

ОСОБЛИВОСТІ СТАНУ МАКРОЗООБЕНТОСУ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ (ПІВНІЧНЕ ПРИЧОРНОМОР'Я) У 2021 РОЦІ

Варігін О.Ю. – д.б.н., с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»
sealife_1@email.ua

Визначено видовий склад та кількісні характеристики макрозообентосу Тилігульського лиману, розташованого в північному Причорномор'ї за 60 км на північний схід від міста Одеси. Матеріал зібрано в травні та вересні 2021 року на 17 станціях, розташованих у вигляді розрізів, що проходили з одного берега лиману до іншого. Навесні 2021 року в складі угруповання макрозообентосу Тилігульського лиману виявлено 20 видів безхребетних, що належать до таких таксонів: Polychaeta – 4 види, Cumacea – 1, Isopoda – 2, Amphipoda – 5, Gastropoda – 2, Bivalvia – 5, Chironomidae – 1. Частки різноногих ракоподібних та двостулкових молюсків становили по 25% від усіх виявлених видів. Найбільш значущим фактором, що визначає видове розмаїття та кількісний розвиток макрозообентосу лиману, була глибина мешкання безхребетних, яка на різних станціях коливалася від 1,5 до 13,5 м. Ключовими видами угруповання макрозообентосу Тилігульського лиману були двостулкові молюски *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789) та *Abra segmentum* (Recluz, 1843). Навесні 2021 року середня чисельність *M. lineatus* складала 25385 ± 6803 екз.·м², що становило 80,4% від загальної чисельності всього макрозообентосу, а середня біомаса – 8525 ± 1042 г·м² (75,2%). На станції, розташованій біля виходу каналу, що з'єднує лиман із морем, вперше виявлено інвазійний вид двостулкових молюсків *Arcuatula senhousia* (Benson, 1842). Цей вид-опортуніст може становити серйозну загрозу розвитку місцевого двостулкового молюска *Mytilaster lineatus*. Осінні збори 2021 року показали суттєве скорочення кількісних параметрів донних безхребетних у порівнянні з весняним. На окремих ділянках лиману заморні явища призвели до тотальної загибелі всіх донних організмів. Загалом в рамках досліджень 2021 року видове багатство макрозообентосу Тилігульського лиману зменшилося втричі в порівнянні з 1970–1980 роками.

Ключові слова: макрозообентос, Тилігульський лиман, північне Причорномор'я.

Вступ

Тилігульський лиман розташований у північному Причорномор'ї за 60 км на північний схід від м. Одеси. Він значно витягнутий в меридіональному напрямку на понад 55 км. Максимальна ширина лиману складає близько 4,5 км. Площа водної поверхні приблизно дорівнює 129 млн. м², а загальний обсяг вод – близько 693 млн. м³ (Тучковенко, та Кушнір 2013). Середня глибина лиману становить 3 м, а максимальна – близько 15 м. Солоність води в лимані в весняний період може знижуватися до 6‰, а восени – досягати 23‰. У літній період на глибині понад 10 м іноді формується вертикальна стратифікація вод, яка може призвести до суттєвого дефіциту кисню у придонному шарі води (Тучковенко та ін. 2011). Температурний режим лиману визначається погодними факторами. У зимовий період температура води може становити 0,1 °С, а в літній – 32 °С (Лиманы ... 1990). Від моря лиман відділений піщаним пересипом шириною близько 3,5 км. Через пересип проходить канал, який з'єднує південну

частину лиману з морем. Тилігульський лиман відрізняється від інших подібних водойм значною прозорістю вод, що становить в середньому 1,9–2,5 м, а на окремих ділянках – до 7 м (Мороз 1993).

Систематичні дослідження зообентосу Тилігульського лиману розпочалися у середині минулого століття. В 40–50-х роках ХХ століття С.Б. Гринбарт (1953, 1967) виявив у бентосі лиману 32 види безхребетних. Домінуючими видами були двостулкові молюски *Cerastoderma glaucum*, *Parvicardium exiguum*, *Hypanis colorata* та *Abra ovata*. У 70–80-ті роки минулого століття в зообентосі лиману було виявлено 60 видів безхребетних. З них до Annelida належали 17 видів, Arthropoda – 30 і Mollusca – 13 (Мороз и др. 1986; Мороз 1993). Дослідження, проведені у 80–90-х роках ХХ століття, призвели до виявлення в лимані 64 видів зообентосу. При цьому понад 80% від біомаси всього бентосу припадало на частку молюсків (Лиманы ... 1990). На початку нинішнього століття в зообентосі лиману було зареєстровано 35 таксонів, а саме:

черв'їв – 10, молюсків – 6, ракоподібних – 14, інших – 5 (Тучковенко, та Синегуб 2014).

Мета роботи полягає у вивченні видового складу, кількісних характеристик та розподілі донних безхребетних в Тилігульському лиману в весняний та осінній періоди 2021 року.

