

Состав макроэпibiоза приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в заливе Петра Великого Японского моря

И.Р. Левенец, И.И. Овсянникова, Е.Б. Лебедев

Институт биологии моря ДВО РАН, Владивосток 690041, Россия

Обобщены данные о таксономическом и зонально-географическом составе макроэпibiоза приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) в пяти районах зал. Петра Великого за период с 1979 по 2001 г. В эпibiозе встречено около 100 видов гидробионтов, из них свыше половины составляют макроводоросли. Наименьшее число видов отмечено в зал. Находка, наибольшее – в юго-западной части зал. Посыета. Красные водоросли, полихеты и моллюски преобладают по числу видов, усоногие раки и полихеты – по биомассе и плотности поселения. Руководящий в большинстве изученных районов *Hesperibalanus hesperius* успешно конкурирует с другими Cirripedia, а также Polychaeta, выдерживая значительное заиление и загрязнение. Средняя биомасса и плотность эпibiоза в эвтрофированных и загрязненных акваториях в несколько раз выше, чем в относительно чистых. В юго-западной части зал. Посыета при небольших значениях общей биомассы эпibiонтов наблюдается заметное доминирование макрофитов. Зонально-географический состав эпibiоза определяют низкобореальные и широкобореальные виды. Доля относительно тепловодных видов наибольшая в северо-восточной части Амурского залива и в центральной части зал. Посыета, где ослаблены гидродинамические процессы и наблюдается постепенное потепление вод. Разнообразие и обилие эпibiоза в зал. Петра Великого определяются потенциальной доступностью субстрата, гидрологическим режимом водоема, качеством и количеством пищи, воздействием комплекса загрязняющих веществ, степенью эврибионтности и толерантности отдельных видов.

Composition of macroepibiosis of the scallop *Mizuhopecten yessoensis* in Peter the Great Bay, Sea of Japan

I.R. Levenetz, I.I. Ovsyannikova, E.B. Lebedev

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

The composition of macroepibiosis of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) in five areas of Peter the Great Bay was studied from 1979 to 2001. About one hundred species belonging to thirteen phyla have been identified. Macroalgae comprised more than half of all epibionts. The highest species number was recorded in the southwestern part of Possjet Bay, and the smallest in Nakhodka Bay. Red algae, polychaetes and mollusks constituted the bulk of species richness. Cirripedes and polychaetes predominated in terms of biomass and density. The barnacle *Hesperibalanus hesperius* dominated in the majority of the studied areas. This species is resistant to silting and pollution. Also, it successfully competes with other cirripedes and polychaetes. In polluted areas of the bay, the mean biomass and density of scallop's epibiosis were much higher than in clean areas. The low mean total biomass of epibionts and obvious dominance of algae was observed in the southwestern part of Possjet Bay. The main zonal-geographical groups of epibionts are low-boreal and widely-distributed-boreal species. The percent of relatively warm-water species was the highest in Amursky Bay near Vladivostok and in the central part of Possjet Bay, where the hydrodynamic processes are weak and water temperature increases gradually. The diversity and abundance of epibiosis in the studied areas depended on potential availability of substrata, hydrological regime quality and quantity of food, influence of pollutants, and ecological plasticity and tolerance of some species.

Приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) – ценный объект промысла и марикультуры. Это довольно крупный моллюск, способный к активному перемещению в водной среде и имеющий оборонительную реакцию в ответ на неблагоприятные внешние воздействия. Его ареал охватывает побережье южных Курил, Сахалина, Приморья, Кореи и Японии. У материкового побережья Японского моря наибольшее количество гребешка отмечено в зал. Петра Великого. Здесь *M. yessoensis* образует скопления на глубинах 5–20 м, предпочитая илисто-песчаные, песчаные и песчано-галечные грунты, соленость 32–34‰, температуру воды от –1.5 до 18–20°C и содержание растворенного кислорода 6–9 мл/л [Приморский гребешок, 1986].

Раковина гребешка является доступным субстратом для различных организмов, предпочитающих поселиться на уплощенной и шероховатой верхней створке. Сидячие формы: усонogie раки, водоросли, кишечнополостные, губки, оболочники, мшанки, моллюски привлекают подвижных организмов: ракообразных, червей, немертин, рыб. Создается сообщество хозяина и его эпибионтов – эпибиоз. Большинство эпибионтов оказывают существенное влияние на жизнедеятельность гребешка: могут утяжелять раковину, затрудняя перемещение моллюска, ухудшают его товарный вид, конкурируют с ним за пищу. Вредное влияние на гребешок оказывают обитающие в толще раковины губки и полихеты, которые постепенно разрушают ее. Взаимоотношения между моллюсками и сверлильщиками их раковины видоспецифичны и, скорее всего, отно-

сятся к одной из форм паразитизма [Курочкин и др., 1986]. Вместе с тем, эпибионты гребешка могут использовать метаболиты хозяина для своего питания, маскировать его от хищников. Таким образом, макроэпибиоз может служить упрощенной моделью донных сообществ.

