

УДК 574.586 (262.5)

## СВОБОДНОЖИВУЩИЕ НЕМАТОДЫ ПЕРИФИТОНА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ

Кулакова И. И.

Одесский филиал Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского, Одесса, kulakovaira@list.ru

На искусственных субстратах Одесского залива (Северо-западная часть Черного моря) изучен качественный и количественный состав свободноживущих нематод. Материалом для данной работы послужили пробы мейобентоса, собранные в июне 2013 г. на траверсах пляжей «Старик» и «Дельфин» (19 станций). Установлено, что в обрастаниях траверсов доля нематод от общей плотности поселений мейофауны варьировала от 17 до 27 %. Средние количественные показатели плотности поселений нематод, составляли от  $6,0 \pm 3,0$  до  $70,6 \pm 11,3$  тыс. экз.·м<sup>-2</sup>, достигая высоких значений в точке, расположенной 2,5 м от поверхности воды. Среди обнаруженных 42 видов нематод доминировали *Viscosia minor*, *V. glabra*, *Anoplostoma viviparum*, *Oncholaimus campyloceroides*, *Paracanthochus caecus*, *Chromadora nudicapitata* и *Neochromadora poecilosomoides*. В трофических группировках преобладали «хищники» (2В) и «соскабливатели» (2А).

*Ключевые слова:* Черное море, перифитон, нематоды, трофические группировки.

### ВВЕДЕНИЕ

Перифитон – одна из наименее изученных группировок гидробионтов. К перифитону отнесены растительные и животные компоненты, развивающиеся на любых твердых субстратах, независимо от их происхождения, но находящихся за пределами слоя влияния грунта. Термины «перифитон» и «обрастание» по своей сути являются синонимами [5].

В связи с интенсивным гидростроительством изучение этого сообщества приобрело, кроме научного, и прикладной интерес. Вдоль побережья Одесского залива в 1960 годы была построена система берегоукрепительных сооружений общей протяженностью около 16 км. Она состоит из бетонных траверсов и волноломов, поверхность которых является подходящим субстратом для развития организмов – обрастателей. Особое внимание было уделено обрастаниям берегозащитных сооружений Одесского залива во время гидростроительства [6, 7]. Сведений о формировании мейофауны (в частности нематод) на антропогенных субстратах, размещенных вдоль побережья Одесского залива, на данный момент мало. В работах [3, 4] приводятся данные о нематодах Одесского залива, в частности порта и его искусственных сооружений. Мейофауна ценоза обрастания искусственных субстратов отражена в работе [1].

Цель исследования – изучить закономерности формирования структуры сообщества свободноживущих нематод на искусственных субстратах (траверсах) Одесского залива. Поставлены следующие конкретные задачи: выявить их роль в составе мейобентосного перифитона, видовое разнообразие, количественные характеристики, а также трофические группировки нематод.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для данной работы послужили пробы мейобентоса, собранные в июне 2013 г. в Одесском заливе на траверсах пляжей «Старик» и «Дельфин» (19 станций). Поверхность траверсов в основном была покрыта друзами моллюсков с незначительной примесью водорослей. Пробы мейобентоса (по 3 с каждой станции) отбирали рамкой 10×10 см, обтянутой мельничным газом с размером ячеек 90 мкм на боковой поверхности траверсов на расстоянии 0,5, 1,5 и 2,5 м от уровня поверхности воды ко дну. Отдельно были отобраны пробы с разных видов макрофитов, расположенных на расстоянии 0,5–1 м от уровня поверхности воды, а также и на дне с песчаным грунтом (расстояние 3 м от уровня поверхности воды).

Всего было собрано 33 пробы. Сразу после отбора каждую пробу промывали последовательно через почвенные сита с размерами ячеек 5 и 1 мм, затем промывали через мельничный газ с размером ячеек 90 мкм и обрабатывали по стандартной методике [2, 8]. Для характеристики видового разнообразия нематод использовали индекс Шеннона-Винера [9]:

$$\hat{H} = - \sum \frac{n_i}{N} \times \log \frac{n_i}{N},$$

где  $n_i$  – плотность поселения каждого вида;  $N$  – суммарная плотность поселения всех видов нематод, обнаруженных в исследуемом районе. Для первичной оценки трофической структуры сообщества нематод использовали классификацию В. Визра [10].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среди организмов мейобентосного перифитона нематоды были обнаружены на всех исследуемых станциях и составили одну из доминирующих его групп по встречаемости (100 %). Однако их процентное соотношение от общей плотности мейофауны составило лишь 17–27 %. Тогда как на дне с песчаным грунтом их доля составляла 62–67 % от общей плотности поселений мейофауны. Это свидетельствует об основной среде обитания нематод – капиллярных пространствах, существующих между частицами грунта.

