



ДОВГОСТРОКОВА ДИНАМІКА УГРУПОВАННЯ ЗООПЛАНКТОНУ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ

Дядичко В.Г. – к.б.н., с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

wasilij@te.net.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1417-4442>

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

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

kyryllova_julia@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3665-4749>

Зв'язок Тилігульського лиману з морем здійснюється через штучний канал, який після 2017 року функціонує стабільно. У роботі були досліджені довгострокові зміни біомаси, чисельності та продукції зоопланктону Тилігульського лиману протягом трьох періодів його функціонування. Матеріалом для цієї роботи слугували проби зоопланктону, відібрані в експедиціях ДУ «Інститут морської біології НАН України» у 2007–2024 рр., та дані з літературних джерел. Таксономічний склад зоопланктону змінювався протягом історичних періодів функціонування лиману: до будівництва каналу було зареєстровано 42 таксони зоопланктону, у період нестабільного зв'язку з морем кількість таксонів зменшувалася з 37 (у 1980-х роках) до 6 (у 2010 році), а після 2010 року кількість таксонів зросла до 18 (у 2024 році). До будівництва каналу біомаса зоопланктону була відносно низькою. В останні два періоди існування зв'язку з морем важливу роль у формуванні біомаси відіграє виїдання зоопланктону желетілими організмами. Максимум біомаси спостерігався в 1981–1993 рр., коли лиман уже мав періодичний зв'язок із морем, але масового розвитку желетілих ще не було. Таким чином, формування таксономічної структури та кількісних показників зоопланктону лиману залежать від рівня стоку р. Тилігул, водообміну з прилеглою морською акваторією, коливань солоності внаслідок випаровування, розвитку фітопланктону, заморних явищ і впливу желетілих організмів. Після 2017 року, в період стабільно відкритого каналу, біомаса стала більшою, ніж до будівництва каналу. Виявлено, що у 2021–2024 рр. продукція зоопланктону поступово зменшується. Отже, сучасний зоопланктон Тилігульського лиману складається з кормових для риб організмів морського й евригалінного комплексів, значення біомаси та продукції якого є більшими, ніж у північно-західній частині Чорного моря, але меншими, ніж у Хаджибейському та Дністровському лиманах.

Ключові слова: Тилігульський лиман, зоопланктон, чисельність, біомаса, продукція.

Вступ

Тилігульський лиман відокремлений від моря пересипом шириною 5–6 км. Зв'язок лиману з морем здійснюється через штучний канал. Канал періодично заноситься піском, що обумовлено вітро-хвильовими явищами, а також відсутністю фінансування для регулярного розчищення. Після 2017 року канал функціонує стабільно. Незначна кількість опадів у зимовий період, мінімальний материковий стік навесні, зниження рівня води в лимані нижче рівня моря, а також скорочення площі лиману до 13 тис. га зумовили формування стійкої течії з моря у лиман, проте характерні для цієї ділянки узбережжя акумулятивні процеси перешкоджають вільному водообміну між лиманом і морем. Верхів'я лиману в маловодні роки не з'єднуються з річкою Тилігул

і пересихають. Унаслідок цього солоність у лимані може сильно змінюватися протягом року, що, зі свого боку, призводить до зміни біотичної складової (Адобовский 2006; Рыжко, Бушуев и Воля 1996; Тучковенко 2015; Тучковенко, Богатова и Тучковенко 2015).

Перші відомості про зоопланктон Тилігульського лиману у XX сторіччі (1960-ті роки) наводить Н. І. Стахорська (1970 а, б). У ці роки до складу угруповання зоопланктону лиману входило 42 види меропланктону та голопланктону. Веслоногі ракоподібні розвивались слабо. У пониззі лиману зустрічалися *Acartia clausi* Giesbrecht, 1889 та *Calanipeda aquaedulcis* Krichagin, 1873, рідко гарпактициди та морські циклопи. Значного розвитку в центральній частині та у верхів'ї лиману

досягали коловертки *Brachionus quadridentatus* Hermann, 1783 та *Brachionus plicatilis* Müller, 1786, а також личинки молюсків і баянусів. Максимальні середньомісячні показники біомаси загального зоопланктону відмічались у травні – червні ($188\text{--}248,6\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$), мінімальні – у квітні ($1,3\text{--}2,3\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$) (Сальников и Стахорская 1976).

У 80-х роках ХХ сторіччя у складі зоопланктону лиману було виявлено 37 таксонів (Лиманы ... 1990). Приблизно 40 % усього планктону представлено морськими формами, на прісноводних припадало трохи більше 4 %, солонуватоводних і евригалінних – 33 та 18% відповідно. Кількість загальних видів у різних частинах лиману становила майже $\frac{3}{4}$ всього складу зоопланктону. Порівняно з 60-ми роками ХХ сторіччя більшість таксонів були представлені Copepoda (46 % від загального складу). Коловертки та гіллястовусі становили відповідно 11 і 13 %, інші організми – 30 %. Серед веслоногих найбільш масовими були *A. clausi*, *C. aquaedulcis*, *Heterocope caspia* Sars G.O., 1897, *Tisbe furcata furcata* Baird, 1837 та їхні науплії. Серед гіллястовусих переважали *Diaphanasoma brachium* Liévin, 1848 і *Pleopis polyphemoides* Leuckart, 1859. При цьому середньорічні коливання біомаси були дуже значними, хоча й перебували в межах одного порядку: від 3716 (1983 р.) до 9904 $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$ (1981 р.) (Лиманы ... 1990).

