

І. І. Кулакова к.б.н., старший науковий співробітник
ДУ «Інститут морської біології НАН України», відділ екології крайових
угруповань
вул. Пушкінська, 37, м. Одеса, Україна, e-mail: irakulakoff@gmail.com

ФАУНА ВІЛЬНОЖИВУЧИХ НЕМАТОД УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ ГИРЛОВОЇ ОБЛАСТІ ДУНАЮ В СУЧАСНИЙ ПЕРІОД

Розглянуто видовий склад та кількісні показники вільноживучих нематод в складі мейобентосу на різних ділянках гирлової області Дунаю, а також в районі прямого техногенного навантаження (будівництва суднового ходу). Фауна нематод представлена 69 видами, які належать до 37 родів, 18 родин і 6 рядів. Спостерігається збільшення числа видів в кожному з загонів від гирла річки до мористої частини. Домінують за кількістю видів ряди Monhysterida і Enoplida. Переважним трофічним угрупованням є невибіркові детритофаги (1В). Розподіл показників щільності нематод на різних ділянках варіює в значних межах: від 1000 екз. \cdot м⁻² до 682500 екз. \cdot м⁻². В середньому вона склала 119474 екз. \cdot м⁻². Біомаса варіювала від 1,3 мг \cdot м⁻² до 425,4 мг \cdot м⁻² в середньому склавши 57,4 мг \cdot м⁻². Є підстави говорити про сформовану фауну нематод в досліджуваному районі, яка постійно зазнає кількісні зміни під впливом природно мінливих умов навколишнього середовища, а також техногенного навантаження.

Ключові слова: мейобентос; нематоди; видове різноманіття; українська частина гирлової області Дунаю.

Мейобентос північно-західній частині Чорного моря як об'єкт вивчення представляє особливий інтерес. Відомо, що мейобентосні показники в останні десятиліття все частіше використовуються для оцінки якості морських водойм. Серед донного поселення тільки мейобентосні організми можуть дуже швидко реагувати на зміни гідрохімічних і гідрологічних параметрів в досліджуваному районі. Завдяки дрібним розмірам і короткоциклічному розвитку вони здатні першими реагувати на погіршення умов навколишнього середовища (скорочується видове різноманіття, посилюється домінування окремих груп, різко збільшується чисельність мейобентосу і зменшується його біомаса). Мейобентос здатний також першим з зообентосу відновлювати свої популяції [8].

У північно-західній частині Чорного моря вільноживучі нематоди є однією з домінуючих груп мейобентосу. Особливий інтерес представляє дослідження стану фауни вільноживучих нематод на структурному рівні в гирлової області Дунаю (в зоні постійної взаємодії річкових і морських вод – потамоконтуру). У зв'язку з антропогенним навантаженням на біосферу особливого значення

набуває моніторинг цього впливу, тобто система спостережень, що дозволяє виділити зміну стану біосфери в наслідок людської діяльності. Дослідженням фауни вільноживучих нематод в Придунайському районі, що стосуються її дельтової частини присвячена робота Іванегі [4]. В складі мейобентосу нематоди вивчалися в Жебріянській бухті [2] та інших ділянках гирлової області Дунаю [3, 6]. Отже, вивчення таксономічного різноманіття та кількісного розвитку вільноживучих нематод в Придунайському районі в сучасних умовах, що відрізняються високим ступенем евтрофікації в порівнянні з іншими районами Чорного моря є актуальним.

Мета досліджень – виявити вплив техногенного навантаження та умов природної мінливості на видовий склад та кількісні показники вільноживучих нематод в складі мейобентосу на різних ділянках гирлової області Дунаю.

Матеріал та методи дослідження

Для отримання репрезентативних даних в основу аналізу наукового матеріалу використані дані багаторічного моніторингу мейобентосу в районі прямого техногенного навантаження (будівництва суднового ходу) виконаного Інститутом морської біології НАНУ за період з листопада 2004 р. по листопад 2019 р. (рис. 1). Всього виконано 25 зйомок. Для кількісної і якісної характеристики мейофауни відбір і обробку проб виробляли за загальноприйнятою в для дослідження мейобентосу методикою [1, 9, 17]. Проби відбирали за стандартною схемою станцій в діапазоні глибин 2,0–28 м. Безпосередньо в каналі (глибини 3–7 м), в районі дам্পінгу (глибини 8–13 м) – 21, на фонових станціях, розташованих на узбережжі (глибини 6–26 м) та на фонових станціях в мористій частині (глибини 8–27 м).

Відбір проб мейобентосу здійснювали за допомогою дночерпака Петерсена з площею розкриття 0,25 м². На кожній станції в залежності від типу субстрату з моноліту, принесеного дночерпаком, відбирали кількісну пробу ґрунту пробовідбірником площею 10x10 см. Потім промивали через систему бентосних сит з розмірами вічка 5 і 1 мм. Для виловлювання мейобентосу до нижнього сита підкладали млиновий газ з розміром вічка 100–120 мкм. Далі проби фіксували 4 % формаліном, одночасно фарбуючи барвником «Бенгальський рожевий».

У лабораторії кожну пробу переглядали в камері Богорова під бінокляром. Кількісному обліку піддавалися всі групи мейобентосу. Перерахунок кількості організмів робили на всю пробу, потім на 1 м² поверхні дна. Кожна проба містила від декількох сотень до декількох тисяч організмів мейобентосу, тобто була придатна для подальшого статистичного опрацювання.

Після виготовлення постійних препаратів під мікроскопом «Konus 5605 Bioex3» проводили визначення нематод за допомогою літератури [10–13] і бази даних «NeMys», Darwin Nematode Electronic Key [5, 16].