Матеріал та методи досліджень

Проби макрозообентосу було відібрано навесні (травень) та восени (вересень) 2021 року на 17 станціях, розташованих у різних частинах Тилігульського лиману. Відбір проб проводили за допомогою металевої рамки розміром 10×10 см, обтягнутої млиновим газом. На кожній станції було взято три рамки. При цьому вимірювали температуру та солоність води. Станції були розташовані у вигляді розрізів, що проходили з одного берега лиману до іншого. Розрізи розташовувалися навпроти населених пунктів Кошари, Калинівка, Курісове, Кордон, а також у районі Коси (рис. 1). На кожному розрізі були взяті проби на двох мілководних станціях (глибина 1,5–2,3 м), розташованих на різних берегах лиману, а також на одній глибоководній (глибина 7–13,5 м), що знаходиться в центрі водойми. Ґрунт на мілководних станціях був представлений піском з домішками уламків черепашок молюсків, а на глибоководних – м'яким мулом. Крім того, проби відбирали на трьох станціях, які розташовані в північній (ст. 18) та південній (ст. 17) частинах лиману, а також у прибережній частині моря (ст. 1) в районі з'єднувального каналу (рис. 1).



Рис. 1. Схема станцій відбору проб бентосу в Тилігульському лимані

Зібрані проби фіксували 4% формаліном та доставляли до лабораторії. Надалі отриманий

матеріал промивали через систему ґрунтових сит з мінімальним розміром вічка 0,5 мм. Відібраних безхребетних визначали до виду, підраховували та зважували. Для аналізу видової структури угруповання макрозообентосу використовували показник трапляння видів, що визначається як відношення числа проб, де зареєстрований вид, до їх загального числа і виражений у відсотках. При цьому характерними для угруповання вважалися види, трапляння яких було від 75 до 100%. Види, які потрапляли в проби від 50 до 75%, вважалися постійними, від 25 до 50% – рідкісними і менш 25% – випадковими. Порівняння видового складу зообентосу в різних частинах лиману проводили з допомогою коефіцієнта спільності видів Чекановського-Серенсена (Песенко 1982).

Для аналізу мінливості параметрів видового різноманіття угруповання макрозообентосу застосовували індексний підхід. Аспект видового багатства визначали за індексом Маргалєфа, ступінь різноманітності – за індексом Шеннона, міру вирівняності – за індексом Пієлу (Мэгарран 1992). Рівень відмінності видового різноманіття макрозообентосу на різних станціях визначали за допомогою кластерного аналізу, який проводили методом найближчих сусідів, використовуючи в якості міри для порівняння кластерів Евклідову відстань. Для опису кількісних параметрів знайдених видів макрозообентосу використовували загальноприйняті показники чисельності (N) екз.·м⁻² і біомаси (B) г·м⁻².

Результати та їх обговорення

Аналіз отриманих даних показав, що в травні 2021 року температура води в різних частинах Тилігульського лиману коливалася в межах від 22 до 23,4 °С. Солоність води на більшій частині акваторії коливалася від 25,7 до 27,7‰. Виняток становили станції, що знаходяться поблизу від виходу з'єднувального каналу з морем (ст. 2 – 19‰ і ст. 17 – 22,6‰), а також у верхів'ях лиману (ст. 18 – 19,7‰). На станції 1, розташованій в морі біля входу в з'єднувальний канал, температура і солоність води становили 20,8 °С і 8,48‰, відповідно. У вересні 2021 року температура води в різних частинах лиману коливалася в межах від 22,2 до 24,2 °С, а солоність – від 26,4 до 30,9‰. Глибина на прибережних станціях не перевищувала 1,5 м, а на глибоководних – коливалася від 6 до 13,5 м. Ґрунт на прибережних станціях був представлений піском з домішками уламків черепашок молюсків, а на глибоководних – м'яким мулом.

У результаті проведених досліджень у складі угруповання макрозообентосу Тилігульського лиману навесні 2021 року виявлено 20 видів безхребетних, які належать до наступних таксонів: Polychaeta – 4 види, Cumacea – 1, Isopoda – 2, Amphipoda – 5, Gastropoda – 2, Bivalvia – 5,

Chironomidae – 1. За кількістю зареєстрованих видів переважали різноногі ракоподібні та двостулкові молюски, частки яких становили по 25% від всіх виявлених видів (рис. 2).

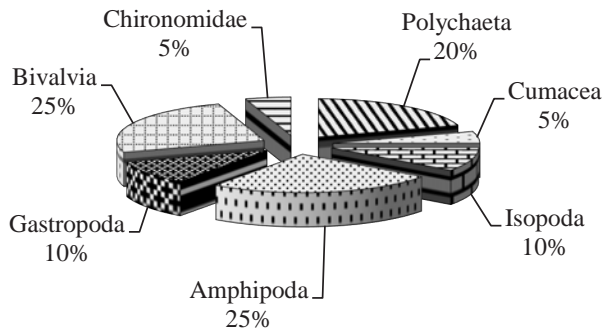


Рис. 2. Співвідношення основних таксонів макрозообентосу в Тилігульському лимані навесні 2021 року

Усі виявлені види належали лише до трьох типів: Annelida, Arthropoda і Mollusca. При цьому більшість видів безхребетних (45%) належала до типу членистоногих. Частки черв'яків і моллюсків становили 20 і 35% відповідно. Характерна особливість видової структури угруповання макрозообентосу Тилігульського лиману полягала в тому, що кожен виявлений рід був представлений тільки одним видом.

Виняток становили лише два види різноногих ракоподібних, що належать до роду *Gammarus*, а саме: *G. aequicauda* та *G. insensibilis*. При цьому перший належав до постійних видів угруповання макрозообентосу лиману, а другий – до випадкових. Очевидно, внаслідок міжвидової конкуренції в складі макрозообентосу лиману залишилися лише найбільш пристосовані до конкретних умов мешкання види. Подібне явище відзначено для видової структури угруповання обростання, що сформовано в прибережних районах північно-західної частини Чорного моря двостулковим моллюском мідією *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 (Varigin 2021). Раніше цього моллюска було відзначено у складі зообентосу Тилігульського лиману (Улізко 2003).