У подальшому, після відкриття каналу, угруповання зоопланктону Тилігульського лиману зазнали суттєвих змін. Видова різноманітність знизилася; зникли практично всі види прісноводних гідробіонтів, які раніше відігравали значну роль у формуванні кормової бази лиману. В середині 90-х років ХХ ст. знизилися показники чисельності та біомаси зоопланктону, що було пов'язано з поступовим вимиранням прісноводних і солонуватоводних форм і слабким розвитком морських та евригалінних організмів (Рыжко, Бушуев и Воля 2002). Середня чисельність зоопланктону в 1991–1993 рр. становила 390 тис. $\text{екз}\cdot\text{м}^{-3}$, а біомаса – 6900 $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$. У 1994–1995 рр. змінились якісний склад (із солонуватоводного комплексу на морський збіднений тип) і кількісні показники зоопланктону лиману внаслідок сильного зниження прісноводного стоку та підвищення солоності до 18–23 ‰, а також впливу медузи *Aurelia aurita* Linnaeus, 1758 (Рыжко, Бушуев и Воля 1996). Морські види почали переважати, формуючи до 90 % видового складу. Чисельність зоопланктону в 1994 та 1995 роках становила відповідно 120 та 17 тис. $\text{екз}\cdot\text{м}^{-3}$, що в середньому в 6 разів нижче, ніж спостерігалось у 80-х роках ХХ ст. Щоправда, за даними тих самих авторів, у 1997 та 1998 роках дещо збільши-

лася чисельність зоопланктону та змінився його фауністичний склад (Адобовский и др. 2006; Актуальные ... 2012).

У різні сезони 2002 та 2003 років у лимані було зареєстровано понад 20 таксонів. При цьому в липні 2002 р. в структурі угруповання зоопланктону з'явився новий для Чорного моря вид веслоногих *Acartia tonsa* Dana, 1849. Середня чисельність зоопланктону лиману становила 68 591 $\text{екз}\cdot\text{м}^{-3}$, біомаса – 412 $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$. У зоопланктоні були відсутні представники коловерток, характерних для 60-х і 80-х років ХХ ст., а також гіллястовусих, типових для періоду 80-х років. Найбільш високі показники чисельності та біомаси відзначалися в південній та центральній частинах лиману, де переважали *A. clausi* та частково *C. aquaedulcis*, а також їх науплії. З весни по осінь 2003 р. середня чисельність зоопланктону північної частини лиману становила 30 4367 $\text{екз}\cdot\text{м}^{-3}$, а біомаса – 762,322 $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$ (у 1981–1983 рр. середня чисельність – 110,03 тис. $\text{екз}\cdot\text{м}^{-3}$, біомаса – 3650,5 $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$) (Адобовский и др. 2006; Актуальные ... 2012; Кошелев 2003). Як і в літній період 2002 р., у структурі угруповань були відсутні гіллястовусі, які в окремі сезони 80-х років ХХ ст. становили від 3 до 93 % біомаси (переважно завдяки розвитку *P. polyphemoides*). Не зустрічалася також *H. caspia* – один із масових видів весняного планктону 80-х років. Найбільшого розвитку досягали личинки молюсків (43 % за чисельністю, 73 % за біомасою). Особливо високі значення цих показників спостерігалися восени. Загалом у 80-х роках ХХ ст. спостерігалися найвищі значення чисельності та біомаси зоопланктону в Тилігульському лимані. Збільшення загальної біомаси зоопланктону відбувалося від весни до осені, переважно завдяки наупліям веслоногих і личинок молюсків (Адобовский и др. 2006; Актуальные ... 2012; Кошелев 2003).

Таким чином, угруповання зоопланктону Тилігульського лиману мають майже півсторічну історію дослідження, яку продовжує і наша робота.

Метою дослідження було встановлення таксономічного складу зоопланктону, визначення показників чисельності, біомаси та продукції на сучасному етапі розвитку екосистеми Тилігульського лиману.

Матеріали та методи досліджень

Проби зоопланктону відбиралися й оброблялися за загальноприйнятими методиками (Александров и Харитонova 2019; Салазкин, Иванова и Огородникова 1984). Схему станцій наведено на рисунку 1. Кількість і сезон відбору проб представлені в таблиці 1.

Визначення видового складу зоопланктону проводили за визначниками (Мордухай-Болтовской 1968; 1969; 1972). Назви таксонів наведені згідно

з базою World Register of Marine Species (2024). Обчислення значень продукції (P) виконували для кожної станції за формулою:

$$P = (\frac{B1}{N1} + \frac{B2}{N2} + \dots + \frac{Bi}{Ni}) / i * (N1 + N2 + \dots + Ni) / i,$$

де:
B – загальна біомаса зоопланкtonу в пробі;
N – чисельність зоопланкtonу в пробі; i – кількість відібраних проб.

Результати та обговорення

У липні 2007 року якісний склад зоопланкtonу Тилігульського лиману налічував 15 таксонів (табл. 3). Середня чисельність організмів становила 20 788,89 екз.·м⁻³, за біомасою 44,37 мг·м⁻³, їхню основу формували науплії веслоногих ракоподібних. У жовтні 2007 року зареєстровані організми 10 таксонів. Середня чисельність зоопланктерів у лимані становила 1200 екз.·м⁻³, середня біомаса – 13,64 мг·м⁻³, тобто була дуже низькою. Основу чисельності та біомаси зоопланкtonу формували науплії Copepoda, *A. clausi*, Harpacticoida та личинки Polychaeta.

У липні 2010 року у складі зоопланкtonу Тилігульського лиману відмічені організми 6 таксонів.



Рис. 1. Карта-схема станцій відбору зоопланкtonу в Тилігульському лимані в 2007, 2010, 2020–2024 рр.

