

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 591.9:639.4(265.54)

Л.С. Белогурова, С.И. Масленников*

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17МЕЙОФАУНА ОБРАСТАНИЯ САДКОВ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ
МАРИКУЛЬТУРЫ ГРЕБЕШКА В РАЙОНЕ О. РЕЙНЕКЕ
(ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Исследованы состав и распределение мейофауны обрастания садков экспериментальной установки марикультуры гребешка на акватории у о. Рейнеке (зал. Петра Великого, Японское море). Садки были размещены на глубинах 10, 15, 20, 25 и 30 м; сроки экспозиции составляли 12, 14 и 25 мес. Мейофауна обрастания садков была представлена 7 группами животных. Эвмейофауна включала в себя такие группы, как Foraminifera, Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda; псевдомейофауна была представлена молодью Polychaeta, Bivalvia, Amphipoda. Доминирующей группой эвмейофауны были нематоды (от 7 до 40 %), субдоминирующей — фораминиферы (от 15 до 37 %). Доля гарпактицид варьировала от 17 до 29 %. Суммарная плотность поселения трех основных групп эвмейофауны (фораминифер, нематод и гарпактицид) на садках сроком экспозиции 12 мес составляла 61 %, 14 мес — 70, а при экспозиции 25 мес — 81 % от общей плотности поселения мейофауны. Доля псевдомейофауны по биомассе во все сроки экспозиции достигала 65–67 % от суммарной биомассы. Установлено, что плотность поселения мейофауны увеличивается с возрастанием срока экспозиции. Выявлено преобладание эвмейофауны над псевдомейофауной по плотности поселения и псевдомейофауны над эвмейофауной по биомассе. Четыре вида нематод — *Anticoma possjetica*, *Axonolaimus seticaudatus*, *Monoposthia latiannulata* и *Pseudoncholaimus mediocaudatus* — являются массовыми. Они отмечены на всех глубинах во все сроки экспозиции.

Ключевые слова: марикультура, мейофауна, нематоды, плотность поселения.

Belogurova L.S., Maslennikov S.I. Fouling meiofauna on installations of the experimental scallop farm at Reineke Island in Peter the Great Bay, Japan Sea // Izv. TINRO. — 2010. — Vol. 160. — P. 245–257.

Taxonomic composition and population density of basic groups of meiofauna on cages of the experimental scallop farm at Reineke Island are considered in dependence on depth and exposure time. The cages were mounted at the depths of 10, 15, 20, 25, and 30 m in the area with water depth 30 m. Surface square of each cage was 0.2242 m². Samples of fouling meiofauna were washed through 68 μm nylon sieves, fixed by 4 % formaldehyde, and stained with the rose bengal. Seven taxonomic

* Белогурова Людмила Семеновна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: aqua@imb.dvo.ru; Масленников Сергей Иванович, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: aqua@imb.dvo.ru.

groups of meiofauna were found in the samples: 4 groups of eumeiofauna (Foraminifera, Harpacticoida, Nematoda, Ostracoda) and 3 groups of pseudomeiofauna (young Polychaeta, Bivalvia, Amphipoda). Animals of all groups were calculated in each sample and recalculated for the whole surface of cages. Generally, the representatives of eumeiofauna prevailed by population density: Foraminifera dominated on the cages exposed 12 months and Nematoda — on the cages exposed 14 months. Bivalvia were subdominating group in both these cases. For the cages with the maximal exposure (25 months), Nematoda were dominating group and Harpacticoida — subdominating group. Foraminifera were met at almost all depths, with only one exclusion, and constituted 15–37 % of total meiofauna; their maximal density (312 specimens per cage) was observed at 20 m depth after 12 months exposure. Nematoda were also found at all depths, their share was 7–40 %, their maximal density (242 specimens per cage) was observed at 30 m depth after 25 months exposure. Harpacticoida constituted 15–29 % of total meiofauna, with the maximal density (188 specimens per cage) at 30 m depth after 25 months exposure. Although eumeiofauna dominated in population density, pseudomeiofauna dominated in biomass. Four Nematoda species (*Anticoma possjetica*, *Axonolaimus seticaudatus*, *Monoposthia latiannulata*, and *Pseudoncholaimus mediocaudatus*) were abundant at all depths for any exposure time.

Key words: aquaculture, meiofauna, nematodes, population density.

Введение

Установки марикультуры, как любые гидротехнические сооружения на морском шельфе, являясь субстратом для морских организмов, сами становятся частью окружающей среды, изменяя динамику, состав и свойства экосистем. Наиболее серьезной технологической проблемой их эксплуатации является биообрастание установок (Масленников, 1996). В течение ряда лет в Институте биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН проводятся исследования по изучению процесса заселения искусственных субстратов при выращивании приморского гребешка. Одновременно с этим ведутся работы по исследованию состава и численности мейофауны, сопутствующей поселению приморского гребешка (Гальцова, 1982, 1991; Гальцова, Павлюк, 1993; Белогурова, Масленников, 2005, 2008; Масленников, Белогурова, 2008; Belogurova, Maslennikov, 2008).

Сведения по динамике сообщества мейофауны на антропогенных субстратах, размещенных на открытой акватории зал. Петра Великого, на данный момент отсутствуют. Однако только комплексное изучение мейофауны может дать правильное представление о ее составе и условиях существования на плантациях гребешка.

Цель настоящей работы — выяснение динамики качественного состава мейофауны обрастания садков установки марикультуры на открытой акватории у о. Рейнеке (зал. Петра Великого), а также определение плотности поселения и биомассы таксономических групп мейофауны на садках для культивирования моллюсков в зависимости от глубины и сроков экспозиции.

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили 105 количественных проб мейофауны, собранных в 1988–1989 гг. с обрастания садков установки марикультуры гребешка, расположенной на морской акватории вблизи о. Рейнеке (рис. 1), в разные сроки экспозиции (табл. 1).

