподілені на 15 родин. За морфометричних вимірів мушель *Anadara kagoshimensis* та родини *Cardiidae*, що була представлена трьома видами *C. lamarcki*, *C. glaucum* та *C. umbonatum*, удалось скласти порівняльні гістограми, які охарактеризували загальні розміри мушель, дали змогу виявити закономірність змін розміру мушель залежно від екологічних умов біотопу. Так, для *A. kagoshimensis* більш сприятливими умовами існування виявилося Азовське море в результаті морфометричних вимірів мушель. Азовська анадара більша за розміром. Максимальний розмір мушлі вказує на 5–6, а можливо, і 7 років життя. Чорноморська му-

шлях анадари за віком не перевищує 4–5 років. Гістограми морфометричних вимірів мушель родини *Cardiidae* подібні до показників *A. kagoshimensis*. У Чорному морі більш дрібні мушлі, що свідчить про вимирання популяцій у перші роки життя осілих форм. В Азовському морі розподіл мушель родини *Cardiidae* рівномірний. Під час досліджень виявлено подібні екологічні особливості моллюсків, які заселяють замулені та піщані ґрунти, характеризуються пелагічним типом розвитку. Всі види євригалінні. Деякі види виступають домінтами в донних угрупованнях. Результати проведених досліджень спонукають до їхнього розширення у напрямку спостереження за змінами видових угруповань моллюсків під дією антропогенних та природних процесів.

Ключові слова: танатоценоз; малокофауна; види-вселенці; угруповання; моллюск-хижак.

Вступ

Екосистема Чорноморсько-Азовського басейну за останні 10–15 років зазнала великих екологічних змін унаслідок зростаючого антропогенного впливу. Відбувається суттєве скорочення пляжів та розмивання берегових ліній. Причиною таких змін є сильний вплив антропогенних факторів. Людська діяльність призводить до значних змін, що діють на морські біоценози і екосистеми морів узагалі. Фауна Чорноморсько-Азовського басейну зазнає значної трансформації. Особливо це стосується донних гідробіонтів. До їх числа належать морські моллюски. Мушлі моллюсків значуще діють на побудову берегових ландшафтів. Це обумовлене їх особливою функціональністю, що криється в бісусних нитках або у виділенні слизу, який перешкоджає розмиву пухких ґрунтів, скріплюючи частинки між собою (Yunev, 2020). Через деградацію та скорочення популяцій моллюсків стан узбережжя погіршується, і згодом ця проблема стане глобальнішою. Велика увага відводиться моллюскам у зв'язку з їх невід'ємним значенням для побудови складніших консорцій, що розвиваються на поверхні мушель двостулкових моллюсків.

Моллюски виконують важливу функцію, яка сприяє очищенню морського басейну. Процес фільтрації води характеризує групу двостулкових моллюсків – фільтраторів. Їх функціонування пояснюється особливістю всмоктування дрібних зважених у воді частинок через сифон та м'які тканини організму, що сприяє очищенню води. Екологічна криза, пов'язана з евтрофікацією, охопила Чорне море і зараз поширюється в Азовському морі. Процес евтрофікації є наслідком антропогенної діяльності в результаті масштабного скиду стічних вод та потрапляння добрив із зливом зі сільськогосподарських угідь. Унаслідок евтрофікації зростає чисельність та біомаса фітопланктону в морях, що відображається на морській екосистемі і призводить до масової загибелі гідробіонтів, прибережних птахів і навіть людей (Yunev, 2020).

Як відомо, моллюски виконують роль природного індикатора. Зміни в навколишньому середовищі відображаються на організмі моллюска. Саме тому для дослідження відібрано мушлі представників малокофауни Чорноморсько-Азовського басейну і поставлено мету: по-перше, порівняти видове різноманіття угруповань моллюсків у різних біотопах Чорноморсько-Азовського басейну; по-друге, за морфометричними показниками мушель *Anadara kagoshimensis* та родини *Cardiidae* виявити більш сприятливі умови існування залежно від біотопу.

Матеріал та методи

Роботи проводили в серпні–вересні 2020 року. Матеріалом дослідження слугували мушлі двостулкових та червононогих моллюсків, що збиралися у цей період. Проби відбирали на берегових викидах (танатоценозах) Азовського моря – Федотова коса та Чорного моря – коса Джарилгач (поблизу селища Лазурне). Федотова коса є наливною косою, що відділяє Утлюкський лиман від Азовського моря. Разом з островом Бірючий утворює смугу довжиною близько 45 км. Під час штормів коса в найбільш низьких місцях розмивається, внаслідок чого утворюються проміони шириною до 200 м та глибиною до 0,7 м. Селище Лазурне за географічним положенням знаходиться

в оточенні трьох солених водойм: Чорне море на півдні, Устричне озеро на заході і Джарилгаська затока на сході. За кліматичним режимом умови на Федотовій косі та в Лазурному є досить подібними.