Таблиця 1

Кількість та сезон відбору проб зоопланкtonу в Тилігульському лимані у 2007, 2010, 2020–2024 роках

Рік	Місяці відбору	Номера станцій	Кількість зібраних проб (усього)
2007	Липень	1–4	9
2010	Липень	1–5	5
2020	Червень	4, 5, 7, 8, 10, 11	56
2021	Березень	1, 2, 4, 11, 13, 17, 19, 20	92
	Квітень	1, 2, 3, 4, 11, 13, 17, 19, 20	
	Травень	1, 2, 3, 4, 11, 13, 17, 19, 20	
	Червень	1, 2, 3, 4, 11, 13, 17, 19, 20	
	Липень	1, 2, 3, 4, 11, 13, 17, 19, 20	
	Вересень	1, 2, 3, 4, 11, 13, 17, 19, 20	
	Жовтень	1, 2, 3, 4, 11, 13, 17, 19, 20	
2022	Червень	8	22
	Липень	18	
	Серпень	2, 5, 11, 14	
	Вересень	2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16	
	Жовтень	2, 19	
2023	Березень	2, 19	39
	Квітень	2, 19	
	Травень	2, 19	
	Червень	2, 3, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 19	
	Липень	2, 19	
	Серпень	2, 19	
	Вересень	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16	
	Жовтень	2, 19	
2024	Березень	2, 19	42
	Квітень	2, 19	
	Травень	2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 19	
	Червень	2, 19	
	Липень	2, 19	
	Серпень	2, 19	
	Вересень	2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 19	
	Жовтень	2, 19	
Загальна кількість проб		321	

Найбільша чисельність зоопланктону відмічена на станції 1 – $36\,780\text{ екз}\cdot\text{м}^{-3}$, найменша чисельність – $7030,67\text{ екз}\cdot\text{м}^{-3}$ відмічена на станції 5. Максимальна біомаса зоопланктону спостерігалася на станціях 2 та 3 ($829,29\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$), мінімальна – на станції 5 ($139,04\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$). Середня чисельність зоопланктону становила $23\,923,94\text{ екз}\cdot\text{м}^{-3}$, середня біомаса – $563,52\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$. Основу кількісних показників на всіх станціях утворювала *A. clausi*.

У червні 2020 року зареєстровані організми 9 таксонів. Найбільші чисельність та біомаса зоопланктону відмічені на станції 10 ($127\,440\text{ екз}\cdot\text{м}^{-3}$ та $267,04\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$), найменші ($3030\text{ екз}\cdot\text{м}^{-3}$ та $32,05\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$) – на станції 11. Основу кількісних показників зоопланктону на всіх станціях формували представники меропланктону та веслоногі ракоподібні.

У 2021 році зареєстровані організми 13 таксонів. Максимальна біомаса та продукція зоопланктону спостерігалася восени, мінімальна – навесні. У середній і верхній частинах лиману кількісні показники та продукція зоопланктону були більшими, ніж у пониззі. Того ж року зареєстровані найбільші значення біомаси зоопланктону після встановлення постійного зв'язку з морем.

У 2022 році зареєстровані організми 10 таксонів. Максимальна біомаса зоопланктону спостеріга-

лась у липні ($52\,630\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$), мінімальні значення – у жовтні ($5840\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$). У вересні в середній і верхній частинах лиману кількісні показники та продукція зоопланктону були більшими, ніж у пониззі.

У складі зоопланктону Тилігульського лиману 2023 року зареєстровані організми 12 таксонів. Максимальна біомаса зоопланктону спостерігалася навесні ($353\,439\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$), мінімальна – улітку. Найімовірніше, менші (порівняно з 2021 роком) значення біомаси влітку 2023 року пов'язані з виїданням мезозоопланктону желетілими організмами.

У складі зоопланктону Тилігульського лиману 2024 року зареєстровані організми 18 таксонів. Максимальна біомаса зоопланктону спостерігалася восени, мінімальна – навесні. Найнижча чисельність спостерігається у вересні ($965,05\text{ екз}\cdot\text{м}^{-3}$), найвища – у липні ($49\,260\text{ екз}\cdot\text{м}^{-3}$). Найменша біомаса зафіксована в березні ($5,2\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$), найбільша – у жовтні ($296,78\text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$).

Багаторічні коливання чисельності та біомаси зоопланктону Тилігульського лиману представлені на рисунках 2 та 3.

Отже, в усі роки максимальна чисельність припадає на літній період (липень), а максимальна біомаса – на осінь (жовтень).

У період стабільного зв'язку лиману з морем тенденції сезонних і міжрічних змін біомаси