Станції, які були розташовані в різних ділянках лиману, відрізнялися за кількістю видів, що входять до складу угруповання макрозообентосу. Найменша кількість видів (3) зафіксована навесні 2021 р. на ст. 18, яка розташована в верхів'ях лиману. Найбільше видів (від 10 до 14) виявлено на прибережних мілководних станціях. Глибоководні станції за цим показником займали проміжне положення.

Відмінність видової структури угруповання макрозообентосу в різних районах лиману полягала не тільки в числі видів (показників видового багатства), а й у кількості спільних видів, що були вияв-

лені на різних станціях. Ця відмінність може бути відображена за допомогою коефіцієнта спільності видів Чекановського-Серенсена (Песенко 1982). Так, найбільше спільних видів (13) навесні 2021 р. відзначено для ст. 14 та ст. 16. Ці мілководні прибережні станції розташовані на розрізі Кордон (рис. 1). Для інших прибережних станцій кількість спільних видів коливалася від 7 до 12. Найменша кількість спільних видів (від 2 до 4) по відношенню до інших станцій зафіксована для глибоководної ст. 12, що розташована на розрізі Коса.

Прибережні мілководні станції характеризувалися найбільшою схожістю видового складу угруповання макрозообентосу. Коефіцієнт спільності видів Чекановського-Серенсена становив в цьому випадку від 0,80 до 0,96. Для глибоководних станцій по відношенню до прибережних цей показник коливався в межах від 0,23 до 0,67. Таким чином, найбільші відмінності були виявлені в характері видової структури макрозообентосу прибережних та глибоководних станцій.

Відмінність видової структури угруповання макрозообентосу на різних станціях полягала не тільки у числі видів кожного таксона, а й у видовій приналежності особин, які входять у них. Одні види траплялися майже на всіх станціях, інші – лише на деяких. Аналіз їх трапляння показав, що з 20 видів, які зафіксовані навесні 2021 р., лише 7 були характерними для угруповання макрозообентосу лиману, 6 – постійними, 2 – рідкісними і 5 – випадковими.

З усіх виявлених видів в проби стовідсотково потрапляла поліхета *Alitta succinea*. Цей вид рухливих поліхет має високий ступінь еврибіонтності, що дозволяє йому успішно виживати в умовах нестабільного зовнішнього середовища (Киселева 2004). Два інші види поліхет, *Harmothoe imbricata* і *Polydora cornuta*, належали до характерних та постійних видів. Перший є активним хижком, а другий веде сидячий спосіб життя всередині мулистої трубки. Поліхета *Spio filicornis*, яка в даному випадку відносилася до рідкісних видів, була виявлена лише в межах глибоководних станцій (ст. 9 та ст. 12).

На розподіл представників макрозообентосу Тилігульського лиману впливав такий інтегральний показник як глибина мешкання безхребетних. Зі збільшенням глибини змінюється характер ґрунту в напрямку підвищення частки мулу в його складі. Аналіз отриманого матеріалу показав, що зі збільшенням глибини зменшувалося видове багатство макрозообентосу Тилігульського лиману. Так, у найбільш глибоких ділянках лиману, де цей показник досягав 11 м (ст. 9) і 13,5 м (ст. 12), було знайдено лише 7 і 5 видів безхребетних, відповідно (рис. 3).

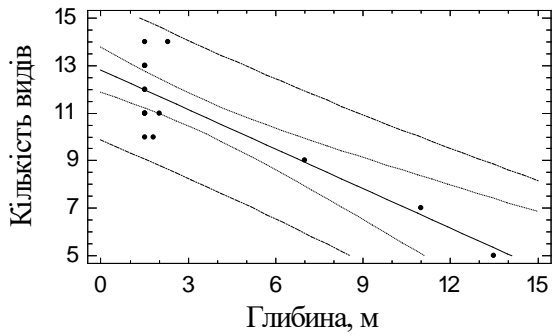


Рис. 3. Залежність кількості видів макрозообентосу Тилігульського лиману від глибини

Ця залежність може бути описана рівнянням лінійної регресії:

$$N_{sp} = 12,82 - 0,55 \cdot H \quad (r = -0,8561, \text{ St. er.} = 1,31),$$

де: N_{sp} – кількість видів, H – глибина, м, r – коефіцієнт кореляції, St. er. – стандартна помилка рівняння.

Застосування індексного підходу при аналізі видового різноманіття макрозообентосу Тилігульського лиману також показало істотний вплив на відповідні показники глибини мешкання безхребетних. Так, індекс Маргалефа зі збільшенням глибини з 1,5 до 13,5 м знижувався з 1,32 до 0,56. Зазвичай значення цього індексу знижується у разі погіршення умов мешкання представників бентосу (Мэгарран 1992). Найменше значення індексу Маргалефа (0,28) було визначено навесні 2021 р. на станції 18, яка розташована у верхів'ях лиману, де було зафіксовано значне замулення ґрунту.

Для виявлення ступеню видового різноманіття макрозообентосу на різних станціях використовували інформаційний індекс Шеннона. Проведений аналіз показав, що навесні 2021 р. найменші значення цього індексу (0,38 і 0,53 біт·екз⁻¹) зафіксовані в межах глибоководних станцій (ст. 6, 15). Максимальні значення (2,57 і 2,83 біт·екз⁻¹) були в межах прибережних мілководних станцій (ст. 13 і ст. 17, відповідно). В середньому для глибоководних станцій індекс Шеннона дорівнював 0,46±0,11 біт·екз⁻¹, а для мілководних – 1,54±0,35 біт·екз⁻¹.

