

ФИТОПЛАНКТОН, ФИТОБЕНТОС,  
ФИТОПЕРИФИТОН

УДК 582.261/.279:594.117/.121(265.54)

ЭПИБИОНТНЫЕ ВОДОРОСЛИ ГРЕБЕШКА И УСТРИЦЫ  
В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ

© 2021 г. И. Р. Левенец<sup>а</sup>, \*, Е. Б. Лебедев<sup>а</sup>, А. Ю. Баранов<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения  
Российской академии наук, Владивосток, Россия

\*e-mail: iralevenetz@rambler.ru

Поступила в редакцию 04.02.2021 г.

После доработки 18.05.2021 г.

Принята к публикации 20.05.2021 г.

Выявлен состав эпибионтных водорослей четырех видов *Bivalvia*: приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis*, японского *Azutapecten farreri* и Свифта *Swiftopecten swifitii*, а также тихоокеанской устрицы *Magallana gigas* в прибрежье Южного Приморья. Флора эпибиоза приморского гребешка из 14 районов включает 83 вида (красные – 45, бурые – 16, зеленые – 22), японского гребешка из двух районов – 16 видов (красные – 13, бурые – 1, зеленые – 2), гребешка Свифта из одного района – 9 видов (красные – 9), устрицы из трех районов – 32 вида (красные – 20, бурые – 10, зеленые – 2). *Rhodophyta* лидируют по числу видов в эпибиозах всех видов моллюсков в большинстве районов. Высокое видовое богатство флоры эпибиоза приморского гребешка отмечено в смешанных поселениях в зал. Посыета (44 вида) и донной культуре в прол. Старка (37). В естественных скоплениях при благоприятных условиях (активная гидродинамика и низкий уровень загрязнения вод, незначительное заиливание грунта) в одном районе встречается 21–25 видов водорослей, при неблагоприятных – 6–12. Естественные поселения двух других видов гребешка характеризуются еще большим доминированием *Rhodophyta* по количеству видов. Виды рода *Codium* (*Chlorophyta*) доминируют по биомассе в природных эпибиозах приморского и японского гребешка в чистых районах зал. Петра Великого. Флора эпибиоза тихоокеанской устрицы характеризуется преобладанием *Phaeophyceae* по числу видов и биомассе в культивированных поселениях, и по биомассе – в естественных.

**Ключевые слова:** эпибиоз, макроводоросли, гребешок, устрица, естественное поселение, культивированное поселение, залив Петра Великого, южное Приморье

DOI: 10.31857/S0320965221050144

ВВЕДЕНИЕ

Макроводоросли обитают в водоемах на самых разнообразных твердых субстратах, в том числе живых, и поверхность раковин моллюсков не является исключением. Вместе с губками, ракообразными и другими беспозвоночными они часто образуют эпибиотические сообщества (Звягинцев, 2005). Эпибиоз – пространственная ассоциация эпи- и базибионтов, имеющая сложную консортивную структуру (Парталы, 2003; Раилкин, 2008; Harder, 2009; Wahl, 2008, 2009). Прикрепляясь к подвижному живому субстрату, например, приморскому гребешку *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1857), макроводоросли получают ряд преимуществ: защиту от выедания фитофагами, твердый субстрат, удаленность от илистого грунта, способность перемещаться в другие районы и т.д. (Овсянникова, Левенец, 2003, 2004; Ozolinsh, Kupriyanova, 2000; Cerrano et al., 2006; Álvarez-Cerrillo et al., 2017).

Эпибиозы развиваются на постоянно растущем, но ограниченном по площади субстрате, и

могут служить упрощенной моделью эпибиентных сообществ (Турпаева, 1987). Водоросли, поселяясь на ценных промысловых и культивируемых двустворчатых моллюсках, оказывают влияние на состояние моллюска негативно, увеличивая его массу или парусность движения, или позитивно, маскируя его от хищников (Кучерявенко и др., 2006; Габаев, 2013; Vance, 1978). Поэтому установление состава эпибионтов актуально как в теоретическом, так и практическом аспекте.

Макроводоросли как важная часть эпибиотических сообществ, особенно прибрежных, отличаются большим разнообразием и, несомненно, требуют изучения (González et al., 2020). Тем не менее, большинство исследователей эпибиозов моллюсков обычно фокусируют свое внимание на животных и редко указывают *Algae* в их составе (Денисенко, Савинов, 1984; Rosso, Sanfilippo, 1991; Fuller et al., 1998; Uribe et al., 2001; Cerrano et al., 2006; Schejter, Bremec, 2007; Connelly, Turner, 2009; Schejter et al., 2011, 2014; Carraro et al., 2012; Souto et al., 2012; Antoniadou et al., 2013; Martins



**Рис. 1.** Карта-схема южного Приморья. Районы исследования: 1 – бухта Сивучья, 2 – бухта Калевала, 3 – бухта Миноносок, 4 – бухта Троицы, 5 – бухта Витязь, 6 – прол. Старка, 7 – бухта Воевода, 8 – бухта Новик, 9 – о. Скребцова, 10 – бухта Горностай, 11 – бухта Подъяпольского, 12 – бухта Тихая Заводь, 13 – бухта Врангеля, 14 – бухта Киевка.

et al., 2014). Между тем, водоросли-эпибионты в Северо-западной Пацифике разнообразны и обильны. Они являются основными компонентами эпибиозов гребешка *M. yessoensis* в Охотском и Японском морях (Силина, 2002; Левенец и др., 2005, 2010; Кучерявенко и др., 2006; Баранов и др., 2013, 2017). Большая парусность *Algae* способствует перемещению моллюсков течениями и выбросу их на берег под действием штормов (Гайл, 1936; Lutaenko, Levenets, 2015). В то же время водоросли-макрофиты служат подходящим субстратом для оседания спата и, тем самым, способствуют стабильному воспроизводству скоплений *Bivalvia*.