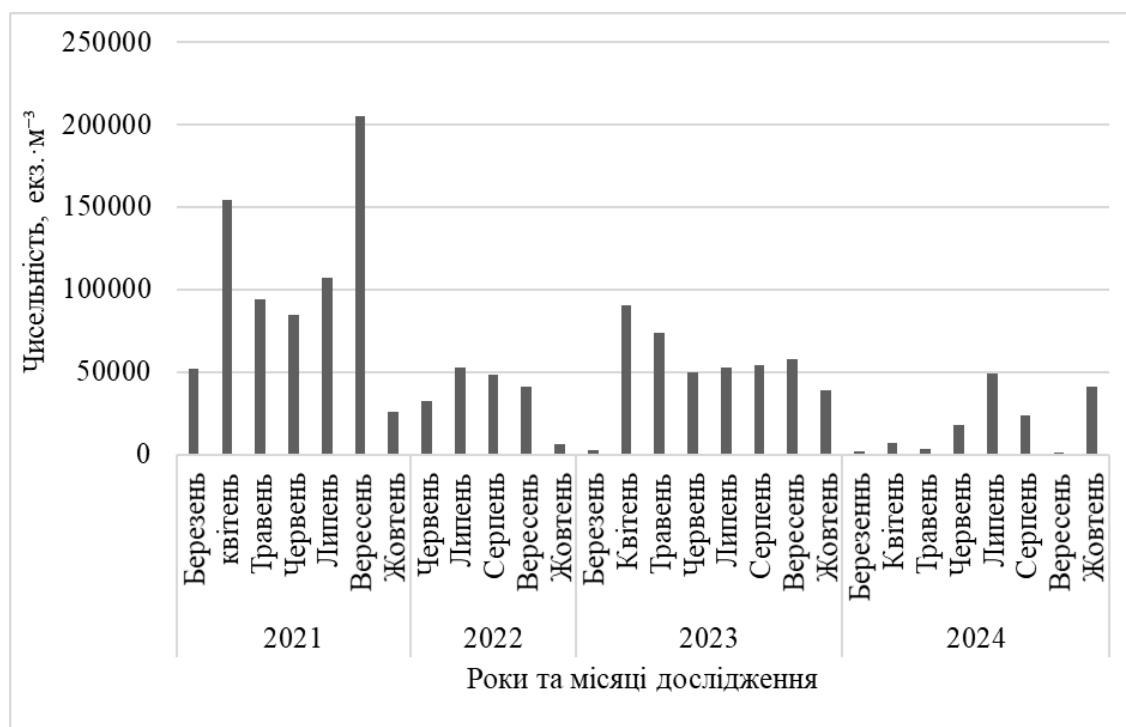


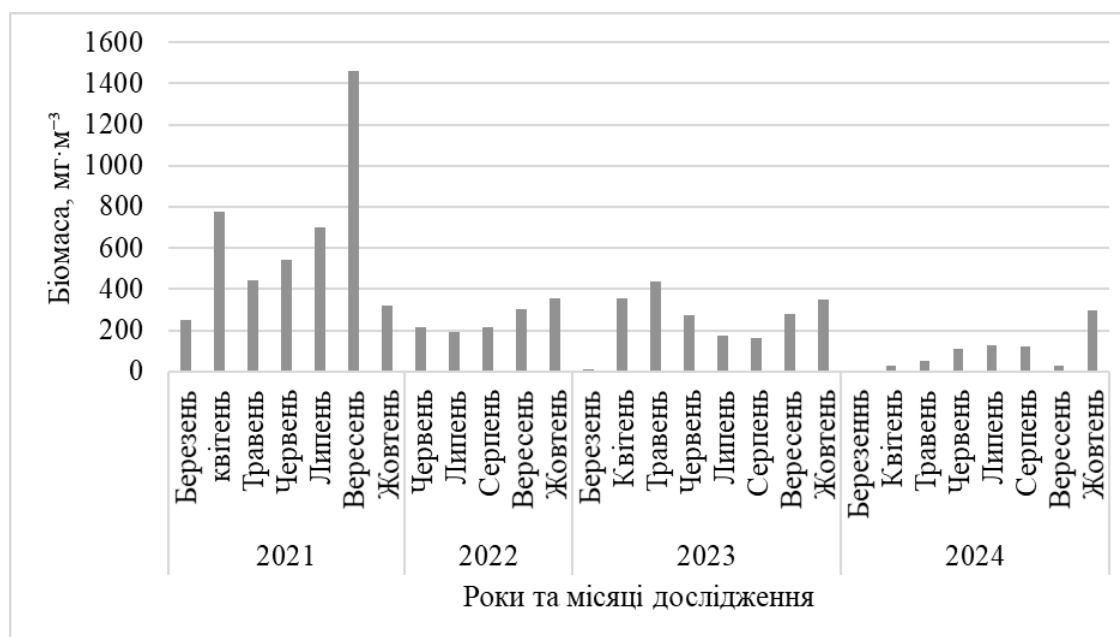
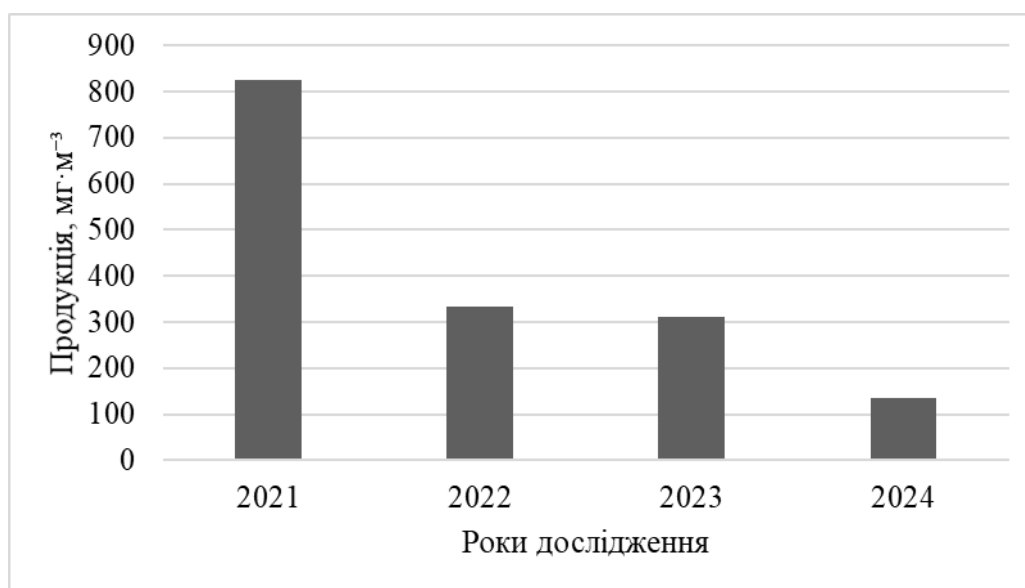
Рис. 2. Чисельність ($\text{екз}\cdot\text{м}^{-3}$) зоопланктону Тилігульського лиману у 2021–2024 роках

