

Межгодовая динамика эпибионтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в восточной части Амурского залива (Японское море)

И.И. Овсянникова, И.Р. Левенец

Институт биологии моря ДВО РАН, Владивосток 690041, Россия

Межгодовые изменения качественного и количественного состава макроэпибионтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) изучали в период с 1982 по 1995 гг. в загрязненной восточной части Амурского залива. Обнаружено 56 видов эпибионтов. Наибольшая частота встречаемости (70–100%) отмечена у многощетинковых червей, усоногих раков и бурых водорослей. Баланусы и полихеты преобладали по биомассе и плотности поселения. Средняя биомасса эпибиоза гребешка составила 35,5 г/дм², плотность поселения – 51,4 экз./дм². Наиболее значимые изменения произошли среди эпибионтных усоногих раков. Экологически более пластичный вид *Hesperibalanus hesperius*, предпочитающий поселиться на раковинах моллюсков, заменил доминировавшего в 1987–1994 гг. крупного балануса *Balanus rostratus*. Увеличилось (от 27 до 100%) повреждение раковин гребешка сверлящими полихетами *Polydora* и *Dipolydora* по мере заиливания донных осадков. Таким образом, соотношения основных видов и групп в сообществе эпибионтов приморского гребешка в разные годы перераспределяются. Выявленные межгодовые флуктуации эпибионтов вызваны ослаблением или усилением пресса антропогенных и абнотических факторов. Преимущественное значение в эпибиозе гребешка имеют толерантные к заиливанию, органическому и нефтяному загрязнению виды: *Platythamnion yezoense*, *Laminaria japonica*, *Ulva fenestrata*, *Metridium senile fimbriatum*, *Hydroides ezoensis*, *Polydora* spp., *Dipolydora* spp., *Arca boucardi*, *B. rostratus*, *H. hesperius*.

Interannual dynamics of epibionts of the scallop *Mizuhopecten yessoensis* in the eastern part of Amursky Bay, Sea of Japan

I.I. Ovsyannikova, I.R. Levenetz

Institute of Marine Biology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok 690041, Russia

The interannual dynamics of qualitative and quantitative composition of macroepibionts of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) in a polluted eastern area of Amursky Bay had been studied from 1982 to 1995. Fifty six species of epibionts have been identified. The maximum occurrences (70–100%) were observed in the following three taxa: *Cirripedia*, *Polychaeta* and *Phaeophyta*. The barnacles and polychaetes predominated by biomass and settlement density. The mean biomass of scallop's epibiosis exceeded 35,5 g/dm², settlement density – 51,4 ind./dm². The most remarkable changes occurred in abundance of cirripedes. More ecologically plastic species *Hesperibalanus hesperius* replaced large balanus *Balanus rostratus*, which dominated in epibiosis during 1987–1994. Infestation of scallop shells by the boring polychaetes *Polydora* and *Dipolydora* tended to increase from 27 to 100% as siltation of the bottom sediment increased. Thus, the ratio of main species and groups of organisms are being redistributed. Interannual fluctuations of epibionts have been caused by strengthening or weakening of pressure of anthropogenic and physical factors. The following species, *Platythamnion yezoense*, *Laminaria japonica*, *Ulva fenestrata*, *Metridium senile fimbriatum*, *Hydroides ezoensis*, *Polydora* spp., *Dipolydora* spp., *Arca boucardi*, *B. rostratus*, *H. hesperius*, which are more resistant to silting and organic and oil pollution, played an important role in scallop epibiosis.

Акватория Амурского залива подвержена загрязнению и достаточно эвтрофирована. Эксперты оценивают уровень загрязнения залива как «высокий», а в прибрежной зоне вблизи г. Владивостока как «критический» [Вашенко, 2000; Огородникова, 2001]. Основными источниками загрязнения восточной части залива являются промышленные и бытовые стоки Владивостока, деятельность морского порта и дамлинг грунтов. По степени трофности воды залива относят к промежуточному типу между эвтрофным и экстремально эвтрофным [Стоник, Селина, 1995]. Как следствие, в последние 2–3 десятилетия в заливе выявлены нарушения структуры бентосных сообществ, которые являются типичными для большинства загрязненных аквато-

рий [Tkalin et al., 1993]. Изменения в донных сообществах могут быть связаны с нарушениями процессов воспроизводства гидробионтов. В Амурском заливе они выявлены, в частности, у морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* и приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* [Вашенко, Жадан, 1995; Vashenko et al., 1997].

Многолетние наблюдения за мало-подвижными и прикрепленными бентосными организмами позволяют выявить последствия загрязнения в данном районе. Целью настоящего исследования было установление межгодовой динамики качественного и количественного состава макроэпибионтов приморского гребешка в загрязненной части Амурского залива.

Материал и методика

Пробы отбирали в восточной части Амурского залива вблизи устья Первой Речки (рис. 1). Здесь находятся выходы коллекторов промышленных и бытовых сточных вод, загрязненного речного стока и подогретых вод, поступающих от тепловой электростанции. Вблизи района отбора проб расположена городская нефтебаза.

Живых гребешков собирали в апреле-мае 1982, 1987, 1990, 1993, 1994 гг. и в марте 1995 г. с илистого грунта на расстоянии 80–150 м от берега с глубины 5–7 м с использованием легководолазного снаряжения. Температура воды в придонных слоях в апреле-мае изменялась от 2,5 до 7,5°С, в марте составляла –0,2°С, средняя соленость во все годы равнялась 32,5‰. В каждый год отбирали от 25 до 70 гребешков. Макроэпибионтов учитывали только с верхних створок, так как на нижних они или не были встречены, или встречались единично. Гидробионтов отделяли от раковин гребешка и фиксировали 4%-ным раствором формалина, затем сохраняли в 70%-ном растворе этилового спирта.