В прибрежье южного Приморья распространены три промысловых вида гребешка: приморский *M. yessoensis*, японский *Azumapecten farreri* (Jones et Preston, 1904) и Свифта *Swiftopecten swiftii* (Bernardi, 1858) (Lutaenko, Noseworthy, 2012). Приморский гребешок считается основным объектом марикультуры, японский гребешок, гребешок Свифта и тихоокеанская устрица *Magallana gigas* (Thunberg, 1793), – перспективными. Эпибиозы коммерчески важных видов представляют собой одну из серьезных проблем, возникающих при их выращивании (Звягинцев, 2005; Габаев, 2013).

Поскольку эпибиозы одних и тех же видов в разных поселениях различаются, а сведения о водорослях-эпибионтах малочисленны, цель работы – обобщить данные о флоре эпибиоза *Mizuhopecten yessoensis* и установить состав флор эпибиоза *Magallana gigas*, *Azumapecten farreri* и *Swiftopecten swiftii* в прибрежье Южного Приморья.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эпибионтов трех видов гребешка и устрицы, в том числе макроводоросли, изучали в различных поселениях в 14 районах Южного Приморья в период с 1979 по 2017 г. (рис. 1). Обследование поселений четырех видов моллюсков проводили об-

щепринятым водолажным методом на полигонах Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, а также в прибрежной зоне г. Владивостока, Уссурийском и Амурском заливах, заливах Восток, Посыета и Дальневосточном морском заповеднике весной–осенью 2014–2017 гг. Особей гребешков *Azumapecten farreri* и *Swiftopecten swiftii* исследовали в естественных поселениях в бухте Новик, в районе о. Скребцова (Амурский залив) и в бухте Тихая Заводь (зал. Восток). Эпибионтов устрицы *Magallana gigas* изучали у о. Скребцова, в бухте Воевода (Амурский залив), в бухте Троицы (зал. Посыета) и бухте Горностай (Уссурийский залив) в природе и подвесной культуре. Донные плантации *Mizuhopecten yessoensis* обследовали в проливе Старка, подвесные – в бухте Подъяпольского, смешанные – в бухтах Киевка, Миноносок и Воевода по стандартной методике ресурсных исследований (Блинова и др., 2003). Для анализа и сравнения конкретных флор эпибиоза использовали опубликованные данные по другим районам южного Приморья (Левенец и др., 2005, 2010; Баранов и др., 2012, 2013, 2017).

Высоту раковины гребешка и устрицы измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм, массу определяли с точностью до 1 г. Створки раковины обследовали на наличие оброста. Учет эпибионтов, в том числе водорослей, проводили по единой методике (Овсянникова, Левенец, 2003, 2004). Доминантными считали виды, биомасса которых была  $\geq 45\%$  общей фитомассы. Биомасса субдоминантов варьировала от 15 до 30%, характерных видов – от 5 до 10% общей фитомассы. Всего проанализировано 1150 экз. *M. yessoensis*, 20 экз. *Azumapecten farreri*, 10 экз. *Swiftopecten swiftii* и 70 экз. *Magallana gigas*. Названия таксонов приведены в соответствии с современными систематическими представлениями (Guiry, Guiry, 2020).