Залив Петра Великого, благодаря своему географическому положению, отличается широким диапазоном гидрологических условий и, как следствие, разнообразием населяющих его организмов. Антропогенный пресс вызывает качественные и количественные изменения в его биоте, наиболее заметные в бентосе. Двустворчатые моллюски, одна из широко распространенных и часто доминирующих групп донных организмов, реагируют в основном на хроническое загрязнение. В наиболее загрязненных участках, например, в Амурском заливе, происходит снижение общей биомассы, обеднение видового разнообразия бентосных сообществ, уменьшение встречаемости и исчезновение чувствительных к загрязнению форм, сохранение толерантных видов, приспособившихся к новым условиям [Tkalin et al., 1993; Олейник, 1998]. При этом в разных районах залива перестройки в донных сообществах имеют свои особенности.

Планомерное изучение сообществ эпибионтов в различных по уровню загрязнения районах дает возможность оценить состояние экосистемы зал. Петра Великого в условиях антропогенного воздействия. Целью данного исследования является анализ состава и структуры макроэпибиоза приморского гребешка в различных акваториях залива.

Материал и методика

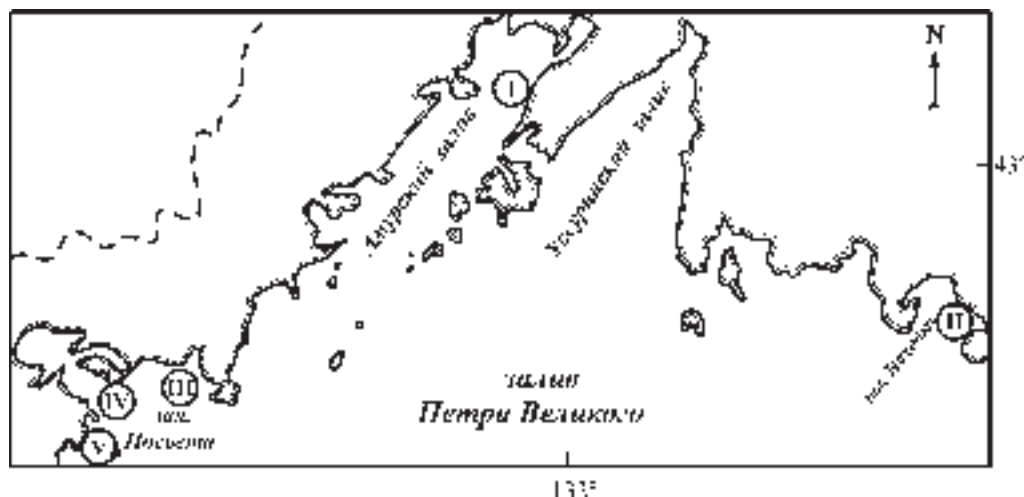
Материалом для данной работы послужили сборы живых особей разновозрастного гребешка *M. yessoensis* в верхней сублиторали на мягких грунтах различных районов зал. Петра Великого с 1979 по 2001 г. (см. рисунок).

Район I – северо-восточная часть Амурского залива, прибрежная зона г. Владивостока. Пробы гребешка в возрасте 2–9 лет брали из естественной популяции с илистого грунта на глубине 5–7 м в апреле–мае 1982, 1987, 1990, 1994 гг. и в марте 1995 г. Всего проанализировано 250 особей.

грунте на глубине 5–7 м в б. Троицы, 9–12 м в б. Витязь и 17–19 м в б. Алексева. Всего за период с ноября 1979 по октябрь 1980 г. произведено изучение 181 особи.

Район IV – центральная часть зал. Посьета, б. Миноносок. Пробы гребешка в возрасте 3–6 лет брали из интродуцированных поселений с илисто-песчаного грунта на глубине 4–8 м в июне–августе 1998 г. Выборка гребешка составила 55 экз.

Район V – юго-западная часть зал. Посьета, б. Калевала и б. Сивучья.



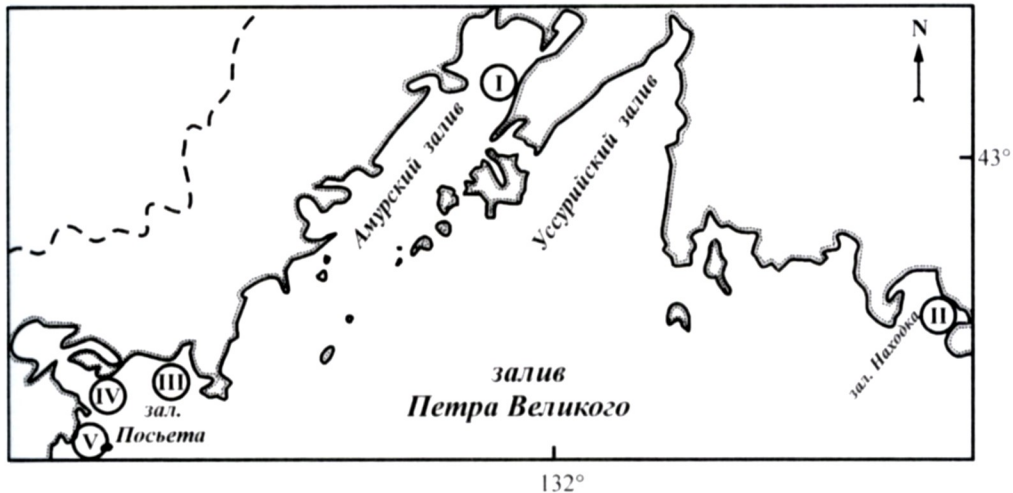
Карта-схема районов исследования эпидиоза приморского гребешка в зал. Петра Великого.