В результате исследования видового состава свободноживущих нематод было обнаружено 42 вида, относящихся к 5 отрядам, 18 семействам и 29 родам (табл. 1). Из них на траверсах было зафиксировано 35 видов нематод, на дне с песчаным грунтом – 20 видов.

Доминировал по числу видов отряд Enoplida (17 видов). Из них как по встречаемости (72 %), так и по количественным показателям можно отметить: *Viscosia minor*, *V. glabra*, *Anoplostoma viviparum* и *Oncholaimus campylocercoides*.

Высокий процент встречаемости видов отряда Enoplida характерен, в основном, для интерстициали песчаных пляжей. Из отряда Chromadorida зафиксировано 12 видов с доминированием по встречаемости (45 %) и преобладанием по плотности поселений *Paracanthochus caecus*, *Chromadora nudicapitata* и *Neochromadora poecilosomoides*. Отряд Monhysterida представлен 7-ю видами, однако по встречаемости и плотности поселений уступает вышеуказанным отрядам. Из них лишь *Monhystera rotundicapitata* отмечена со встречаемостью 36 %.

Из трех представителей отряда Agaeolaimida доминировал с невысокой встречаемостью *Axonolaimus ponticus*.

В исследуемом районе выделены 4 трофические группы нематод: 1А – избирательные детритофаги (потребляют бактерий и мелкие частицы детрита из грунта); 1В – неизбирательные детритофаги (потребляют детритные комплексы); 2А – «соскабливатели» (скоблят поверхность водорослей или прокалывают их оболочку и высасывают клеточное содержимое); 2В – «хищники» (питаются в основном теми же способами, что и соскабливатели и детритофаги, но могут вести хищнический образ жизни, заглатывая мелких животных, в том числе нематод).

Анализ количественных и качественных показателей нематод, собранных на траверсах в точках, расположенных на различных расстояниях от уровня поверхности воды и на дне пляжей с песчаном грунтом показал неравномерное их распределение (рис. 1). Индекс видового разнообразия варьировал от 0,5 до 2,2.

На пляже «Старик» на траверсе в точке, расположенной на расстоянии от поверхности воды 0,5 м было отмечено 8 видов нематод. Индекс видового разнообразия составил 1,6. Средняя плотность поселений нематод была  $8,6 \pm 3,1$  тыс. экз.·м<sup>-2</sup>. Преобладающие трофические группировки составляли «хищники» (2В) и избирательные детритофаги (1А), последнее место занимали неизбирательные детритофаги (1В) (рис. 2). Доминировали *V. glabra* (3,6 тыс. экз.·м<sup>-2</sup>) и *A. viviparum* 2,3 тыс. экз.·м<sup>-2</sup>. На расстоянии от поверхности воды 1,5 м было зафиксировано 7 видов нематод. Индекс видового разнообразия составил 1,8. Средняя плотность их поселений возросла на порядок ( $43,3 \pm 14,9$  тыс. экз.·м<sup>-2</sup>) с доминированием «соскабливателей» (2А). Из них *Ch. nudicapitata* составил 13,8 тыс. экз.·м<sup>-2</sup>.

Ближе ко дну (2,5 м) наблюдалось снижение видового разнообразия нематод (3 вида). Значение индекса видового разнообразия было минимальное (0,5). Однако плотность их поселений составляла в среднем  $12,6 \pm 6,7$  тыс. экз.·м<sup>-2</sup>.

Массового развития здесь также достигали «соскабливатели» (2А). Это виды из отряда Chromadorida: *Ch. nudicapitata* (10,6 тыс. экз.·м<sup>-2</sup>) и *Paracanthochus* sp. (1,3 тыс. экз.·м<sup>-2</sup>).