Глубина моря в месте размещения установки составляла 30 м. Садки с моллюсками размещались на глубинах 10, 15, 20, 25 и 30 м от поверхности воды. Садок представлял собой конус с пластиковым донным каркасом диаметром 0,3 м, обтянутый капроновой делью с ячейей 10 мм. Площадь поверхности садков составляла 0,2242 м². После выборки гребешка и его количественного учета с садков счищались обрастания. Полученную таким образом пробу промывали через почвенные сита: с ячейей 1 мм (верхнее) и мельничный газ № 77

(63 мкм) (нижнее) — и фиксировали 4 %-ным формалином. Дальнейшую обработку проб проводили по стандартной методике (Гальцова, 1971). Отмытые организмы мейофауны окрашивали витальным красителем “бенгальская роза”, разбирали под биноклем в камере Богорова. Полученные результаты подсчета организмов мейофауны пересчитывали на садок. Биомассу животных мейофауны вычисляли, используя данные В.В. Гальцовой и О.Н. Павлюк (1987), рассчитанные по номограммам Численко (Численко, 1968). Таксономическое определение животных проводилось до уровня отряда или класса. Свободноживущих морских нематод идентифицировали до вида.

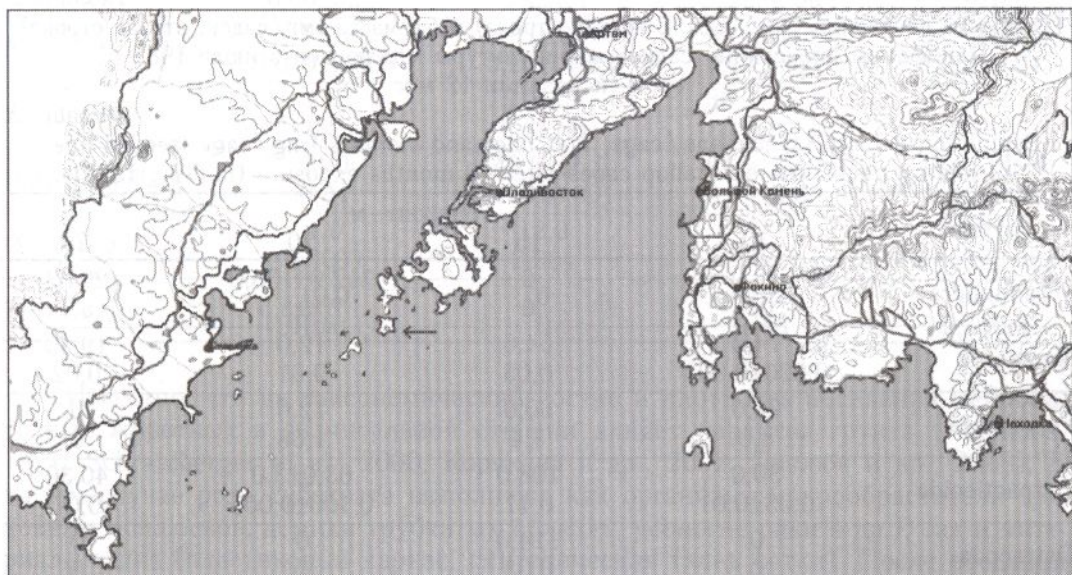


Рис. 1. Карта-схема района исследования. Стрелка указывает на размещение экспериментальной установки марикультуры моллюсков

Fig. 1. Scheme of the area of study. Installations of the experimental scallop farm are shown with the arrow

Таблица 1
Материал, положенный в основу работы (1988–1989 гг.)
Table 1

Basic data description (1988–1989)				
Глубина, м	Количество проб			Всего
	1988 г.		1989 г.	
	Июль	Сентябрь	Август	
10	3	7	4	14
15	2	7	6	15
20	3	6	—	9
25	3	6	8	17
30	—	12	38	50
Всего	11	38	56	105

Для выделения трофической структуры сообщества морских нематод использовали классификацию Визера (Wieser, 1953), основанную на строении и функционировании ротовой полости. Выделены 4 трофические группы: детритофаги (потребляют бактерий и мелкие частицы детрита из грунта), неселективные детритофаги (потребляют детритные комплексы), “соскабливатели” (питаются бактериями и микроводорослями, которые образуют пленку, покрывающую частицы осадка), всеядные и хищники — (питаются теми же способами, что “соскабливатели” и детритофаги, но могут заглатывать мелких животных, в том числе и нематод).

Результаты и их обсуждение

Были исследованы качественный состав и количественное распределение мейофауны обрастания садков экспериментальной установки марикультуры на открытой акватории у о. Рейнеке. В составе мейофауны отмечено 7 таксономических групп (табл. 2-4). Эвмейофауна включала в себя такие группы, как Foraminifera, Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda; псевдомейофауна была представлена неполовозрелыми Polychaeta, молодью Bivalvia, ювенильными особями Amphipoda.

Таблица 2

Плотность поселения (экз./садок, первая строка) и биомасса (мг/садок, вторая строка) мейофауны обрастания садков марикультуры моллюсков в июле 1988 г., срок экспозиции 12 мес

Table 2

Population density (specimens/cage, first line) and biomass (mg/cage, second line) of fouling meiofauna on scallop cages after 12 months exposure (in July, 1988)

Группа	Горизонт, м			
	10	15	20	25
Foraminifera	12,0	0	312,0±138,0	204,3
	0,3	0	7,8±3,5	5,1
Nematoda	14,0	54,0	12,0	19,30
	0,020±0,003	0,05	0,01	0,02
Polychaeta	92,0	60,0	12,0	0
	8,0	5,4	1,08	0
Harpacticoida	30,0	108,0	63,0±3,0	40,30
	0,05±0,01	0,17	0,100±0,005	0,07
Ostracoda	0	114,0	0	0
	0	0,03	0	0
Bivalvia	240,0	66,0	24,0	5,5±0,5
	8,0	2,3	0,8	0,19±0,02