Для всіх досліджуваних ділянок розраховували процентне співвідношення щільності поселення (екз.·м⁻²) і біомаси нематод (мг·м⁻²), щоб визначити їх

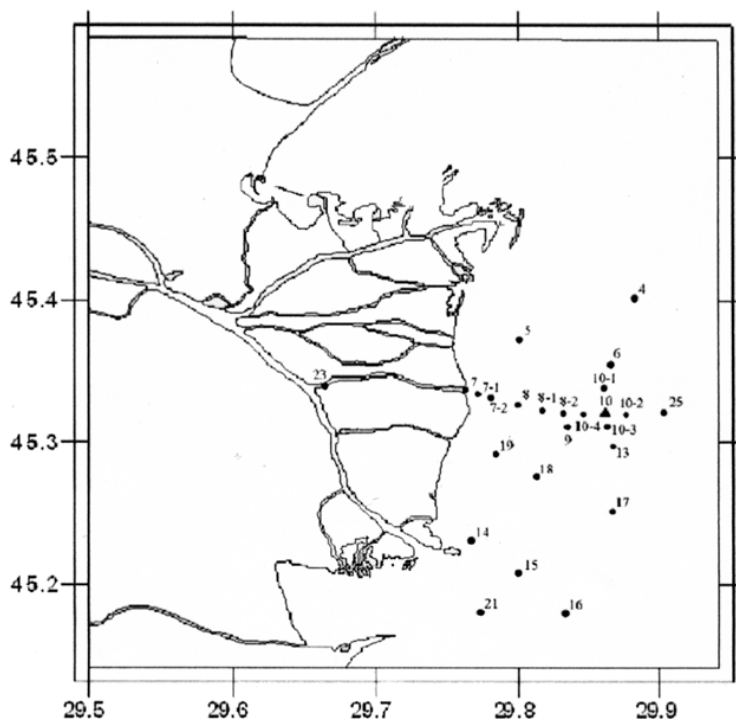


Рис. 1. Схема стандартних станцій відбору гідрохімічних та гідробіологічних проб ІМБ НАНУ в українській частині гирлової області Дунаю

частку в загальній щільності поселення мейобентосу. Для характеристики приуроченості видів до певних умов існування був використаний показник частоти зустрічальності, виражений у відсотках (P, %), який добре характеризує приуроченість видів до певних умов існування [7]. Видове різноманіття нематод оцінювали за індексом Шеннона-Винера [19]. Оцінку трофічної структури таксоцену нематод проводили за допомогою класифікації Візера [21].

Результати дослідження та їх обговорення

Мейобентос гирлової області Дунаю представлений наступними групами організмів (Foraminifera, Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda, Halacarida, Turbellaria, Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, та Balanus). Всі вони відносяться до кормового мейобентосу.

В залежності від міста розташування мейобентос носить різноманітний характер, в ньому можуть бути присутніми на кожній із станцій від 1 до 7 таксонів. Показники загальної чисельності мейобентосу також розподіляються дуже мозаїчно і варіюють від 5000 екз. \cdot м⁻² до 650000–850000 екз. \cdot м⁻². Це свідчить про неоднорідність умов бенталі у цьому районі.

Багаторічні дослідження показали, що на більшій частині акваторії за чисельністю переважають нематоди і гарпактикоїди. Нематоди – типові мешканці бентосу і їх розвиток відбувається на дні. Нематоди вживають органічний детрит, бактерії, одноклітинні водорості, найпростіших. Вони, в свою чергу, є кормовим об’єктом для турбеларій, поліхет, ракоподібних, деяких видів риб. Нематоди – основний компонент мейобентосу, особливо у високо евтрофних районах, тому що організми цієї групи здатні витримувати низькі значення O_2 .

Вільноживучі нематоди за весь період досліджень відзначалися повсюдно, частка їх у загальній чисельності всього мейобентосу варіювала у різні роки від 20% до 49% (рис. 2).

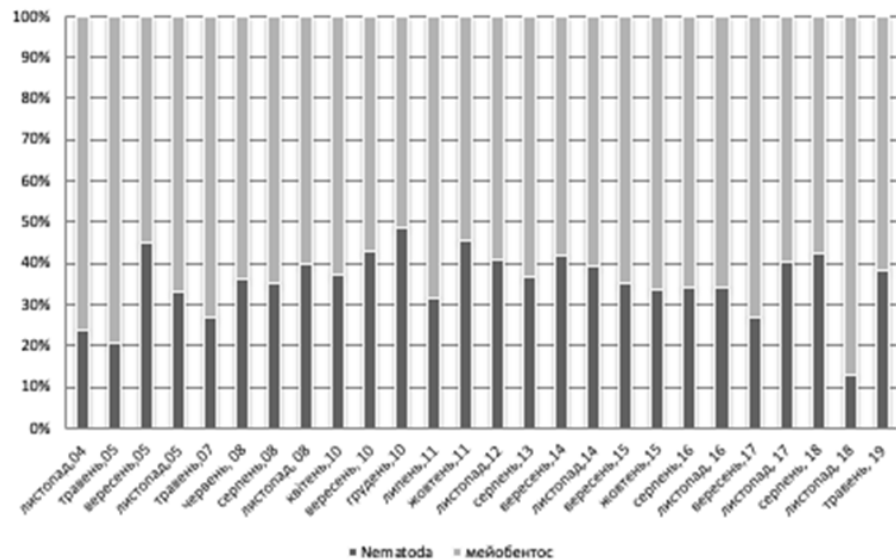


Рис. 2. Частка (%) щільності нематод у загальному мейобентосі в різні роки досліджень

Фауна нематод досліджуваного району представлена 69 видами з 37 родів, 18 родин і 6 рядів (Monhysterida – 28 видів, Enoplida – 23 види, Chromadorida – 11 видів, Acaelaimidae – 5 видів, Plectida і Desmodorida по 1 виду) (табл. 1).

Більшість видів нематод морські, що склали 80 %, решта – мешканці морських і солонуватих вод мають широкий ареал поширення. Із зазначених видів нематод 44 % відзначені тільки в Чорному морі, 27 % мешканці Чорного і Середземного морів, решта (29 %) – надзвичайно поширені види: Чорне, Азовське, Середземне, Балтійське, Баренцове, Північне, Біле моря. У північно-західній частині Чорного моря ці види переважають у мідієвих і фацеолінових мулах, на замуленому піску, меншою мірою – на піску з домішкою черепашки.