Відомо, що видове різноманіття угруповання визначається не тільки видовим багатством, але і вирівняністю цих видів (Мэгарран 1992). Аналіз показав, що навесні 2021 р. показник вирівняності Піелу був максимальний на прибережній станції 17 (0,83), а мінімальний – на глибоководній станції 6 (0,12). В середньому для мілководних станцій цей індекс дорівнював 0,61±0,13, а для глибоководних – 0,24±0,11.

Таким чином, видове різноманіття макрозообентосу лиману значно відрізнялося в межах досліджених станцій. Рівень цієї відмінності можна вира-

зити за допомогою кластерного аналізу. Цей аналіз проводили за показниками індексу різноманітності Шеннона та видового багатства. За допомогою дендрограми, що відображає результати проведеного аналізу, можна виявити ступінь відмінності виділених кластерів (рис. 4).

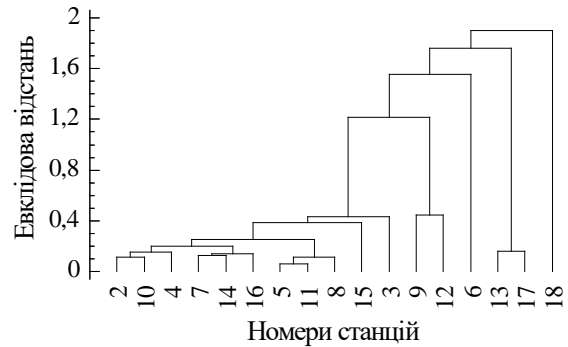


Рис. 4. Дендрограма розподілу станцій за індексом різноманітності Шеннона та видового багатства макрозообентосу Тилігульського лиману навесні 2021 року

На рисунку 4 видно, що найменш сприятлива для мешкання безхребетних прибережна станція 18 утворює окремий кластер. Мілководні станції 13 і 17, які дуже подібні за показниками, що аналізуються, утворюють спільний кластер. Наступні кластери формують глибоководні станції 6, 12, 9, причому останні дві демонструють найбільшу схожість. До них примикають станції 3 та 15, які також є глибоководними. Решта станцій утворюють компакту групу, що розділена на три окремі підгрупи, в які входять станції 8, 11, 5, а також 16, 14, 7 і 4, 10, 2. Усі станції, що входять в ці три підгрупи, розташовані в прибережних мілководних районах лиману. Таким чином, результати кластерного аналізу підтвердили, що найбільш значущим фактором, що визначає видове різноманіття макрозообентосу лиману, є глибина мешкання безхребетних.

Ключовими видами угруповання макрозообентосу Тилігульського лиману були двостулкові молюски *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789) та *Abra segmentum* (Recluz, 1843). Вони мали не тільки високий ступінь трапляння, а й значно перевищували всі інші види безхребетних за своїми кількісними параметрами (табл. 1). Так, навесні 2021 року середня чисельність *M. lineatus* була 25385±6803 екз·м⁻², що становило 80,4% від загальної чисельності всього макрозообентосу, а середня біомаса – 8525±1042 г·м⁻² (75,2%). Ці види двостулкових молюсків характеризуються різними вимогами до характеру ґрунту в водоймі. Так, *M. lineatus* закріплюється на субстраті за допомогою добре

Видовий склад, чисельність (N) та біомаса (B) видів макрозообентосу в Тилігульському лимані навесні та восени 2021 року

Вид	N, екз.·м ⁻²		B, г·м ⁻²	
	Весна	Осінь	Весна	Осінь
Polychaeta				
<i>Harmothoe imbricata</i>	315±98	171±41	8,52±4,15	2,56±0,96
<i>Alitta succinea</i>	219±68	166±34	9,83±1,54	2,61±0,28
<i>Spio filicornis</i>	167±32	–	0,41±0,15	–
<i>Polydora cornuta</i>	253±77	175±45	0,62±0,12	0,08±0,03
Cumacea				
<i>Iphinoe maeotica</i>	67±21	200±37	0,12±0,04	0,27±0,09
Isopoda				
<i>Lekanesphaera monodi</i>	220±56	291±39	8,85±2,15	8,93±2,06
<i>Idotea balthica</i>	176±61	153±42	5,87±1,45	0,77±0,12
Amphipoda				
<i>Gammarus aequicauda</i>	460±56	67±18	13,67±3,16	0,37±0,09
<i>Gammarus insensibilis</i>	116±32	33±9	5,49±1,12	0,29±0,07
<i>Dexamine spinosa</i>	130±22	78±31	0,61±0,12	0,19±0,05
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	269±46	213±57	1,01±0,22	0,31±0,11
<i>Corophium volutator</i>	381±82	100±27	0,38±0,09	0,09±0,02
Gastropoda				
<i>Pusillina lineolata</i>	67±13	325±54	0,31±0,08	0,99±0,12
<i>Hydrobia acuta</i>	729±87	1515±223	1,68±0,28	2,74±0,23
Bivalvia				
<i>Mytilaster lineatus</i>	25385±6803	8525±1042	1891±527,7	888,3±366,2
<i>Arcuatula senhousia</i>	–	100	–	29,13
<i>Cerastoderma glaucum</i>	430±113	233±86	404,5±91,9	588,6±97,6
<i>Abra segmentum</i>	1789±433	1382±279	147,8±57,3	115,4±48,2
<i>Mya arenaria</i>	33	–	11,27	–
Chironomidae				
<i>Chironomus salinarius</i>	371±87	527±96	1,36±0,26	1,56±0,39

розвинутого біссуса, *A. segmentum* мешкає у мулистому ґрунті, де використовує для харчування свої довгі сифони, в той час як *C. glaucum* пересувається на поверхні піску або замуленого піску за допомогою м'язистої ноги.