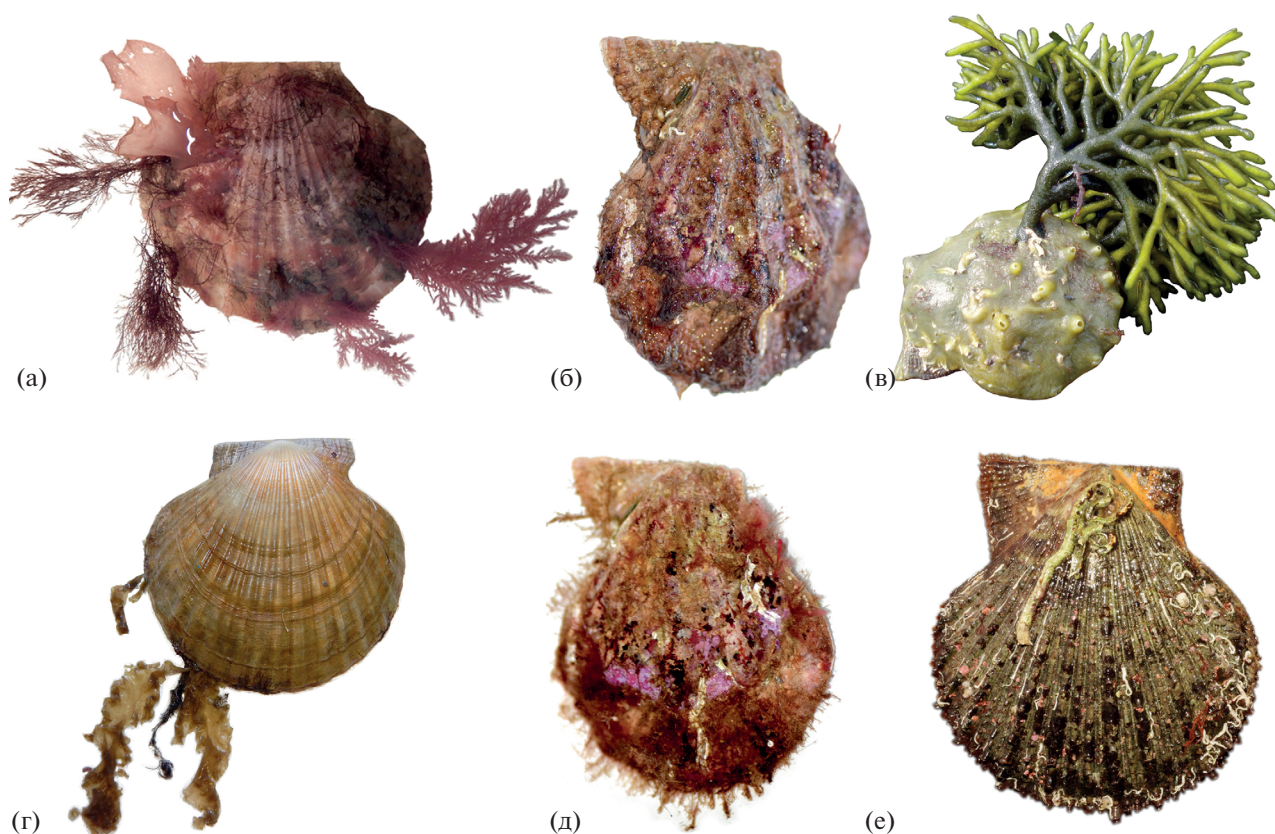


Рис. 2. Водоросли-эпибионты гребешков *Mizuhopecten yessoensis* (а, г), *Swiftopecten swiftii* (б, д) и *Azumapecten farreri* (в, е).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Эпибиоз приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis*.** В результате систематической обработки материала в различных поселениях гребешка *Mizuhopecten yessoensis* найдено 83 вида водорослей из трех отделов: Rhodophyta (красные) – 45, Chlorophyta (зеленые) – 22, Ochrophyta, Phaeophyceae (бурые) – 16 (рис. 2а, 2г). Количество видов в одном районе варьировало: от 6 (бухта Врангеля) до 25 (бухта Калевала) в естественных популяциях; от 10 (бухта Киевка) до 44 (бухта Миносок) в смешанных поселениях; от 6 (бухта Сивучья) до 37 (пролив Старка) в культивируемых поселениях.

В смешанном поселении 6–9-летнего приморского гребешка в бухте Киевка весной 2014 г. встречено 10 видов Algae, из них красных – 6, зеленых – 2, бурых – 2. Кустистые красные водоросли *Savoiea bipinnata* (Postels et Ruprecht) M.J. Wynne и *Polysiphonia morrowii* Harvey, с биомассой 3–5 г на створку, доминировали во флоре и эпибиозе в целом.

В естественном заиленном поселении в бухте Врангеля, испытывающей значительный антропогенный пресс (Гульбин и др., 2003), водоросли малочисленны (красных – 2 вида, зеленых – 3 и бурых – 1). Руководящими были зеленая пла-

стинчатая *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht и красная *Polysiphonia morrowii*. Доминировали в эпибиозе усонogie раки Cirripedia (Левенец и др., 2005, 2010).

В естественном поселении *Mizuhopecten yessoensis* на сероводородных илах в бухте Тихая Заводь осенью 2016 г. эпибиоз обеднен. Его флора включала 12 видов (красных – 7 и зеленых – 5) с низкой биомассой. Обычными были кустистые красные: *Melanothamnus yendoi* (T. Segi) Díaz-Tapia et Maggs, *Ceramium* spp., *Dasya sessilis* Yamada и “нитчатые” (тонкие кустистые) зеленые водоросли: *Cladophora stimpsonii* Harvey и *Ulothrix* spp. В сообществе доминировали животные.

В подвешной культуре в бухте Подъяпольского осенью 2015 г. обнаружено 12 видов Algae (красных – 5, зеленых – 5, бурых – 2) с очень низкой биомассой. На кустистых макроформах: *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux, *Melanothamnus japonicus* (Harvey) Díaz-Tapia et Maggs и *Cladophora stimpsonii* селились микроэпифиты: *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh, *Stylonema alsidii* (Zanardini) Drew, *Colaconema daviesii* (Dillwyn) Stegenga. В эпибиозе доминировали животные.

В естественном поселении вблизи г. Владивостока в восточной части Амурского залива встречен 21 вид Algae (красных – 9, зеленых – 6 и бурых – 6).

Руководящими были бурая пластинчатая *Saccharina japonica* (Areschoug) Lane, Mayes, Druehl et Saunders и красная кустистая *Devaleraea stenogona* (Perestenko) Skriptsova et Kalita. Характерными являлись пластинчатые зеленые *Ulva fenestrata* и *Ulvaria splendens* (Ruprecht) Vinogradova, кустистые красные *Pterothamnion yezoense* (Inagaki) Athanasiadis et Kraft и *Polysiphonia morrowii*. В эпибиозе доминировали животные: Cirripedia и Polychaeta (Левенец и др., 2005, 2010).

В донной культуре в проливе Старка осенью 2014 г. на верхних створках 3–9-летнего гребешка из 37 видов Algae преобладали Rhodophyta – 23 вида. Вклад в эпибиоз Chlorophyta заметен – 11 видов. Кустистые Rhodophyta: *Melanothamnus yendoi*, *Savoiea bipinnata*, *Polysiphonia morrowii*, *Dasysiphonia japonica* (Yendo) H.-S. Kim и *Masudaphycus irregularis* (Yamada) Lindstrom доминировали во флоре и в эпибиозе в целом. Характерно присутствие пластинчатых форм: *Sparlingia pertusa* (Postels et Ruprecht) Saunders, Strachan et Kraft, *Devaleraea stenogona*, *Ulva fenestrata* и *Ulvaria splendens*. Обычны “нитчатки” (*Cladophora stimpsonii*, бурая *Sphacelaria rigidula* Kützing) и микроэпифиты: *Stylonema alsidii* и *Colaconema daviesii*. В донной культуре 1–3-летнего гребешка в бухтах Витязь и Троицы руководящим видом была *Devaleraea stenogona*. Заметен вклад в фитомассу Chlorophyta: пластинчатой *Ulva lactuca* и кустистой *Codium yezoense* (Tokida) Vinogradova (Левенец и др., 2005, 2010).