Таблица 3

Плотность поселения (экз./садок, первая строка) и биомасса (мг/садок, вторая строка) мейофауны обрастания садков марикультуры моллюсков в сентябре 1988 г., срок экспозиции 14 мес

Table 3

Population density (specimens/cage, first line) and biomass (mg/cage, second line) of fouling meiofauna on scallop cages after 14 months exposure (in September, 1988)

Группа	Горизонт, м				
	10	15	20	25	30
Foraminifera	2,0	84,8±33,5	68,0	47,0	20,4
	6,04	2,1±0,9	1,84	1,17	0,50±0,08
Nematoda	169,2±58,3	140,3±46,1	230,4±55,2	176,0±72,3	58,0±14,4
	0,20±0,06	0,100±0,046	0,2	0,20±0,07	0,06±0,01
Polychaeta	18,0	11,0	0	46,0	37,5
	1,62	0,99	0	4,2±1,1	3,38±2,14
Harpacticoida	88,0±33,4	74,8±27,9	33,8	74,2±14,4	38,0
	0,14±0,05	0,100±0,045	0,050±0,009	0,10±0,02	0,06±0,02
Ostracoda	6,0	6,0	13,3	3,3	7,0
	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002
Amphipoda	0	4,0	18,0	11,0	13,2
	0	0,1	0,5	0,27	0,33±0,07
Bivalvia	11,0	4,0	138,0	87,5±27,4	47,0
	0,4	1,5±0,6	4,8	3,1±0,9	1,65±1,06

Таблица 4

Плотность поселения (экз./садок, первая строка) и биомасса (мг/садок, вторая строка) мейофауны обрастания садков марикультуры моллюсков в августе 1989 г., срок экспозиции 25 мес

Table 4

Population density (specimens/cage, first line) and biomass (mg/cage, second line) of fouling meiofauna on scallop cages after 25 months exposure (in August, 1989)

Группа	Горизонт, м			
	10	15	25	30
Foraminifera	24,0 0,60±0,27	136,0±55,2 3,4±1,4	50,0±18,3 1,25±0,50	112,9±31,0 2,8±0,8
Nematoda	14,0 0,020±0,005	148,0±30,8 0,20±0,03	99,1±34,2 0,10±0,03	242,2±39,3 0,20±0,04
Polychaeta	2,0 0,2	75,0±19,7 6,8±1,8	36,3±18,4 3,3	54,3 4,9±0,8
Harpacticoida	24,0 0,04	148,0±56,6 0,200±0,091	94,9±39,9 0,15±0,06	188,5±49,9 0,30±0,08
Ostracoda	1,0 0,0003	12,0 0,004	7,0 0,002	10,0 0,003±0,001
Bivalvia	10,0 0,40±0,17	0 0	42,50 1,48	66,1 2,3±0,3

Известно, что на таксономический состав и плотность поселения мейобентосных животных в значительной степени влияет характер грунта (Гальцова, 1991; Schratzberger et al., 2000; Корякова и др., 2002; Павлюк и др., 2003). В нашем случае роль субстрата выполняют как организмы-макрообрастатели (раковины моллюсков, домики трубчатых полихет, усоногие раки и др.), так и материалы садка (пластиковый каркас, синтетическая ткань сетки). После оседания на искусственный субстрат организмы макрообрастания своей жизнедеятельностью изменяют его физические свойства: на субстрат могут оседать взвешенные в воде частицы детрита, различные органические остатки, кроме того, микрофитобентос, поселившийся ранее, образует особый микрорельеф поверхности. Таким образом, на искусственном субстрате создаются условия для обитания не только прикрепленных форм, но и подвижных мелких организмов мейофауны. Развивается мейофауна, которая приспособилась к жизни в особых условиях, во многом определяемых жизнедеятельностью приморского гребешка.

В эвмейофауне доминировали нематоды и фораминиферы. Нематоды встречались на протяжении всего срока исследования на всех глубинах, на их долю приходилось от 7 до 40 % суммарной плотности поселения мейофауны (рис. 2–4). Наибольшая численность нематод (242 экз./садок) отмечена в заиленных пробах на глубине 30 м при сроке экспозиции 25 мес (табл. 4). Минимальная плотность поселения (12 экз./садок) наблюдалась на раковинах незаиленного гребешка на глубине 20 м при экспозиции 12 мес (см. табл. 2). Зависимость плотности поселения нематод от содержания органического детрита в грунте была показана ранее (Гальцова, 1991; Фадеева, 1991; Павлюк, 2001, 2004) при исследовании бентосных нематод. Очевидно, заиленные садки с гребешками содержат большое количество детрита — одного из основных источников питания для нематод. Это и способствует увеличению плотности поселения нематод в мейофауне обрастания установки марикультуры по выращиванию гребешка.

Фораминиферы встречались на протяжении всего исследования на всех глубинах (кроме горизонта 15 м, экспозиция 12 мес). Их доля составляла от 15 до 37 % суммарной плотности поселения мейофауны (рис. 2–4). Максимальная плотность поселения фораминифер (312 экз./садок) отмечена на глубине 20 м при экспозиции 12 мес (табл. 2) на слабозаиленных раковинах гребешка, минимальная

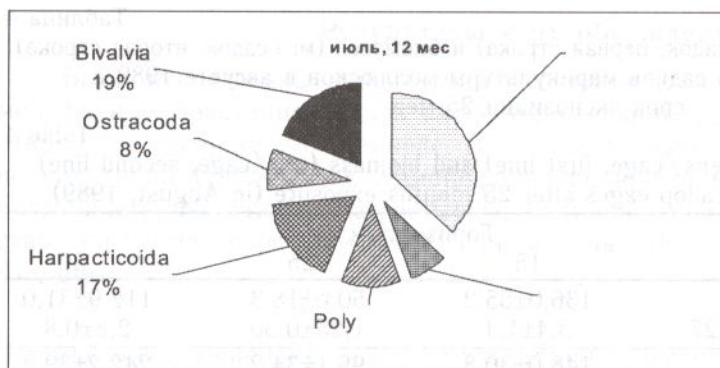


Рис. 2. Состав мейофауны, усредненный по суммарной плотности поселения в июле, экспозиция 12 мес