The map of the studied areas of the Japanese scallop's epibiosis in Peter the Great Bay.

Район II – зал. Находка, б. Врангеля. Пробы гребешка в возрасте 2–8 лет брали из естественной популяции с илисто-песчаного и илистого грунта на глубине 6–15 м в июне 2001 г. Выборка составила 60 особей.

Район III – восточная часть зал. Посьета. Пробы гребешка в возрасте от 1.5 до 3 лет брали с интродуцированных поселений на илисто-песчаном

Отбор проб производили из естественных и интродуцированных поселений гребешка в возрасте от 2 до 11 лет. В б. Сивучья пробы брали с илисто-песчаного и песчаного грунтов на глубине 8–16 м в мае–августе 1996–1999 г. В б. Калевала – с песчаного грунта на глубине 7–11 м в августе 1999 г. Всего проанализировано 294 особи гребешка, из них 121 экз. интродуцированных.



Карта-схема районов исследования эпибиоза приморского гребешка в зал. Петра Великого.

The map of the studied areas of the Japanese scallop's epibiosis in Peter the Great Bay.

Учет макроэпибионтов выполняли по уточненной стандартной методике [Силина, Овсянникова, 1995; Овсянникова, Левенец, 2003; Овсянникова, Левенец, 2004]. Рассчитывали биомассу (в г/дм²), плотность поселения (в экз./дм²) и частоту встречаемости видов (в % от общего числа гребешков в выборке). Усредненные значения этих величин определяли отдельно для каждого исследованного района. При расчете биомассы и плотности поселения организмов использовали зависимости площади створки от ее высоты, полученные И.И. Овсянниковой: $S = 0.600 H^{2.149}$,

при стандартной ошибке линии регрессии 0.0539 для естественных поселений; $S = 0.548 H^{2.145}$, при стандартной ошибке линии регрессии 0.0248 для интродуцированных поселений.

При анализе зонально-географического состава эпибиоза за основу были взяты зоогеографическая система А.Н. Голикова [1982] и фитогеографическая система Л.П. Перестенко [1982]. В трактовке мегатаксонов у водорослей и некоторых групп животных мы придерживаемся точки зрения А.В. Адрианова и О.Г. Кусакина [1998].

Результаты

Район I. В макроэпибиозе приморского гребешка вблизи г. Владивостока идентифицировано 56 видов гидробионтов из 13 типов и отделов [Овсянникова, Левенец, 2004]. По числу видов преобладают многощетинковые черви (11 видов, из них сверлящих – 7), красные водоросли и двустворчатые моллюски (табл. 1). Губки, гидроиды, актинии, немуртины, энтопрокты, хитоны, гастроподы, мшанки и асцидии представлены 1–3 видами. По частоте встречаемости на раковинах гребешка преобладают баланусы, полихеты и бурые водоросли. Из 7 видов сверлящих полихет наиболее часто встречаются *Polydora brevipalpa*. Эпибионты поселяются, в основном, на верхней створке.

Основу зонально-географического состава составляют широкобореальные (30%), низкобореальные (27%) и относительно тепловодные субтропическо-низкобореальные виды (23%). На долю относительно холодноводных видов приходится 12%. Биогеографический анализ показывает преобладание

среди эпибионтов тихоокеанских приазиатских видов (53%). Доли широко распространенных в Мировом океане и тихоокеанских широко распространенных видов примерно равны – около 20% от общего числа видов.

Средняя биомасса эпибиоза составляет 35.5 г/дм², а плотность поселения – 51.4 экз./дм². Доминирующими видами являются усоногие раки *Hesperibalanus hesperius* и *Balanus rostratus*. С 1982 по 1995 г. в эпибиозе гребешка два раза происходила смена доминантов, и мелкий баланус *H. hesperius* вытеснил крупного *B. rostratus*, не выдерживающего конкуренции в условиях нарастающего антропогенного воздействия.

Многие водоросли и моллюски встречены в угнетенном состоянии. Частота встречаемости на раковинах гребешка сверлящих полихет *Polydora* и *Dipolydora* за 13 лет возросла втрое, увеличившись до 100%. Субдоминантными и характерными в эпибиозе являются толерантные виды: устойчивый к илистому субстрату моллюск

Таблица 1

Таксономический состав эпибиоза *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Петра Великого
 Taxonomic composition of epibiosis of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in Peter the Great Bay

Класс (отдел)	Район					
	Число видов (подвидов)					
	I	II	III	IV	V	залив в целом
Rhodophyles, Bangioides	0	0	0	1	2	2
Rhodophyles, Floridioides	9	2	5	7	22	29
Phaeophyles, Phaeosporioides	5	1	1	2	2	5
Phaeophyles, Cyclosporioides	1	0	0	1	2	3
Chlorophyles, Siphonioides	3	0	2	3	4	6
Chlorophyles, Ulotrichioides	3	3	2	2	5	7
Spongia, Demospongiae	1	0	1	0	0	1
Cnidaria, Hydrozoa	1	0	1	1	0	1
Cnidaria, Anthozoa	1	1	0	0	1	1
Nemertinea, Anopla	1	0	0	0	0	1
Entoprocta	1	0	0	0	0	1
Annelida, Polychaeta	11	2	2	3	8	14
Mollusca, Polyplacophora, Neoloricata	1	0	0	0	2	3
Mollusca, Gastropoda	3	3	2	1	3	5
Mollusca, Bivalvia	7	3	0	1	4	10
Arthropoda, Copepodoidea, Cirripedia	3	2	2	2	2	3
Phoronida	1	0	0	0	0	1
Bryozoa, Flustrata	1	0	1	1	1	1
Chordata, Ascidiacea	3	0	0	1	1	3
Всего	56	17	19	27	59	97

Arca boucardi, к дефициту кислорода и нефтяному загрязнению актиния *Metridium senile fimbriatum*, к органическому и нефтяному загрязнению водоросли *Ulva fenestrata*, *Laminaria japonica*, полихета-серпулида *Hydroides ezoensis*.