В смешанном поселении в бухте Воевода (о. Русский, Амурский залив) летом 2014 г. на заиленных верхних створках 3–5-летних гребешков найдено 18 видов (красных – 13, зеленых – 3 и бурых – 2). На них обильно селились микроэпифитные диатомеи. Руководящими в эпибиозе были кустистые красные: *Tichocarpus crinitus* (Gmelin) Ruprecht, *Hyalosiphonia caespitosa* Okamura, *Neorhodomela munita* (Perestenko) Masuda. Характерно присутствие “нитчаток”: красных *Polysiphonia morrowii* и *Melanothamnus yendoi*, зеленых *Cladophora stimpsonii*, *Rhizoclonium riparium* Kützing и *Chaetomorpha ligustica* (Kützing) Kützing. Бурые водоросли, пластинчатая *Punctaria plantaginea* (Roth) Greville и трубчатая *Chorda asiatica* Sasaki et Kawai, отмечены редко и в небольшом количестве. Состав фауны эпибиоза довольно разнообразен (табл. 1).

Объем выборки гребешка в бухте Воевода составил 30 особей: сеяных – 7 и диких – 23. На сеяных гребешках встречено 10 видов: красных – 8, зеленых и бурых – по одному виду. На диких особях отмечено в 1.8 раза больше видов: красных – 13, зеленых – 3, бурых – 2. Наибольшее число видов зарегистрировано на 4-летних сеяных, и диких особях.

В смешанном поселении в бухте Миноносок (залив Посьета) в основном на верхних створках 2–9-летнего гребешка найдено 44 вида (красных –

24, зеленых – 8, бурых – 12). В большом количестве отмечены микроэпифитные диатомеи. Постоянно присутствовали кустистые багрянки *Gelidium vagum* Okamura, *Antithamnion densum* (Suhr) Howe, *Tokidaea corticata* (Tokida) Yoshida, *Polysiphonia morrowii*, *Melanothamnus yendoi*. Руководящими видами флоры были трубчатые и пластинчатые бурые водоросли: *Chorda asiatica*, *Saccharina* spp. и *Punctaria plantaginea*. Характерно присутствие “нитчаток”: *Sphacelaria rigidula*, *Cladophora stimpsonii*, *Rhizoclonium riparium* и *Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) Kützing. Доминировали в сообществе животные.

Объем выборки в бухте Миноносок в 2016 г. был 70 особей: сеяных – 9 и диких – 11. На диких особях найдено 10 видов: красных – 6 и зеленых – 4. На сеяных гребешках отмечено в 4.2 раза больше видов Algae, чем на диких. На сеяных 2–4-летних особях число видов достигало 15–16, на 5–6-летних особях – 28, на 7–9-летних – 18.

В естественном поселении в бухте Калевала (Дальневосточный морской заповедник) отмечено 25 видов водорослей (красных – 17, зеленых – 5 и бурых – 3). Доминировал в сообществе *Codium yezoense*. Субдоминантами были *Polysiphonia morrowii*, *Codium fragile* (Suringar) Hariot и *Ulvaria splendens*, характерными – *Palmaria stenogona* и *Sparlingia pertusa*. В природном эпибиозе в бухте Сивучья (1996–1998 гг.) встречено 22 вида (красных – 13, зеленых – 7 и бурых – 2). Руководящими видами были кустистые *Melanothamnus japonicus*, *Codium fragile* и пластинчатая *Ulvaria splendens*. В том же районе в смешанном поселении в 1999 г. отмечено 20 видов (красных – 12, зеленых – 7 и бурых – 1). В эпибиозе доминировал *Codium fragile*. Характерными видами в 1996–1999 гг. были *P. morrowii*, *Ulvaria splendens* и *Cladophora stimpsonii*. В культивируемом поселении в 2003–2007 гг. преобладали *Sparlingia pertusa*, *Ulvaria splendens*, *Ulva fenestrata* и *Polysiphonia morrowii*. В естественных и смешанных поселениях *M. yessoensis* в юго-западной части зал. Петра Великого биомасса водорослей, доминировавших в эпибиозе, на порядок превышала таковую животных (Баранов и др., 2013).

Эпибиоз японского гребешка *Azumapecten farreri* и гребешка Свифта *Swiftopecten swiftii*. На верхних и нижних створках *S. swiftii* в нетипичном местобитании, на другах модиолусов, в заиленной бухте Тихая Заводь, отмечены девять видов Algae, все – Rhodophyta (рис. 26, 2д). Постоянно встречаются кустистые *Dasya sessilis* и *Ptilota filicina* J. Agardh. Характерно присутствие известковой корковой багрянки *Clathromorphum circumscriptum* (Strömfelt) Foslie. Значимую фитомассу создавала только *Dasya sessilis*. Доминантами эпибиоза были мшанки, субдоминантами – водоросли, моллюски и полихеты.

Таблица 1. Таксономическая структура эпибиоза гребешков и устрицы в Южном Приморье

Район	Всего видов Algae	Доля видов, %			Число групп животных в эпибиозе
		бурых	красных	зеленых	
<i>Mizuhopecten yessoensis</i> – приморский гребешок					
1	36	14	61	25	9
2	25	12	68	20	8
3*	15	13	54	33	7
3	44	27	55	18	8
4	13	8	54	38	6
5	11	9	45.5	45.5	6
6	37	8	62	30	8
7	18	11	72	17	8
9	21	28.5	43	28.5	11
11	12	17	41.5	41.5	9
12	12	0	59	41	5
13	6	17	33	50	5
14	10	20	60	20	7
<i>Azumapecten farreri</i> – японский гребешок					
8	8	0	75	25	5
9	10	10	70	20	5
<i>Swiftopecten swiftii</i> – гребешок Свифта					
12	9	0	100	0	5
<i>Magallana gigas</i> – тихоокеанская устрица					
4*	11	58.5	33	8.5	10
9	12	25	75	0	11
10	19	31.5	63	5.5	8

Примечание. Номера районов исследования указаны согласно рис. 1.