Fig. 2. Composition of fouling meiofauna averaged by total population density for the samples collected in July, 1988 (after 12 months exposure)

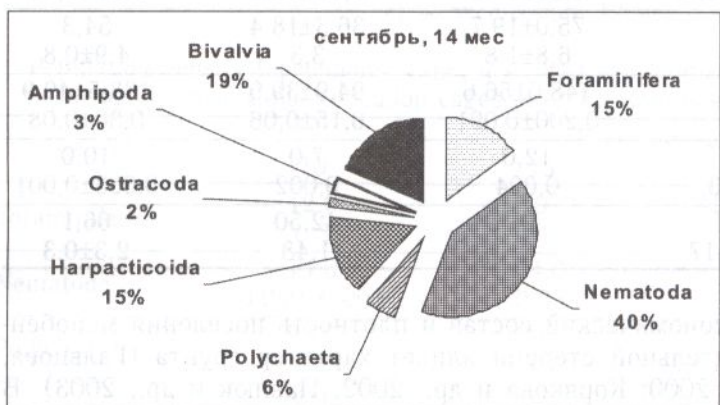


Рис. 3. Состав мейофауны, усредненный по суммарной плотности поселения в сентябре, экспозиция 14 мес

Fig. 3. Composition of fouling meiofauna averaged by total population density for the samples collected in September, 1988 (after 14 months exposure)

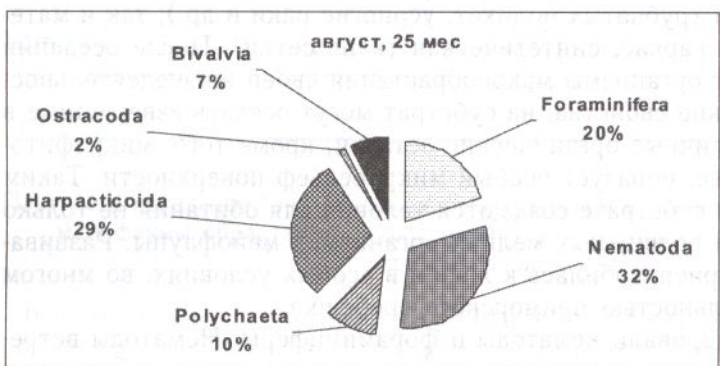


Рис. 4. Состав мейофауны, усредненный по суммарной плотности поселения в августе, экспозиция 25 мес

Fig. 4. Composition of fouling meiofauna averaged by total population density for the samples collected in August, 1989 (after 25 months exposure)

(2 экз./садок) — на глубине 10 м при экспозиции 14 мес (табл. 3) на заиленных раковинах гребешка. Известно, что для жизни фораминифер наиболее благоприятны не илы, а пески разной зернистости (Тарасова, Преображенская, 2000).

Плотность поселения гарпактицид была ниже, чем нематод и фораминифер, составляя от 15 до 29 % общей плотности поселения мейофауны (рис. 2–4). Максимальная плотность поселения гарпактицид (188 экз./садок) отмечена на глубине 30 м, минимальная (24 экз./садок) — на глубине 10 м при экспозиции 25 мес (табл. 4).

Остракоды были отмечены во все сроки экспозиции. При экспозиции 12 мес они встречались только на глубине 15 м, а при экспозиции 14 и 25 мес — на всех исследуемых глубинах. Доля остракод не превышала 2–8 % общей плотности поселения мейофауны (рис. 2–4). Наибольшая численность остракод (114 экз./садок) отмечена на глубине 15 м (экспозиция 12 мес, табл. 2) на слабозаиленном субстрате, минимальная (1 экз./садок) — на глубине 10 м (экспозиция 25 мес, табл. 4).

Псевдомейофауна составляла от 17 до 31 % общей плотности поселения мейофауны (рис. 2–4). В псевдомейофауне во все сроки экспозиции доминировали *Bivalvia* и *Polychaeta*. Моллюски встречались на протяжении всего срока исследования на всех глубинах, кроме горизонта 15 м, при экспозиции 25 мес. На их долю приходилось от 7 до 19 % общей численности мейофауны (рис. 2–4). Максимальная плотность поселения *Bivalvia* (240 экз./садок) отмечена на глубине 10 м (экспозиция 12 мес, табл. 2), минимальная (10 экз./садок) — на глубине 10 м при экспозиции 25 мес (табл. 4).

Полихеты отмечались во все сроки экспозиции, но отсутствовали на глубинах 25 и 20 м (соответственно экспозиция 12 и 14 мес, табл. 2, 3). Доля полихет составила от 6 до 12 % всей мейофауны.

Амфиподы были отмечены только при экспозиции 14 мес на глубинах 15, 20, 25 и 30 м (табл. 3). Их доля не превышала 3 % общей плотности поселения мейофауны (рис. 3).

Отмечено нарастание суммарной плотности поселения мейофауны с возрастанием срока экспозиции. Данная тенденция наблюдалась на всех глубинах, за исключением 10 м (при экспозиции 25 мес), где суммарная плотность поселения мейофауны составляла всего 75 экз./садок. Это минимальная величина, зафиксированная за весь период наблюдения. На садках верхнего горизонта к этому моменту отмечено развитие интенсивного мидиевого обрастания, которое способствует заилению субстрата фекалиями и псевдофекалиями. При распаде накопленных биоотложений мидий часто возникают анаэробные условия с выделением сероводорода (Седова, Кучерявенко, 1995). По-видимому, это может служить объяснением наблюдаемого минимума плотности поселения мейофауны на глубине 10 м при экспозиции 25 мес. Максимальные значения суммарной плотности поселения мейофауны (519 и 674 экз./садок) отмечены при экспозиции 25 мес, на глубинах 15 и 30 м (см. табл. 4).