Таблица 1

Видовой состав свободноживущих нематод на траверсах и дне пляжей «Старик» и «Дельфин»

№	Вид	Траверс		Дно
		Друзы моллюсков	Макрофиты	Песок
1	<i>Araeolaimus ponticus</i> Filipjev, 1922	+		
2	<i>Axonolaimus ponticus</i> Filipjev, 1918	+	+	
3	<i>Odontophora</i> sp.	+		
4	<i>Cylindrotheristus maeiolicus</i> Filipjev, 1922			+
5	<i>Cylindrotheristus oxycercus</i> (De Man, 1888)		+	
6	<i>Theristus littoralis</i> Filipjev, 1922		+	
7	<i>Theristus sabulicola</i> (Filipjev, 1918)		+	
8	<i>Theristus euxinus</i> (Filipjev, 1918)		+	+
9	<i>Monhystera rotundicapitata</i> Filipjev, 1922	+		+
10	<i>Monhystera</i> sp.		+	
11	<i>Microlaimus kaurii</i> Wieser, 1954		+	+
12	<i>Metachromadora macroutera</i> Filipjev, 1918			+
13	<i>Metachromadora</i> sp.	+	+	+
14	<i>Sabatieria pulchra</i> (G. Schneider, 1906)		+	+
15	<i>Paracanthochus caecus</i> (Bastian, 1865)	+		+
16	<i>Paracanthochus</i> sp.	+		
17	<i>Chromadora nudicapitata</i> Bastian, 1865	+	+	+
18	<i>Neochromadora poecilosomoides</i> (Filipjev, 1918)	+	+	+
19	<i>Chromadorina obtusa</i> Filipjev, 1918	+		
20	<i>Chromadorina</i> sp.		+	
21	<i>Chromadorita demaniana</i> Filipjev, 1922	+		
22	<i>Chromadorella mytilicola</i> Filipjev, 1918	+		
23	<i>Chromadorella trilinea</i> Paramonov, 1927	+		
24	<i>Spilophorella</i> sp.		+	
25	<i>Ethmolaimus multipapillatus</i> (Paramoniv, 1926)			+
26	<i>Eurystomina assimilis</i> (De Man, 1876)		+	
27	<i>Mononcholaimus</i> sp.		+	
28	<i>Bathylaimus australis</i> Cobb, 1894			+
29	<i>Mesacanthion conicum</i> (Filipjev, 1918)			+
30	<i>Enoploides</i> sp.		+	+
31	<i>Enoplus</i> sp.	+		
32	<i>Metoncholaimus demani</i> (Zuz Strassen, 1894)			+
33	<i>Oncholaimus brevicaudatus</i> Filipjev, 1918	+	+	
34	<i>Halalaimus</i> sp.	+		
35	<i>Polygastrophora hexabulba</i> (Filipjev, 1918)	+		
36	<i>Oncholaimus campylocercoides</i> De Coninck end Stekhoven, 1933	+		+
37	<i>Onchlaimus</i> sp.	+		
38	<i>Oncholaimus dujardinii</i> De Man, 1876	+		+
39	<i>Viscosia minor</i> Filipjev, 1918	+	+	+
40	<i>Viscosia glabra</i> (Bastian, 1865)	+	+	+
41	<i>Viscosia</i> sp.			+
42	<i>Anoplostoma viviparum</i> (Bastian, 1865)	+	+	

На песчаном дне с примесью ракуши было отмечено максимальное видовое разнообразие нематод (14 видов). Значение индекса видового разнообразия максимальное (2,2). Средняя плотность поселений нематод также была высокой ( $71,3 \pm 23,2$  тыс. экз.·м<sup>-2</sup>). Преобладающие трофические группировки в донных осадках: «соскабливатели» (2А) и в равной степени неизбирательные детритофаги (1В) и «хищники» (2В). Из них по плотности поселений

преобладали *Cylindrotheristus maeioticus* (16,0 тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>), *Metachromadora macroutera* (16,0 тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>) и *On. campylocercoides* (14,2 тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>).