Водоросли сушили на воздухе или замораживали. Для каждой особи гребешка всех эпибионтов идентифицировали до вида. До 1994 г. всех обнаруженных нами сверлящих полихет, кроме *Polydora brevipalpa*, определяли как *Polydora*.

Рассчитывали частоту встречаемости видов (в % от общего числа гребешков в выборке). Встречаемость сверлящих губок и полихет определяли по наличию следов сверления на створке. Для большинства эпибионтов оценивали их плотность поселения (экз./дм²) и биомассу (г/дм²) на каждой створке. Средние значения этих величин рассчитывали для всей выборки, принимая во внимание также экземпляры без эпибионтов.

При подсчете общего числа серпулид, устриц и баланусов учитывали живых и мертвых особей. У серпулид подсчитывали площадь покрытия ими створки гребешка (в %). Площадь створки определяли путем обрисовывания ее контура на миллиметровой бумаге с последующим взвешиванием

Таблица 1

Многолетние изменения видового состава и частоты встречаемости эпибионтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в Амурском заливе (Японское море)
Long-term changes of species composition and the frequency of occurrence of epibionts of the Japanese scallop in Amursky Bay (Sea of Japan)

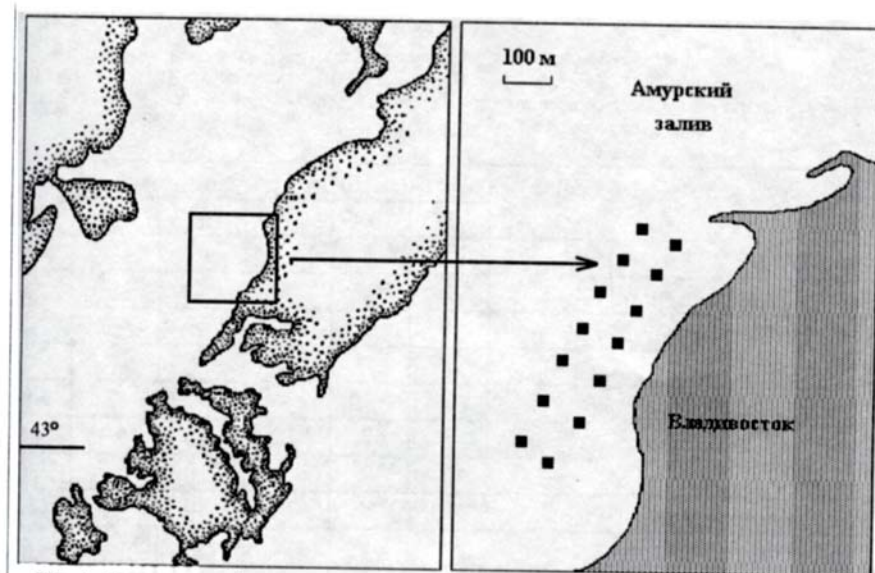


Рис. 1. Карта-схема Амурского залива. Черными квадратами обозначены места отбора проб гребешка.

Fig. 1. The map of the study area (■ – sampling sites).

полученного контура и кусочка бумаги фиксированной площади на торсионных весах с точностью до 0,01 мг. Пло-

щадь створки (S , см²) зависит от ее высоты (H , см) как: $S = 0,600H^{2,149}$ со стандартной ошибкой линии регрессии 0,0539.

Результаты и обсуждение

Макроэпибиоз приморского гребешка в Амурском заливе был представлен 29 видами в 1982–1993 гг., 54 видами в 1994 г. и 48 видами – в 1995 г. Идентифицировано до вида 56 представителей макроэпибиоза (табл. 1). В эпибиозе преобладали водоросли, многощетинковые черви и двусторчатые моллюски (37,5%, 19,6% и 12,5% от общего числа видов соответственно). Отдел *Rhodophyta* (красные водоросли) насчитывал 9 видов, *Phaeophyta* (бурые водоросли) – 6 видов, *Chlorophyta* (зеленые водоросли) – 6 видов, *Polychaeta* – 11 видов и *Bivalvia* – 7 видов. Другие таксономические группы были представлены 1–3 видами. Амфиподы, изо-

поды, морские пауки и фораминиферы встречались единично и не учитывались. Наибольшая частота встречаемости (70–100%) отмечена у трех групп: *Cirripedia*, *Polychaeta* и *Phaeophyta*.

Средняя общая биомасса эпибиоза в период наблюдения составляла 35,5 г/дм², изменяясь от 15,4 г/дм² (1982 г.) до 87,0 г/дм² (1987 г.). Плотность поселения организмов варьировала от 192,4 экз./дм² (1982 г.) до 2,5 экз./дм² (1994 г.) со средним значением 51,4 экз./дм². В разные годы в эпибиозе гребешка преобладали баланусы *Hesperibalanus hesperius* и *Balanus rostratus*. Усоногий рак *Balanus crenatus*, полихета-серпулида *Hydroides ezoensis*, двусторчатый