Систематизацію зібраного матеріалу проводили відповідно до сучасної системи, викладеної у Всесвітньому реєстрі морських видів (*World Register of Marine Species, WoRMS*). Для морфометричних вимірів мушель (висота, довжина, товщина мушлі) використовували штангенциркуль з точністю до 0,01 мм, відому схему виміру (Skarlatov, 1981). Статистичний аналіз даних та побудову гістограм, графіків вели в програмі Microsoft Excel, 2016.

Результати

На північному узбережжі Азовського і Чорного морів відібрано 458 мушель двостулкових та червононогих моллюсків. Загальна вибірка мушель моллюсків з обох біотопів налічувала 18 видів, систематизованих на 15 родин (табл. 1). Загальний танатоценоз Федотової коси становив 13 видів. Виділено 2 види моллюсків класу *Gastropoda*. Серед них *Tritia reticulata* (Linnaeus, 1758) та *Cerithium vulgatum* (Bruguere, 1792), 11 видів моллюсків класу *Bilavlia*. У вибірці з Федотової коси переважали великі мушлі *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Другою за кількістю мушель у вибірці була родина *Cardiidae* в 3 видах. Одиничні екземпляри *Solen vagina* (Linnaeus, 1758), *Flexopecten ponicus* (Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus, 1889), *Lentidium mediterraneum* (O.G. Costa, 1829), *Cerithium vulgatum* (Bruguere, 1792), *Tritia reticulata* (Linnaeus, 1758) – рис. 1,а.

Вибірка моллюсків поблизу селища Лазурне складалася з 12 видів (рис. 1,б) Клас *Gastropoda* представлений трьома видами *Tritia reticulata* (Linnaeus, 1758), *Cerithium vulgatum* (Bruguere, 1792) та *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778). 9 видів класу *Bilavlia*. У цьому біотопі знайдено *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778), *Orstea lamellosa* (Brocchi, 1814), *Gastrana fragilis* (Linnaeus, 1758), *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758).

В обох акваторіях зареєстровано *Loripes lucinalis* (Lamarck, 1818), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) і *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758).

Найчисленнішим представником малокофауни північного узбережжя Азовського і Чорного морів стала *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Для дослідження відібрано 209 екземплярів, з яких 111 екз. – з Федотової коси та 98 екз. зі селища Лазурне. За результатами морфометричних вимірів мушель з Федотової коси *A. kagoshimensis* мала максимальну довжину 48,8 мм з висотою 40,1 мм та шириною 17,1 мм, приблизний вік мушлі становив 5–6 років, спираючись на дані досліджень (Chikhachev et al., 1994). Мінімальна довжина мушлі дорівнювала 17,1 мм, висота 15,8 мм, ширина 5,3 мм. Мушлі анадари з такими розмірами визначили як однорічну (рис. 2,а).

Морфометричні показники мушлі *A. kagoshimensis* зі селища Лазурне мали максимальну довжину мушлі 40,1 мм з висотою 31,5 мм та шириною 14,7 мм; приблизний вік 4–5 років; мінімальна довжина мушлі 9,2 мм з висотою 7,7 мм та шириною 3,9 мм – цьоголітки (рис. 2,б).

У процесі вимірювання мушель помічено екологічну особливість виду *A. kagoshimensis*: товща мушлі анадари вказує на рівень солоності акваторії моря. За солоності води Азовського

Таблиця 1. Таксономічний склад угруповань молюсків

Порядок	Родина	Рід	Вид
Arcida	Arcidae	<i>Anadara</i>	<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)
Astartida	Lucinidae	<i>Loripes</i>	<i>Loripes lucinalis</i> (Lamarck, 1818)
Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Bittium</i>	<i>Bittium reticulatum</i> (E.M. Da Costa, 1778)
		<i>Cerithium</i>	<i>Cerithium vulgatum</i> (Bruguiere, 1792)
			<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)
			<i>Cerastoderma lamarcki</i> (Reeve, 1845)
Cardiida	Cardiidae	<i>Cerastoderma</i>	<i>Cerastoderma umbonatum</i> (Wood, 1850)
	Donacidae	<i>Donax</i>	<i>Donax trunculus</i> (Linnaeus, 1758)
	Tellinidae	<i>Gastrana</i>	<i>Gastrana fragilis</i> (Linnaeus, 1758)
Myida	Corbulidae	<i>Lentidium</i>	<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa, 1829)
	Myidae	<i>Mya</i>	<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)
Mytiloida	Mytilidae	<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)
Neogastropoda	Nassariidae	<i>Tritia</i>	<i>Tritia reticulata</i> (Linnaeus, 1758)
Ostreida	Ostreidae	<i>Ostrea</i>	<i>Ostrea lamellosa</i> (Brocchi, 1814)
Pectinida	Pectinidae	<i>Flexopecten</i>	<i>Flexopecten ponticus</i> (Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus, 1889)
Pholadomyoida	Solenidae	<i>Solen</i>	<i>Solen vagina</i> (Linnaeus, 1758)
Venerida	Veneridae	<i>Chamelea</i>	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)
	Mactridae	<i>Spisula</i>	<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)

Рис. 1. Кількісні співвідношення мушель молюсків у танатоценозах:

a – Федотова коса; *б* – селище Лазурне; вісь абсцис – кількість особин, %; вісь ординат – назва виду молюска

моря 10–14% товща мушлі анадари становить 2,9 мм (рис. 3,а); за 15–20%, як в акваторіях Чорного моря, до 2,1 мм (рис.3,б).