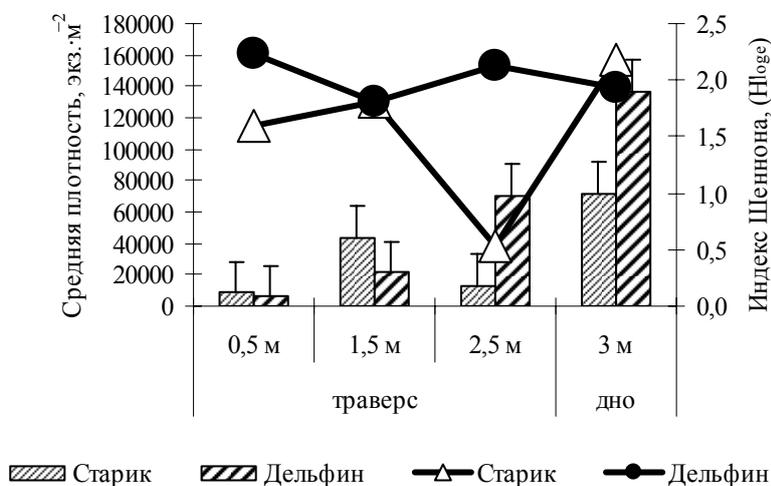


Рис. 1. Динамика средней плотности поселений и индекса видового разнообразия нематод на траверсах и дне пляжей «Старик» и «Дельфин»

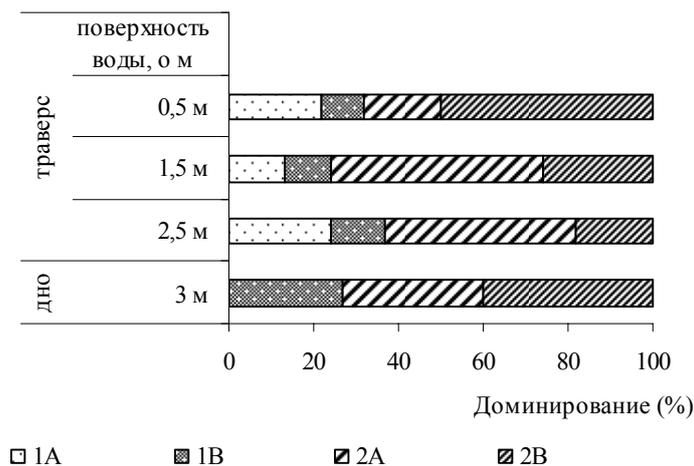


Рис. 2. Относительное доминирование нематод по четырем пищевым группировкам на различных участках

Тип 1А – селективные детритофаги; тип 1В – неселективные детритофаги; тип 2А – соскабливатели; тип 2В – хищники, падальщики и всеядные.

На пляже «Дельфин» наблюдалось подобное распределение количественных показателей нематод на траверсе. Видовое разнообразие варьировало от 8 до 13 видов. На расстоянии 0,5 м отмечено максимальное число видов нематод (индекс видового разнообразия составил 2,2), но их количественные показатели были невысокими (в среднем  $6,0 \pm 3,0$  тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Преобладающие трофические группировки: «хищники» (2В) и «соскабливатели» (2А). Доминировали *On. brevicaudatus* (1,8 тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>) и *Ax. ponticus* (1,1 тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). На расстоянии от уровня поверхности воды 1,5 м средняя плотность поселений нематод составила  $21,3 \pm 8,6$  тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Здесь также доминировали «хищники» (2В) и «соскабливатели» (2А). Из 8-ми отмеченных видов преобладали по плотности поселений *P. caecus* (6,9 тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>) и *On. campylocercoides* (4,6 тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>).

Ближе ко дну (2,5 м) наблюдалось увеличение видового разнообразия нематод (12 вида) и возрастание роли избирательных детритофагов (1А) в трофических группировках. Средняя плотность поселений нематод возросла почти в три раза, составив в среднем  $70,6 \pm 11,3$  тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>2</sup>. Массового развития здесь достигали виды из отряда Enoplida: *A. viviparum* (18,0 тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>), *V. minor* (12,5 тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>). Субдоминантные по плотности поселений виды – *Ax. ponticus* (5,5 тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>), *M. rotundicapitata* (4,1 тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>), *Ch. nudicapitata* (4,1 тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>).