Таблиця 1

**Таксономічний список вільноживучих нематод на різних ділянках
гирлової області Дунаю**

Вид	Трофічні групи*	Канал	Дампінг	Фонові (авандельта)	Фонові (морські)
1	2	3	4	6	5
<i>Bathylaimus cobbi</i> Filipjev, 1922	1B	-	+	+	+
<i>Oxystomina elongata</i> (Butschli, 1874)	1A	-	+	-	+
<i>Halalaimus ponticus</i> Filipjev, 1922	1A	-	+	-	-
<i>H. wodjaniskii</i> Sergeeva, 1972	1A	-	-	+	+
<i>Halalaimus</i> sp.	1A	-	-	-	+
<i>Anticoma acuminata</i> (Eberth, 1863)	1A	-	-	-	+
<i>Anticoma</i> sp.	1A	-	-	-	+
<i>Phanoderma albidum</i> Bastian, 1865	2A	+	-	-	-
<i>Enoplus littoralis</i> Filipjev, 1918	1A	-	-	+	-
<i>E. euxinus</i> Filipjev, 1918	2B	-	-	+	+
<i>Enoplus</i> sp.	2B	-	-	-	+
<i>Enoploides brevis</i> Filipjev, 1918	2B	-	-	-	+
<i>Mesacanthion conicus</i> (Filipjev, 1918)	2B	+	-	+	+
<i>M. hererospiculum</i> Sergeeva, 1974	2B	-	+	-	+
<i>Enoplolaimus</i> sp.	2B	-	-	+	-
<i>Oxyonhus dubius</i> Filipjev, 1918)	2B	-	-	+	-
<i>Viscosia glabra</i> Filipjev, 1922	2B	-	+	+	+
<i>V. elongata</i> Filipjev, 1922	2B	-	-	+	-
<i>V. minor</i> Filipjev, 1918	2B	-	+	+	+
<i>Viscosia</i> sp.	2B	-	-	+	-
<i>Onholaimus campyloceroides</i> De Coninck end Stekhoven, 1933	2B	-	-	+	+
<i>Metonholaimus demani</i> (Zuz Strassen, 1894)	2B	-	-	-	+
<i>Anoplostoma viviparum</i> (Bastian, 1865)	1A	-	+	+	-
<i>Chromadora nudicapitata</i> (Bastian, 1865)	2A	-	-	+	+
<i>Chromadora</i> sp.	2A	-	-	+	-
<i>Chromadora</i> sp.1	2A	-	-	+	-
<i>Chromadorina gracilis</i> (Filipjev, 1922)	2A	-	-	+	-

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Neochromadora poecilosomoides</i> (Filipjev, 1918)	2A	-	-	+	+
<i>Chromadorella mytilicola</i> (Filipjev, 1918)	2A	-	-	+	-
<i>Prochromadorella mediterranea</i> (Micoletzky, 1922)	2A	-	-	+	+
<i>Cyatholaimus</i> sp.	2A	+	-	-	-
<i>Euchromadora striata</i> (Eberth, 1863)	2A	-	-	-	+
<i>Paracantonchus caecus</i> (Bastian, 1865)	2A	+	-	+	+
<i>Cobbionema acrocerca</i> Filipjev, 1922	2A	-	-	+	+
<i>Microilaimus kaurii</i> Wieser 1954	1A	-	-	-	+
<i>Camacolaimus dolichocercus</i> Filipjev, 1922	1B	-	-	+	-
<i>Paradontophora quadristicha</i> (Stekhoven, 1950)	1B	-	-	+	-
<i>Axonolaimus setosus</i> Filipjev, 1918	1B	+	-	+	+
<i>A. ponticus</i> Filipjev, 1918	1B	-	-	+	+
<i>Odontophora angustilaimus</i> (Filipjev, 1918)	1B	-	-	-	+
<i>Terschellingia pontica</i> Filipjev, 1918	1A	+	+	+	+
<i>T. longicaudata</i> De Man, 1907	1A	-	-	+	+
<i>Terschellingia</i> sp.	1A	-	-	-	+
<i>Eleutherolaimus longus</i> Filipjev, 1922	1B	-	-	+	+
<i>Metalinchoeues zosteræ</i> Filipjev 1918	2A	-	+	+	+
<i>Paralinhomoeus filiformis</i> (Filipjev, 1918)	2A	-	-	+	-
<i>Daptonema oxycerca</i> (de Man, 1888)	1B	-	-	-	+
<i>D. longicaudatum</i> (Filipjev, 1922)	1B	+	-	+	+
<i>D. maeoticum</i> (Filipjev, 1922)	1B	-	-	+	+
<i>D. longicaudatum</i> (Filipjev, 1922)	1B	-	-	+	-
<i>Theristus latissimus</i> Filipjev, 1922	1B	+	-	+	+
<i>T. setosus</i> Butschli, 1874	1B	+	-	+	+
<i>Theristus</i> sp.	1B	-	-	-	+
<i>Monhystera collaris</i> Filipjev, 1922	1B	+	-	+	+
<i>M. rotundicapitata</i> Filipjev, 1922	1B	+	-	+	-

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>M. ampulocauda</i> Paramonov, 1926	1B		+	+	+
<i>M. conica</i> Filipjev, 1922	1B	+	+	-	+
<i>Monhystera</i> sp.1	1B	+	-	-	-
<i>Monhystera</i> sp.2	1B	-	-	-	+
<i>Monhystera</i> sp.3	1B	-	-	+	-
<i>Monhystera</i> sp. 4	2B	-	-	+	-
<i>Sphaerolaimus ostreae</i> Filipjev, 1918	2B	+	+	+	+
<i>S. gracilis</i> De Man, 1976	2B	+	+	+	-
<i>S. macrocirculus</i> Filipjev, 1918	2B	-	-	+	-
<i>Araeolaimus</i> gen. sp.	1B	-	-	-	+
<i>Sabatieria pulchra</i> (G. Schneider, 1906)	1B	+	+	+	+
<i>S abyssalis</i> (Filipjev, 1918)	1B	-	+	+	+
<i>S. quadripapillata</i> Filipjev, 1922	1B	-	-	+	+
<i>Sabatieria</i> sp.	1B	-	-	+	-

Примітка. Трофічні групи: 1А – вибіркові детритофаги, 1В – невибіркові детритофаги, 2А – шкребачі і 2В – хижаки

Безпосередньо в каналі (глибини 3–7 м) зареєстровано 13 видів нематод, в районі дам্পінгу (глибини 8–13 м) – 21, на фонових станціях, розташованих на узбережжі (глибини 6–26 м) – 47, на фонових станціях у мористій частині (глибини 8–27 м) – 48 видів. Ці види поширені в Чорному, Азовському і Середземному морях. Представники 6-ти рядів у досліджуваному районі розподілялися нерівномірно. Спостерігається збільшення числа видів у кожному з загонів від гирла річки до мористої частини. Домінують за кількістю видів загопи *Monhysterida* і *Ecnoplida*, деякі представники яких мешкають як в морських, так і прісноводних водоймах.