\* Подвесная культура.

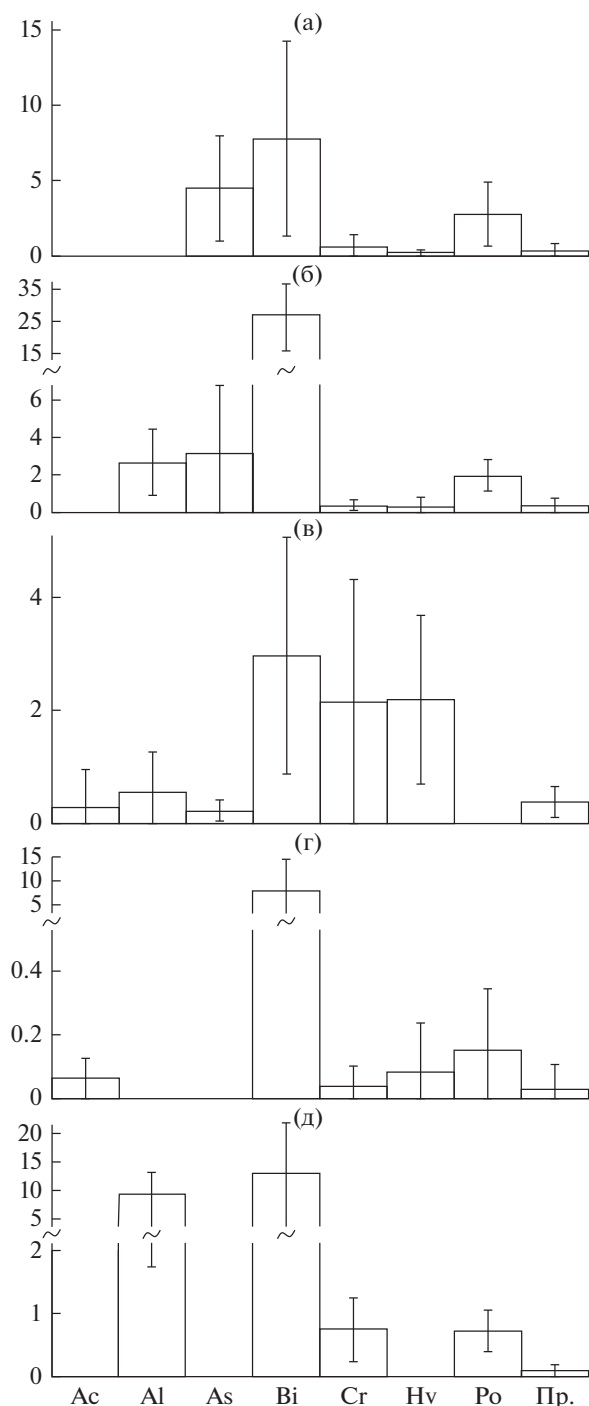
На верхних створках *Azumapecten farreri* в бухте Новик отмечено восемь видов Algae: красных – 6, зеленых – 2 (рис. 2в, 2е). Постоянно на створках встречался только *Gelidium vagum*. Вид *Codium fragile* доминировал в эпибиозе совместно с губками. Вблизи г. Владивостока на обеих створках *Azumapecten farreri* отмечено восемь видов. Бурые представлены пластинчатой *Saccharina cichorioides* (Miyabei) Lane, Mayes, Druehl et Saunders. Из семи видов красных обычной была кустистая *Nienburgella angusta* (A. Zinova) Perestenko. Ее биомасса на нижней створке в семь раз превышала таковую на верхней. Доминировали в эпибиозе губки, водоросли и мшанки. Всего на створках *Azumapecten farreri* в двух естественных поселениях найдено 16 видов водорослей (красных – 13, зеленых – 2, бурых – 1). Руководящими были кустистые формы красных (*Gelidium vagum*, *Nienburgella angusta*) и зеленых (*Codium fragile*). Характерные виды флоры эпибиоза представляли корковые (*Lithophyllum yessoense* Foslie, *Clathromorphum circumscriptum*) и кустистые (*Melanothamnus yendoi*,

*Ceramium kondoi*, *Lomentaria hakodatensis* Yendo) Rhodophyta.

**Эпибиоз тихоокеанской устрицы *Magallana gigas*.** На верхних створках вида в культивированных поселениях в бухте Троицы встречено 11 видов Algae (красных – 4, зеленых – 1, бурых – 6). Водоросли появляются в подвесной культуре на коллекторах и в садках в апреле–мае. Общая фитомасса невысока. Руководящие виды бурые *P. plantaginea*, *S. japonica* и *Desmarestia viridis* (Müller) Lamouroux. На устрицах с коллекторов, размещенных близко к урезу воды, число видов в 2.5 раза, а фитомасса в 4 раза выше, чем на устрицах из садков, на глубине 3–4 м (рис. 3а–3в).

В естественных поселениях вблизи г. Владивостока флора обычно богаче, а фитомасса выше, чем в подвесной культуре, в несколько раз (рис. 3г, 3д). На верхних створках *M. gigas* в районе о. Скребцова встречено 12 видов (красные – 9, бурые – 3). Руководящими являются кустистые красные: *Ceramium kondoi* Yendo, *Symphyocladia marchantioides* (Harvey) Falkenberg, *M. yendoi* и





**Рис. 3.** Основные эпибионты устрицы *Magallana gigas* в естественных и культивируемых поселениях бухты Троицы (а–в) и вблизи г. Владивостока (г, д). а – подвесная культура с коллекторов, 14.03.2017; б – подвесная культура с коллекторов, 04.05.2017; в – подвесная культура из садков, 04.05.2017; г – подвесная культура, бухта Воевода, 27.04.2017; д – естественное поселение о. Скребцова, 13.06.2017. По оси ординат – средняя биомасса, г/дм<sup>2</sup>; по оси абсцисс: Ас – актинии, Ал – водоросли, Ас – асцидии, Ви – двусторчатые моллюски, Сг – ракообразные, Ну – гидроиды, По – полихеты, Пр. – прочие. Вертикальные линии – 95%-ный доверительный интервал.