При экспозиции 12 мес с увеличением глубины в мейофауне сообщества обрастания садков происходила смена доминантов по плотности поселения (см. табл. 2). На глубине 10 м доминировали *Bivalvia*, далее первое место переходило к *Ostracoda* (глубина 15 м). На больших глубинах преобладали *Foraminifera*. Субдоминировали на глубине 10 м *Polychaeta*, на остальных глубинах — *Haracticoida*.

При экспозиции 14 мес в мейофауне на всех глубинах преобладали *Nematoda* (см. табл. 3). Субдоминирующими группами мейофауны являлись на глубинах 10, 15, 25, 30 м *Haracticoida*, кроме того, на глубине 15 м доминировали и *Foraminifera*, а на глубинах 20 и 30 м — *Bivalvia*.

При экспозиции 25 мес с нарастанием глубины вновь отмечалась смена доминантов по плотности поселения мейофауны сообщества обрастания садков (см. табл. 4). На глубине 10 м доминировали *Foraminifera* и *Haracticoida*, субдоминировали *Nematoda*, на глубине 15 м доминирование переходило к *Nematoda* и *Haracticoida*, субдоминантами были *Foraminifera*. На максимальной глубине (30 м) преобладали *Nematoda*, субдоминировали *Haracticoida* и *Foraminifera*.

Таким образом, максимальные значения суммарной плотности поселения мейофауны (519 и 674 экз./садок) отмечены на глубинах 15 и 30 м, а минимальная (75 экз./садок) — на глубине 10 м при экспозиции 25 мес.

Процентное соотношение всех групп мейофауны по средней биомассе представлено на рис. 5–7. Доля псевдомейофауны по биомассе значительно больше доли эвмейофауны за счет развития молодежи *Polychaeta* и *Bivalvia*. На всех сроках экспозиции доля псевдомейофауны достигала 65–67 % суммарной биомассы. Максимальная биомасса псевдомейофауны (67 %) отмечена в августе при максимальном сроке экспозиции (25 мес). Из всех групп псевдомейофауны наиболее высокая биомасса наблюдалась для *Polychaeta*: при экспозиции 12 мес она составила 36,60 %, 14 мес — 28,53, 25 мес — 52,99 % (рис. 5–7). На втором месте по биомассе находились *Bivalvia*. Их доля составляла от 14,61 до 32,06 % общей

биомассы мейофауны (рис. 5–7). Содержание в пробах амфипод-гаммарид не превышало 3,36 %. Они были зарегистрированы только в сентябре (срок экспозиции 14 мес, рис. 6).

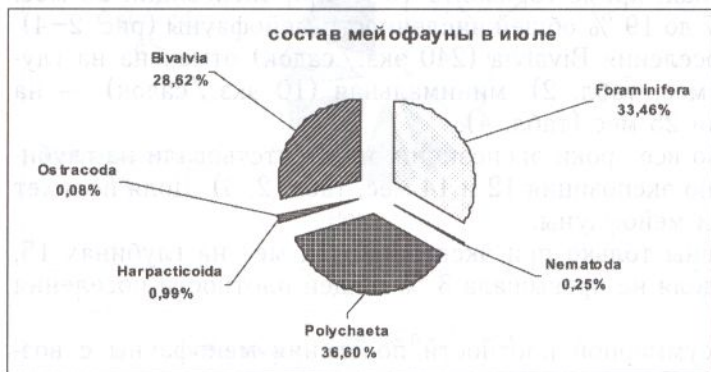


Рис. 5. Состав мейофауны, усредненный по суммарной биомассе в июле, экспозиция 12 мес

Fig. 5. Composition of fouling meiobenthos averaged by total biomass for the samples collected in July, 1988 (after 12 months exposure)

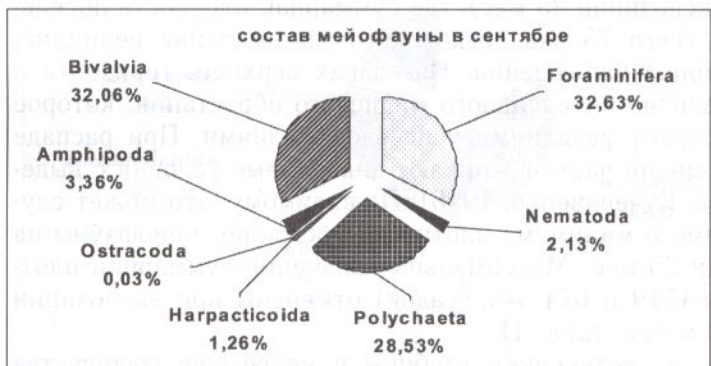


Рис. 6. Состав мейофауны, усредненный по суммарной биомассе в сентябре, экспозиция 14 мес

Fig. 6. Composition of fouling meiobenthos averaged by total biomass for the samples collected in September, 1988 (after 14 months exposure)



Рис. 7. Состав мейофауны, усредненный по суммарной биомассе в августе, экспозиция 25 мес

Fig. 7. Composition of fouling meiobenthos averaged by total biomass for the samples collected in August, 1989 (after 25 months exposure)

Биомасса эвмейофауны во все сроки экспозиции составила от 32 до 36 % общей биомассы мейофауны. Из всех групп эвмейофауны наиболее высокая биомасса отмечена для Foraminifera (от 28,14 до 33,43 %). Максимальная биомасса фораминифер (33,43 %) зарегистрирована в июле (срок экспозиции 12 мес). По-видимому, объяснением служит наблюдаемое в этот момент массовое развитие диатомовых водорослей, которые являются одним из пищевых объектов фораминифер (Тарасова, Преображенская, 2000).

Биомасса остальных групп эвмейофауны (Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda) меньше. Их суммарная доля не превышала 1,32–4,26 % всей биомассы мейофауны (рис. 5–7). Таким образом, в мейофауне обрастания садков по плотности поселения преобладала эвмейофауна, по биомассе — псевдомейофауна.