Оцінка видового різноманіття нематод за індексом Шеннона-Вінера [19] в районі будівництва судноплавного каналу показала, що на фонових станціях (авандельта і морська частина) були зафіксовані максимальні значення цього індексу (0,7–2,3), що свідчить про велику кількість в них видів нематод, кожен з яких представлений невеликою кількістю особин. На більшості ж станцій, особливо в районі каналу, значення індексу видового багатства нематод були невисокими (від 0,5 до 1,5), склавши в середньому для акваторії 1,3. Розподіл кількісних показників щільності нематод на різних ділянках також варіює в значних межах: від 1000 екз·м⁻² до 682500 екз·м⁻² (рис. 3, 4). В середньому вона склала 119474 екз·м⁻². Біомаса варіювала від 1,3 мг·м⁻² до 425,4 мг·м⁻² в середньому склавши 57,4 мг·м⁻².

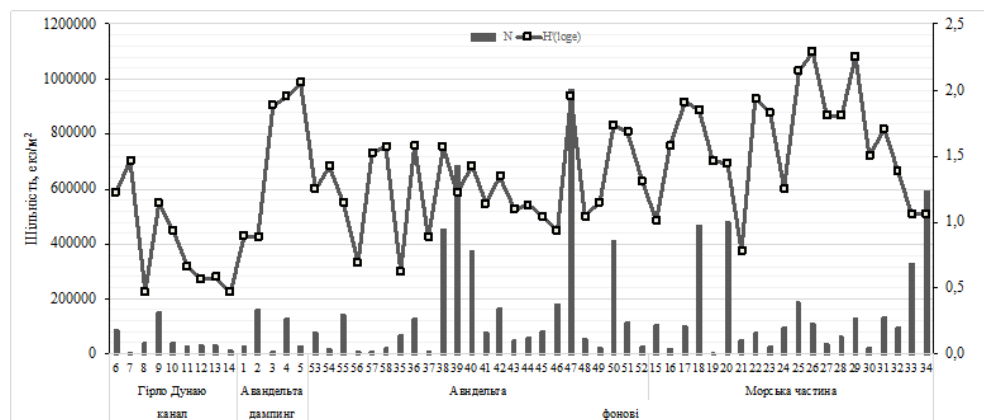


Рис. 3. Видове різноманіття (H) і щільність (N) нематод в районі будівництва глибоководного судноплавного каналу (гирлова область Дунаю)

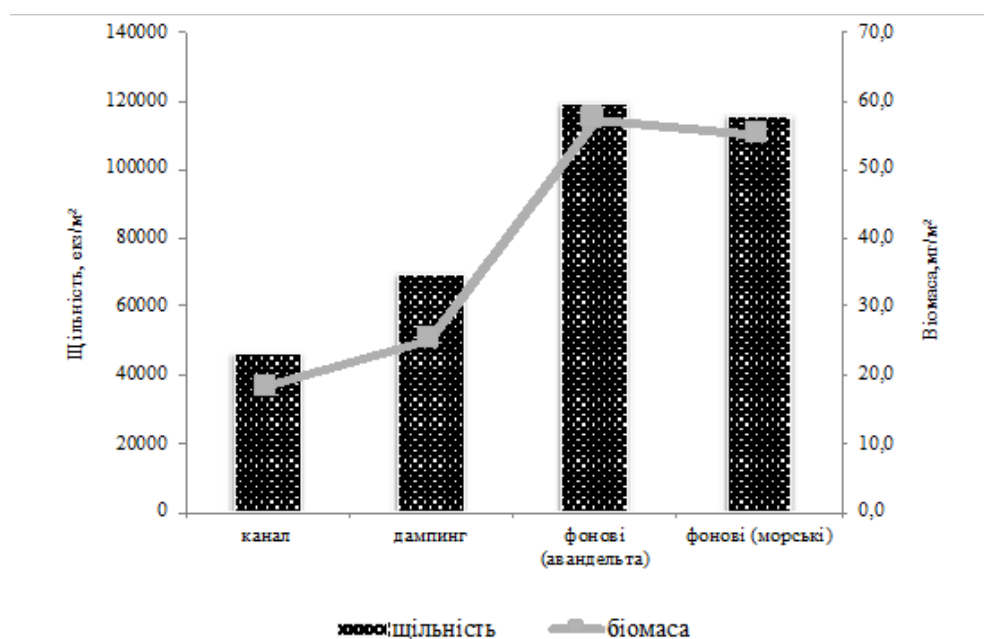


Рис. 4. Середня щільність і біомаса нематод в різних районах гирлової області Дунаю

Гирлова область Дунаю є зоною постійної взаємодії річкових і морських вод, в результаті цього змінюються їх властивості, які впливають на формування кількісних і якісних показників фауни нематод. Спостерігається збільшення щільності поселень нематод від гирла річки до мористої частини. Також кількісні та якісні показники фауни нематод в гирлової області Дунаю неоднорідні і знаходяться в залежності як від структури біотопу, так і від глибин. Важли-

ву роль формування нематод відіграє і водний стік Дунаю. Цікаво відзначити, що в маловодні по стоку роки в досліджуваній зоні спостерігається зростання кількісних показників нематод у порівнянні з багатоводними роками (рис. 5).