Максимальное количественное развитие нематод отмечено на песчаном дне с примесью ракуши. Средняя плотность их поселений составила  $136,6 \pm 24,8$  тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>. Преобладающими трофическими группировками в донных осадках были «хищники» (2В) и неизбирательные детритофаги (1В). Из 8-ми отмеченных видов преобладали: *V. glabra* (36,4 тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>), *V. minor* (18,2 тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>). Также доминировали по количеству *Metachromadora* sp. (27,3 тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>), *Theristus sabulicola* (18,2 тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>).

В пробах, собранных на трассе с обрастаниями различных макрофитов на расстоянии от поверхности воды 0,5–1 м разнообразие нематод составило 7–10 видов (рис. 3).

Наибольшего количественного развития они достигали на энтероморфе ( $24,5 \pm 0,5$  тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>2</sup>). На этой водоросли в равной степени доминировали три трофические группировки нематод: «соскабливатели» (2А), «хищники» (2В) и неизбирательные детритофаги (1В). Из 7-ми обнаруженных видов по плотности поселений преобладали *V. glabra*, *Monhystera* sp. и *Metachromadora* sp.

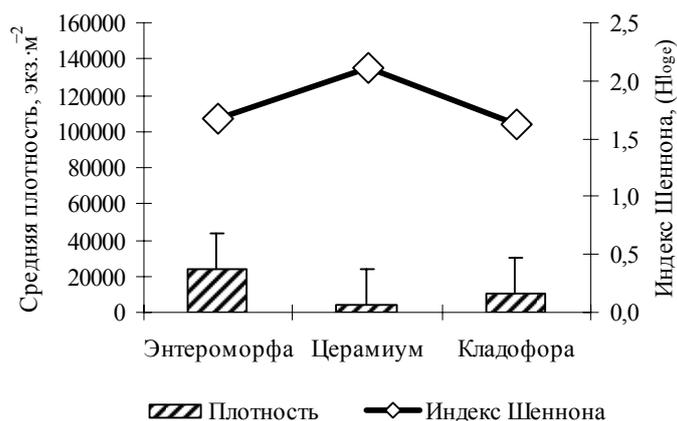


Рис. 3. Динамика средней плотности поселений и индекса видового разнообразия нематод на макрофитах трассов пляжей «Старик» и «Дельфин»

На кладифоре также было обнаружено 7 видов нематод и по плотности поселений они составили  $10,2 \pm 4,7$  тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>. Доминировали в трофических группировках нематод «хищники» (2В). Максимального количественного развития достигали *V. minor* и *Ch. nudicapitata*.

На церамиуме было обнаружено 10 видов нематод, но количественные показатели их были малы ( $4,4 \pm 1,6$  тыс. экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>). Среди трофических группировок нематод доминировали «соскабливатели» (2А). Высокая плотность поселений была отмечена у *Ch. nudicapitata* и *Chromadorina* sp.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сообщества свободноживущих нематод в обрастаниях трассов характеризуются высоким видовым разнообразием. Однако доля их от общей плотности поселений мейофауны составляла от 17 до 27 %. Средние количественные показатели плотности поселений нематод варьировали

от  $6,0 \pm 3,0$  до  $70,6 \pm 11,3$  тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, достигая высоких значений в точке, расположенной 2,5 м от поверхности воды. Доминировали *V. minor*, *V. glabra*, *A. viviparum*, *On. campylocercoides*, *P. caecus*, *Ch. nudicapitata* и *N. poecilosomoides*. В перифитоне исследуемого района основной трофической группировкой нематод были «хищники» (2B) и «соскабливатели» (2A).