В исследованном районе зарегистрировано 23 вида свободноживущих морских нематод, относящихся к 16 родам, 11 семействам и 5 отрядам (табл. 5). Видовой статус некоторых экземпляров, обозначенных в табл. 5 "sp.", нуждается в уточнении.

Видовой состав нематод в сообществе обрастания садков на акватории о. Рейнеке (Японское море)

Table 5

Species composition of nematodes from the fouling community of scallop cages mounted at Reineke Island (Japan Sea)

Таксон	Время сбора												ТГ	
	1988						1989							
	Июль				Сентябрь				Август					
	Глубина, м													
	10	15	20	25	10	15	20	25	30	10	15	25	30	
<i>Anticoma possjetica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1A
<i>Axonolaimus seticaudatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2A
<i>Chromadora nudicapitata</i>	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	2A
<i>Dorylaimopsis peculiaris</i>	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	2A
<i>Enoplolaimus medius</i>	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	2B
<i>Euristomina alekseevi</i>	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	2B
<i>Monoposthia costata</i>	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	2A
<i>Monoposthia latiannulata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2A
<i>Oncholaimium domesticum</i>	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	2B
<i>Oncholaimium japonicum</i>	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	2B
<i>Oncholaimus brachycercus</i>	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	2B
<i>Paracanthonus macrodon</i>	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	2A
<i>Pseudoncholaimus mediocaudatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2B
<i>Pseudoncholaimus venustus</i>	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	2B
<i>Pseudoncholaimus vesicarius</i>	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	2B
<i>Sabatieria finitima</i>	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	1B
<i>Sabatieria possjetica</i>	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	1B
<i>Sabatieria pulchra</i>	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	1B
<i>Steineria</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	1B
<i>Steineridora borealis</i>	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	2A
<i>Theristus subacer</i>	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	1B
<i>Tyrodora rectispiculata</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	1B
<i>Viscosia stenostoma</i>	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	2B
Общее количество видов	7	8	12	18	12	11	14	16	12	12	8	12	20	

Примечание. ТГ — трофическая группировка: 1A — детритофаги, 1B — неселективные детритофаги, 2A — “соскабливатели”, 2B — всеядные и хищники.

Наибольшее видовое богатство нематод (16–20 видов) наблюдалось на глубине 25 и 30 м. Максимальное число видов нематод (20) отмечено на глубине 30 м при экспозиции 25 мес. Фауна нематод на глубине 10 и 20 м была менее богата и составляла от 7 до 14 видов. Четыре вида нематод — *Anticoma possjetica*, *Axonolaimus seticaudatus*, *Monoposthia latiannulata* и *Pseudoncholaimus mediocaudatus* — являлись массовыми по частоте встречаемости. Они отмечены на всех глубинах во все сроки экспозиции. Для остальных видов нематод четкой приуроченности к глубинам не обнаружено. В трофической структуре морских нематод в этой части залива доминировали две группы — “соскабливатели” и всеядные и хищники (соответственно по 30 и 40 % от численности животных в группировке). Доля неселективных детритофагов составляла 26 %, а детритофагов — 4 % (рис. 8). Данные по распределению трофических групп нематод на экспериментальных установках в районе о. Рейнеке совпадают с таковыми для разных районов Японского моря и других морей. В песчаных осадках, как правило, преобладают “соскабливатели”, а также всеядные и хищники, в илистых осадках — детритоядные нематоды (Гальцова, 1991; Фадеева, 1991; Павлюк, 2000, 2001, 2004; Kim et al., 2000; Szulwinsky et al., 2001; и др.).

Как показали наши наблюдения, плотность поселения организмов мейофауны садков на о. Рейнеке оказалась значительно ниже по сравнению с таковой в

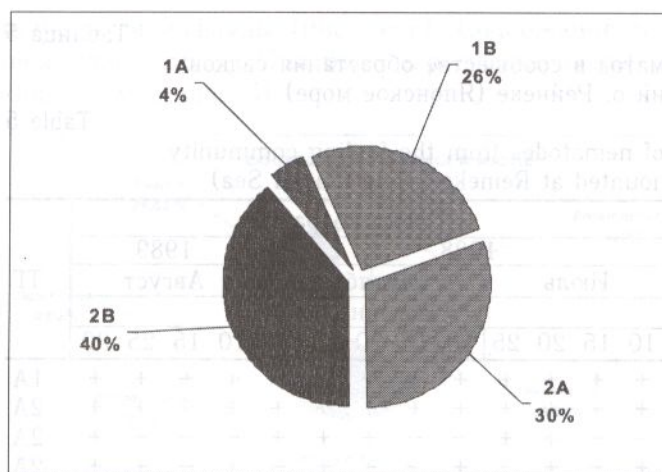


Рис. 8. Трофическая структура нематод мейофауны обрастания садков у о. Рейнеке: 1А — детритофаги, 1В — неселективные детритофаги, 2А — “соскабливатели”, 2В — всеядные и хищники

Fig. 8. Trophic structure of nematodes from the fouling community of scallop cages mounted at Reineke Island: 1A — selective detritophages, 1B — non-selective detritophages, 2A — epistratum consumers, 2B — omnivores

бухте Алексеева (Гальцова, Павлюк, 1987, 1993, 2000; Павлюк и др., 2008). Небольшое количество мейофауны на садках позволяет сделать вывод о том, что сообщество обрастания марикультуры приморского гребешка в районе о. Рейнеке находится на ранней стадии сукцессии.