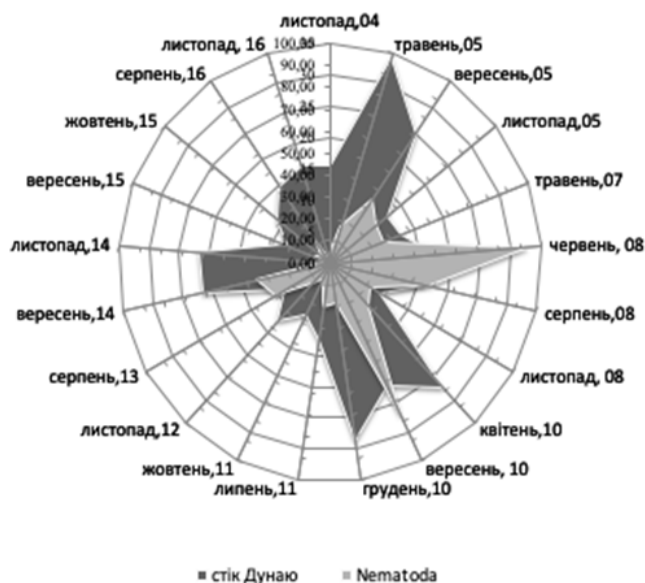


Рис. 5. Динаміка середньої щільності (екз. · м⁻²) нематод і водного стоку Дунаю в районі будівництва глибоководного судноплавного каналу (2014–2017 рр.)

Це підтверджує той факт, що мінливість сольового і гідрологічного режимів призводять до того, що в цих умовах можуть існувати тільки організми з великою екологічною пластичністю. Зона змішування прісних і морських вод, для якої характерний «мінімум видів», в багатоводні по стоку Дунаю роки зміщується від берега у відкрите море, а в маловодні роки, навпаки, ця зона проходить ближче до гирл, захоплюючи деякі затоки. Чим стабільніше сольовий склад і менше вплив дунайських вод у досліджуваному районі, тим багатша і різноманітніша там мейофауна. Район будівництва судноплавного каналу характеризується біотопом, що складається в основному з щільного замуленого піску і сірого мулу з глибинами від 3 до 12 м, найбільш збіднений нематофауною як в якісному, так і кількісному відношенні. У ньому було зафіксовано тільки 13 видів нематод з трьох рядів. На станціях зазначалося всього від 2 до 5 видів. Щільність поселень нематод в районі каналу була не високою в порівнянні з іншими ділянками досліджень і варіювала від 12400 і 148000 екз. · м⁻², склавши в середньому 45834 екз. · м⁻². Найбільшого поширення набули представники загону Monhysterida (74 %) (10 видів). Високий відсоток виявлення

й щільності поселень відзначений лише у 2 видів ряду Monhysterida: *Theristus setosus* (89 %) і *Daptonema longicaudatum* (77 %). Їх чисельність склала в середньому 14351 і 7075 екз. \cdot м⁻² відповідно. Також висока щільність відзначена у представника із ряду Araeolaimida *Sabatieria pulchra* (8622 екз. \cdot м⁻²). Ряд Enoplida був представлений одним видом: *Phanoderma albidum*. Переважними у трофічному угрупованні були невивіркові детритофаги (1В) (61 %).

В районі дам্পінгу (з глибинами 8–13 м, і сірим мулом) кількісні показники щільності нематод були майже в 1,5 рази вище, ніж в районі днопоглиблення і склала в середньому 69000 екз. \cdot м⁻². Не дивлячись на періодичні зміни умов свого розвитку в результаті звалища ґрунту, тут зафіксовано 21 вид нематод з чотирьох рядів. На станціях зазначалося від 4 до 13 видів. Рівною мірою присутні за кількістю видів ряди Enoplida, Monhysterida і Chromadorida. З ряду Enoplida домінували за зустрічальністю (50–73%) *Halalaimus ponticus*, *Viscosia minor* і *Bathylaimus cobbi*, досягаючи в середньому 3089 екз. \cdot м⁻², 2173 екз. \cdot м⁻² і 2173 екз. \cdot м⁻² відповідно.

Серед видів ряду Monhysterida домінують за зустрічальністю до 66 % і за щільністю поселень *Terschellingia pontica* (середнє 17576 екз. \cdot м⁻²) і *Sphaerolaimus ostreae* (середнє 2390 екз. \cdot м⁻²). З ряду Chromadorida з домінуванням за зустрічальністю (63,0 %) і переважанням за щільністю поселень відзначений *Paracanthochus caecus* (в середньому 1039 екз. \cdot м⁻²). Слід відзначити високу зустрічальність (до 78 %) *S. pulchra* із ряду Araeolaimida. Його кількісні показники і склала в середньому 20500 екз. \cdot м⁻². Варто зазначити, що швидка течія, і цілком ймовірно, інші гідрологічні та гідрохімічні особливості цих зон, що знаходяться в нижній частині суднового ходу та дам্পінгу, не сприяють розвитку тут нематод.

На фонових станціях як на узбережжі, так і на станціях, що розташовані у відкритому морі, порівняно з першими двома районами, спостерігається збільшення видової різноманітності і щільності поселень нематод. На узбережжі, що характеризується глибинами 10–26 м і переважанням сірих і чорних мулів зафіксовано 47 видів нематод з чотирьох рядів. На більшості станцій зазначалося від 10 до 13 видів. Рівною мірою присутні за кількістю видів ряди Monhysterida і Enoplida. Середні значення щільності поселень нематод на узбережжі зросли на порядок, склавши 119474 екз. \cdot м⁻². Однак кількісні показники нематод розподілялися нерівномірно від 1000 екз. \cdot м⁻² до 682500 екз. \cdot м⁻².

Високий відсоток виявлення й щільності поселень відзначений у 3 видів: *S. pulchra* (89 %), *P. caecus* (67 %) і *T. pontica* (56 %). Їх середня чисельність склала: 28870, 24000 і 13860 екз. \cdot м⁻² відповідно. Субдомінантним за кількісними показниками можна відзначити: *T. longicaudata* (8446 екз. \cdot м⁻²) *S. ostreae* (5122 екз. \cdot м⁻²), *S. abateria abyssalis* (4763 екз. \cdot м⁻²), *Parodontophora quadristicha* (4350 екз. \cdot м⁻²).