Виды	Частота встречаемости, %					
	1982	1987	1990	1993	1994	1995
RHODOPHYTA						
<i>Branchioglossum nanum</i>	-	-	-	-	3	4
<i>Callophyllis rhynchocarpa</i>	-	-	-	-	3	4
<i>Ceramium kondoi</i>	-	-	-	-	7	4
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	-	-	-	7	8
<i>Palmaria stenogona</i>	5	7	10	10	33	16
<i>Polysiphonia morrowii</i>	7	7	10	10	19	20
<i>Platythamnion yezoense</i>	10	20	15	13	37	44
<i>Sparlingia pertusa</i>	-	-	-	-	3	4
<i>Tichocarpus crinitus</i>	-	-	-	-	7	4
PHAEOPHYTA						
<i>Dichloria viridis</i>	5	13	18	15	3	4
<i>Ectocarpus confervoides</i>	-	-	-	-	7	4
<i>Laminaria japonica</i>	33	43	47	70	47	32
<i>Punctaria plantaginea</i>	-	-	-	-	7	4
<i>Ralfsia sp.</i>	-	-	-	-	3	8
<i>Sphacelaria plumose</i>	-	-	-	-	3	5
CHLOROPHYTA						
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	-	-	-	3	4
<i>Cladophora stimpsonii</i>	-	-	-	-	3	4
<i>Derbesia marina</i>	-	-	-	-	4	4
<i>Enteromorpha clathrata</i>	23	20	18	15	10	4
<i>Ulva fenestrata</i>	27	23	20	20	23	16
<i>Ulvaria splendens</i>	17	20	15	15	20	4
SPONGIA						
<i>Cliona sp.</i>	10	10	13	13	10	8
HYDROZOA						
<i>Obelia longissima</i>	30	23	20	20	10	-
ANTHOZOA						
<i>Metridium senile fimbriatum</i>	13	17	20	20	21	16

Таблица 1 (продолжение)

NEMERTINEA						
<i>Tubulanus sp.</i>	-	-	-	-	3	-
ENTOPROCTA						
<i>Barentsia sp.</i>	-	-	-	-	30	40
POLYCHAETA						
<i>Harmothoe imbricate</i>	-	-	-	-	10	4
<i>Hydroides ezoensis</i>	27	67	82	90	100	95
<i>Neodexiospira alveolata</i>	-	-	-	-	-	8
<i>Typosyllis orientalis</i>	-	-	-	-	10	8
Сверлящие виды	27	50	67	90	91	100
<i>Boccardiella hamata</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Dipolydora alborectalis</i>	-	-	-	-	+	+
<i>D. bidentata</i>	-	-	-	-	+	+
<i>D. carunculata</i>	-	-	-	-	+	+
<i>D. trilobata</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Polydora brevipalpa</i>	+	+	+	+	+	+
<i>P. cf. ciliata</i>	-	-	-	-	+	+
NEOLORICATA						
<i>Mopalia schrenckii</i>	-	7	-	10	3	-
GASTROPODA						
<i>Boreotrophon candelabrum</i>	-	-	-	-	3	-
<i>Odostomia fujitanii</i>	10	20	18	15	16	16
<i>Pusillina plicosa</i>	13	17	15	15	16	12
BIVALVIA						
<i>Arca boucardi</i>	10	20	27	55	20	12
<i>Crassostrea gigas</i>	7	17	20	20	6	40
<i>Crenomytilus grayanus</i>	10	13	15	13	10	4
<i>Hiatella arctica</i>	23	20	18	15	8	4
<i>Keenocardium californiense</i>	-	-	-	-	3	-
<i>Modiolus kurilensis</i>	10	10	15	15	10	-
<i>Mya sp. juv.</i>	-	-	-	10	-	-
CIRRIPIEDIA						
<i>Balanus crenatus</i>	93	17	3	-	5	28
<i>B. rostratus</i>	7	93	67	54	30	32
<i>Hesperibalanus hesperius</i>	93	73	40	23	20	96
PHORONIDA						
<i>Phoronis sp.</i>	-	-	-	-	16	8

Таблица 1 (окончание)

<i>Phoronis sp.</i>	-	-	-	-	16	8
BRYOZOA						
<i>Schizoporella unicornis</i>	20	30	23	13	3	8
ASCIDIAE						
<i>Cnemidocarpa heterotentaculata</i>	-	-	-	-	3	-
<i>Halocynthia roretzi</i>	10	13	-	-	3	4
<i>Styela clava</i>	-	-	10	13	3	8

Примечание. «-» - отсутствие вида, «+» - присутствие вида.

моллюск *Arca boucardi*, актиния *Metridium senile fimbriatum* и бурая водоросль *Laminaria japonica* являлись субдоминантными и характерными видами в разные годы.

В 1982 г. средняя биомасса доминантного вида *H. hesperius* составляла 7,0 г/дм², или 45,5% от общей биомассы эпibiоза (табл. 2). В 1987 г. этот вид стал субдоминантным (рис. 2 А и В), а с 1990 по 1994 гг. он встречался редко, хотя осевшая молодь и наблюдалась в незначительных количествах. Ранней весной 1995 г. было отмечено большое количество осевшей молодки *H. hesperius* (35,5 экз./дм²).

Баланус *B. crenatus* был субдоминантным видом в 1982 г. Значения биомассы *H. hesperius* и *B. crenatus* отличались незначительно, а плотность поселения *B. crenatus* в сравнении с таковой *H. hesperius* была намного ниже (рис. 2, А и В). В 1987 г. эти показатели резко уменьшились, а с 1990 г. *B. crenatus* на створках гребешка не встречался. В 1994 г. немного осевшей молодки этого вида было отмечено вдоль края раковин. В 1995 г. плотность поселения молодки *B. crenatus* возросла, но некоторые из осевших молодых баланусов оказались мертвыми.