За результатами дослідження родина *Cardiidae* найбільш масово (після анадари) зустрічалася в танатоценозі Федотової коси. Для дослідження були відібрані мушлі різного діаметра, загальний об'єм матеріалу становив 98 екземплярів. Найбільш поширений вид *Cerastoderma lamarcki* (Reeve, 1845), у вибірці представлений 48 екз., *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789) включив 43 екз. та *Cerastoderma umbonatum* (Wood, 1850) – 8 екз. Середні морфометричні виміри мушель трьох видів серцевидки такі: *C. lamarcki* з довжиною мушлі 27,8 мм, висотою

22,4 мм та шириною 9,8 мм; *C. glaucum* з довжиною мушлі 19,4 мм, висотою 18,2 мм і шириною 7,5 мм; *C. umbonatum* з довжиною мушлі 17,6 мм, висотою 15,8 та шириною 7,1 мм (рис. 4,а).

Частота зустрічальності *Cardiidae* на береговій смузі с. Лазурне – несуттєва, з доступних мушель відібрано 35 екз. Середні морфометричні виміри мушель двох видів серцевидки такі: *C. lamarcki* – в кількості 5 екз. з довжиною мушлі 25,5 мм, висотою 24,4 та шириною 9,8 мм з 30 екз. *C. glaucum* з довжиною мушлі 16,1 мм, висотою 15,5 та шириною 6,8 мм (рис. 4,б).

Chamelea gallina (Linnaeus, 1758) є масовим видом і належить до родини *Veneridae*: з танатоценозу Федотової коси віді-

Рис. 2. Морфометричні показники мушлі *A. kagoshimensis*:

a – Федотова коса; *б* – селище Лазурне; лінія вказує на нормальний розподіл мушель, залежність довжини мушлі від її висоти. Відхилення показників свідчать про чутливість виду до факторів середовища

Рис. 3. Морфометричні показники товщини мушлі *A. kagoshimensis*:

a – Федотова коса; *б* – селище Лазурне; лінія вказує на зміну товщини мушлі від її довжини

Рис. 4. Загальні морфометричні показники мушлі родини *Cardiidae*:

a – Федотова коса; *б* – селище Лазурне; лінія вказує на нормальний розподіл мушель, залежність довжини мушлі від її висоти. Відхилення показників від лінії свідчать про чутливість виду до факторів середовища

брано 5 мушель хамелії. Вид цілком звичайний для будь-якої ділянки акваторії Азовського моря. Середні показники довжини мушлі 18,6 мм, висоти 16,6 та ширини 4,9 мм. Варіювання розміру мушель від 14,1 до 22,4 мм, відповідає двом рокам життя молюсків (Carducci et al., 2020). У селищі Лазурне відібрано 56 екз. За розмірами мушлі не поступалися параметрам мушель з Федотової коси.

Mya arenaria (Linnaeus, 1758) – представниця родини *Myidae*. З Федотової коси відібрано 8 екз., довжина мушлі молюска *M. arenaria* варіювала в межах 61,1–54,7 мм, висота 28,6–39,7 мм та ширина 8,8–13,2 мм.

Lentidium mediterraneum (Costa, 1829), або лентидіум середземноморський, належить до родини *Lentidium*. На узбережжі Азовського моря (Федотова коса) у період відбору матеріалу зустрівся один раз. Є одним з найбільш поширених видів донних угруповань моря, спостерігається вельми рідко на відкритих ділянках моря.

Loripes lucinalis (Lamarck, 1818), або люциніда, зарахована до родини *Lucinidae*. У танатоценозі Федотової коси знайдено 2 екз., є одним з найбільш поширених донних мешканців. Дуже часто зустрічається в угрупованні зостери (*Zostera marina*). Середня довжина мушлі люциніди становить 14,4 мм, висота 14,2 та ширина 4,2 мм.

Mytilus galloprovincialis (Lamarck, 1819), або мідія чорноморська, родини *Mytilidae*. У вибірці з Азовського моря зустрічалася у 2 екз. з довжиною мушлі 28,5–31,9 мм, висотою 51,3–61,6 та шириною 10,6 мм. Цілком ймовірно мешкала на мулистому субстраті, судячи з чорно-фіолетового забарвлення мушель (Anistratenko et al., 2011).