Район II. В составе макроэпибиоза гребешка в б. Врангеля зафиксировано 17 видов организмов из 8 типов и отделов [Овсянникова, 2004]. Большинство групп гидробионтов представлено 1–2 видами, брюхоногих и двустворча-

тых моллюсков – по 3 вида. Чаше других встречаются усяногие раки, красные водоросли, моллюски и актинии. Эпибионты отмечены не только на верхней, но и на нижней створке. Поверхность раковин гребешка сильно заилена. Все сидячие организмы покрыты сплошным тонким слоем ила.

Зонально-географический состав эпибиоза определяют широкобореальные (44%) и низкобореальные виды (31%). Доли относительно холодновод-

ных и относительно тепловодных видов близки и составляют соответственно 12 и 13%. По биогеографическому составу значительно преобладают тихоокеанские приазиатские виды (62%). На тихоокеанские широко распространенные виды приходится 25%, на широко распространенные в Мировом океане – 13% от общего числа видов.

Средняя биомасса эпибиоза составляет 14 г/дм², а плотность поселения – 220 экз./дм². Доминирующим видом, с частотой встречаемости 100%, является усногий рак *H. hesperius*. Отмечено массовое заселение баланусом верхних створок *M. yessoensis*, в том числе и молодых гребешков. На створках гребешка в возрасте 2–3-х лет *H. hesperius* образует многоярусные поселения. Из сверлящих полихет обнаружена *P. brevipalpa* (частота встречаемости 33%). Отличительной особенностью данного района является то, что сверлильщиками повреждены гребешки в возрасте 4-х лет и старше. На створках молодых гребешков перфораторы не встречены. Вероятно, это связано с почти сплошным заселением поверхности раковины баланусом *H. hesperius* и дефицитом доступного для полихет субстрата.

Примечательно присутствие на верхних створках гребешка молодых мидий и устриц, а также мелких брюхоногих моллюсков, в том числе эктопаразита *Odostomia fujitanii*. Наибольшего развития эпибиоз достигает в предустье и эстуарии р. Хмыловка и в центральной части б. Врангеля.

Район III. В восточной части зал. Посыета на створках молодых гребешков в период их донного выращивания (7–18 месяцев) встречено 19 видов эпибионтов из 9 типов и отделов. Из

них 53% составляют водоросли (табл. 1, 2). Частота встречаемости большинства видов не превышает 10%. Характерными видами являются водоросли *U. fenestrata* и *Codium yezoense*, а также сверлящие виды: губка *Cliona* sp. и полихета *P. brevipalpa*.

Основу зонально-географического состава составляют широкобореальные и низкобореальные виды (табл. 3). Доли относительно холодноводных и относительно тепловодных видов низкие – по 6% от общего числа видов. Анализ биогеографического состава показывает преобладание в эпибиозе тихоокеанских приазиатских видов. Значительную долю составляют тихоокеанские широко распространенные виды (табл. 4).

Средняя биомасса эпибиоза составляет 1.3 г/дм², а плотность поселения – 125 экз./дм². Во всех трех исследованных бухтах на створках *M. yessoensis* доминирует баланус *H. hesperius* с частотой встречаемости 100%. Отмечена высокая смертность раков, а средняя продолжительность их жизни на створках гребешка не превышает 6–7 мес. Наибольшего развития эпибиоз достигает в б. Троицы, в ее полузакрытой части.

Район IV. В центральной части зал. Посыета в популяции интродуцированного гребешка зарегистрировано 27 видов гидробионтов из 10 типов и отделов, из них 15 видов водорослей. Среди макрофитов на *M. yessoensis* обычно встречались *Polysiphonia* spp. и *Gelidium* spp. из красных, *Sphacelaria furcigera* из бурых, *U. fenestrata*, *Codium fragile* и *Cladophora stimpsonii* из зеленых. Из животных чаще других отмечены полихеты: серпулида *H. ezoe-*

Таблица 2

Список видов эпибионтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. ПосьетаA list of species of epibionts of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in Possjet Bay