Третий вид баланусов – *B. rostratus* – был редким в 1982 г., но в 1987 г. ситуация изменилась. Появилось большое количество молодки и взрослых особей, которые сформировали много-

ярусные поселения. Биомасса *B. rostratus* на отдельных створках достигала 150 г, максимальное количество молодки составляло 180 экз./на створку; и в 1987 г. этот вид стал руководящим (рис. 2 А и В). Его средняя биомасса была около 80,0 г/дм², что составило 92,0% от общей биомассы эпibiонтов. В 1990 г. из-за малого количества осевшей молодки его плотность уменьшилась в 20 раз, биомасса сократилась в 2,5 раза. В 1993–1995 гг. домики *B. rostratus* были деформированы и эродированы, молодь встречалась редко, однако он продолжал доминировать в эпibiозе гребешка в течение 1990–1994 гг. В 1995 г. этот вид доминировал только по биомассе, а по плотности поселения преобладал *H. hesperius*.

Для трех указанных видов усонюгих раков характерны разные репродуктивные стратегии (табл. 3). Мелкие баланусы *B. crenatus* и *H. hesperius* имеют средние размеры 6–10 мм, живут 1–1,5 года и размножаются многократно, их личинки обнаруживаются в планктоне круглогодично. Вид *B. crenatus* в естественных поселениях отмечается редко, встречается преимущественно на антропогенных субстратах. Баланус *H. hesperius* в качестве субстрата предпочитает раковины двустворчатых, брюхоногих моллюсков и панцири крабов. Размножение *H. hesperius* и *B. crenatus* может происходить в любой сезон при благоприятных условиях в широком

Таблица 2

Средняя биомасса (над чертой, г/дм²) и плотность поселения (под чертой, экз./дм²) основных видов эпибиоза приморского гребешка в Амурском заливе
 Mean biomass (numerator, g/dm²) and the settlement density (denominator, ind./dm²) of the main species of the Japanese scallop epibiosis in Amursky Bay (Sea of Japan)

Вид	Годы					
	1982	1987	1990	1993	1994	1995
<i>Arca boucardi</i>	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,5}{0,2}$	$\frac{1,0}{0,3}$	$\frac{1,3}{0,5}$	$\frac{0,8}{0,2}$	$\frac{1,0}{0,1}$
<i>Balanus crenatus</i>	$\frac{4,73}{3,7}$	$\frac{< 0,1}{0,3}$	$\frac{< 0,1}{< 0,1}$	0	$\frac{< 0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,8}$
<i>Balanus rostratus</i>	$\frac{0,1}{0,2}$	$\frac{80,0}{42,0}$	$\frac{31,0}{1,6}$	$\frac{15,0}{1,2}$	$\frac{11,9}{0,5}$	$\frac{11,6}{0,6}$
<i>Crassostrea gigas</i>	$\frac{0,3}{0,1}$	$\frac{0,5}{0,2}$	$\frac{0,5}{0,2}$	$\frac{0,6}{0,3}$	$\frac{0,1}{0,2}$	$\frac{0,2}{0,7}$
<i>Hesperibalanus hesperius</i>	$\frac{7,0}{157,0}$	$\frac{0,5}{20,0}$	$\frac{0,2}{1,3}$	$\frac{0,2}{0,5}$	$\frac{0,2}{0,3}$	$\frac{0,3}{38,2}$
<i>Hiatella arctica</i>	$\frac{0,1}{0,3}$	$\frac{0,1}{0,2}$	$\frac{0,1}{0,2}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,1}$
<i>Hydroides ezoensis</i>	$\frac{1,0}{10}$	$\frac{3,0}{15}$	$\frac{6,0}{30}$	$\frac{10,0}{60}$	$\frac{0,8}{20}$	$\frac{5,4}{36}$
<i>Laminaria japonica</i>	1,5	1,5	2,0	3,0	0,5	< 0,1
<i>Metridium senile fimbriatum</i>	$\frac{0,1}{0,2}$	$\frac{0,3}{0,2}$	$\frac{0,6}{0,3}$	$\frac{0,8}{0,4}$	$\frac{0,9}{0,2}$	$\frac{0,4}{0,2}$
<i>Pusillina plicosa</i>	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,1}$
Прочие	$\frac{0,4}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,8}$	$\frac{0,4}{0,5}$	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{1,1}{0,8}$	$\frac{1,4}{0,6}$
Всего	$\frac{15,4}{192,4}$	$\frac{87,0}{64,0}$	$\frac{41,9}{4,5}$	$\frac{31,8}{3,6}$	$\frac{16,5}{2,5}$	$\frac{20,6}{41,4}$

Примечание. Плотность поселения водоросли *L. japonica* не определяли. Для *H. ezoensis*, вместо плотности поселения представлена доля покрытия им створок гребешка в %.

диапазоне температур, от отрицательных до 20–25°С [Корн, 1986; Корн, 1995]. Вспышки численности науплиев *B. crenatus* в заливе отмечаются в апреле-мае, начале июня, в августе и в начале октября. Максимумы численности личинок *H. hesperius* наблюдаются

в мае-июне и августе-сентябре [Корн, 1994; Омеляненко, Куликова, 2000].