Tritia reticulata (Linnaeus, 1758), або трітія сітчаста родини *Nassariidae*. Відмічена в танатоценозі Федотової коси в одному екземплярі та у двох екземплярах у с. Лазурне. Розповсюджені в усьому Чорноморсько-Азовському басейні. За даними дослідників (Anistratenko et al., 2011), найчастіше зустрічається в південно-західній частині моря (Утлюцький лиман).

Cerithium vulgatum (Bruguier, 1792), церітій звичайний, належить до родини *Cerithiidae*. Зустрівся у вибірці з Федотової коси, один екземпляр, а у вибірці зі с. Лазурне – два екземпляри.

Flexorpecten ponticus (Bucquoy et al., 1889), або чорноморський гребінець – представник родини *Pectinidae*. У танатоценозі Федотової коси представлений в одному екземплярі. Знайдена мушля гребінця пошкоджена і значно сплюснена. Є припущення, що мушлю винесло з дна моря.

Solen vagina (Linnaeus, 1758), або держак сяючий, представник родини *Solenidae*. Одиничний екземпляр у вибірці зібраного матеріалу на узбережжі Азовського моря. На вигляд свіжа мушля. За джерелами (Anistratenko et al., 2011) не згадується про знахідки живого молюска. Відомо, що чисельність держак знижується, бо є частиною раціону хижого виду молюсків *Rapana thomasi* (Crosse, 1861).

Donax trunculus (Linnaeus, 1758), або донакс обрізаний, є представником родини *Donacidae*. Єдиний вид Чорного моря, утворює невеликі популяції в прибережних ділянках моря. При систематизації вибірки нараховано 16 екз. зі с. Лазурне. Середня довжина мушлі 18,6 мм, висота 16,6 мм та ширина 4,9 мм. Звичайний представник донної малокофауни Чорного моря, але в Азовському морі зустрічається іноді.

Osrtea lamellose (Brocchi, 1814), або устриця родини *Ostreidae*. Зі селища Лазурне було відібрано 4 екз. Мешкає в різних прибережних акваторіях моря. Належить до найбільш масових культивуючих молюсків. Можливо, зустрічається в акваторії Азовського моря (Anistratenko et al., 2011).

Gastrana fragilis (Linnaeus, 1758), або гастрана тендітна, представниця родини *Tellinidae*, зустрічається в танатоценозі с. Лазурне в 5 екз. Формує локальні поселення.

Spisula subtruncata (Da Costa, 1778), або спісуля обрубана, родини *Macridae*. У вибірці с. Лазурне була представлена в 4 екземплярах.

Bittium reticulatum (E.M. da Costa, 1778), або бітіум сітчастий, належить до родини *Cerithiidae*. Відмічено разово в танатоценозі с. Лазурне. Зустрічається в прибережних поясах морських трав уздовж усього узбережжя.

Обговорення

Екологічна специфіка кожного виду молюсків дозволяє провести оцінку екологічних умов водойм. Наявність або відсутність виду в угрупованні є індикативною ознакою, завдяки якій можна визначити рівень та спрямованість змін умов середовища. В екології вважається аксіомою, що присутність, відсутність і чисельність тих чи інших організмів указують на певні умови середовища. Кожен вид на тій чи іншій ділянці моря мешкає в певному, властивому саме йому діапазоні умов. З іншого боку, він належить до певної еколого-морфологічної та еколого-функціональної групи (Alexandrov, 2017). Як абіотичні фактори (солоність, тиск, рівень кисню, замуленість), кліматичні зміни, так і біотичні фактори (видові та міжвидові зв'язки) є основною причиною наявності виду в біотопі.

Природа наділила кожен вид своїми екологічними особливостями, що регулюють та розширюють території його існування. Так, великих змін зазнав Чорноморсько-Азовський басейн, дозволивши проникнути в його акваторію новим видам-уселенцям, які згодом розширили свій ареал існування і вплинули на морську екосистему морів. Чужорідні (екзотичні) види розпочали своє заселення у XX ст. Одним із перших уселенців став невеликий краб *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) зі залуви Південного моря, з берегів Голландії, зареєстрований в Дніпровсько-Бузькому лимані в 1938 році. Червоногий молюск рапана *Rapana thomasi* (Crosse, 1861), що походить з Японського моря, був уперше зареєстрований у Чорному морі в 1947 році. Цей вид є хижаком, що масово знищує угруповання устриць, мідій та інших двостулкових молюсків. Через масову загибель двостулкових молюсків спостерігається зростання популяції рапани і скорочення діапазону розповсюдження популяції мідій та устриць (Yunev, 2020).