На фонових станціях в мористій частині з глибинами 8–27 м і переважанням сірих, чорних мулів і замуленого піску зафіксовано 48 видів нематод з

п'яти рядів. На більшості станцій зазначалося від 10 до 13 видів. Домінували за кількістю видів ряди Monhysterida і Enoplida. Кількість представників ряду Chromadorida збільшується від дельти до мористої частини від 4 до 9-ти видів. Ряд Aгаeolaimida також був відзначений різноманітним в мористій частини. Середні значення щільності поселень нематод склали 115244 екз.·м⁻². Кількісні показники нематод розподілялися нерівномірно від 1000 екз.·м⁻² до 593806 екз.·м⁻². Висока зустрічальність і щільність поселень відзначена у представника із ряду Aгаeolaimida *S. abyssalis* (70 %). Середня чисельність її становила 28990 екз.·м⁻².

Домінують за виявленням і щільністю поселень види із ряду Monhysterida: *T. longicaudata* (59 %) і *Axonolaimus setosus* (50 %) Їх чисельність складала в середньому 14351 і 8612 екз.·м⁻² відповідно.

Переважним трофічним угрупованням на фонових станціях були також не-вибіркові детритофаги (1В) (40%) і рівною мірою інші. Дослідженнями нематофауни в румунській частині дельти Дунаю також відзначено домінування не-вибіркових детритофагів (в основному з родин Comesomatidae і Linchomoidae) на мілководді, що знаходиться під сильним впливом Дунаю і на великих глибинах з муловим відкладенням, збагаченим органікою [18].

Відзначено негативний стан мейобентосу під впливом днопоглиблювальних робіт. Однак не стільки виїмка ґрунту, скільки його складування впливає на мейофауну як на кількісні показники, так і на видовий рівень. Скидання дрібного щільного піску під час днопоглиблювальних робіт в каналі в район дам্পінгу створює несприятливі умови для розвитку організмів. Однак завдяки біологічним особливостям (дрібні розміри і коротко циклічний розвиток) мейобентос здатний швидко відновлюватися після припинення відвалу ґрунту.

Дослідженнями ранніх років також встановлено, що максимальні скупчення і більша різноманітність відмічена на станціях, розташованих у відкритих районах північно-західного шельфу на мулах (середня чисельність 530000 екз.·м⁻², біомаса 1,4 г·м⁻²), тоді як в районах, схильних до інтенсивного впливу річкового стоку, нематофауна найбільш бідна (середня чисельність 83000 екз.·м⁻², біомаса 0,2 г·м⁻²) [3, 5, 21].

Аналіз даних досліджуваного району показав, що змінюється роль керівних видів у таксоцені нематод від гирлової до мористої частини. Так, в гирлової частині (зоні побудови каналу) виділені види, які можна розглядати як домінуючі види таксоценотичного комплексу нематод. Це види: *Theristus setosus*, *Daptonema longicaudatum*, *Sabatieria pulchra*, *Phanoderma albidum*.

У зони дам্পінгу до домінуючих видів можна віднести: *Sabatieria pulchra*, *Terschellingia pontica*, *Axonolaimus setosus*, *Sphaerolaimus ostreae* і *Sabatieria abyssalis*.

На фонових станціях (авандельтової і мористої частинах) на перше місце виступають *Sabatieria abyssalis*, *Terschellingia longicaudata*, *Axonolaimus setosus*, *Eleutherolaimus longus* і *Odontophora angustilaimus*.

З літератури відомо, що в першу чергу, при зміні гідробіологічних та екологічних умов відбуваються зміни в структурі таксоцену, тобто спостерігається виражене домінування одного або декількох видів. У більш стабільних умовах структура таксоцену дещо вирівняна (представлена багатьма таксонами, зустрічальність і щільність яких висока) [8, 14]. Гирлова область Дунаю є зоною постійної взаємодії річкових і морських вод, в результаті цього змінюються їхні властивості, які впливають на формування якісних і кількісних показників фауни нематод.

Слід зазначити, комплекси домінуючих видів гирлової, авандельтової і мористої частин в усі досліджувані роки, залишаються незмінними, що може бути непрямим підтвердженням наявності природних умов для подібного розвитку нематод. Неоднозначний внесок окремих видів у внутрішньо комплексну схожість між станціями в різні роки, визначається, мабуть, характерними для пригирлових акваторій змінами гідролого-гідрохімічних умов, які опосередковано впливають на їх розвиток. Є підстави говорити про сформування фауни нематод в досліджуваному районі, яка постійно зазнає кількісні зміни під впливом природно мінливих умов навколишнього середовища, а також техногенного навантаження.

Висновки

1. Вільноживучі нематоди за весь період досліджень відзначалися повсюдно, частка їх у загальній чисельності всього мейобентосу варіювала в різні роки від 20 % до 49 %.

2. Фауна нематод в гирлової області Дунаю представлена 69 видами з 37 родів, 18 родин і 6 рядів. Спостерігається збільшення числа видів у кожному з рядів від гирла річки до мористої частини. Домінують за кількістю видів ряди Monhysterida і Enoptida. Переважним трофічним угрупованням є невивіркові детритофаги (1В).

3. Розподіл кількісних показників щільності нематод на різних ділянках варіює в значних межах: від 1000 екз·м⁻² до 682500 екз·м⁻². В середньому вона склала 119474 екз·м⁻². Біомаса варіювала від 1,3 мг·м⁻² до 425,4 мг·м⁻², в середньому склавши 57,4 мг·м⁻².

4. В маловодні по стоку роки спостерігається зростання кількісних показників нематод у порівнянні з багатоводними.

5. Є підстави говорити про сформовану фауну нематод в українській частині гирлової області Дунаю, яка постійно зазнає кількісні зміни під впливом природно мінливих умов навколишнього середовища, а також техногенного навантаження.