Крупный баланус *B. rostratus* поселяется на различных субстратах: камнях, скалах, моллюсках, гидротехнических сооружениях. Этот вид на створках гребешка живет около 10 лет, име-

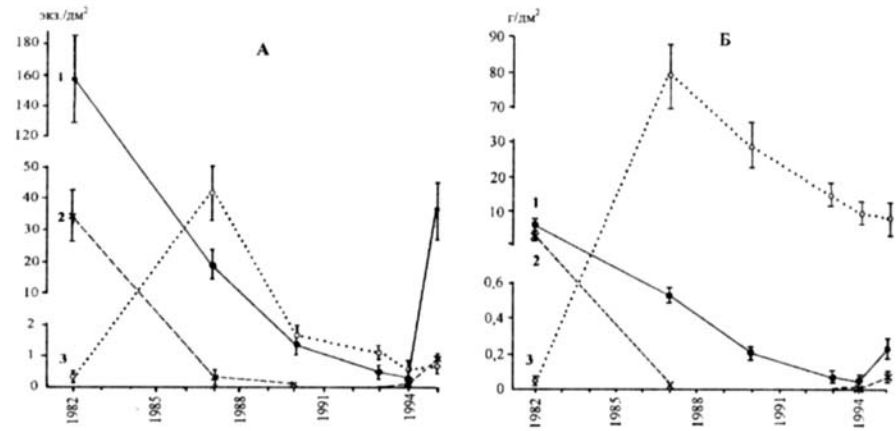


Рис. 2. Многолетняя динамика средней плотности поселения, экз./дм² (А) и биомассы, г/дм² (Б) усонюгих раков *Hesperibalanus hesperius* (1), *Balanus crenatus* (2) и *Balanus rostratus* (3) в эпибиозе приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в Амурском заливе Японского моря. Вертикальные отрезки — ошибки среднего.

Fig. 2. Long-term dynamics of the mean settlement density, ind./dm² (A) and biomass, g/dm² (B) of cirriped barnacles in the epibiosis of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in Amursky Bay, Sea of Japan. 1 — *Hesperibalanus hesperius*, 2 — *Balanus crenatus*, 3 — *Balanus rostratus*. Vertical lines are mean errors.

ет средние размеры 30–40 мм, размножается один раз в год. Личинки *B. rostratus* встречаются в планктоне Амурского залива с сентября по январь с максимумом численности в середине октября – начале ноября. Их массовое оседание происходит в более узком, чем у двух первых видов, диапазоне температур – от 11 до 14°С [Корн, 1994; Корн, 1995; Омеляненко, Куликова, 2000].

Мы полагаем, что оседание личинок у *H. hesperius* может происходить в осенний период на 2–4 недели раньше, чем у *B. rostratus*. Поэтому личинки последнего испытывают недостаток свободного субстрата и оседают на створки гребешка в малом количестве. Доступность субстрата для прикрепления личинок *B. rostratus* также уменьшается вследствие заиления верхних створок гребешка. Так, в эпибиозе *M. yessoensis* минимальное количество осевшей молоди этого балануса было зарегистрировано в 1994–1995 гг., когда наблюдали значительное заиление

раковин гребешка.

Обилие баланусов, несомненно, зависит от качества и количества пищи. Важным компонентом пищи трех рассматриваемых видов являются диатомовые водоросли [Kharlamenko et al., 1995; Zhukova, 2000]. Для Амурского залива характерно наличие трех максимумов биомассы фитопланктона: зимний (наибольший), летний и осенний [Коновалова, 1982]. Зимний северо-западный муссон инициирует ветровой апвеллинг, который вызывает подток более теплых вод открытого моря во внутреннюю часть залива и усиливает конвективное перемешивание водной толщи. Это приводит к «цветению» диатомовых водорослей подо льдом [Коновалова, 1972, 1987]. Зимнее «цветение» диатомовых имеет максимумы в конце декабря и в феврале-марте [Коновалова, Орлова, 1988]. Его интенсивность достигает наибольших величин (биомасса 20–30 г/м³) в эвтрофируемых участках залива, где конвективное перемешивание усиливается за счет подо-

мере того, как поверхность раковин освобождалась от баланусов. В 1990–1993 гг. *H. ezoensis* был субдоминантным видом в эпибиозе гребешка. Биомасса этого вида возросла в 10 раз в 1993 г. по сравнению с 1982 г., а площадь покрытия – в 6 раз (табл. 2). Однако доля мертвых полихет на популяцию гребешка увеличилась с 20% в 1987 г. до 50% в 1993 г. и до 70% в 1994 г. В этом же году биомасса *H. ezoensis* снизилась в 12 раз, покрытие раковины серпулидой уменьшилось в 3 раза по сравнению с 1993 г. В 1995 г. большинство полихет, встретившихся на верхней створке, были живые, *H. ezoensis* снова стал субдоминантным видом в эпибиозе.

Такая ситуация может быть объяснена значительным заилением верхних створок гребешков и естественной смертностью *H. ezoensis*. Его жизненный цикл составляет около года [Miura, Kajihara, 1984]. Причиной высокой смертности поселений *H. ezoensis* в 1993–1994 гг. могло быть косвенное влияние красного прилива, вызванного ночесветкой *Noctiluca scintillans*, наблюдавшегося в водах залива весной в эти же годы (И.В. Стоник, личное сообщение).

Инвазия раковин гребешка сверлящими полихетами *Polydora* и *Dipolydora* возросла от 27% в 1982 г. до 100% в 1995 г. Для других участков зал. Петра Великого было установлено, что повреждение раковин гребешка возрастает по мере увеличения заиления дна [Силина и др., 2000]. Это, очевидно, связано с пищевыми потребностями этих имеющих смешанный тип питания (детритофагия в дополнение к сестонофагии) полихет, усваивающих бактерии, которые обильно развиваются в обогащенном органикой илу [Fauchald, Jumars, 1979; Zhukova, Radashevsky, 1995].