Таблиця 3

Таксономічний склад зоопланктону Тилігульського лиману у 2007, 2010, 2020–2024 роках

№	Таксон	2007		2010		2020		2021		2022		2023		2024	
		N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
1	<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht, 1889	1658,89	6,42	20 765,28	550,1	5856,82	94,72	2403,86	39,67	2662,22	46,5	4570	56,97	14 901,71	217,87
2	<i>Amphipoda</i> g. sp.	–	–	–	–	–	–	30,83	3,08	17,5	19,75	–	–	–	–
3	<i>Balanus</i> , nauplii	4716,67	42,45	–	–	2169	19,52	4650,63	41,86	5574,14	4,79	820	7,38	14 314,17	181,37
4	<i>Bivalvia</i> g. sp., larvae	2777,78	8,33	1846,89	5,54	4541,67	13,63	14 875,79	44,63	952,22	2,85	1168	3,5	26 158,67	80,24
5	<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1776	–	–	–	–	640	4,48	–	–	–	–	–	–	–	–
6	<i>Chydorus sphaericus</i> O.F. Müller, 1776	100	2,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	<i>Copepoda</i> g.sp., nauplii	12 291,67	11,06	113,06	0,1	21 380,95	19,24	25 540	22,99	2732,5	2,45	20 910	18,82	43 790,33	45,2
8	<i>Cumacea</i> g. sp.	600	66	–	–	–	–	–	–	50	5	–	–	5852,73	573,57
9	<i>Cyclopoida</i> g. sp.	1000	98	–	–	943,64	92,48	430,9	42,23	746,92	73,2	–	–	–	–
10	<i>Decapoda</i> g. sp., larvae	–	–	–	–	81	9,4	38,18	4,43	9,4	38,18	–	–	–	–
11	<i>Eudiaptomus gracilis gracilis</i> Sars G.O., 1863	–	–	–	–	696,15	38,95	435	26,88	38,95	435	–	–	–	–
12	<i>Foraminifera</i> g. sp.	66,67	0,04	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13	<i>Gastropoda</i> g. sp. larvae	–	–	160	1,12	–	–	–	–	400	2,8	–	–	–	–
14	<i>Harpacticoida</i> g. sp.	537,5	17,74	22,28	0,74	1223,08	40,36	178,82	5,9	610	20,13	371,43	12,26	1135,33	37,46
15	<i>Idotea ballica</i> Pallas, 1772	16,67	1,67	–	–	–	–	–	–	–	–	10	1	315,38	31,54
16	<i>Isopoda</i> g. sp.	–	–	–	–	–	–	40	4	108	10,8	–	–	–	–
17	<i>Nematoda</i> g.sp.	141,67	0,03	–	–	–	–	–	–	–	–	20	0,004	–	–
18	<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoed & Swezy, 1921	26 000	1404	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3440	13,76
19	<i>Oithona davisae</i> Ferrari F.D. & Orsi, 1984	–	–	–	–	–	–	–	–	1026,87	6,08	–	–	6000	36
20	<i>Ostracoda</i> g.sp.	256,67	1,67	–	–	–	–	–	–	625	4,06	–	–	–	–
21	<i>Ova pisces</i>	16,67	8,33	–	–	–	–	–	–	–	–	220	110	550	275
22	<i>Pleopis polyphaenoides</i> Leuckart, 185	–	–	–	–	–	–	–	–	900	8,3	–	–	10 280	61,68
23	<i>Polychaeta</i> g. sp., larvae	1887,5	13,21	1309,33	9,17	4880,8	34,17	14 379,49	100,6	2149,3	14,4	1275	8,3	19 532,7	134,92
24	<i>Rotatoria</i> g. sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	1139,05	4,55	–	–	–	–
25	<i>Synchaeta</i> sp.	–	–	–	–	–	–	21120	42,24	2040	4,08	–	–	63 800	127,6

Примітка: * – дані відсутні.

Рис. 3. Біомаса зоопланктону ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$) Тилігульського лиману у 2021–2024 рокахРис. 4. Річна продукція зоопланктону ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$) Тилігульського лиману у 2021–2024 роках

зоопланктону майже не змінилися. Водночас із зростанням солоності слід очікувати нових змін у таксономічній структурі угруповання, подальшого зростання частки евригалінних зоопланктерів, повного зникнення в середній і нижній частинах лиману оліго- та мезогалінних організмів.

У 2021–2024 рр. продукція поступово зменшувалася від $824,78 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ до $135,57 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ (рис. 4).

У 2022–2024 рр. максимальна продукція зоопланктону спостерігалася восени, мінімальна – навесні. У середній та верхній частинах лиману кількісні показники та продукція зоопланктону були більшими, ніж у пониззі.

В узагальненому вигляді багаторічні зміни біомаси зоопланктону наведені на рисунку 5.

Таким чином, формування таксономічної структури та кількісних показників мезозоопланктону лиману залежать від рівня стоку р. Тилігул, водообміну з прилеглою морською акваторією, коливань солоності внаслідок випаровування, розвитку фітопланктону, заморних явищ, пресінгу з боку желе-тілих організмів. Останній фактор, найімовірніше, є головним на сучасному етапі. Таксономічний склад зоопланктону Тилігульського лиману є біднішим за північно-західну частину Чорного моря (ПнЗЧМ), Хаджибейського та Дністровського лиманів.