проростки бурой *S. japonica*. Флора эпибиоза устрицы в бухте Горностай (Уссурийский залив) включает 19 видов (красные – 12, зеленые – 1, бурые – 6). Часто отмечены кустистые формы: бурая *D. dichotoma* и красная *Scagelia pylaisaei* (Montagne) Wynne. Характерными видами являются пластинчатая красная *Grateloupia turuturu* Yamada и трубчатая бурая *Coilodesme japonica* Yamada. По биомассе бурые водоросли доминируют над другими Algae. Это происходит из-за того, что на неподвижных моллюсках успешно селятся крупные многолетние формы Phaeophyceae: виды *Saccharina*, *Sargassum* и *Stephanocystis*.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Выявлено, что в естественных поселениях *Mizuhopecten yessoensis* преобладают красные водоросли, зеленые находятся на втором месте по числу видов, а бурые – на третьем. При неблагоприятных условиях обитания (замедленный водообмен, высокий уровень загрязнения вод и заиливания грунта) эпибиоз и его флора обеднены. В ней возрастает доля микроэпифитных Rhodophyta и Chlorophyta ( $\geq 50\%$ ). Преобладание видов Rhodophyta и Chlorophyta характерно и для эпибиозов моллюсков, обитающих у тихоокеанского побережья Мексики. При этом в эпибиозах моллюсков в южном Приморье лидируют кустистые формы водорослей, тогда как в прибрежье Мексики – нитчатые формы (González et al., 2020).

В смешанных поселениях приморского гребешка самое высокое видовое богатство флоры эпибиоза отмечено в зал. Посьета и юго-западной части зал. Петра Великого. Красные водоросли лидируют по числу видов в большинстве районов. Доля Rhodophyta снижена, а Chlorophyta повышена в естественном поселении *M. yessoensis* в зал. Находка и в подвесной культуре в Уссурийском заливе. Доля бурых водорослей высока в естественном поселении *M. yessoensis* вблизи г. Владивостока и смешанном – в зал. Посьета (табл. 1).

Общими для флоры эпибиоза в смешанных поселениях являются: *Polysiphonia morrowii*, *Sparlingia pertusa*, *Ralfsia* sp., *Rhizoconium riparium*. Эти виды обычны и в большинстве естественных поселений этого вида, изученных ранее (Левенец и др., 2005, 2010; Баранов и др., 2013, 2017). В юго-восточной и юго-западной частях зал. Петра Великого основную фитомассу создают Chlorophyta, в восточной части зал. Посьета (бухты Витязь и Троицы) – Rhodophyta, а в центральной (бухта Миноносок) – Chlorophyta и Rhodophyta. Бурые водоросли преобладают по фитомассе в Амурском заливе вблизи г. Владивостока, но их роль в эпибиозе не столь значительна (Левенец и др., 2010).

Макроводоросли заселяют верхние створки *Azumapecten farreri* и, особенно, *Mizuhopecten yesso-*

*ensis* в естественных, смешанных поселениях и донной культуре. В естественных поселениях *Swiftopecten swiftii* на друзьях модиолусов и в подвесной культуре *Mizuhopecten yessoensis* они селятся на верхних и нижних створках раковины. Красные и зеленые водоросли образуют “ядро” флоры эпибиоза и дикого, и сеяного *M. yessoensis*. В смешанном поселении в бухте Миносок повышена биоценотическая роль бурых. Пик поселения эпибионтных Algae отмечен для гребешков среднего возраста (4–6 лет). При этом общее число видов на диких особях по мере увеличения возраста уменьшается резко, а на сеяных — более плавно.

Низкое видовое богатство флоры эпибиоза наблюдали в естественных поселениях всех видов гребешка: приморского — в бухте Киевка, заливах Восток и Находка, японского — в бухте Новик о. Русский и Свифта — в бухте Тихая Заводь зал. Восток. Фауна в них также обеднена (табл. 1). Состав флоры природных эпибиозов японского гребешка *Azumarpecten farreri* и гребешка Свифта *Swiftopecten swiftii* характеризуется еще большим доминированием Rhodophyta по числу видов (от 75 до 100%). Наибольшую биомассу создает вид *Codium fragile*, доминирующий в эпибиозе *Azumarpecten farreri* в бухте Новик.

Флора естественного эпибиоза тихоокеанской устрицы достаточно разнообразна и характеризуется преобладанием бурых водорослей по числу видов и биомассе (в культуре — по биомассе). В естественных эпибиозах Algae являются субдоминантами, вслед за доминантами — *Bivalvia*. В подвесной культуре в садках доминируют только животные, на коллекторах водоросли могут быть субдоминантами, вслед за *Bivalvia* и *Ascidia*.