Частота встречаемости (13–30%) актинии *Metridium senile fimbriatum* на раковинах гребешка возрастала по мере того, как уменьшалась площадь покрытия их усонегими раками. Особи этого

вида оседали в основном по краям створок. В 1994 г. его биомасса увеличилась в 9 раз по сравнению с 1982 г. Сходное компенсаторное увеличение биомассы этой актинии также отмечалось в Колском заливе после того, как обилие *B. balanoides* уменьшилось в результате загрязнения [Голиков, Аверинцев, 1973]. Известно также, что некоторые актинии (*Anthopleura*) выживают в закрытых водоемах, где другие группы животных погибают из-за нефтяного загрязнения [Нельсон-Смит, 1977]. Исследования во Фленсбургском фьорде (Балтийское море) выявили популяционные приспособления *M. senile fimbriatum* к летней аноксии [Wahl, 1984, 1985]. Вероятно поэтому данный вид выдерживает нефтяное загрязнение и дефицит кислорода в обследованной части Амурского залива.

Соответственное 5 и 12-кратное увеличение плотности поселения и биомассы двустворчатого моллюска *A. boucardi* в эпибиозе гребешка в 1993 г. по сравнению с 1982 г. может быть вызвано возросшей потенциальной доступностью поверхности раковины гребешков. В 1994–1995 гг. эти значения и частота встречаемости несколько уменьшились. В то же время другой двустворчатый моллюск, *Hiatella arctica*, стал еще более редким.

Процесс элиминации устрицы *Crassostrea gigas* начался в 1990 г. и продолжался до 1995 г. В 1994–1995 гг. поселения устрицы на гребешках состояли в основном из молодых, недавно осевших особей размером 2–3 мм. Они предпочитали оседать в домиках мертвых и на крышечковых табличках живых взрослых баланусов. На створках гребешка поселения устриц встречались единично. Высокая смертность молодых устрицы *C. gigas*, постоянно отмечаемая в восточной части Амурского залива, также, по-видимому, связана со значительными концентрациями нефтепродуктов в морской воде. По сравнению с другими двустворчатыми

моллюсками устрицы более чувствительны к загрязнению нефтью. Например, концентрация нефти более 0,01 мг/кг сухого осадка вызывает у *C. gigas* образование опухолей. Для большинства двустворчатых моллюсков токсичной является концентрация нефтеуглеводородов равная 100–150 мг/кг сухого осадка [Патин, 1997].

Гидроид *Obelia longissima* встречался на створках гребешка в течение всего периода наблюдений, кроме марта 1995 г., когда его личинки еще не осели на субстрат. Частота встречаемости этого вида была 10–30%, биомасса не превышала 0,01 г/дм². Согласно литературным данным, этот вид довольно устойчив к сильному загрязнению, которое наблюдается в б. Золотой Рог. Кроме того, преобладание гидроидов по биомассе в сообществах обрастания, в основном, характерно для тех участков залива, где ослаблен пресс баланусов, с которыми гидроиды конкурируют за место [Чаплыгина, 1998]. Обелия *O. longissima* – холодноводный вид, и его колонии частично деградируют летом, когда температура воды превышает 18°С, поэтому в Амурском заливе он доминирует в сообществах обрастания весной [Чаплыгина, 1993].

Наиболее обычными водорослями на створках гребешка были *Ulva fenestrata*, *Ulvaria splendens* (зеленые водоросли), *Laminaria japonica* (бурые), *Palmaria stenogona*, *Platythamnion yezoense* и *Polysiphonia morrowii* (красные). Общая биомасса водорослей в отдельные годы увеличивалась от 1,8 г/дм² (1982 г.) до 3,2 г/дм² (1993 г.) и уменьшилась до 0,02 г/дм² в 1995 г. Пластинчатые водоросли *L. japonica*, *U. fenestrata*, *U. splendens* и *P. stenogona* составляли большую часть общей биомассы водорослей. Нитчатые водоросли *P. yezoense* и *P. morrowii* постоянно встречались на створках, но их биомасса не превышала 0,01 г/дм².

В обследованном районе большинство макрофитов были часто покрыты сплошным слоем диатомовых и сине-зеленых водорослей. Ламинарии небольших размеров (до 5–10 см) в период наблюдения не размножались и имели морфологические изменения. У некоторых образцов длина и форма створки, а также форма пластины в ее основании отличались от таковых у водорослей из чистых местообитаний. Небольшие размеры и обилие эпифитов на водорослях свидетельствуют об их угнетенном состоянии, что в целом согласуется с литературными данными об уменьшении размеров *Laminaria* и других водорослей в недостаточно прозрачных (из-за загрязняющих веществ) водах, например у атлантического побережья Великобритании и на некоторых участках Татарского пролива Японского моря [Нельсон-Смит, 1977; Клочкова, 1984].

Большинство эпибионтов (водоросли, баланусы, серпулиды, устрицы, мшанки, асцидии и т.д.) явно страдают от заиления и предпочитают прикрепляться к домикам живых или мертвых баланусов, которые приподняты над поверхностью погруженных в ил гребешков. Увеличившееся в заливе содержание мертвого органического вещества в составе взвеси и грунта неблагоприятно влияет на их жизнедеятельность [Силина, Овсянникова, 1995]. В то же время, с 1982 по 1995 гг. появились и стали характерными видами *A. boucardi* и *M. senile fimbriatum*, которые более устойчивы к илистому субстрату, а последний вид – к дефициту кислорода и нефтяному загрязнению.