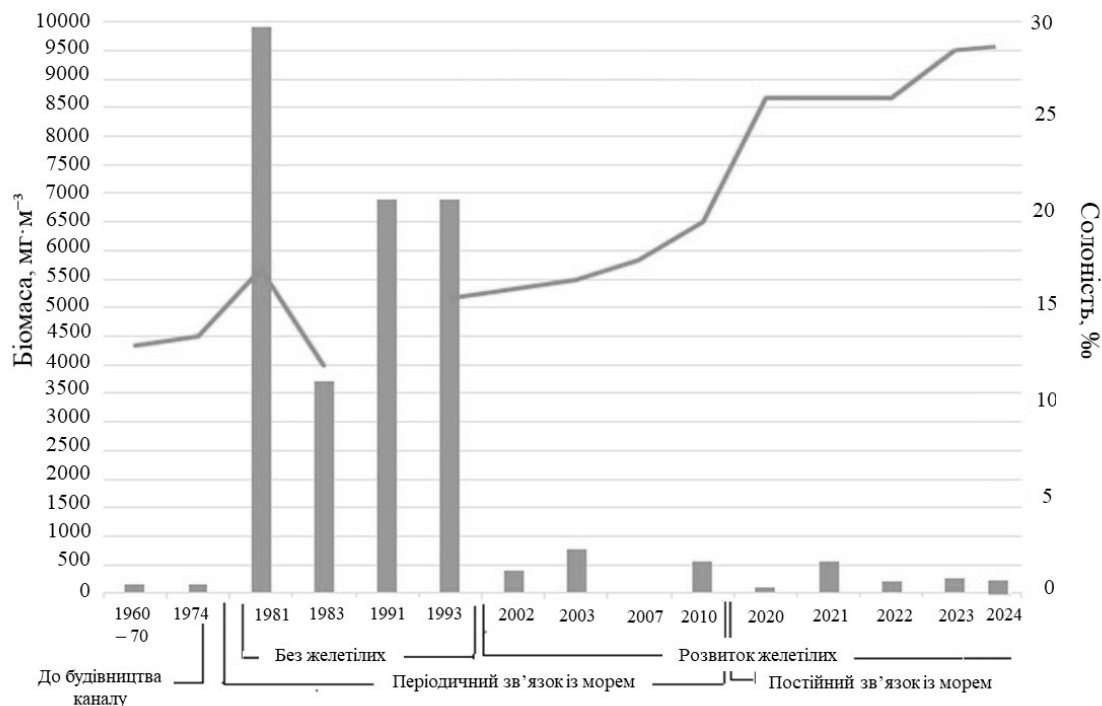


Рис. 5. Багаторічна динаміка середньої біомаси зоопланктону та солоності Тилігульського лиману. По вертикалі – середньорічна біомаса та солоність Тилігульського лиману; по горизонталі – історичні періоди розвитку Тилігульського лиману

Примітка: враховані дані для біологічного літа (20 травня – 20 вересня).

На сучасному етапі розвитку екосистеми мезозоопланктон лиману складається з кормових для риб організмів морського й евригалінного комплексів, значення біомаси та продукції є більшими, ніж у ПнЗЧМ, але меншими, ніж у Хаджибейському та Дністровському лиманах. Біомаса зоопланктону зазнає дуже сильних міжрічних коливань. Максимум біомаси спостерігався в 1981–1993 рр., коли лиман уже мав періодичний зв'язок із морем, але масового розвитку жететілих ще не було. Після 2017 року, в період стабільно відкритого каналу, солоність продовжує зростати, а біомаса коливається в межах $100\text{--}500 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, тобто є дещо більшою, ніж до будівництва каналу.

Висновки

1. В історії функціонування екосистеми Тилігульського лиману в XX–XXI сторіччях можна виділити три періоди й умови, які впливають на структуру угруповань зоопланктону: до будівництва каналу, коли лиман був повністю ізольований від моря (до 1974 року), період нестабільного зв'язку з морем (1975–2017 роки) та період постійного зв'язку з морем (після 2017 року).

2. Довгострокова динаміка таксономічного складу зоопланктону Тилігульського лиману змінювалася таким чином: до будівництва каналу було зареєстровано 42 таксони зоопланктону (до 1974 року),

у період нестабільного зв'язку з морем кількість таксонів зменшувалася з 37 (у 80-х роках XX сторіччя) до 6 (у 2010 році). Тільки після 2010 року відбулося зростання кількості таксонів до 18 (у 2024 році).

3. До будівництва каналу біомаса зоопланктону була відносно низькою (менше ніж $200 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$). В останні два періоди існування зв'язку з морем важливу роль у формуванні біомаси відіграє виїдання мезозоопланктону жететілими організмами. Максимум біомаси (приблизно $9500 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$) спостерігався в 1981–1993 рр., коли лиман уже мав періодичний зв'язок із морем, але масового розвитку жететілих ще не було. Після 2017 року, в період стабільно відкритого каналу, біомаса коливається в межах $100\text{--}500 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, тобто стала дещо більшою, ніж до будівництва каналу.

4. У 2021–2024 рр. продукція зоопланктону лиману поступово зменшувалася від $824,78 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ до $135,57 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$. У 2022–2024 рр. максимальна продукція спостерігалася восени, мінімальна – навесні.

5. Сучасний мезозоопланктон Тилігульського лиману складається з кормових для риб організмів морського й евригалінного комплексів, значення біомаси та продукції якого є більшими, ніж у північно-західній частині Чорного моря, але меншими, ніж у Хаджибейському та Дністровському лиманах.