Два інші види двостулкових молюсків *Mya arenaria* Linnaeus, 1758 та *Arcuatula senhousia* (Benson, 1842) є інвазійними для Чорноморського регіону. Вони були зафіксовані лише в межах ст. 17, що розташована в районі моста через лиман у безпосередній близькості від виходу з'єднувального каналу (рис. 1).

Перший із цих молюсків вселився в Чорне море в середині минулого століття (Александров 2004), а другий – на початку цього століття (Міку 2004). Порівняно великий за розміром молюск *M. arenaria*, як і більшість представників Bivalvia, харчується за допомогою фільтрації води. При цьому молюск глибоко заривається у ґрунт, виставляючи на його поверхні свої сифони. Подібний спосіб життя дозволив йому зайняти свою екологічну нішу, не вступаючи при цьому в конкурентні відносини з місцевими видами двостулкових молюсків.

Дрібніший за розміром молюск *A. senhousia* (максимальна довжина раковини близько 30 мм) за минулі 20 років з моменту вселення ще не сформував великі поселення, проте надалі він може скласти серйозну топічну та трофічну конкуренцію аборигенним видам двостулкових молюсків, зокрема *Mytilaster lineatus*. Ці два близькоспоріднені види є представниками ряду Mutilida і входять в родину Mutilidae. Справа в тому, що *A. senhousia* відноситься до видів-опортуністів, які характеризуються високою швидкістю росту, значною плодючістю і здатністю до захоплення нових місць мешкання за допомогою розселення своїх личинок (Mistri 2002). Крім того, цей вид здатний формувати щільні скупчення, які повністю покривають субстрат у вигляді своєрідних матів. Всі малорухомі організми, в тому числі *M. lineatus*, які опинилися під цими матами, приречені на загибель через припинення водообміну з навколишньою водною товщею (Mistri 2004).

Аналіз проб, взятих на ст. 1, що розташована в морі біля входу до з'єднувального каналу, показав, що в складі макрозообентосу виявлено 15 видів безхребетних, що належать до

таких таксонів: Polychaeta – 6 видів, Isopoda – 1, Gastropoda – 2, Bivalvia – 6. Ключовими видами для угруповання макрозообентосу в прибережній частині моря були двостулкові моллюски *Donax trunculus* Linnaeus, 1758, *Donacilla cornea* (Poli, 1791) та *Lentidium mediterraneum* (O. G. Costa, 1830). Поселення останнього з цих видів зазвичай розташовуються у прибережній частині моря в районах, прилеглих до чорноморських лиманів (Варігін 2005).

Крім того, на ст. 1 було зафіксовано інвазійний вид поліхет *Streblospio gynobranchiata* Rice & Levin, 1998, нативним ареалом якого є Мексиканська затока. Вперше в Чорне море він проник у 2007 році (Болтачева 2008). Кілька років тому цей вид був виявлений в Сухому лимані, що розташований за 20 км на північний захід від міста Одеси (Radashkevsky, and Selifonova 2013). За час, що минув з моменту вселення, цей вид поліхет добре адаптувався до нових умов і широко поширився в прибережних районах Чорного моря.

Аналіз проб, зібраних восени 2021 р. на тих же станціях, що й навесні, виявив суттєві зміни у структурі макрозообентосу Тилігульського лиману. За минулі три літні місяці на більшості з вивчених станцій спостерігалось значне скорочення кількості виявлених видів безхребетних. При цьому на деяких станціях (11, 12, 18) безхребетних зовсім не було виявлено (рис. 5). Виняток становили ст. 1, що розташована в морі, де кількість видів збільшилася втричі, а також прибережна мілководна ст. 13, що розташована на розрізі Коса, де додалися ще 4 види (рис. 5).

Причини зменшення кількості видів або повної відсутності безхребетних пов'язані з локальними заморними явищами, які влітку часто відбуваються в чорноморських лиманах (Старушенко, и Бушуев 2001). Восени на розрізі Коса причиною відсутності організмів макрозообентосу можливо був локальний

замор, наслідки якого поширилися від прибережної частини (ст. 11) до глибоководної (ст. 12).

Підвищена температура води, а також погіршення кисневого режиму у літній період поряд з іншими факторами вплинули на кількісні параметри виявлених безхребетних. Так, восени 2021 року середня чисельність ключового виду макрозообентосу лиману *M. lineatus* знизилася втричі і дорівнювала 8525 ± 1042 екз.·м⁻², що становило 62,1% від загальної чисельності бентосу. А середня біомаса цього виду знизилась удвічі і дорівнювала $888,3 \pm 366,2$ г·м⁻² (54,1%). Кількісні параметри іншого ключового виду *A. segmentum* змінилися незначно. Цей моллюск мешкає в м'яких мулистих ґрунтах і має значну стійкість до дефіциту кисню в воді. Подібну стійкість мають більшість видів поліхет, ізопода *L. monodi*, гастропода *H. acuta* і хірономіда *Ch. salinarius*, середня чисельність та біомаса яких за літній період мало змінилися, а у випадку *H. acuta* навіть збільшилися. Різноногі ракоподібні, навпаки, дуже чутливі до дефіциту кисню в воді. Кількісні параметри цих видів восени значно знизились (табл. 1).