Изменения в эпибиозе приморского гребешка могут быть связаны с постоянным и (или) катастрофическим воздействием комплекса загрязняющих веществ и рядом неблагоприятных факторов среды. Так, в 1988–1989 гг., сильные летние ливни смыли в Амурской залив грунт, удобрения, органику, бытовые и промышленные отходы [Об-

зор экологического состояния ..., 1990, 1992]. Это привело к заилению донных осадков и «цветению» воды [Стоник, Орлова, 1998], а также к перестройке бентосных сообществ и, в нашем случае, к смене доминантных видов в эпibiозе приморского гребешка.

Таким образом, для эпibiонтов гребешка *M. yessoensis*, обитающего в загрязненной части Амурского залива, характерны межгодовые флуктуации, вызванные усилением или ослаблением пресса антропогенных или абиотических факторов среды. Соотношения основных видов и групп организмов в

сообществе приморского гребешка в разные годы перераспределяются. Так, в исследованный период экологически более пластичный *H. hesperius*, предпочитающий поселяться на раковинах моллюсков, замещает *B. rostratus*. Преимущественное значение в эпibiозе получают виды, которые более устойчивы к заилению, органическому и нефтяному загрязнению: *Platythamnion yezoense*, *Laminaria japonica*, *Ulva fenestrata*, *Metridium senile fimbriatum*, *Hydroides ezoensis*, *Polydora*, *Dipolydora*, *Arca boucardi*, *B. rostratus* и *H. hesperius*.

Благодарности

Авторы благодарят специалистов Института биологии моря ДВО РАН за определение видов эпibiонтов: Э.В. Багавесву и В.И. Радашевского — полихеты, Н.Г. Клочкову — водоросли, В.В. Гульбина, С.Д. Кашенко и М.Б. Иванову — моллюски, Е.Е. Костину — акти-

нии, А.А. Кубанина — мшанки, С.Ф. Чаплыгину — гидроида и А.В. Чернышева — немертины. Мы также признательны К.А. Лутаенко за полезные советы и консультации при подготовке рукописи к печати.

Литература

- Вашенко М.А. 2000. Загрязнение залива Петра Великого Японского моря и его биологические последствия // Биология моря. Т. 26, № 3. С. 149-159.
- Вашенко М.А., Жадан П.М. 1995. Влияние загрязнения морской среды на воспроизводство морских донных беспозвоночных // Биология моря. Т. 21, № 6. С. 369-377.
- Гайко Л.А. 1998. Многолетняя динамика гидрометеорологических параметров прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море) // Доклады 7-го совещания ВАКОМ и международного рабочего совещания по исследованию глобальных изменений в Восточной Азии. Владивосток, 10-12 ноября 1997г. Владивосток: Дальнаука. С. 51-72.
- Голиков А.Н., Аверинцев В.Г. 1973. Экологическая характеристика некоторых донных биоценозов ктовой части Кольского залива и мелководий у мыса Желания (Новая Земля) // Состав, распределение и экология донной фауны Баренцева моря. Мурманск: ПИНРО. С. 16-19.
- Клочкова Н.Г. 1984. Влияние загрязнения на видовой состав водорослей-макрофитов некоторых районов Татарского пролива // Итоги исследований по вопросам рационального использования и охраны биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов: Тезисы докладов II научно-практической конференции (Южно-Сахалинск, ноябрь 1984 г.). Южно-Сахалинск: Географическое общество СССР. С. 152-155.
- Коновалова Г.В. 1972. Сезонная характеристика фитопланктона в Амурском заливе Японского моря // Океанология. Т. 12, вып. 1. С. 123-127.
- Коновалова Г.В. 1982. Биомасса фитопланктона залива Петра Великого и особенности ее динамики // Биология шельфовых зон Мирового океана: Тезисы докладов Второй всесоюзной конференции по морской биологии. Владивосток, сентябрь 1982 г. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. Ч. 1. С. 90-91.
- Коновалова Г.В. 1987. Морфология и экология доминирующей планктонной диатомеи Японского моря *Thalassiosira nordenskioldii* Cl. // Труды Зоологического института АН СССР. Т. 172. С. 30-45.