Стаття надійшла до редакції 14.07.2020

Список використаної літератури

1. Воробьева Л. В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей / Л. В. Воробьева. – Киев: Наук. думка, 1999. – 300 с.
2. Воробьева Л. В. Пространственно-временная изменчивость мейобентоса Жебриянской бухты / Л. В. Воробьева, И. И. Кулакова // Экосистема взморья Украинской дельты Дуная. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 238–249.
3. Воробьева Л. В. Мейобентос украинской части Дунайского взморья в условиях строительства судового канала / Л. В. Воробьева, И. И. Кулакова, Л. А. Гарлицька // Морск. экол. журн. – 2012. – Т. XI, № 3. – С. 33–40.
4. Иванега И. Г. Состав и особенности распределения нематод водоемах Килийской дельты Дуная / И. Г. Иванега // Зоол. журн. – 1978. – Т. 57, вып. 2. – С. 292–295.
5. Кулакова И. И. Свободноживущие нематоды северо-западной части Черного моря / И. И. Кулакова // В кн.: Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – Киев: Наук. думка, 2006. – Гл. 6. – С. 254–260.
6. Кулакова И. И. Сравнительная оценка таксономического разнообразия свободноживущих нематод устьевого взморья украинской части дельты Дуная / И. И. Кулакова // Матеріали VII з'їзду Гідроекологічного товариства (5-8 жовтня, 2015р., м. Київ) Наук. зап. Терноп. нац. ун-ту. Сер. Біол. – 2015. – № 3-4 (64). – С. 372–375.
7. Лебедева Н. В. Биологическое разнообразие и методы его оценки / Н. В. Лебедева, Д. А. Криволицкий // В кн.: География и мониторинг биоразнообразия. Колл. Автор. – М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. – Раздел I, гл. 5. – 432 с.
8. Мокиевский В. О. Экология морского мейобентоса / В. О. Мокиевский // – М.: Т-во научных изданий КМК., 2009. – 286 с.
9. Мокиевский В. О. Мейобентос. Методическое пособие по полевой практике / В. О. Мокиевский, Г. Д. Колбасова, С. В. Пятаева, А. Б. Цетлин // – М.: Т-во научных изданий КМК, 2015. – 199 с.
10. Платонова Т. А. Класс круглые черви – Nematoda Rudolphi, 1808 / Т. А. Платонова // Определитель фауны Черного и Азовского морей, I. – Киев: Наук. думка. – 1968. – С. 111–183.
11. Филиппев И. Н. Свободноживущие нематоды коллекции зоологического музея императорской Академии Наук / Филиппев И. Н. // Ежегодн. зоол. муз. имп. АН. 1916. Т. 21. – С. 59–116.
12. Филиппев И.Н. Свободноживущие морские нематоды окрестностей Севастополя / Филиппев И.Н. // Труды Особой зоологической лаборатории и Севастопольской биологической станции Российской АН. Сер. 2. – Пг., 1918 – 1921. – № 4, вып. 1, 2. – 614 с.
13. Филиппев И. Н. Новые данные о свободных нематод Черного моря / Филиппев И. Н. // Труды Ставропол. с-х. ин-та. – Ставрополь, 1922. – Т. 1, № 6. – 181 с.
14. Чесунов А. В. Биология морских нематод / А. В. Чесунов // М.: Т-во научных изданий КМК. – 2006. – С. 327–329.
15. Darwin Nematode Electronic Key Plymouth Marine Laboratory <https://darwin-nematode-key.software.informer.com/download/>
16. Deprez T. et al. 2007. NeMys. <http://www.nemys.ugent.be/> (доступно 17 января 2019).
17. Huling N.C. A Manual for the Study of Meiofauna / N. C. Huling, J. S. Gray // Smit. Contr. Zool. – 1971. – N. 78. – P. 1–84.
18. Muresan M. Assessment of free-living marine nematodes community from the NW Romanian Black Sea shelf / M. Muresan // Geo-Eco-Marina. – 2012. – N. 18. – P. 133–145.
19. Shannon C. E. The mathematical theory of communication / C. E. Shannon, W. Weaver // Urbana: Univ. of Illinois Press. – 1963. – 177 p.
20. Vorobyova L.V. Contemporary state of the meiobenthos in the western Black Sea / L.V. Vorobyova, I.I. Kulakova // translation from Russian V. I. Lisovskaya, PhD, OB IBSS senior research associate – Odessa : Astroprint, 2009. – 126 p.
21. Wieser W. Die Beziehung zwischen Mundhöhlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden Nematoden / W. Wieser // Ark. Zool. – 1953. – S. 2. – Bd.4, Hf. 5. – S. 439–484.

I. I. Kulakova

Institute of Marine Biology of NAS of Ukraine, Department of Ecology of Contact Communities

37, Pushkinska str., Odesa 65048, Ukraine, irakulakoff@gmail.com

FAUNA OF FREELIVING NEMATODES IN THE UKRAINIAN PART OF THE DANUBE RIVER MOUTH AREA IN THE MODERN PERIOD

Abstract

Problem. The Problem links with variability of modern state environmental condition of the Danube river mouth area and the whole Black sea system as well. Thus the taxonomic diversity and quantitative development of free-living nematodes (the dominant component of meiobenthos) is under the eutrophication press because of directly Danube water input. Among the benthic organisms, only meiobenthos can react very quickly to changes in hydrochemical and hydrological parameters. Due to their small size and short-cycle development, they are the first to respond to deteriorating environmental conditions.

The purpose is to identify the species composition and quantitative indicators of free-living nematodes of the meiobenthos in different parts in the Danube mouth area in modern period.

Materials and methods. The data of long-term monitoring of meiobenthos in the Ukrainian part of the Danube mouth area located under the direct technogenic influence (dumping and shipping way construction), carried out by the Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine during from November 2004 to November 2019, were used.

Main results of the research. The fauna of nematodes is represented by 69 species of 37 genera, 18 families and 6 orders. The orders Monhysterida and Enoplida dominate by the number of species. The increase in the number of species in each of the orders from the river mouth to the open sea was observed. The predominant trophic group is non-selective deposit feeders (1B). The distribution of quantitative indicators of the density of nematodes in different areas varies within significant limits: from 1000 ind.·m⁻² up to 682 500 ind.·m⁻². (average – 119 474 ind.·m⁻²). The biomass varied from 1.3 mg·m⁻² to 425.4 mg·m⁻² (average – 57.4 mg·m⁻²).