Преобладание эвмейофауны по плотности поселения отмечалось в сообществах обрастания как на промышленных установках марикультуры по разведению приморского гребешка в Японском море, так и на искусственных субстратах по выращиванию мидий в Белом море (Гальцова, 1976, 1991; Гальцова и др., 1985; Гальцова, Павлюк, 1987, 2000), при этом отмечено доминирование нематод. В нашем случае по плотности поселения также преобладали нематоды. Различия заключались в значительно меньших в наших исследованиях показателях количественного обилия организмов мейофауны. Мы это объясняем тем, что нами исследовалась мейофауна моллюсков пионерного сообщества обрастания садков на открытой акватории, а предыдущие исследования (Гальцова, 1982; Гальцова и др., 1985; Гальцова, Павлюк, 1987, 1993) были посвящены изучению мейофауны климаксного сообщества мидиевого обрастания в полузакрытой бухте Алексеева. Кроме того, ранее изучалась мейофауна мидиевого сообщества обрастания садков для культивирования гребешка на изменяемой глубине (Кашин, Масленников, 1993) либо мейофауна мидиевого сообщества обрастания асбестовых пластин сроком экспозиции от 5 до 7 лет на глубинах от 0,5 до 20,0 м (Гальцова и др., 1985). Этим можно объяснить меньшие показатели плотности поселения организмов мейофауны на экспериментальной установке марикультуры по выращиванию гребешка у о. Рейнеке (Масленников, 1996).

Сравнение видового состава нематофауны коллекторов в бухте Троицы (Белокурова, Масленников, 2005) с данными на открытой акватории у о. Рейнеке показало, что из четырех массовых видов нематод имеются два общих: *A. possjetica* и *M. latiannulata*. Из четырех массовых видов, отмеченных на садках по выращиванию приморского гребешка в бухте Алексеева (Гальцова, Павлюк, 1987, 1993), три вида нематод являются общими с видами из садков в районе о. Рейнеке: *M. latiannulata*, *A. seticaudatus*, *P. mediocaudatus*. Род *Monopostia* отмечен как для мейофауны обрастания гребешков в нашем случае, так и для мейофауны мидиевого обрастания на Белом море. Виды этого рода приурочены к более молодым сообществам обрастания на придонных горизонтах. Виды *A. possjetica* и *M. latiannulata* доминируют среди нематод на коллекторах в бухте Троицы и у о. Рейнеке, а также в мейобентосе бухты Алексеева через 10 лет после демонтажа плантаций марикультуры (Павлюк и др., 2001). В бухте Алексеева (Павлюк и др., 2001) происходит процесс возвращения нарушенных под воздействием плантаций марикультуры донных сообществ к природному состоянию. На коллекто-

рах бухты Троица и у о. Рейнеке происходит формирование пионерного сообщества, когда чистые антропогенные субстраты заселяются видами, наиболее приспособленными к быстрой колонизации, т.е. в обоих случаях мы имеем дело с пионерным сообществом, не достигшим климаксовой стадии. Можно предположить, что комплекс видов нематод *A. possjetica*, *M. latiannulata*, *P. mediocaudatus*, *Sabatieria pulchra* характерен для пионерной фазы формирования сообщества обрастания.

Это подтверждается сравнением состава сообществ нематод естественных сообществ с составом мейофауны сообществ обрастания садков. Так, найденные в обрастании садков в районе о. Рейнеке и доминирующие в природных сообществах мейобентоса бухты Алексева виды (Павлюк и др., 2001) встречались лишь на глубинах более 20 м. Следует заметить, что даже на этих глубинах виды *A. possjetica*, *M. latiannulata*, *P. mediocaudatus* не преобладали по плотности поселения в природном сообществе. В донных сообществах зал. Петра Великого (Павлюк, 2000; Павлюк и др., 2008) встречаются только три вида нематод из выделенного нами комплекса пионерного сообщества обрастания садков у о. Рейнеке — *A. possjetica*, *M. latiannulata*, *S. pulchra*, причем *M. latiannulata* преобладает по частоте встречаемости. В умеренно загрязненных районах в донных сообществах (Павлюк и др., 2003) также встречаются виды выделенного нами на садках комплекса: *A. possjetica*, *M. latiannulata*, *P. mediocaudatus*, *S. pulchra*, причем только последний является массовым видом.

Заключение

На основании анализа количественного распределения мейофауны обрастания садков экспериментальной установки марикультуры гребешка на акватории о. Рейнеке можно сделать следующие выводы: сообщество обрастания садков марикультуры приморского гребешка в 1988–1989 гг. находилось на ранней стадии сукцессии. Мейофауна обрастания садков была представлена 7 таксономическими группами животных. Доминирующей группой по плотности поселения при экспозиции 12 мес были Foraminifera (37 %), а при экспозиции 14 и 25 мес — Nematoda (соответственно 40 и 32 %). Плотность поселения мейофауны увеличивалась со сроком экспозиции и с глубиной. Выявлено преобладание эвмейофауны над псевдомейофауной по плотности поселения, а псевдомейофауны над эвмейофауной по биомассе.

Видовой список нематод насчитывал 23 вида, из них *A. possjetica*, *A. seticaudatus*, *M. latiannulata* и *P. mediocaudatus* являлись массовыми по частоте встречаемости. Они отмечены на всех глубинах во все сроки экспозиции. Наши данные подтверждают, что род *Anticoma* характерен для морской мейофауны, род *Monoposthia* — для формирующихся сообществ на придонных горизонтах. Комплекс видов нематод *A. possjetica*, *M. latiannulata*, *P. mediocaudatus*, *S. pulchra* характерен для пионерной фазы формирования сообществ мейофауны. В трофических группировках нематод на всех глубинах доминировали “соскабливатели”, а также всеядные и хищники.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов: ДВО-1 № 09-1-П23-01, 09-1-П15-03.

Список литературы

Белогурова Л.С., Масленников С.И. Исследование сообществ мейоэпифауны культивируемых двустворчатых моллюсков в заливе Китовом Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 140. — С. 366–375.

Белогурова Л.С., Масленников С.И. Мейофауна сообщества обрастания садков марикультуры моллюсков (зал. Петра Великого, Японское море) // Современное состояние водных биоресурсов : мат-лы Междунар. конф. — Новосибирск : Агрос, 2008. — С. 82–87.