**Выводы.** Наиболее высокое видовое богатство флоры эпибиоза *Mizuhopecten yessoensis* отмечено в его смешанных поселениях в зал. Посыета (44 вида) и донной культуре в проливе Старка (37). В естественных скоплениях при благоприятных условиях обитания (активная гидродинамика и низкий уровень загрязнения вод, незначительное заиливание грунта) в одном районе встречается 21–25 видов, при неблагоприятных — 6–12. Виды Rhodophyta и Chlogophyta образуют “ядро” флоры эпибиоза как “дикого”, так и сеяного *M. yessoensis*, предпочитая заселять верхние створки 4–6-летних гребешков. Естественные поселения *Azumarpecten farreri* и *Swiftopecten swiftii* характеризуются еще большим доминированием Rhodophyta по числу видов. Зеленые водоросли *Codium fragile* и *Codium yezoense* доминируют по биомассе в природных эпибиозах *Mizuhopecten yessoensis* и *Azumarpecten farreri* в чистых районах зал. Петра Великого. Для флоры *Magallana gigas* характерно преобладание Rhaeophyceae по числу видов и биомассе в культивируемых поселениях и по биомассе —

в естественных. В эпибиозах всех видов руководящими видами флоры являются кустистые формы водорослей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баранов А.Ю., Левенец И.Р., Овсянникова И.И. 2012. Флора эпибиоза приморского гребешка в заливе Петра Великого (Японское море) // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 14. № 1(7). С. 1693.  
<https://doi.org/10.0000/cyberleninka.ru/article/n/flora-epibioza-primorskogo-grebeshka-v-zaliv-petra-velikogo-yaponskoe-more>
- Баранов А.Ю., Левенец И.Р., Овсянникова И.И., Лебедев Е.Б. 2013. Водоросли-макрофиты и усонogie раки в эпибиозе гребешка в юго-западной части зал. Петра Великого // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Т. 175. С. 254.  
<https://doi.org/10.0000/cyberleninka.ru/article/n/vodorosli-makrofity-i-usonogie-raki-v-epibioze-grebeshka-v-yugo-zapadnoy-chasti-zal-petra-velikogo>
- Баранов А.Ю., Левенец И.Р., Сабитова Л.И., Лебедев Е.Б. 2017. Макроэпибиоз трех видов гребешка в водах южного Приморья // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Т. 191. С. 196.  
<https://doi.org/10.26428/1606-9919-2017-191-196-209>
- Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М. и др. 2003. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. Москва: Всерос. научно-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океаногр.
- Габаев Д.Д. 2013. Влияние обрастателей на приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay) в заливе Петра Великого (Японское море) // Океанология. Т. 53. № 2. С. 207.  
<https://doi.org/10.1134/S0001437013020021>
- Гайл Г.И. 1936. Ламинариевые водоросли дальневосточных морей // Вестник Дальневосточного филиала АН СССР. № 19. С. 31.
- 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.  
<https://doi.org/10.1023/A:1026305410235>
- Денисенко С.Г., Савинов В.М. 1984. Обрастания исландского гребешка в районе Семи островов Восточного Мурмана // Бентос Баренцева моря. Апатиты: Кольский филиал Академии наук АН СССР. С. 102.
- Звягинцев А.Ю. 2005. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука.
- Кучерявенко А.В., Гаврилова Г.С., Ляшенко С.А. и др. 2006. Перспективы культивирования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Анива (Охотское море) // Изв. Тихоокеанского научно-

- исследовательского ин-та рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 147. С. 374.
- Левенец И.Р., Овсянникова И.И., Лебедев Е.Б. 2005. Состав макроэпibiоза приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Петра Великого Японского моря // Бюлл. Дальневост. малакологич. общ-ва. Вып. 9. С. 155.
- Левенец И.Р., Овсянникова И.И., Лебедев Е.Б. 2010. Водоросли-макрофиты в эпibiозе приморского гребешка в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. Т. 36. № 5. С. 338. <https://doi.org/10.1134/S1063074010050032>
- Овсянникова И.И., Левенец И.Р. 2003. Макроэпibiонты гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в загрязненной части Амурского залива Японского моря // Биол. моря. Т. 29. № 6. С. 441.
- Овсянникова И.И., Левенец И.Р. 2004. Межгодовая динамика эпibiонтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в восточной части Амурского залива // Бюлл. Дальневост. малаколог. общ-ва. Вып. 8. С. 61.
- Парталы Е.М. 2003. Обрастание в Азовском море. Мариуполь: Рената. 378 с.
- Раилкин А.И. 2008. Колонизация твердых тел бентосными организмами. Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербург. ун-та.
- Силина А.В. 2002. Сравнительное изучение состояния сообщества приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* и его эпibiонтов в бухтах Калевала и Сивучья залива Петра Великого // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. Владивосток: Дальнаука. Т. 3. С. 124.
- Турпаева Е.П. 1987. Биологическая модель сообщества обрастания: монография. Москва: Институт океанологии АН СССР.
- Álvarez-Cerrillo L., Valentich-Scott P., Newman W. 2017. A remarkable infestation of epibiots and endobiots of an edible chiton (Polyplacophora: Chitonidae) from the Mexican tropical Pacific // The Nautilus. V. 131. № 1. P. 87.
- Antoniadou Ch., Voultziadou E., Rayann A., Chintiroglou Ch. 2013. Sessile biota fouling farmed mussels: diversity, spatio-temporal patterns, and implications for the basibiont // J. Mar. Biol. Assoc. U. K. V. 93. Iss. 6. P. 1. <https://doi.org/10.1017/S0025315412001932>
- Carraro J.L., Rupp G.S., Mothes B. et al. 2012. Characterization of the fouling community of macroinvertebrates on the scallop *Nodipecten nodosus* (Mollusca, Pectinidae) farmed in Santa Catarina, Brazil // Ciencias Marinas. V. 38. № 3. P. 577. <https://doi.org/10.7773/cm.v38i3.1982>
- Cerrano C., Calcinaï B., Bertolino M. et al. 2006. Epibiots of the scallop *Adamussium colbecki* (Smith, 1902) in the Ross Sea, Antarctica // Chem. Ecol. V. 22 (Suppl. 1). P. 235. <https://doi.org/10.1080/02757540600688101>
- Connelly P.W., Turner R.L. 2009. Epibiots of the Eastern Surf Chiton, *Ceratozona squalida* (Polyplacophora: Mopaliidae), from the Atlantic Coast of Florida // Bulletin of Marine Science. V. 85. № 3. P. 187.
- Fuller S., Kenchington E., Davis D., Butler M. 1998. Associated Fauna of Commercial Scallop Grounds in the Lower Bay of Fundy // Marine Issues Committee. Special Publication Number 2. Halifax: Ecology Action Centre.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland Press. Available at: <http://www.algaebase.org> (accessed 29.09.2020).
- González N.G., Aguilar-Estrada L.G., Ruiz-Bojiseauneau I., Rodríguez D. 2020. Biodiversidad de algas epizoicas en el Pacífico tropical mexicano // Acta Botanica Mexicana. № 127. e1645. <https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1645>
- Harder T. 2009. Marine epibiosis: Concepts, ecological consequences and host defence // Marine and Industrial Biofouling. Springer Series on Biofilms. V. 4. Springer. Heidelberg, Germany. P. 219.
- Lutaenko K.A., Levenets I.R. 2015. Observations on seaweed attachment to bivalve shells in Peter the Great Bay (East Sea) and their taphonomic implications // Korean J. Malacology. V. 31. № 3. P. 221. <https://doi.org/10.9710/kjm.2015.31.3.221>
- Lutaenko K.A., Noseworthy R.G. 2012. Catalogue of the Living Bivalvia of the Continental Coast of the Sea of Japan (East Sea). Vladivostok: Dalnauka.
- Martins G.M., Faria J., Furtado M., Neto A.I. 2014. Shells of *Patella aspera* as 'islands' for epibiots // J. Mar. Biol. Assoc. U.K.V. 94. P. 1027. <https://doi.org/10.1017/S002531541400044>
- Ozolinsh A.V., Kupriyanova E.K. 2000. Hitch-hiking on scallops: grazing avoidance by macrophytes // J. Mar. Biol. Assoc. U. K. V. 80. P. 743. <https://doi.org/10.1017/S0025315400002629>
- Rosso A., Sanfilippo R. 1991. Epibiots distribution pattern of *Chlamys patagonica* (King and Broderip) of the Magellan Strait // Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia. V. 19. P. 237.
- Schejter L., Bremec C. 2007. Benthic richness in the Argentine continental shelf: the role of *Zygochlamys patagonica* (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae) as settlement substrate // J. Mar. Biol. Assoc. U. K. V. 87. P. 917. <https://doi.org/10.1017/S0025315407055853>
- Schejter L., Escolar M., Bremec C. 2011. Variability in epibiont colonization of shells of *Fusitriton magellanicus* (Gastropoda) on the Argentinean shelf // J. Mar. Biol. Assoc. U. K. V. 91. Iss. 4. P. 897. <https://doi.org/10.1017/S0025315410001359>
- Schejter L., López-Gappa J., Bremec C. 2014. Epibiotic relationships on *Zygochlamys patagonica* (Mollusca, Bivalvia, Pectinidae) increase biodiversity in a submarine canyon in Argentina // Deep Sea Res. Part II. V. 104. P. 252. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.10.010>
- Souto V.S., Schejter L., Bremec C. 2012. Epibiots on *Aequipecten tehuelchus* (d'Orbigny, 1846) (Pectinidae) in Shelf Waters off Buenos Aires, Argentina // Am. Malacological Bull. V. 30. № 2. P. 261. <https://doi.org/10.4003/006.030.0205>