Двостулковий молюск *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758), що згадується в нашому дослідженні, походить із Жовтого та Японського морів (Baker, 1990). Уперше виявлений в 1966 році в Одеському заливі, далі відмічений у Придніпровському районі, зустрічається на узбережжі Румунії та Болгарії. Зареєстрований у Керченській затоці та Азовському морі. За короткий час мія засвоїла західне узбережжя Чорного моря. Розповсюдження мії в Чорноморсько-Азовському басейні сприятливо вплинуло на донні угруповання. Наразі мія розділяє угруповання з *L. mediterraneum*, *C. lamarcki*, *M. galloprovincialis*, іноді з азовськими креветками *P. adspersus* та медузою *R. Pulmo*. Найбільш масові поселення мії спостерігаються в літоральній зоні моря. Поселяється групами, колоніями в псамфілічних (піщаних) комплексах, але іноді зустрічається і в мулистих ґрунтах. Заривається в ґрунт на глибину 30–40 см. *M. arenaria* є евригалінним осмокоформом; порівняно з іншими двостулковими переносить різкі коливання солоності водойм. Дуже стійка до H_2S та дефіциту кисню (Abraham, 1986). Мія належить до групи молюсків-фільтраторів, навколо неї придонні частини моря, більш звільнені від надлишку органічних речовин, що викликають дефіцит кисню та замори. Важливе місце в екосистемі басейну мія зайняла й у трофічних зв'язках. Молодь мії входить до кормового раціону калкана, осетрових, бичка, деяких морських птахів (Sirbu et al., 2016). У Балтійському морі мія є головним компонентом живлення камбали (Balykin et al., 2019). Живе не більше 2,0–3,5 року.

Ще один двостулковий молюск *A. kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Уперше виявлений у Чорноморсько-Азовському басейні на узбережжі Кавказу в 1968 році (Simakova et al., 2018). Із 2013 року *A. kagoshimensis* стає домінантною формою Чорноморсько-Азовського басейну (Chikhachev et al., 1994). У Чор-

ному морі анадара створює поселення на замулених ґрунтах (Soldatov, & Revkov, 2018) в діапазоні глибин від 3-х (Sahin et al., 2009) до 40–45 (Marinov, 1990; Revkov et al., 2015) і 60-ти метрів – північно-східна ділянка шельфу (Sahin et al., 2009). У літоральній зоні узбережжя Криму *A. kagoshimensis* відносять до донного комплексу видів мідійного поселення (Revkov et al., 2015). Інколи зустрічається з двостулковим молюском *P. rudis*, входячи до його консорції (Revkov, 2016), або утворює спільне угруповання з *P. rudis* на глибині 28–34 м (Losovskaya, 2003). На узбережжі Кавказу на глибині 20–30 м анадара формує власне угруповання (Kolyuchkina et al., 2020). У Варненській бухті в замулених пісках на глибині 7 м кодомінує з креветкою *U. pusilla* та іншим двостулковим молюском *T. tenuis* (Trajanova et al., 2011). На північно-західному шельфі Чорного моря на глибині 14–49 м зустрічається у складі *M. galloprovincialis* (Sirbu et al., 2016). В Азовському морі мешкає на будь-якій глибині до 10–11 м на мулистих, мулистопіщаних та мулисто-черепашкових ґрунтах. В акваторіях Азовського моря субдомінантом анадари є *C. glaucum*, *H. acuta*; зустрічаються *M. lineatus*, *A. segmentum*, черевоногий молюск *P. interstincta* та *C. variabilis*, вуconoгий рак *A. improvisus*, поліхети роду *Nereidae* та *Nephtyidae* (Nabozhenko, 2006). Як інвазійний вид *A. kagoshimensis* сприяє існуванню аборигенних видів на м'яких ґрунтах. Не витісняє, а компенсує. Отже, анадара заселяє ділянки моря, де не виявлено іншого домінантного виду. Так, на замулених узбережжях, де розповсюджена *Ch. gallina* в ролі домінанту даного угруповання, віддає керівництво анадарі стійкої щодо дефіциту кисню (гіпоксія) та замулення ґрунтів (Kolyuchkina et al., 2018). Загально важливою та корисною для морської екосистеми є властивість *A. kagoshimensis* функціонувати як “утилізатор” більш-менш частини надлишку органічних речовин у період екологічної кризи (Revkov, 2016). У свою чергу надлишок органіки під час евтрофікації Чорного моря посприяв закріпленню анадари в донних біоценозах. Нині *A. kagoshimensis* має широкий діапазон розповсюдження, у Чорному морі майже всюди, крім акваторій з підвищеною солоністю. Незважаючи на евригалініть, анадара зберігає 10–14% в Азовському морі на північній, західній та частково південній ділянках. У Таганрозькій затоці у 2012 р., в західній її частині, зареєстровано одиничні дрібні екземпляри при солоності 10,3‰. Один вид зафіксовано у східній частині при солоності 7‰ (Anistratenko, 2006).