- Гальцова В.В.** Количественный учет мейобентоса // Гидробиол. журн. — 1971. — Т. 7, № 2. — С. 132–136.
- Гальцова В.В.** Мейобентос в морских экосистемах на примере свободноживущих нематод : монография. — Л. : ЗИН АН СССР, 1991. — 240 с.
- Гальцова В.В.** Мейофауна и нематоды обрастаний на искусственных коллекторах для сбора мидий // Зоол. журн. — 1982. — Т. 61, вып. 9. — С. 1422–1424.
- Гальцова В.В.** Свободноживущие морские нематоды как компонент мейобентоса губы Чупа Белого моря // Нематоды и их роль в мейобентосе. — Л. : Наука, 1976. — С. 165–270.
- Гальцова В.В., Галкина В.Н., Кулаковский Э.Е. и др.** Исследование биоценоза мидий на искусственных субстратах в условиях марикультуры на Белом море // Экология обрастаний в Белом море. — Л. : ЗИН АН СССР, 1985. — С. 76–88.
- Гальцова В.В., Павлюк О.Н.** Мейобентос бухты Алексева (залив Петра Великого, Японское море) в условиях марикультуры приморского гребешка : препр. № 20. — Владивосток : ИБМ ДВНЦ АН СССР, 1987. — 49 с.
- Гальцова В.В., Павлюк О.Н.** Мейобентос в условиях марикультуры приморского гребешка в бухте Алексева Японского моря // Биол. моря. — 1993. — № 5–6. — С. 17–22.
- Гальцова В.В., Павлюк О.Н.** Сезонная динамика плотности поселения мейобентоса в Амурском заливе Японского моря // Биол. моря. — 2000. — Т. 26, № 3. — С. 160–165.
- Кашин И.А., Масленников С.И.** Обрастание сооружений для выращивания приморского гребешка // Биол. моря. — 1993. — № 4. — С. 90–97.
- Корякова М.Д., Никитин В.М., Звягинцев А.Ю., Белогурова Л.С.** Влияние загрязнения портовых вод на обрастание и биокоррозию стали // Биол. моря. — 2002. — Т. 28, № 2. — С. 138–142.
- Масленников С.И.** Обрастание установок марикультуры приморского гребешка в заливе Петра Великого (Японское море) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ДВО РАН, 1996. — 24 с.
- Масленников С.И., Белогурова Л.С.** Исследование сообществ мейофауны садков экспериментальной установки марикультуры гребешка (зал. Петра Великого, Японское море) // Экологические системы: фундаментальные и прикладные исследования : сб. мат-лов 2-й Всерос. науч.-практ. конф. Ч. 2. — Нижний Тагил, 2008. — С. 52–56.
- Павлюк О.Н.** Мейобентос бухт острова Фуругельма и бухты Сивучья (залив Петра Великого Японского моря) // Биол. моря. — 2004. — Т. 30, № 3. — С. 183–190.
- Павлюк О.Н.** Сезонная динамика плотности поселения массовых видов и трофических групп свободноживущих морских нематод // Биол. моря. — 2000. — Т. 26, № 6. — С. 377–384.
- Павлюк О.Н.** Таксономический состав и плотность поселения мейобентоса в районе залива Петра Великого, прилегающем к устью реки Туманной // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. — Владивосток : Дальнаука, 2001. — Т. 2. — С. 73–83.
- Павлюк О.Н., Преображенская Т.В., Тарасова Т.С.** Межгодовые изменения в структуре сообществ мейобентоса бухты Алексева Японского моря // Биол. моря. — 2001. — Т. 27, № 2. — С. 127–132.
- Павлюк О.Н., Тарасова Т.С., Требухова Ю.А.** Сообщество фораминифер и нематод в районе поля анфельции тобучинской в проливе Старка (залив Петра Великого, Японское море) // Биол. моря. — 2008. — Т. 34, № 3. — С. 183–189.
- Павлюк О.Н., Требухова Ю.А., Шулькин В.М.** Структура сообщества свободноживущих нематод в бухте Врангеля Японского моря // Биол. моря. — 2003. — Т. 29, № 6. — С. 388–394.
- Седова Л.Г., Кучерявенко А.В.** Влияние культивирования моллюсков на экологию двух бухт залива Петра Великого (Японское море) // Междунар. симпозиум по марикультуре : тез. докл. — М. : ВНИРО, 1995. — С. 38.
- Тарасова Т.С., Преображенская Т.В.** Влияние марикультуры приморского гребешка на комплексы фораминифер бухты Алексева Японского моря // Биол. моря. — 2000. — Т. 26, № 3. — С. 166–174.
- Фадеева Н.П.** Распределение свободноживущих нематод в районе бухты Киевка // Биологические исследования бентоса и обрастания в Японском море. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. — С. 66–84.

Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (морской мезобентос и планктон). — Л. : Наука, 1968. — 106 с.

Belogurova L.S., Maslennikov S.I. Meiofauna of fouling community on mariculture installations in Peter the Great Bay, Sea of Japan/East Sea // Marine biodiversity and bioresources of the north-eastern Asia : book of abstracts. — Jeju, Korea, 2008. — P. 133–136.

Kim D., Je J.-G., Lee J.-H. The community structure and spatial distribution of meiobenthos in the Kanghwa tidal flat, west coast of Korea // Ocean Res. — 2000. — Vol. 22, № 1. — P. 15–22.

Schratzberger M., Gee J.M., Rees H.L. et al. The structure and taxonomic composition of sublittoral meiofauna assemblages as an indicator of the status of marine environments // J. Mar. Biol. Assoc. U.K. — 2000. — Vol. 80, № 6. — P. 969–980.

Szulwinski M., Radziejewska T., Drgas A. Trophic structure of free-living nematode assemblages along a southern Baltic transect // Folia Univ. Agr. Stetin. — 2001. — Vol. 218, pisc. 28. — P. 141–150.

Wieser W. Die Beziehung zwischen Mundholengestalt, Ernährungswiese und Vorkommen bei freilebenden marinen Nematoden // Ark. Zool. — 1953. — Bd. 4, H. 5. — S. 439–484.

Поступила в редакцию 28.10.09 г.