Список використаних джерел

1. Адобовский В.В. и др. Тилигульский лиман. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология* / под ред. Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. Киев, 2006. С. 358–370.
2. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: коллективная монография / ред. Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко. Одесса : ТЭС, 2012. 223 с.
3. Александров Б.Г., Харитонов Ю.В. Керівництво з моніторингу зоопланктону морських вод України та визначення їх екологічного стану за стандартами Директиви ЄС про Морську стратегію. Проект нормативного документу, переданий до розгляду у Міністерство екології України 29.07.2019. Одеса, 2019. 33 с.
4. Кошелев А.В. Зоопланктон эфемерных солоноватых водоемов северо-западного Причерноморья. *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон*. 2003. С. 284–288.
5. Лиманы Северного Причерноморья / Полищук В.С., Замбриборш Ф.С., Тимченко В.М. и др. / ред. О.Г. Миронов. Киев : Наукова думка, 1990. 204 с.
6. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Определитель фауны Черного и Азовского морей: Свободноживущие беспозвоночные. Т. 1. Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. Киев : Наукова думка, 1968. 739 с.
7. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Определитель фауны Черного и Азовского морей: Свободноживущие беспозвоночные. Т. 2. Ракообразные. Киев : Наукова думка, 1969. 535 с.
8. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Определитель фауны Черного и Азовского морей: Свободноживущие беспозвоночные. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. Т. 3. Киев : Наукова думка, 1972. 340 с.
9. Рыжко В.Е., Бушуев С.Г., Воля Е.В. Некоторые аспекты изменений экосистомы Тилигульского лимана в условиях сложившейся тенденции к осолонению. *Труды ЮГНИРО*. 1996. С. 263–267.
10. Рыжко В.Е., Бушуев С.Г., Воля Е.Г. Изменение ихтиокомплекса Тилигульского лимана в условиях неустойчивого солевого режима. *Морская рыбохозяйственная наука Украины (история, состояние и перспективы, посвященная 80-летию ЮГНИРО: материалы науч.-практ. конф. Керчь, 2002. С. 102–104.*
11. Салазкин А.А., Иванова М.Б., Огородникова В.А. Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Ленинград : ГосНИОРХ, 1984. 33 с.
12. Сальников Н.Е., Стахорская Н.И. Новые данные о зоопланктоне Тилигульского лимана. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии*. 1976. С. 24–31.
13. Стахорская Н.И. Зоопланктон соленых лиманов и лагун северо-западной части Черного моря : автореф. дис. канд. биол. наук. Одесса, 1970 а. 23 с.
14. Стахорская Н.И. К изучению биологии соленых лиманов и лагун северо-западного Причерноморья. *Охрана рыбных запасов и увеличение продуктивности водоемов южной зоны* : материалы межвузовского совещ. Кишинев, 1970 б. С. 115–117.
15. Тучковенко Ю.С. Оценка влияния условий водообмена с морем на изменчивость уровня и солёности воды в Тилигульском лимане. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2015. № 16. С. 232–241.
16. Тучковенко Ю.С., Богатова Ю.І., Тучковенко О.А. Сучасний гідрохімічний режим Тилигульського лиману. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Біологія*. 2015. № 3–4 (64). С. 660–664.
17. World Register of Marine Species. 2024. URL: <http://www.marinespecies.org>.

References

1. Adobovskiy, V.V., Bogatova, Yu.I., Bolshakov, V.N., Volya, Ye.G., Vorobyeva, L.V., Garkavaya, G.P., et al. (2006). Tiligulskii liman [Tiligulsky estuary]. *Severo-zapadnaya chast Chernogo morya: biologiya i ekologiya – Northwestern part of the Black Sea: biology and ecology* (pp. 358–370). Kiev: Naukova Dumka [in Russian].
2. Adabovsky, V.V., Bolshakov, V.N., Gopchenko, E.D., Grib, O.N., Loboda, N.S., et al. (2012). *Aktualnye problemy limanov severo-zapadnogo Prichernomor'ya* [Current problems of the estuaries of the northwestern Black Sea region]. Odessa: TES [in Russian].
3. Alexandrov, B.G., & Kharytonova, Y.V. (2019). *Keryvnytstvo z monitorynhu zooplanctonu morskikh vod Ukrayiny ta vyznachennia yikh ekolohichnoho stanu za standartamy Dyrektyvy YES pro Morsku stratehiu* [Guidelines for monitoring zooplankton of marine waters of Ukraine and determining their ecological status according to the standards of the EU Directive on Marine Strategy]. The project of the regulatory document submitted for consideration to the Ministry of Ecology of Ukraine. Odesa [in Ukrainian].
4. Koshelev, A.V. (2003). *Zooplankton efemernykh solonovatykh vodoemov severo-zapadnogo Prichernomor'ya* [Zooplankton of ephemeral brackish water bodies of the northwestern Black Sea region]. *Ekologicheskaya bezopasnost pribrezhnoi i shelfovoi zon – Environmental safety of coastal and shelf zones*, 284–288 [in Russian].
5. Polishuk, V.S., Zambriborsh, F.S., Timchenko, V.M., Novikov B.I., Gilman V.L., Zhuravleva L.A., et al. (1990). *Limany Severnogo Prichernomor'ya* [Limans of the Northern Black Sea Coast]. Kiev: Naukova Dumka [in Russian].
6. Mordukhai-Boltovskoi, F.D. (1968). *Opredelitel fauny Chernogo i Azovskogo morey: Svobodnozhivushchie bespozvonochnye* [Key to the fauna of the Black and Azov Seas: Free-living invertebrates. Protozoa, sponges, coelenterates, worms, tentacles]. Vol. 1. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
7. Mordukhai-Boltovskoi, F.D. (1969). *Opredelitel fauny Chernogo i Azovskogo morey: Svobodnozhivushchie bespozvonochnye* [Key to the fauna of the Black and Azov Seas: Free-living invertebrates. Crustaceans]. Vol. 2. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
8. Mordukhai-Boltovskoi, F.D. (1972). *Opredelitel fauny Chernogo i Azovskogo morey: Svobodnozhivushchie bespozvonochnye* [Key to the fauna of the Black and Azov Seas: Free-living invertebrates. Arthropods (except crustaceans), mollusks, echinoderms, chaetognaths, chordates]. Vol. 3. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
9. Ryzhko, V.E., Bushuev, S.G., & Volya, E.V. (1996). *Nekotorye aspekty izmenenii ekosistomy Tiligul'skogo limana v usloviyakh slozhivsheysya tendentsii k osoloneniyu* [Some aspects of changes in the ecosystem of the Tiligul estuary in the context of the current trend towards salinization]. *Trudy YUGNIRO – Proceedings of the SSIFO*, 263–267 [in Russian].