Таксон	Район			Биогеографическая и зонально-географическая характеристики
	III	IV	V	
BANGIIODES				
<i>Erythrotrichia carnea</i>	–	–	+	аб, нБ-Т
<i>Stylonema alsidii</i>	–	+	+	Б-Т-Н
FLORIDIODES				
<i>Antithamnion densum</i>	–	+	+	Б-Т-Н
<i>Ceramium cimbricum</i>	–	–	+	аб, Б
<i>Chondrus armatus</i>	–	–	+	аз, нБ
<i>Corallinaceae</i> gen. sp.	–	+	+	–
<i>Dumontia contorta</i>	–	–	+	аб, шБ
<i>Gelidium elegans</i>	–	–	+	аз, СТ-нБ
<i>G. vagum</i>	–	+	–	т, нБ-Т
<i>Gracilaria verrucosa</i>	–	–	+	аб, Б-Т
<i>Hollenbergia subulata</i>	–	–	+	т, нБ
<i>Laurencia nipponica</i>	–	–	+	аз, нБ
<i>Mastocarpus pacificus</i>	–	–	+	т, шБ
<i>Masudaphycus irregularis</i>	–	–	+	аз, нБ
<i>Mazzaella japonica</i>	–	–	+	аз, нБ
<i>Neorhodomela munita</i>	–	–	+	аз, нБ
<i>N. sachalinensis</i> *	–	–	+	аз, нБ
<i>Palmaria stenogona</i>	+	+	+	аз, шБ
<i>Polysiphonia japonica</i>	+	+	+	аз, нБ
<i>P. morrowii</i>	+	+	+	аз, шБ-СТ
<i>Platythamnion yezoense</i>	+	–	–	п, нБ
<i>Rhodophysema georgii</i>	–	+	+	аб, нБ
<i>R. odonthaliae</i> *	–	–	+	ап, нБ
<i>Sparlingia pertusa</i>	+	–	+	т, шБ
<i>Tokidaea corticata</i>	–	–	+	аз, нБ
<i>T. hirta</i>	–	–	+	аз, нБ
PHAEOSPORIODES				
<i>Desmarestia viridis</i>	–	–	+	Б-А
<i>Laminaria</i> sp.	–	+	–	–
<i>Ralfsia</i> sp.	+	–	+	–
CYCLOSPORIODES				
<i>Sargassum pallidum</i>	–	–	+	аз, СТ-нБ

Таблица 2 (продолжение)

Таксон	Район			Биогеографическая и зонально-географическая характеристики
	III	IV	V	
<i>Sphacelaria furcigera</i>	–	+	+	аб, Б-Т
SIPHONIODES				
<i>Bryopsis hypnoides</i>	–	–	+	аб, нБ-Т
<i>Cladophora stimpsonii</i>	+	+	+	т, шБ
<i>Codium fragile</i>	–	+	+	аб, СТ-нБ
<i>C. yezoense</i>	+	+	+	аз, нБ
ULOTRICHIODES				
<i>Endophyton ramosum</i> *	–	–	+	аб, шБ
<i>Enteromorpha prolifera</i>	–	–	+	МЗ
<i>Spongomorpha duriuscula</i>	–	–	+	т, шБ
<i>Ulva fenestrata</i>	+	+	+	аз, шБ
<i>Ulvaria splendens</i>	+	+	+	аз, шБ
DEMOSPONGIA				
<i>Cliona</i> sp.	+	–	–	–
HYDROZOA				
<i>Obelia longissima</i>	+	+	–	МЗ
ANTHOZOA				
<i>Metridium senile fimbriatum</i>	–	–	+	т, шБ
POLYCHAETA				
<i>Harmothoe imbricata</i>	–	–	+	Б-А
<i>Hydroides ezoensis</i>	+	+	+	т, СТ-нБ
<i>Eulalia bilineata</i>	–	–	+	Б-А
<i>Neodexiospira alveolata</i>	–	+	+	т, СТ-нБ
<i>Nereis zonata tigrina</i>	–	–	+	аз, Б
<i>Paradexiospira vitrea</i>	–	+	+	Б-А
<i>Dipolydora bidentata</i>	–	–	+	ап, СТ-нБ
<i>Polydora brevipalpa</i>	+	+	+	аз, нБ
POLYPLACOPHORA, NEOLORICATA				
<i>Ischnochiton hakodadensis</i>	–	–	+	аз, СТ-нБ
<i>Leptochiton assimilis</i>	–	–	+	аз, шБ
GASTROPODA				
<i>Odostomia culta</i>	–	–	+	аз, нБ
<i>Odostomia fujitanii</i>	+	+	+	аз, нБ
<i>Minolia iridescens</i>	–	–	+	аз, нБ
BIVALVIA				
<i>Crassostrea gigas</i>	–	+	–	аз, СТ-нБ

Таблица 2 (окончание)

Таксон	Район			Биогеографическая и зонально-географическая характеристики
	III	IV	V	
<i>Mya</i> sp. juv.	–	–	+	–
<i>Mytilus trossulus</i>	–	–	+	аз, шБ
<i>Protothaca</i> sp.	–	–	+	–
<i>Turtonia minuta</i>	–	–	+	аб, шБ
COPEPODOIDEA, CIRRIPIEDIA				
<i>Balanus crenatus</i>	+	–	+	Б-А
<i>B. rostratus</i>	–	+	–	т, шБ
<i>Hesperibalanus hesperius</i>	+	+	+	т, шБ
FLUSTRATA				
<i>Schizoporella unicornis</i>	+	+	+	аб, шБ
<i>Micro porellidae</i> gen.sp.	–	+	+	–
ASCIDIACEA				
<i>Halocynthia roretzi</i>	+	–	+	аз, нБ
<i>Styela clava</i>	–	+	–	аз, СТ-нБ

* Виды, впервые отмеченные для зал. Петра Великого.