Висновки

1. В результаті проведених досліджень у складі макрозообентосу Тилігульського лиману виявлено 20 видів безхребетних, що належать до трьох типів: Annelida (20%), Arthropoda (45%) і Mollusca (35%). Кількість видів макрозообентосу лиману в порівнянні з другою половиною минулого століття (1970–1980 рр.) скоротилася втричі.

2. Ключовими видами угруповання макрозообентосу Тилігульського лиману були двостулкові моллюски *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789) та *Abra segmentum* (Recluz, 1843). Вони значно перевищували всі інші види безхребетних за своїми кількісними параметрами. Так, навесні 2021 року середня чисельність *M. lineatus* була 25385 ± 6803 екз.·м⁻², що становило 80,4% від загальної чисельності всього макрозообентосу, а середня біомаса – 8525 ± 1042 г·м⁻² (75,2%).

3. У складі цього угруповання вперше виявлено інвазійний вид двостулкових моллюсків *Arcuatula senhousia* (Benson, 1842). Цей вид поки що не утворив великі поселення в лимані, проте його подальший розвиток може скласти серйозну конкуренцію ключовому аборигенному виду двостулкових моллюсків лиману *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791).

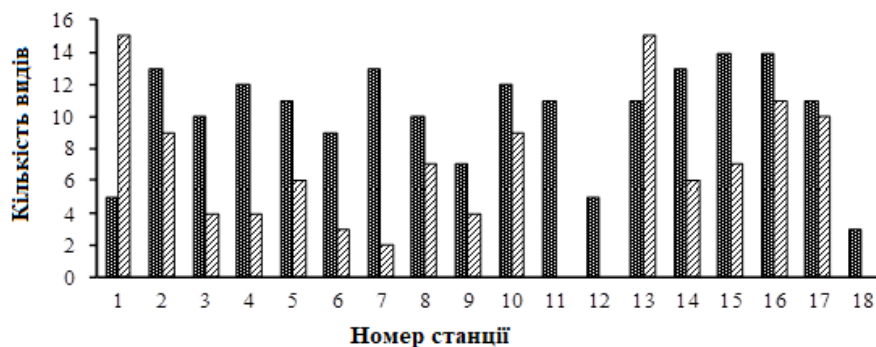


Рис. 5. Кількість видів макрозообентосу на станціях в Тилігульському лимані та прилеглому районі моря (ст. 1) навесні (темні стовпчики) та восени (світлі стовпчики) 2021 року

4. Зі збільшенням глибини змінюється характер ґрунту в напрямку підвищення частки мулу в його складі. Аналіз отриманого матеріалу показав, що зі збільшенням глибини та зміни ґрунту зменшувалося видове багатство макрозообентосу Тилигульського

лиману. Так, індекс Маргалефа зі збільшенням глибини з 1,5 до 13,5 м знижувався з 1,32 до 0,56.

Подяки. Автор висловлює глибоку подяку співробітникам ДУ «Інститут морської біології НАН України» О.П. Куракіну та М.О. Мартинюку за допомогу у зборі матеріалу.

Список використаних джерел

1. Александров Б.Г. Проблема переноса водных организмов судами и некоторые подходы к оценке риска новых инвазий. *Морской экологический журнал*. 2004. Т. 3. № 1. С. 5–17.
2. Болтачева Н.А. Обнаружение нового вида-вселенца *Streblospio gynobranchiata* Rice et Levin, 1998 (Polychaeta: Spionidae) в Черном море. *Морской экологический журнал*. 2008. Т. 7, № 4. С. 12.
3. Варигин А.Ю. Современное состояние поселений *Lentidium mediterraneum* в прибрежных районах северо-западной части Черного моря. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія Біологія* 2005. № 4(27). С. 32–34.
4. Гринбарт С.Б. Зообентос лиманов северо-западного Причерноморья и смежных с ними участков моря : автореф. дис... д-ра биол. наук. Одесса, 1967. 52 с.
5. Гринбарт С.Б. К изучению зообентоса Тилигульского лимана и его кормовых ресурсов. *Одесский госуниверситет. Сборник биологического факультета*. 1953. № 4. С. 85–105.
6. Киселева М.И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей. Апатиты : Изд-во КНЦ, 2004. 415 с.
7. Лиманы Северного Причерноморья / В.С. Полищук и др.; ред. О.Г. Миронова. Киев : Наукова думка, 1990. 201 с.
8. Мороз Т.Г. Макрозообентос лиманов и низовьев рек северо-западного Причерноморья. Киев : Наукова думка, 1993. 188 с.
9. Мороз Т.Г., Алексенко Т.Л., Борткевич Л.В. Бентос Тилигульского лимана. *Гидробиологический журнал*. 1986. Т. 22, № 4. С. 31–35.
10. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. Москва : Мир, 1992. 181 с.
11. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. Москва : Наука, 1982. 287 с.