- Uribe E., Lodeiros C., Félix-Pico E., Etchepare I. 2001. Epibiontes en Pectinidos de Iberoamérica // Los moluscos pectinidos de Iberoamérica: ciencia. Mexico: McGraw-Hill. P. 249.
- Vance R.R. 1978. A mutualistic interaction between a sessile marine clam and its epibionts // Ecology. V. 59. № 4. P. 679.
- Wahl M. 2008. Ecological lever and interface ecology: epibiosis modulates the interactions between host and environment // Biofouling V. 24. № 6. P. 427. <https://doi.org/10.1080/08927010802339772>
- Wahl M. 2009. Epibiosis: ecology, effects and defences // Marine Hard Bottom Communities. Ecological Studies, 206. Heidelberg: Springer. P. 61.

## Epibiotic Macroalgae on Scallops and Oyster in Shallow Waters of Southern Primorye

I. R. Levenets<sup>1</sup>,\*, E. B. Lebedev<sup>1</sup>, and A. Yu. Baranov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

\*e-mail: iralevenetz@rambler.ru

The composition of epibiotic algae of four bivalve species: Swift scallop, Farrer's scallop, Japanese scallop and Pacific oyster in the coastal regions of southern Primorye have been studied. Epibiotic flora of the Japanese scallop from 14 areas contained 83 species (red – 45, brown – 16, green – 22). Flora of the Farrer's scallop from 2 areas included 16 species (red – 13, brown – 1, green – 2). On the valves of the Swift scallop from 1 area, only 9 species of red algae were found. Epibiotic flora of the Pacific oyster from 3 areas contained 32 species (red – 20, brown – 10, green – 2). Rhodophyta species predominated in terms of the species number in epibioses of all mollusks in the most of studied areas. High species abundance of epibiotic flora of Japanese scallop was registered in the mixed settlements in Posyet Bay (44 species) and in bottom culture in Stark Strait (37). Under favorable conditions (active hydrodynamics, low water pollution level and insignificant deposition of silt) from 21 to 25 species of algae occurred in natural habitats of Japanese scallop. Under unfavorable conditions the number of species did not exceed 6–12 species. Natural habitats of two others scallop's species are marked by greater predominance of Rhodophyta in terms of the species number. Chlorophyta species (*Codium* spp.) dominate in terms of biomass in natural epibioses of Japanese scallop and Farrer's scallop in pure areas of Peter the Great Bay. Epibiotic flora of the Pacific oyster is marked by predominance of Phaeophyceae in terms of the species number and biomass in cultivated habitats, and in terms of biomass, in natural populations.

**Keywords:** epibiosis, macroalgae, scallop, oyster, natural habitat, cultivated habitat, Peter the Great Bay, Southern Primorye