### Список литературы

1. Воробьева Л. В. Мейофауна ценоза обрастания искусственных субстратов бентического типа / Л. В. Воробьева, И. И. Кулакова // Ин-т биол. южн. морей НАН Украины, Одесс. фил. – Одесса, 1993. – 34 с. Деп. в ВИНТИ 15.09.1993, № 2416-B93.
2. Гальцова В. В. Свободноживущие морские нематоды как компонент мейобентоса губы Чупа Белого моря / В. В. Гальцова // Нематоды и их роль в мейобентосе. – Л.: Наука, 1976. – С. 165–270.
3. Джуртубаев М. М. Донная фауна Одесского порта / М. М. Джуртубаев // II Всесоюз. конф. по биологии шельфа: 8–11 сентября 1978 г. – Севастополь, 1978 г.: тез. докл. – Киев, 1978. – С. 40–41.
4. Джуртубаев М. М. Микро- и мейобентос некоторых биотопов Одесского залива и сопредельных акваторий, закономерности распределения и роль в биоценозах: автореферат дис. на соискание научн. степени канд. биол. наук / М. М. Джуртубаев; Одесский гос. унив-т им. И. И. Мечникова. – Одесса, 1980. – 26 с.
5. Дуплаков С. Н. Материалы к изучению перифитона / С. П. Дуплаков // Тр. Лимнолог. станции в Косине, 1933. – Т. 16. – С. 5–160.
6. Каминская Л. Д. Обрастания берегозащитных сооружений Одесского залива / Л. Д. Каминская, Р. П. Алексеев, Е. В. Иванова, И. А. Синегуб. // Биол. поврежд. строит. и пром. материалов. – К.: Наук. думка, 1978. – С. 235–237.
7. Каминская Л. Д. Охрана биологических ресурсов прибрежной зоны Черного моря в условиях гидростроительства / Л. Д. Каминская, Р. П. Алексеев, И. А. Синегуб. // Всес. конф. Природн. среда и биол. рес. морей и океанов: тез. докл. – Л., 1984. – С. 35.
8. 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.
9. Shannon C. E. The mathematical theory of communication / C. E. Shannon, W. Weaver // Urbana: Univ. of Illinois Press. – 1963. – 177 p.
10. 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.

**Кулакова И. И. Вільноіснуючі нематоди перифітону штучних субстратів Одеської затоки Чорного моря // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 11. С. 229–234.**

На штучних субстратах Одеської затоки (Північно-західна частина Чорного моря) вивчений якісний і кількісний склад вільноіснуючих нематод. Матеріалом для даної роботи послужили проби мейобентосу, зібрані в червні 2013 р. на траверсах пляжів «Старік» і «Дельфін» (19 станцій). Встановлено, що в обростаннях траверсів частка нематод від загальної щільності поселень мейофауни варіювала від 17 до 27 %. Середні кількісні показники щільності поселень нематод становили від  $6,0 \pm 3,0$  до  $70,6 \pm 11,3$  тыс. экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, досягаючи високих значень в точці, розташованій 2,5 м від поверхні води. Серед виявлених 42 видів нематод домінували *Viscosia minor*, *V. glabra*, *Anoplostoma viviparum*, *Oncholaimus campylocercoides*, *Paracanthochus caecus*, *Chromadora nudicapitata* і *Neochromadora poecilosomoides*. У трофічних угрупованнях переважали «хижаки» (2B) і «соскабливатели» (2A)

*Ключові слова:* Чорне море, перифітон, нематоди, трофічні угруповання.

**Kulakova I. I. Free-living nematodes of periphyton of artificial substrates of Odessa Bay of the Black Sea // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 11. P. 229–234.**

On artificial substrates of Odessa Bay (north-western part of the Black Sea) studied the qualitative and quantitative composition of free-living nematodes. Material for this work would provide samples of meiobenthos collected in June 2013, traverses the beaches “Starik” and “Delphin” (19 stations). Found that fouling traverses share of the total nematode population density meiofauna ranged from 17 to 27 %. Average quantitative nematode population density ranged from  $6,0 \pm 3,0$  to  $70,6 \pm 11,3$  thousand ind. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, reaching high values at a point 2.5 m from the surface of the water. Detected among 42 species of nematodes dominated *Viscosia minor*, *V. glabra*, *Anoplostoma viviparum*, *Oncholaimus campylocercoides*, *Paracanthochus caecus*, *Chromadora nudicapitata* and *Neochromadora poecilosomoides*. In the main study area periphyton trophic groups of nematodes were “omnivores-carnivores” (2B) and “epistrate feeders” (2A). Omnivores-carnivores (2B) and “epistrate feeders” (2A) prevailed among the trophic groups.

*Key words:* Black Sea, periphyton, nematodes, trophic groups.

Поступила в редакцію 09.01.2014 з.