Conclusions. The quantity changes of fauna of nematodes in the Ukrainian part of the Danube mouth area depends on the influence of naturally changing environmental conditions, as well as on the technogenic load.

Keywords: meiobenthos; nematodes; species diversity; Ukrainian part of the Danube mouth area.

References

1. Vorobyova L. V. (1999) *Meiobenthos of the Ukrainian shelf of the Black and Azov Seas* [Meyobentos ukrainskogo shelfa Chernogo i Azovskogo morey], Kiev: Nauk. Dumka, 300p.
2. Vorobyova L. V., Kulakova I. I. (1989) *Spatial-temporal variability of meiobenthos of the*

- Zhebryanskaya bay. Seaside ecosystem of the Ukrainian Danube Delta*. [Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost meyobentosa Zhebriyanskoj bukhty. Ekosistema vzmorya Ukrainskoj delty Dunaya], Odessa: Astroprint, pp. 238–249.
3. Vorobyova L. V. Kulakova I. I. Garlitskaya L. A. (2012) *Meiobenthos of the Ukrainian part of the Danube coast in the conditions of the construction of the ship channel* [Meyobentos ukrainskoj chasti Dunayskogo vzmorya v usloviyakh stroitelstva sudovogo kanala], Morsk. ecol. journal, XI, 3, pp. 33-40.
 4. Ivanega I. G. (1978) *Composition and distribution features of nematodes in the water bodies of the Kiliya Danube Delta* [Sostav i osobennosti raspredeleniya nematod vodoemakh Kiliyskoj delty Dunaya], Zool. Journal, 57, 2, pp. 292-295.
 5. Kulakova I. I. (2006) *Free-living nematodes of the northwestern part of the Black Sea. In the book: Northwestern part of the Black Sea: biology and ecology* [Svobodnozhivushchie nematody severo-zapadnoj chasti Chernogo morya. V kn.: Severo-zapadnaya chast Chernogo morya: biologiya i ekologiya], Kiev: Nauk. dumka, 2006, 6, pp. 254–260.
 6. Kulakova I. I. (2015) *Comparative assessment of the taxonomic diversity of free-living nematodes of the estuarine estuary of the Ukrainian part of the Danube Delta* [Srvnitelnaya otsenka taksonomicheskogo raznobraziya svobodnozhivushchikh nematod ustevogo vzmorya ukrainskoj chasti delty Dunaya], Materialy VII z'yizdu Hidroekologichnogo tovary'stva (5-8 zhovtnya, 2015r., m. Ky'yiv) Nauk. zap. Ternop. nacz. un-tu. Ser. Biol., 3-4, (64), pp. 372-375.
 7. Lebedeva N. V., Krivolutskiy D. A. (2002) *Biological diversity and methods for its assessment // In: Geography and monitoring of biodiversity* [Biologicheskoe raznobrazie i metody ego otsenki // V kn.: Geografiya i monitoring bioraznobraziya], Koll. Avtorov, M.: Izdatelstvo Nauchnogo i uchebno-metodicheskogo tsentra, I, 5, 432 p.
 8. Mokievsky V. O. (2009) *Ecology of marine meiobenthos* [Ekologiya morskogo meyobentosa], M.: T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 286 p.
 9. Mokievsky V. O., Kolbasova G. D., Pyataeva S. V., Tsetlin A. B. (20015) *Meiobenthos. Field Practice Guide* [Meyobentos. Metodicheskoe posobie po polevoy praktike], M.: T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2015 199 p.
 10. Platonova T. A. (1968) *Class roundworms - Nematoda Rudolphi, 1808, Key to fauna of the Black and Azov Seas, I*. [Klass kruglye chervi - Nematoda Rudolphi, 1808. Opredelitel fauny Chernogo i Azovskogo morey], I. Kiev: Nauk. Dumka, pp. 111-183.
 11. Filipiev I. N. (1916) *Free-living nematodes of the collection of the Zoological Museum of the Imperial Academy of Sciences* [Svobodnozhivushchie nematody kolleksii zoologicheskogo muzeya imperatorskoj Akademii Nauk], Yezhegodn. zool. muz. imp. AN., 21, pp. 59-116.
 12. Filipiev I. N. (1918–1921) *Free-living sea nematodes of the vicinity of Sevastopol* [Svobodnozhivushchie morskije nematody okrestnostey Sevastopolya], Trudy Osoboy zoologicheskoy laboratorii i Sevastopolskoj biologicheskoy stantsii Rossiyskoj AN. Ser. 2, 4, (1, 2), 614 p.
 13. Filipiev I. N. (1922) *New data on free Black Sea nematodes* [Novye dannye o svobodnykh nematod Chernogo moray], Trudy Stavropol. s-kh. in-ta. – Stavropol, 1, 6, 181 p.
 14. Chesunov A. V. (2006) *Biology of Marine Nematodes* [Biologiya morskikh nematod], M.: T-vo nauchnykh idaniy KMK., pp. 327-329.
 15. Darwin Nematode Electronic Key Plymouth Marine Laboratory <https://darwin-nematode-key.software.informer.com/download/> (2020-01-17 accessed)
 16. Deprez T. et al. 2007. NeMys. <http://www.nemys.ugent.be/> (2019-11-21 accessed)
 17. Huling N. C., Gray J. S. (1971) *A Manual for the Study of Meiofauna*, Smit. Contr. Zool., 78, pp. 1-84.
 18. Muresan M. (2012) *Assessment of free-living marine nematodes community from the NW Romanian Black Sea shelf*, Geo-Eco-Marina, 18, pp. 133-145.
 19. Shannon C. E., Weaver W. (1963) *The mathematical theory of communication*, Urbana: Univ. of Illinois Press., 177 p.

20. Vorobyova L. V., Kulakova I. I. (2009) *Contemporary state of the meiobenthos in the western Black Sea* (translation from Russian V. I. Lisovskaya, PhD, OB IBSS senior research associate), Odessa, Astroprint, 126 p.
21. Wieser W. (1951) *Die Beziehung zwischen Mundhöhlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden Nematoden*, Ark. Zool., 2, 4 (5), pp. 439-484.