Примечание. Здесь и в табл. 3, 4 приняты следующие обозначения видов: аз – приазиатский; ап – амфипацифический; т – тихоокеанский; аб – амфибореальный; Б-Т-Н – бореально-тропическо-нотальный; МЗ – мультизональный; Б-А – бореально-арктический; Б-Т – бореально-тропический; нБ-Т – низкобореально-тропический; Б – бореальный; шБ – широкобореальный; шБ-СТ – широкобореально-субтропический; нБ – низкобореальный; СТ-нБ – субтропическо-низкобореальный; «–» отсутствие вида.

nsis и спирорбиды *Neodexiospira alveolata* и *Paradexiospira vitrea*. Эпибионты отмечены на обеих створках гребешка. У спирорбид наибольшую численность и долю покрытия регистрировали на нижней створке раковины. Частота встречаемости сверлильщиков на створках *M. yessoensis* в среднем по району невысока – около 5%.

Анализ зонально-географических групп эпибионтов показывает преобладание широкобореальных (42%) и относительно тепловодных (25%) видов. Доля относительно холодноводных видов составляет 4%. Биогеографический состав определяют, главным образом, тихоокеанские приазиатские и

тихоокеанские широко распространенные виды. Заметно присутствие в эпибиозе амфибореальных видов (табл. 4).

Средняя биомасса эпибиоза составляет 0.2 г/дм², а плотность поселения – 1.5 экз./дм². Доминирующими в эпибиозе являются полихеты *N. alveolata* по численности и *H. ezoensis* по биомассе. Характерные виды – гастропода *O. fujitani*, спирорбида *P. vitrea*, мшанка *Schizoporella unicornis* и водоросли *P. morrowii*, *C. fragile* и *U. fenestrata*. Особенностью данного района является преимущественное развитие спирорбид и серпулид (высокая численность и низкая смертность) на нижней створке гребешка.

Таблица 3

Зонально-географический состав эпибиоза *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Петра Великого
(% от общего числа видов)

Zonal-geographical composition of epibiosis of *Mizuhopecten yessoensis* in Peter the Great Bay
(share of overall species number, %)

Район	СТ-нБ, СТ	нБ, Б	шБ, шБ-СТ	нБ-Т, БТ	Б-А	Б-Т-Н, МЗ
Амурский залив, северо-восточная часть	23	27	30	0	12	8
Зал. Находка, бухта Врангеля	12	31	44	0	13	0
Зал. Посьета, восточная часть	6	35	47	0	6	6
Зал. Посьета, центральная часть	25	18	42	4	4	7
Зал. Посьета, юго-западная часть	13	37	28	7	9	6
Зал. Петра Великого в целом	18	36	24	5	9	8

Примечание. Все числа округлены до 1%.

Таблица 4

Биогеографический состав эпибиоза *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Петра Великого
(% от общего числа видов)

Biogeographical composition of epibiosis of *Mizuhopecten yessoensis* in Peter the Great Bay
(share of overall species number, %)

Район	аз	Ап	т	аб	ш
Амурский залив, северо-восточная часть	53	2	21	4	20
Зал. Находка, бухта Врангеля	62	0	25	0	13
Зал. Посьета, восточная часть	59	0	23	6	12
Зал. Посьета, центральная часть	54	0	21	14	11
Зал. Посьета, юго-западная часть	48	4	15	18	15
Зал. Петра Великого в целом	52	3	15	16	14

Примечание. Все числа округлены до 1%; ш – виды с широким распространением в Мировом океане: Б-Т-Н, МЗ, Б-А, БТ.

Район V. В юго-западной части зал. Посьета отмечено 59 видов эпибионтов из 13 типов и отделов. Водоросли, видовое разнообразие которых определяют красные, составляют 62% от общего числа видов. Из животных по числу видов преобладают полихеты (14%). Эпибионты отмечены преимущественно на верхней, и лишь иногда

на нижней створке. Частота встречаемости большинства видов не превышает 5–10%. Встречаемость раковин гребешка, пораженных сверлильщиком *P. brevipalpa*, высока и составляет около 94%.

Зонально-географический состав определяют, в основном, низкобореальные и широкобореальные виды

(табл. 3). По биогеографическому составу преобладают тихоокеанские приазиатские виды. Однако в исследованной акватории заметно присутствие широко распространенных в Мировом океане, амфибореальных и тихоокеанских широко распространенных видов (табл. 4).

Средняя биомасса эпибиоза составляет 5.6 г/дм², а плотность поселения – 15.3 экз./дм². Руководящими в эпибиозе видами являются водоросли

U. splendens, *P. morrowii*, *C. fragile*, *C. yezoense*, *Cl. stimpsonii* (частота встречаемости 20–60%), которые доминируют совместно (2–3 вида). Баланус *H. hesperius* имеет высокую частоту встречаемости и плотность поселения, но его биомасса значительно уступает таковой водорослей. Доля мертвых баланусов в данном районе очень высока. На раковинах интродуцированных 4-летних гребешков она составляет около 93%.

Обсуждение

Исследованные акватории зал. Петра Великого в разной степени подвержены загрязнению. Северо-восточная часть Амурского залива характеризуется экстремально высоким уровнем загрязнения и евтрофирования, что приводит к нарушениям структуры биоценозов, вспышкам численности отдельных гетеротрофных организмов, вызывающих «цветение» воды [Tkalin et al., 1993, 1996; Ващенко, 2000; Белан, 2001; Огородникова, 2001; Бегун и др., 2004]. Зал. Находка имеет умеренный и высокий (б. Врангеля) уровень загрязнения. Состояние бентоса б. Врангеля оценивается как неустойчивое [Гульбин, Арзамасцев, 1998; Гульбин и др., 2003]. Зал. Посьета относится к наиболее чистым из изученных районов. В то же время в пределах одной и той же акватории содержание поллютантов в водной толще и осадках может варьировать в разные годы, а также в один год в зависимости от различных экологических условий и гидрологических особенностей водоема.