10. Ryzhko, V.E., Bushuev, S.G., & Volya, E.G. (2002). *Izmenenie ikhtiokompleksa Tiligul'skogo limana v usloviyakh neustoiichivogo solevogo rezhima* [Changes in the ichthyocomplex of the Tiligul estuary under conditions of unstable salt regime]. Proceedings from: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Morskaya rybokhozyaistvennaya nauka Ukrainy (istoriya, sostoyanie i perspektivy, posvyashchennaya 80-letiyu YugNIRO Kerch, Krym, Ukraina)" – Scientific and practical conference "Marine fisheries science of Ukraine (history, status and prospects, dedicated to the 80th anniversary of YugNIRO Kerch, Crimea, Ukraine)"* (pp. 102–104). Kerch: YugNIRO [in Russian].
11. Salazkin, A.A., Ivanova, M.B., & Ogorodnikova, V.A. (1984). *Zooplankton i ego produktiya: Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoyemakh* [Zooplankton and its products. Methodological recommendations for collecting and processing materials during hydrobiological studies of freshwater bodies]. Leningrad: GosNIORH [in Russian].
12. Salmikov, N.E., & Stakhorskaya, N.I. (1976). *Novye dannye o zooplanktone Tiligul'skogo limana* [New data on zooplankton of the Tiligul estuary]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta morskogo rybnoho khozyaistva i okeanografii* – Proceedings of the All-Union Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, 24–31 [in Russian].
13. Stakhorskaya, N.I. (1970). *Zooplankton solenykh limanov i lagun severo-zapadnoi chasti Chernogo morya* [Zooplankton of salty estuaries and lagoons of the northwestern part of the Black Sea]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Odessa [in Russian].
14. Stakhorskaya, N.I. (1970). *K izucheniyu biologii solenykh limanov i lagun severozapadnogo Prichernomorya* [To the study of the biology of salty estuaries and lagoons of the northwestern Black Sea region]. Proceedings from: *Mezhvuzovskoye soveshchaniye "Okhrana rybnykh zapasov i uvelichenie produktivnosti vodoemov yuzhnoi zony"* – Interuniversity meeting "Protection of fish stocks and increasing the productivity of reservoirs in the southern zone". Chisinau, Oct 1969 (pp. 115–117) [in Russian].
15. Tuchkovenko, Yu.S. (2015). *Otsenka vliyaniya uslovii vodoobmena s morem na izmenchivost urovnya i solenosti vody v Tiligul'skom limane* [Assessment of the influence of water exchange conditions with the sea on the variability of water level and salinity in the Tiligul Liman]. *Ukrainskii gidrometeorologichnii zhurnal – Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 16, 232–241 [in Russian].
16. Tuchkovenko, Yu.S., Bogatova, Yu.I., & Tuchkovenko O.A. (2015). *Suchasnyi gidrokhimichnyi rezhim Tiligul'skogo limanu* [Current hydrochemical regime of the Tiligul estuary]. *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Seriya: Biologiya – Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, 3–4 (64), 660–664 [in Ukrainian].
17. World Register of Marine Species. 2024. Retrieved from: <http://www.marinespecies.org>.

ZOOPLANKTON COMMUNITIES OF THE TYLIHUL ESTUARY IN 2007–2024

Dyadichko V.G., PhD, Senior Researcher

Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, wasilij@te.net.ua

Kyryllova Yu.V., PhD, Junior Researcher

Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, kyryllova_julia@ukr.net

The Tylihul Estuary is connected to the sea through an artificial channel that has been stably functioning since 2017. In this article we investigated long-term changes of the biomass, abundance and production of zooplankton in the Tylihul Estuary during three periods of its functioning. Zooplankton samples were taken by the Institute of Marine Biology expeditions in 2007–2024. The taxonomic composition of zooplankton in the Tylihul Estuary changed significantly during the historical periods of the estuary functioning. A total of 42 zooplankton taxa were registered before the building of the channel. During the period of unstable connection the number of zooplankton taxa decreased from 37 (in 1980) to 6 (in 2010). However after 2010 it increased to 18 (in 2024). Zooplankton biomass was relatively low before the building of the channel. In the last two periods of the connection with the sea gelatinous organisms played an important role in shaping zooplankton biomass through their predation on mesozooplankton. The maximum biomass was observed in 1981–1993, when the estuary already had a periodic connection with the sea, but there were no mass jellyfish blooms. Thus the formation of the taxonomic structure and quantitative indicators of zooplankton in the estuary depend on the level of the Tylihul River runoff, water exchange with the adjacent marine aquatoria, salinity fluctuations due to evaporation, phytoplankton development, oxygen deficiency and the influence of gelatinous organisms. After 2017 during the period when the channel was stably open the biomass became larger than before the building of the channel. It was found that zooplankton production showed a gradual decline from 2021 to 2024. Therefore the current zooplankton of the Tylihul estuary consists of food organisms for fish of the marine and euryhaline complexes, the values of biomass and production of which are bigger than in the northwestern part of the Black Sea, but smaller than in the Khadzhibey and Dniester estuaries.

Key words: Tylihul estuary, zooplankton, abundance, biomass, production.

Дата першого надходження рукопису до видання: 06.10.2025
 Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 10.11.2025
 Дата публікації: 05.12.2025