Кожна акваторія моря розрізняється за видовим складом гідробіотів. Знову ж таки, спираючись на природні та антропогенні процеси, формується особливе угруповання, в якому є свій домінант. Наприклад, у Чорноморсько-Азовському басейні таких домінантів декілька. Спільне існування або компенсація. З нашої вибірки домінантами, крім *A. kagoshimensis*, є *C. glaucum*, *M. galloprovincialis* та *Ch. gallina*.

C. glaucum, *M. galloprovincialis* та *Ch. gallina* належать до представників середземноморської іхтіофауни. Вселилася до Чорноморсько-Азовського басейну в епоху голоцену, в період з'єднання Чорного та Середземного морів. *C. glaucum* (Poiret, 1789) деякий час носив назву *C. clodiense* (Skarlatov & Starobotagatov, 1972). Мешкає у шельфовій зоні басейну на глибині до 1–3 м, де досягає максимального розвитку, на всіх типах ґрунтів. Як екологічна особливість не переносить сірководень. У процесі збирання матеріалу спостерігалися великі мушлі. Як субдомінант серцевидка утворює спільне угруповання з *H. acuta*, *A. improvisus* та згаданим вище видом *A. kagoshimensis*. Через свою евригалініть зустрічається масово, уздовж усього південного узбережжя Азовського моря. Серцевидка становить більшу частину біомаси бентосу, що відображається на популяції риб-хижаків та їх різноманітності. Є раціоном навколоводних птахів. Крім того, серцевидка має кормову цінність; експортується за межі держави.

M. galloprovincialis (Linnaeus, 1758) є масовим видом у всьому басейні. Останнім часом спостерігається масова загибель та скорочення популяцій у зв'язку з появою хижаків-молюсків

R. thomasi. За даними дослідників, рапана знищило угруповання мідій на глибині 20–30 м (Anistratenko & Starobotagatov, 1990). Унаслідок таких знищень угруповання двостулкового молюска не відновилося. Мідія розселяється в місцях з різноманітними субстратами, на прикріплених підводних скелях або в мулових відкладеннях, формуючи колонії. Існує відмінність у личинкового організму, так званого тимчасово-планктонного. Личинка *M. galloprovincialis* активно пересувається в товщі води в період свого тривалого розвитку. У прибережних водах масово представлені цим родом *M. edulis*, *M. trossilus*. У донних біоценозах Чорного моря мідія субдомінує з *A. kagoshimensis*. Часто виступає ядром консорцій для епібіонтів *B. improvisus* чи *L. ostroumovi*. Представники родини *Mytilidae* використовуються людиною як індикатор стану морського середовища, відіграють роль у трофічних зв'язках. Личинки та молодь мідії є важливими елементами в кормовій базі риб та багатьох безхребетних.

У нашому дослідженні, крім анадари, стійкої до гіпоксії, є представник черевоногих *T. reticulata*, який переносить замори, чорні мули. Надзвичайно чутлива до замулювання і замів піску *O. lamellose*. Підвищення мутності води різко знижує ріст і розвиток устриці. Що стосується солоності, то всі види в даній роботі знаходяться в діапазоні від 10–18 до 30‰. Залежно від типу ґрунту, можна виділити мешканців трьох комплексів. До пелюфільного комплексу (м'який мулистий ґрунт) належать *L. mediterraneum*, *S. subtruncata* (іноді зустрічаються на сірих мулистих ґрунтах), *Ch. gallina*, *S. vagina*, *D. trunculus*. До пелюфільного комплексу (твердий ґрунт) входять *O. lamellose* і *T. reticulata*. *O. lamellose* веде прикріплений спосіб життя на твердих субстратах, раковинах, палицях і т.п. По досягненні певного віку і розміру раковини переходять до вільного лежання на ґрунті глибиною від одного до 4,5 метра. На щільність устриць впливає розширення угруповань зоостери і філофори. Характерно також лежання на піщаному ґрунті. До псамфільного комплексу (піщаний ґрунт) відносяться *B. reticulatum*, *L. lucinalis*, *F. ponticus*. На всіх типах ґрунтів присутній вид *G. fragilis*.

Досліджені види молюсків характеризуються пелагічним типом розвитку. Їх життєвий цикл складається з вільноплаваючої пелагічної личинки. Проходять три послідовно змінюючі фази – трохофора, велігер і веліконха. У подальшому личинка опускається на дно і переходить до сидячого способу життя (Anistratenko et al., 2011).

За типом живлення двостулкові молюски є фільтраторами-сестофагами. Живляться відфільтрованими з товщі води дрібними одноклітинними організмами, частинками детриту, водоростями. Черевоногий молюск *B. reticulatum*-хижак частково живиться детритом, а частково рибою, що потрапляє до риболовних сіток. Крім того, фільтрація двостулкових молюсків *Ch. gallina*, *O. lamellose*, *L. mediterraneum*, *S. vagina*, *D. trunculus*, *L. lucinalis*, *F. ponticus*, *G. fragilis* та представників згаданих вище видів робить молюсків обов'язковим компонентом морських екосистем – індикатором довкілля.