- Коновалова Г.В. 1992. «Красные приливы» в морях (некоторые итоги изучения) // Альгология. Т. 2, № 3. С. 18-25.
- Коновалова Г.В., Орлова Т.Ю. 1988. Структура фитопланктона мелководий северо-западной части Японского моря // Биология моря. № 5. С. 10-20.
- Корн О.М. 1985. Репродуктивный цикл морского желудка *Balanus rostratus* в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. № 3. С. 36-43.
- Корн О.М. 1986. Размножение и личиночное развитие массовых видов усоногих раков отряда Thoracica в заливе Петра Великого Японского моря: Дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР. 229 с.
- Корн О.М. 1994. Многолетние изменения видового состава и численности личинок усоногих раков в бухте Алексея острова Попова Японского моря // Биология моря. Т. 20, № 2. С. 100-106.
- Нельсон-Смит А. 1977. Нефть и экология моря. М.: Прогресс. 299 с.
- Обзор экологического состояния морей СССР и отдельных районов Мирового океана за 1989 год. 1990. Л.: Гидрометеоиздат. 174 с.
- Обзор экологического состояния морей СССР и отдельных районов Мирового океана за 1990 год. 1992. СПб.: Гидрометеоиздат. 144 с.
- Огородникова А.А. 2001. Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. Владивосток: Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. 193 с.
- Омельяненко В.А., Куликова В.А. 2000. Состав и сезонная динамика численности личинок усоногих раков в мелководной части Амурского залива (залив Петра Великого Японского моря) // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. Т. 127. С. 301-311.
- Патин С.А. 1997. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: ВНИРО. 350 с.
- Паутова Л.А., Силкин В.А. 2000. Зимний фитопланктон северо-западной части Японского моря. Некоторые закономерности формирования структуры фитоплана в прибрежном мелководье // Океанология. Т. 40, № 4. С. 553-561.
- Селина М.С. 1992. Фитопланктон в районе мидиевого хозяйства в заливе Восток Японского моря // Биология моря. № 5-6. С. 15-24.
- Силина А.В., Овсянникова И.И. 1995. Многолетние изменения в сообществе приморского гребешка и его эпibiонтов в загрязненной части Амурского залива Японского моря // Биология моря. Т. 21, № 1. С. 59-66.
- Силина А.В., Овсянникова И.И. 1999. Рост морского желудка *Balanus rostratus* в Японском море // Биология моря. Т. 25, № 1. С. 19-23.
- Силина А.В., Позднякова Л.А., Овсянникова И.И. 2000. Состояние поселений приморского гребешка в юго-западной части залива Петра Великого // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. Т. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 168-185.
- Симакова Н.К., Орлова Т.Ю., Селина М.С. 1990. «Красный прилив», вызванный рафидиевой водорослью *Chattonella sp.*, в Амурском заливе Японского моря // Биология моря. № 5. С. 77-78.
- Стоник И.В. 1999. Фитопланктон Амурского залива (Японское море) в условиях евтрофирования: Автореферат дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО РАН. 26 с.
- Стоник И.В., Селина М.С. 1995. Фитопланктон как показатель трофности вод залива Петра Великого Японского моря // Биология моря. Т. 21, № 6. С. 403-406.
- Стоник И.В., Орлова Т.Ю. 1998. Летне-осенний фитопланктон в Амурском заливе Японского моря // Биология моря. Т. 24, № 4. С. 205-211.
- Чаплыгина С.Ф. 1993. Гидроиды в обрастании установок марикультуры в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. № 2. С. 29-36.
- Чаплыгина С.Ф. 1998. Экология гидроидных полипов в обрастании судов и гидротехнических сооружений в северо-западной части Японского моря // Наука морскому флоту на рубеже XXI века: Труды региональной научно-технической конференции. Владивосток, 2-4 июня 1998г. Владивосток: ДВГМА. Ч. 1. С. 26-28.
- Fauchald K., Jumars P. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds // Oceanographical Marine Annual Review. V. 17. P. 193-284.
- Kharlamenko V.I., Zhukova N.V., Khotimchenko S.V., Svetashev V.I., Kamenev G.M. 1995. Fatty acids as markers of food sources in a shallow-water hydrothermal ecosystem (Kraternaya Bight, Yankich Island, Kurile Islands) // Marine Ecology Progress Series. V. 120. P. 231-241.
- Korn O.M. 1995. Naupliar evidence for cirripede taxonomy and phylogeny // New frontiers in barnacle evolution. Crustacean Issues 10. Rotterdam: A.A. Balkema. P. 87-121.
- Miura T., Kajihara T. 1984. An ecological study of the life histories of two Japanese serpulid worms, *Hydroides ezoensis* and *Potamoletos kraussii* // Proceedings of the First International Polychaete Conference. Sydney, Australia, July

1983. Sydney: Linnean Society of New South Wales. P. 338-354.
- Stonik I., Orlova T., Schevchenko O. 1999. Long-term changes in phytoplankton of eutrophic coastal waters of Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia // Earth-Water-Humans: Proceedings of the International Symposium. Kanazawa, Japan, 30 May – 1 June 1999. Kanazawa: Kanazawa University. P. 154-159.
- Tkalin A.V., Belan T.A., Shapovalov E.N. 1993. The state of the marine environment near Vladivostok, Russia // Marine Pollution Bulletin. V. 26, N 8. P. 418-422.
- Vaschenko M.A., Syasina I.G., Zhadan P.M., Medvedeva L.A. 1997. Reproductive function state of the scallop *Mizuhopecten yessoensis* Jay from polluted areas of Peter the Great Bay, Sea of Japan // Hydrobiologia. V. 352. P. 231-240.
- Wahl M. 1984. The fluffy sea anemone *Metridium senile* in periodically oxygen depleted surroundings // Marine Biology. V. 81, N 1. P. 81-86.
- Wahl M. 1985. The recolonization potential of *Metridium senile* in an area previously depopulated by oxygen deficiency // Oecologia. V. 67, N 2. P. 255-259.
- Zhukova N.V. 2000. Fatty acid components of two species of barnacles, *Hesperibalanus hesperius* and *Balanus rostratus* (Cirripedia), as indicators of food sources // Crustaceana. V. 73, N 5. P. 513-518.
- Zhukova N.V., Radashevsky V.I. 1995. Fatty acids of symbiotic spionids (Polychaeta: Spionidae) and their hosts as indicators and trophic relations // Fifth International Polychaete Conference: Abstracts. Qingdao, China, 2-7 July 1995. Qingdao: First Institute of Oceanography. P. 140.