12. Старушенко Л.И., Бушуев С.Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование. Одесса : Астропринт, 2001. 152 с.
13. Тучковенко О.А., Синегуб И.А. Характеристика макрозообентоса Тилигульского лимана. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Лимани північно-західного Причорномор'я: сучасний гідроекологічний стан, проблеми водного та екологічного менеджменту та шляхи їх вирішення"*. Одеса : ОДЕКУ, 2014. С. 46–48.
14. Тучковенко Ю.С., Адобовский В.В., Тучковенко О.А. Современный гидрологический режим и динамика вод Тилигульского лимана. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. № 9. С. 192–209.
15. Тучковенко Ю.С., Кушнір Д.В. Моделирование ветровой циркуляции вод у Тилигульському лимані. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2013. № 16. С. 149–158.
16. Улізко І.В. Моллюски зообентоса пониззя Тилигульського лиману. *Вісник ОНУ*. 2003. № 8(6). С. 82–88.
17. Micu D. First record of *Musculista senhousia* (Benson in Cantor 1842) from the Black Sea. *Abstracts of International Symposium of Malacology, Sibiu, Romania (19–22 august 2004)*. Sibiu, 2004. P. 47.
18. Mistri M. Ecological characteristics of the invasive Asian date mussel *Musculista senhousia* in the Sacca di Goro (Adriatic Sea, Italy). *Estuaries*. 2002. Vol. 25(3). P. 431–440.
19. Mistri M. Effect of *Musculista senhousia* mats on clam mortality and growth: much ado about nothing? *Aquaculture*. 2004. Vol. 241. P. 207–218.
20. Radashevsky V.I., Selifonova Zh.P. Records of *Polydora cornuta* and *Streblospio gynobranchiata* (Annelida, Spionidae) from the Black Sea. *Mediterranean Marine Sciences*. 2013. Vol. 14(2). P. 261–269.
21. Varigin O.Yu. Influence of river runoff and change in salinity on the composition of coastal fouling community of the northwestern part of the Black Sea. *Hydrobiological Journal*. 2021. Vol. 57(1). P. 18–26.

References

1. Aleksandrov, B.G. (2004). Problema perenosa vodnyh organizmov sudami i nekotorye podhodyi k otsenke riska novyih invaziy [The problem of the transfer of aquatic organisms by ships and some approaches to assessing the risk of new invasions.] *Morskoy ekologicheskiy zhurnal – Marine Ecological Journal*, 3(1), 5–17 [in Russian].
2. Boltacheva, N.A. (2008). Obnaruzhenie novogo vida-vselentsa *Streblospio gynobranchiata* Rice et Levin,

- 1998 (Polychaeta: Spionidae) v Chernom more [Discovery of a new invasive species *Streblospio gynobranchiata* Rice et Levin, 1998 (Polychaeta: Spionidae) in the Black Sea]. *Morskoy ekologicheskiy zhurnal – Marine Ecological Journal*, 7(4), 12 [in Russian].
3. Varigin, A.Yu. (2005). Sovremennoe sostoyanie poseleniy *Lentidium mediterraneum* v pribrezhnyih rayonah severo-zapadnoy chasti Chernogo morya [Current state of *Lentidium mediterraneum* settlements in the coastal areas