Висновки

Аналізуючи видове різноманіття угруповань молюсків Чорноморсько-Азовського басейну, виявлено 13 видів молюсків на узбережжі Азовського моря і 12 видів на узбережжі Чорного моря. Видове різноманіття молюсків відрізняється. У танатоценозі Федотової коси зустрічаються одиничні екземпляри *S. vagina*, *F. ponticus*, *L. mediterraneum* та *C. umbonatum*. У вибірці зі селища Лазурне відмічені *B. reticulatum*, *S. subtruncata*, *O. lamellosa*, *G. fragilis*, *D. trunculus*. В обох акваторіях зареєстровано *L. lucinalis*, *Ch. gallina*, *M. arenaria*, *C. vulgatum*, *T. reticulata*.

Поселення *Anadara kagoshimensis* та родини *Cardiidae* в біотопах Азовського та Чорного морів схожі за багатьма озна-

ками, але розрізняються за середніми розмірами мушель. Порівнюючи розмірні ряди *Anadara kagoshimensis* з обох біотопів, зареєстровано, існування певної розбіжності між ними. Розміри мушель анадари з Азовського моря варіюють від 17,2 до 48,8 мм, включаючи всі вікові групи; максимальний вік життя молюска 5–6 років. У Чорному морі с. Лазурне варіювання розмірів мушель від 9,2 до 40,1 мм, що вказує на максимальний п'ятирічний вік життя *Anadara kagoshimensis*. Розмірні ряди родини *Cardiidae* в біотопі Азовського моря більш рівномірні і високі, варіювання від 12,3 до 38,9 мм. У Чорному морі спостерігається низька чисельність родини *Cardiidae*, розміри мушель від 6,6 до 29,7 мм. Можливо, різниця в середніх розмірах молюсків пояснюється природними процесами, наприклад знищення молоді птахами чи рибами. Але більш вірогідним є людське втручання у зв'язку з екологічним станом навколишнього середовища.

У подальшому планується розширити території дослідження. Проби відбиратимуться за класичним гідробіологічним методом (кількісний та якісний аналізи донних безхребетних дночерпачем Екмана-Берджа, Петерсена), що допоможе більш детально дослідити площу території існування угруповань молюсків Чорноморсько-Азовського басейну.