В составе макроэпибиоза приморского гребешка *M. yessoensis* нами

зафиксировано около 100 видов гидробионтов из 13 типов и отделов. Основу видового богатства флоры составляют красные водоросли, а фауны – многощетинковые черви и моллюски (табл. 1). Для всех районов характерно присутствие отдельных видов багрянок, ульвовых и сифоновых зеленых водорослей, полихет-серпулид, сверлящих полихет и губок, эктопаразитических гастропод, баланусов, мшанок и асцидий.

Количество видов и частота встречаемости эпибионтов в исследованных участках зал. Петра Великого заметно варьирует. Наименьшее число видов и таксонов – 17 отмечено в зал. Находка, наибольшее – 59 – в юго-западной части зал. Посьета (табл. 2). Видовой состав районов I и V при сходном общем числе видов различался, главным образом, по составу водорослей.

Основные группы эпибионтов гребешка *M. yessoensis* составляют:

а) толерантные к антропогенному и внешнему воздействию сидячие организмы, часто с защитными домиками, раковинами или оболочками: усоногие раки, полихеты-серпулиды и спирор-

биды, водоросли, моллюски, актинии, асцидии, мшанки;

б) комменсалы и паразиты – сверлильщики *Polydora*, *Dipolydora*, и *Cliona*, эктопаразитические гастроподы *Odostomia*.

Обе группы встречаются во всех исследованных акваториях независимо от состава грунта, уровня загрязнения водоема, а также возраста хозяина – гребешка.

Зонально-географический состав эпибиоза во всех изученных районах определяют, главным образом, низкобореальные и широкобореальные виды. Гидротермические особенности отдельных акваторий обуславливают вариации в количестве относительно холодноводных или тепловодных видов. Так, доля субтропическо-низкобореальных видов наибольшая в северо-восточной части Амурского залива и в центральной части зал. Посьета, где гидродинамические процессы выражены слабее, чем в открытой части залива, и наблюдается постепенное потепление вод [Gayko, 1999, 2002].

Основу биогеографического состава эпибионтов, как и следовало ожидать, составляют виды местного происхождения: тихоокеанские приазиатские и тихоокеанские широко распространенные. В зал. Посьета и в зал. Находка, вероятно, благодаря наличию постоянных течений, идущих из открытого моря, заметно присутствие видов, которые широко распространены в Северном, либо в обоих полушариях.

Макроводоросли, на долю которых в различных акваториях приходится от 35% (зал. Находка) до 62% (юго-западная часть зал. Посьета) от общего числа видов, составляют более половины всех

встреченных в зал. Петра Великого эпибионтов (табл. 1). Как и многие животные, они предпочитают поселяться на раковинах старших особей гребешков ближе к брюшному краю створки, где создается микроциркуляция воды.

Водоросли представлены, в основном, мелконитчатыми и кустистыми формами, а также микроскопическими эпифитами и эндофитами. Они, как правило, не создают значительной биомассы и не доминируют на створках гребешка в большинстве изученных районов, особенно на илистом грунте: в Амурском заливе, зал. Находка и в восточной части зал. Посьета. Руководящим видом здесь является баланус *H. hesperius*. Этот усконогий рак, имеющий небольшие размеры и короткий жизненный цикл с многократным нерестом, успешно конкурирует с другими Cirripedia и Polychaeta. Он выдерживает значительное загрязнение в Амурском заливе и заиливание поверхности раковин гребешка в зал. Находка. Однако в центральной части зал. Посьета, в тепловодной б. Миноносков, часто складываются неблагоприятные для него и многих умеренноводных видов, например, моллюсков, условия воспроизводства [Габаев, 1990]. Поэтому на створках гребешка в данном районе доминируют субтропические по происхождению виды полихет: *H. ezoensis* и *N. alveolata*.

В юго-западной части залива, в б. Сивучья и б. Калевала нами отмечено явное преобладание водорослей над остальными группами организмов [Levenetz, Ovsyannikova, 2004]. Высокая смертность и низкие количественные показатели баланусов в эпибиозе, возможно, являются следствием конку-

рентных взаимоотношений с макрофитами. В этой акватории иногда можно наблюдать более раннее оседание спор водорослей, чем личинок баланусов на раковины гребешка. Водоросли часто образуют сплошной покров на верхней створке гребешка. Они также встречаются и по краю нижней створки, обычно лишенной макрофитов. Вследствие этого молодь баланусов, предпочитающая брюшной край раковины, испытывает недостаток свободного места для оседания. Быстрый рост водорослей ухудшает условия жизнедеятельности усонюгих раков и может приводить к их угнетению и гибели. Вытеснение *H. hesperius* со створок гребешка водорослями, на наш взгляд, происходит и вследствие недостаточного для его воспроизводства количества личинок в юго-западной части зал. Петра Великого в отдельные годы [Даутов и др., 2001].