- of the northwestern part of the Black Sea]. *Naukovi zapiski Ternopil'skogo derzhavnogo pedagogichnogo universitetu. Seriya Biologiya – Scientific notes of Ternopil State Pedagogical University. Series Biology*, 4(27), 32–34 [in Russian].
4. Grinbart, S.B. (1953). K izucheniyu zoobentosa Tiligul'skogo limana i ego kormovyih resursov [To the study of zoobenthos of the Tiligul estuary and its food resources]. *Odesskiy gosuniversitet. Sbornik biologicheskogo fakulteta – Odessa State University. Collection of the Faculty of Biology*, 4, 85–105 [in Russian].
 5. Grinbart, S.B. (1967). Zoobentos limanov severo-zapadnogo Prichernomor'ya i smezhnykh s nimi uchastkov morya [Zoobenthos of the estuaries of the northwestern Black Sea region and adjacent areas of the sea]. *Avtoref. dis... d-ra biol. nauk. Odessa – Author's abstract. Dis... Dr. Biol. Sci. Odessa* [in Russian].
 6. Kiseleva, M.I. (2004). *Mnogoshchetinkovye chervi (Polychaeta) Chernogo i Azovskogo morey [Polychaete worms (Polychaeta) of the Black and Azov seas]*. Apatity: Publishing house KSC [in Russian].
 7. Polishchuk, V.S., Zambriborshch, F.S., Timchenko, V.M., Novikov, B.I., Hil'man, V.L., Zhurav'ova, L.A. et al. (1990). *Limany Severnogo Prichernomor'ya [Estuaries of the Northern Black Sea region]*. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
 8. Moroz, T.G. (1993). *Makrozoobentos limanov i nizov'yev rek severo-zapadnogo Prichernomor'ya [Macrozoobenthos of estuaries and lower reaches of rivers in the northwestern Black Sea region]*. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
 9. Moroz, T.G., Aleksenko, T.L., Bortkevich, L.V., & Sabalenko, A.Z. (1986). Bentos Tiligul'skogo limana [Benthos of the Tiligul estuary]. *Gidrobiologicheskii zhurnal – Hydrobiological Journal*, 22(4), 31–35 [in Russian].
 10. Megarran, E. (1992). *Ekologicheskoye raznoobrazie i yego izmereniye [Ecological diversity and its measurement]*. Moskva: Mir [in Russian].
 11. Pesenko, Yu.A. (1982). *Printsipy i metody kolichestvennoy analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh [Principles and methods of quantitative analysis in faunal studies]*. Moskva: Nauka [in Russian].
 12. Starushenko, L.I., & Bushuev, S.G. (2001). *Prichernomorskiye limany Odesshchiny i ikh rybokhozyaystvennoye ispol'zovaniye [Black Sea estuaries of Odessa region and their fishery use]*. Odessa: Astroprint [in Russian].
 13. Tuchkovenko, O.A., & Synegub, I.A. (2014). Kharakterystyka makrozoobentosa Tylyhul'skoho lymana [Characteristics of the macrozoobenthos of the Tylygul estuary]. Proceedings from: *Vseukrayins'ka naukovo-praktychna konferentsia «Lymany pivnichno-zakhidnoho Prychornomor'ya: suchasnyy hidroekologichnyy stan, problemy vodnoho ta ekologichnoho menedzhmentu ta shlyakhy yikh vyrishennya» – All-Ukrainian scientific and practical conference «Estuaries of the northwestern Black Sea coast: modern hydro-ecological condition, problems of water and ecological management and ways to solve them»*. Odessa: ODEKU [in Russian].
 14. Tuchkovenko, Yu.S., Adobovsky, B.B., Tuchkovenko, O.A., & Hryb, O.H. (2011). Sovremennyy hydrolohycheskyy rezhym i dynamyka vod Tylyhul'skoho lymana [The modern hydrological regime and dynamics of waters of the Tylygul estuary]. *Ukrayins'kyi hidrometeorologichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, 9, 192–209 [in Russian].
 15. Tuchkovenko, Yu.S., & Kushnir, D.V. (2013). Modelyuvannya vitrovoyi tsyrkulyatsiyi vod u Tylyhul's'komu limani [Modeling of wind circulation of waters in Tylygul estuary]. *Visnyk Odes'koho derzhavnogo ekologichnoho universytetu – Bulletin of Odessa State Ecological University*, 16, 149–158 [in Ukrainian].
 16. Ulizko, I.V. (2003). Molyusky zoobentosu ponyzzya Tylyhul's'koho lymanu [Zoobenthos molluscs from the bottom of the Tylygul estuary]. *Visnyk ONU – ONU Bulletin*, 8 (6), 82–88 [in Ukrainian].
 17. Micu, D. (2004). First record of *Musculista senhousia* (Benson in Cantor 1842) from the Black Sea. *Abstracts of International Symposium of Malacology, Sibiu, Romania* (19–22 august 2004). (pp. 47).
 18. Mistri, M. (2002). Ecological characteristics of the invasive Asian date mussel *Musculista senhousia* in the Sacca di Goro (Adriatic Sea, Italy). *Estuaries*, 25(3), 431–440.
 19. Mistri, M. (2004). Effect of *Musculista senhousia* mats on clam mortality and growth: much ado about nothing? *Aquaculture*, 241, 207–218.
 20. Radashevsky, V.I., & Selifonova, Zh.P. (2013). Records of *Polydora cornuta* and *Streblospio gynobranchiata* (Annelida, Spionidae) from the Black Sea. *Mediterranean Marine Sciences*, 14(2), 261–269.
 21. Varigin, O.Yu. (2021). Influence of river runoff and change in salinity on the composition of coastal fouling community of the northwestern part of the Black Sea. *Hydrobiological Journal*, 57(1), 18–26.

SPECIFIC FEATURES OF THE MACROZOOBENTHOS CONDITION IN THE TYLIHUL ESTUARY (NORTHERN BLACK SEA) IN 2021

Varigin A. Yu., Dr. Sci., Senior Researcher
Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine

The species composition and quantitative characteristics of the macrozoobenthos in the Tylygul estuary, located in the northern Black Sea region 60 km northeast of the city of Odessa, were determined. The material was collected

in May and September 2021 at 17 stations located in the form of sections that passed from one shore of the estuary to the other. In the spring of 2021, 20 species of invertebrates belonging to the following taxa were identified as part of the macrozoobenthos community of the Tyligul estuary: Polychaeta – 4 species, Cumacea – 1, Isopoda – 2, Amphipoda – 5, Gastropoda – 2, Bivalvia – 5, Chironomidae – 1. Amphipod crustaceans and bivalve molluscs each accounted for 25% of all detected species. The most significant factor determining the species diversity and quantitative development of the macrozoobenthos of the estuary was the depth of the habitat of invertebrates, which varied from 1,5 to 13,5 m at different stations. The key species of the macrozoobenthos community of the Tyligul estuary were the bivalve molluscs *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), *Cerastoderma glaucum* (Brugiere, 1789) and *Abra segmentum* (Recluz, 1843). In the spring of 2021, the average abundance of *M. lineatus* was 25385 ± 6803 ind.·m⁻², which was 80,4% of the total abundance of all macrozoobenthos, and the average biomass was 8525 ± 1042 g·m⁻² (75,2%). The invasive bivalve species *Arcuatula senhousia* (Benson, 1842) was discovered for the first time at the station located near the exit of the channel connecting the estuary with the sea. This opportunistic species can pose a serious threat to the development of the local bivalve *Mytilaster lineatus*. The autumn samples showed a substantial reduction in the quantitative parameters of benthic invertebrates compared to the spring samples. In some areas of the estuary, the deadly phenomena led to the total death of all benthic organisms. In general, in recent years, the species richness of the macrozoobenthos of the Tyligul estuary has decreased by three times compared to 1970–1980.

Key words: macrozoobenthos, Tyligul estuary, northern Black Sea.