References

- Abraham, B. J., & Dillon, P. L. (1986). Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (mid-Atlantic). Softshell clam. Fish and Wildlife Service, National Wetland Research Center Publ., U.S. Army Corps of Engineers Coastal Ecology Group, Waterways Experiment Station Publ., 18.
- Alexandrov, B. (2017). Modern xiewes about contour structure of aquatic environment and new approaches for the Black Sea and Azov Sea monitoring. *Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 12, 42–49. doi: [10.15407/visn2017.12.042](https://doi.org/10.15407/visn2017.12.042)
- Anistratenko, V. V. (2006) Bivalve mollusk *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) in the northern part of the Sea of Azov: completion of the colonization of the Azov–Black Sea basin. *Zoo-diversity*, 40(6), 505–511 (in Ukrainian).
- Anistratenko, V. V., Anistratenko, O. Y., & Khaliman I. A. (2011). The Mollusks of the Sea of Azov. Naukova Dumka. Kyiv (in Ukrainian).
- Anistratenko, V. V., & Starobogatov, Y. I. (1990). Mollusks of the order Coniformes (Gastropoda Pectinibranchia) from the Black and Azov ses. *Zoodiversity*, 24(3), 72–74 (in Ukrainian).
- Baker, P., & Mann, R. (1990). Habitat requirements for the softshell clam, *Mya arenaria* in the Chesapeake Bay. Virginia Institute of Marine Science Publ., College of William and Mary Publ. doi: [10.25773/v5-jc3f-tk19](https://doi.org/10.25773/v5-jc3f-tk19)
- Balykin, P. A., Kutsyn, D. N., & Orlov A. M. (2019). Changes in salinity and species composition of ichthyofauna in the sea of azov. *Oceanology*, 59(3), 396–404. doi: [10.31857/S0030-1574593396-404](https://doi.org/10.31857/S0030-1574593396-404)
- Carducci, F., Biscotti, M. A., Trucchi, E., Giuliani, M. E., Gobi S., Coluccelli, A., Barucca, M., & Canapa, A. (2020). Omics approaches for conservation biology research on the bilavle *Chamelea gallina*. *Scientific reports*, 10(1). doi: [10.1038/s41598-020-75984-9](https://doi.org/10.1038/s41598-020-75984-9)
- Chikhachev, A. S., Frolenko L. N., & Revkov, Y. I. (1994). New invader in the Sea of Azov. *Fish industry*, 3, 40–45. doi: [10.1038/s41598-020-75984-9](https://doi.org/10.1038/s41598-020-75984-9)
- Kolyuchkina, G. A., Chikina, M. V., Biryukova, S. V., Bulysheva, N. S., Lyubimov, I. V., Basin, A. B., & Kovalenko, E. P. (2018). Long-term changes in the north-eastern coast the Black Sea. *Trudy Vniro*, 170, 7–21. doi: [10.36038/2307-3497-2018-170-7-25](https://doi.org/10.36038/2307-3497-2018-170-7-25)
- Kolyuchkina, G. A., Syomin, V. L., & Grigorenko, K. S. (2020). The role of abiotic factors in vertical distribution of macrozoobenthos at the northeastern Black sea coast. *Zoologicheskii Zhurnal*, 99(7), 748–800. doi: [10.31857/S0044513420070053](https://doi.org/10.31857/S0044513420070053)
- Losovskaya, G. V. (2003). Macrozoobenthos as an Indicator in Monitoring of the Environmental Quality of the Black Sea. *Hydrobiological Journal*, 39(1), 15–27. doi: [10.1615/Hydrobiol.v39.i1.20](https://doi.org/10.1615/Hydrobiol.v39.i1.20)
- Marinov, T. M. (1990). Zoobenthos of the Bulgarian sector of the Black Sea. Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, 195.
- Nabozhenko, M. V., Shokhin, I. V., Sarvilina, S. V., & Kovalenko, E. P. (2006). Current state of the Azov Sea macrozoobenthos. *Bulletin of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2(2), 83–92. doi: [10.23885/1813-4289-2006-2-2-83-92](https://doi.org/10.23885/1813-4289-2006-2-2-83-92)
- Revkov, N. K. (2016). Features of the Black Sea colonization by the recent invader the bivalve mollusk *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae). *Marine Biological Journal*, 1(2), 3–17. doi: [10.21072/mbj.2016.01.2.01](https://doi.org/10.21072/mbj.2016.01.2.01)
- Revkov, N. K., Boltacheva, N. A., Bondarev, I. P., Bondarenko, L. V., & Timofeev, V. A. (2015). State of zoological resources of the benthal of the deep-water zone of the Crimean shelf after the crisis of the Black Sea ecosystem in the second half of the 20th century. Collection of scientific papers, 566–588. doi: [10.24189/ncr.2018.045](https://doi.org/10.24189/ncr.2018.045)
- Sahin, C., Emiral, H., Okumus, I., & Gozler, A. (2009). The Benthic Exotic Species of the Black Sea: Blood Cockle (*Anadara inaequalis*, Bruguiere, 1789: Bivalve) and Rapa Whelk (*Rapana thomasiana*, Crosse, 1861: Mollusc). *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 8(2), 240–245.
- Simakova, U. V., Syomin V. L., Lyubimov, I. V., Svasyan, V. A., Timofeev, V. A., Basin, A. B., Grigorenko, K. S., & Kolyuchkina, G. A. (2018). Monitoring of the coastal benthic communities. Some results of the integrated coastsal expedition “Black sea 2017 to is “Ashamba”, 79–108. doi: [10.29006/978-5-91522-472-7-2018.4](https://doi.org/10.29006/978-5-91522-472-7-2018.4)
- Sîrbu, R., Paris, S., Cherim E., Luascu, A., Erimia, C., & Tomescu, C. (2016). *Mytilus Galloprovincialis* – a Valuable Resource of the Black Sea Ecosystem. *European Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(1), 108–114. doi: [10.26417/ejis.v4i1](https://doi.org/10.26417/ejis.v4i1)
- Skarlatov, O. A., & Starobogatov, Y. I. (1972). Class bivalve molluscs – Bivalvia Linne, 1758. Identifier of the fauna of the Azov and Black seas. Naukova Dumka, 3, 178–249 (in Ukrainian)
- Skarlatov, O. A. (1981). Bivalve molluscs of the temperate latitudes of the western part of the Pacific Ocean. Science.
- Soldatov, A. A., & Revkov, N. K. (2018). *Anadara kagoshimensis* – *Anadara*. Scientific Press, 260–266. doi: [10.15468/dl.3eklfi](https://doi.org/10.15468/dl.3eklfi)
- Trayanova, A. T., Todorova, V. R., Konsulova, T. H., Shtereva G. P., Hristova, O. D., & Dzhirova, B. S. (2011). Ecological State of Varna Bay in Summer 2009 according to Benthic Invertebrate Fauna. *Acta zool. Bulg.* 63(3), 277–288.
- Yunev, O. A. (2020). Second-Phrase Eutrophication of the Black Sea Shelf. *Envionmental safety of the coastal and zones of the sea*, 2, 80–91. doi: [10.22449/2413-5577-2020-2-80-91](https://doi.org/10.22449/2413-5577-2020-2-80-91)