По результатам наших исследований, средняя биомасса и плотность эпибиоза *M. yessoensis* в евтрофированных

и загрязненных районах в несколько раз выше, чем в относительно чистых. Вместе с тем, резкие всплески биомассы и численности отдельных видов полихет и баланусов, как правило, приводят к их гибели и структурным перестройкам в эпибиозе, что наблюдается в Амурском заливе [Овсянникова, Левенец, 2003]. В относительно чистых акваториях зал. Посыета при небольших значениях общей биомассы эпибионтов наблюдается заметное развитие макроводорослей, в отдельных случаях приводящее к совместному доминированию нескольких видов.

Таким образом, анализ особенностей состава и структуры эпибиоза *M. yessoensis* в различных акваториях позволяет выделить несколько условий, определяющих его разнообразие и обилие. Это потенциальная доступность субстрата, качество и количество пищи, гидрологический режим водоема, воздействие комплекса загрязняющих веществ, степень эврибионтности и толерантности отдельных видов.

Литература

- Адрианов А.В., Кусакин О.Г. 1998. Таксономический каталог биоты залива Петра Великого. Владивосток: Дальнаука. 350 с.
- Бегун А.А., Орлова Т.Ю., Селина М.С. 2004. Случай «цветения» воды в Амурском заливе, вызванный динофитовой водорослью *Oxurhis marina* Dujardin, 1841 // Биология моря. Т. 30, № 1. С. 68–71.
- Белан Т.А. 2001. Особенности обилия и видового состава бентоса в условиях загрязнения (залив Петра Великого, Японское море): Автореферат дис. ...канд. биол. наук. Владивосток: ДВГУ. 26 с.
- Ващенко М.А. 2000. Загрязнение залива Петра Великого Японского моря и его биологические последствия // Биология моря. Т. 26, № 3. С. 149–159.
- Габаев Д.Д. 1990. Биологическое обоснование новых методов культивирования некоторых промысловых двустворчатых моллюсков в Приморье: Автореферат дис. ...канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО АН СССР. 30 с.
- Голиков А.Н. 1982. О принципах районирования и унификации терминов в морской биогеографии // Морская биогеография. М.: Наука. С. 94–99.
- Гульбин В.В., Арзамасцев И.С. 1998. Биологический мониторинг акватории глубоководного порта Восточный (бухта Врангеля Японского моря) // Биология моря. Т. 24, № 5. С. 278–286.
- Гульбин В.В., Арзамасцев И.С., Шулькин В.М. 2003. Экологический мониторинг акватории порта Восточный (бухта Врангеля Японского моря (1995–2002 гг.) // Биология моря. Т. 29, № 5. С. 320–330.
- Даутов С.Ш., Куликова В.А., Корн О.М. 2001.

- Распределение личинок *Bivalvia*, *Echino-dermata* и *Cirripedia* на акватории залива Петра Великого между устьем реки Туманной и островом Фуругельма // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. Т. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 110–125.
- Курочкин Ю.В., Цимбалюк Е.М., Рыбаков А.В. 1986. Паразиты и болезни // Приморский гребешок. Глава 14. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 174–182.
- Овсянникова И.И. 2004. Усоногие раки в макроэпibiозе раковин приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* из бухты Врангеля (залив Находка, Японское море) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 8. С. 117–129.
- Овсянникова И.И., Левенец И.Р. 2003. Макроэпibiонты гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в загрязненной части Амурского залива Японского моря // Биология моря. Т. 29, № 6. С. 441–448.
- Овсянникова И.И., Левенец И.Р. 2004. Межгодовая динамика эпibiонтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в восточной части Амурского залива // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 8. С. 61–74.
- 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.
- Олейник Е.В. 1998. Исследование состояния сообществ двустворчатых моллюсков в Амурском заливе // Гидрометеорологические процессы на шельфе: оценка воздействия на морскую среду. Владивосток: Дальнаука. С. 131–136.
- Перестенко Л. П. 1982. О принципах зонального биогеографического районирования шельфа Мирового океана и о системах зон // Морская биогеография. М.: Наука. С. 99–114.
- Приморский гребешок. 1986. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 244 с.
- 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.
- Gayko L.A. 1999. Peculiarities of interannual variability of hydrometeorological parameters in the north-western Japan Sea (Peter the Great Bay) // Proceedings of the International Symposium Circulation Research of East Asian Marginal Seas (CREAMS). Fukuoka, Japan, January 26–28, 1999. P. 238–243.
- Gayko L.A. 2002. Analysis of the long-term fluctuations of water and air temperature in Peter the Great Bay (Sea of Japan) // Reports of the International Workshop of the Global Change Studies in the Far East. Vladivostok, Russia, September 7–9, 1999. V. 2. Vladivostok: Dalnauka. P. 66–84.
- Levenetz I.R., Ovsyannikova I.I. 2004. Macroepibiots of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in the southwestern part of Peter the Great Bay, Sea of Japan // Mollusks of the Northeastern Asia and Northern Pacific: Biodiversity, Ecology, Biogeography and Faunal History: Abstracts. Vladivostok, October 4–6, 2004. Vladivostok: Dalnauka. P. 87–88.
- 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.
- Tkalin A.V., Presley B.J., Boothe P.N. 1996. Spatial and temporal variations of trace metals in bottom sediments of Peter the Great Bay, the Sea of Japan // Environmental Pollution. V. 92. P. 73–78.