

УДК 581.526.44

ЭПИФИТОН МОРСКИХ БЕНТОСНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ШЕЛЬФА ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

Селиванова О.Н., Жигадлова Г.Г.

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, e-mail: oselivanova@mail.ru*

На основании изучения альгологического материала, собранного в ходе многолетних исследований на шельфе Восточной Камчатки, обнаружено 46 видов эпи- и эндофитных водорослей, из которых 21 отмечены впервые для дальневосточных морей России: *Ulvela apiculata*, *U. lens*, *Compsonea serpens*, *Hecatonema primum*, *Myrionema balticum*, *M. magnusii*, *Streblonema myrionematoides*, *S. pacificum*, *S. porphyrae*, *S. scabiosum*, *Acrochaetium densum*, *A. microscopicum*, *A. pacificum*, *A. plumosum*, *Colaconema desmarestiae*, *C. endophyticum*, *C. thuretii*, *Erythrocladia irregularis*, *Porphyrostromium pulvinatum*, *Pseudorhododiscus nipponicus*, *Rhododrewia porphyrae*, среди которых 5 новых родов: *Compsonea*, *Hecatonema*, *Porphyrostromium*, *Pseudorhododiscus*, *Rhododrewia*. Видовой список водорослей приведен в соответствие с современными таксономическими данными. Наши исследования расширили известные ареалы изученных видов и дополнили имеющуюся информацию по экологии отдельных видов.

Ключевые слова: эпифитон, бентосные водоросли, Восточная Камчатка

EPHYPHYTON OF MARINE BENTHIC ALGAE OF THE EASTERN KAMCHATKA SHELF

Selivanova O.N., Zhigadlova G.G.

*Kamchatka Branch of the Pacific geographical Institute FED RAS,
Petropavlovsk-Kamchatskii, e-mail: oselivanova@mail.ru*

On the basis of examination of the material collected during long-term algal floristic studies on the shelf of the Eastern Kamchatka 46 species of epi- and endophytic algae were found, 21 species among them were recorded for the first time for the Far Eastern seas of Russia: *Ulvela apiculata*, *U. lens*, *Compsonea serpens*, *Hecatonema primum*, *Myrionema balticum*, *M. magnusii*, *Streblonema myrionematoides*, *S. pacificum*, *S. porphyrae*, *S. scabiosum*, *Acrochaetium densum*, *A. microscopicum*, *A. pacificum*, *A. plumosum*, *Colaconema desmarestiae*, *C. endophyticum*, *C. thuretii*, *Erythrocladia irregularis*, *Porphyrostromium pulvinatum*, *Pseudorhododiscus nipponicus*, *Rhododrewia porphyrae*, including 5 new genera: *Compsonea*, *Hecatonema*, *Porphyrostromium*, *Pseudorhododiscus*, *Rhododrewia*. The species list of algae is updated in accordance with contemporary taxonomic data. Our investigations also considerably enlarge conception on geographic range of the studied species. In some cases we add new information concerning ecology of epiphytes.

Keywords: epiphyton, benthic algae, Eastern Kamchatka

Эпифитизм, то есть поселение одних видов водорослей на других – явление широко распространенное в водах Мирового океана, изучению которого в настоящее время уделяется большое внимание. Это связано, в частности, с проблемами борьбы с обрастаниями при культивировании промысловых водорослей, поскольку большое количество эпифитов способно разрушать слоевище базифита, что отрицательно сказывается на качестве водорослей как возможного сырья для промышленного использования. Помимо прикладных работ, существует также множество более фундаментальных исследований, как таксономических и флористических, так и специально посвященных явлению эпифитизма, отдельным эпифитам и эпифитным комплексам, поселяющимся на определенных водорослях-хозяевах.

Несмотря на обилие исследований подобного рода в мировой фикологической литературе, эпифитон морских бентосных водорослей российской акватории Тихого океана изучен пока слабо. Работы по эпи-

фитизму макрофитов Приморья, Сахалина, Охотского моря относительно немногочисленны [5; 7; 9], а целенаправленные научные исследования в прикамчатской акватории единичны и начаты лишь недавно [2; 3; 4; 8].

Следует отметить, что многие виды водорослей-макрофитов, обычно произрастающие эпипитно, способны поселяться на других водорослях, становясь при определенных условиях биообрастателями, так называемыми факультативными эпифитами. Другую группу водорослей – облигатных эпифитов, произрастающих исключительно на растениях-хозяевах (базифитах), образуют мелкие, чаще всего микроскопические виды, в число которых входят и эндофиты, поселяющиеся в тканях других водорослей. Эта специализированная группа эпифитона особенно недоизучена, так как сбор материала и его идентификация представляют серьезные трудности.

Цель данного исследования – восполнить существенные пробелы в изучении вышеуказанной группы эпифитона водо-

рослей-макрофитов шельфа Восточной Камчатки и сопредельных акваторий, для начала провести его инвентаризацию.

Материалы и методы исследования

Нами изучен материал, собранный в ходе многолетних альгофлористических исследований в различных районах Восточной Камчатки, включая Берингово море и Командорские острова в период с 1983 по 2013 г.г. во время экспедиций Лаборатории гидробиологии Камчатского филиала Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН. Водоросли собирали в различные сезоны года, включая зимний, на литорали во время отливов, из штормовых выбросов и с использованием легководолазной техники.

Определение видовой принадлежности водорослей проводилось при изучении образцов в световом микроскопе "Olympus" CX-31 с приготовлением гистологических срезов, которые иногда окрашивались раствором Люголя или анилиновыми красителями. Образцы изученных водорослей хранятся в КФ ТИГ ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский).

Результаты исследования и их обсуждение

Объединенный список обнаруженных к настоящему времени микроскопических эпи- и эндофитных водорослей шельфа Восточной Камчатки составил 46 видов, принадлежащих трем отделам: 15 видов зеленых (Chlorophyta), 11 видов бурых (Ochrophyta, class Phaeophyceae) и 20 видов красных водорослей (Rhodophyta), при этом 21 вид впервые указан нами для дальневосточных морей России (часть из них – в более ранних работах [2; 3; 4; 8]): *Ulvelia apiculata* (Setchell et N.L.Gardner) O'Kelly, *U. lens* P.L. Crouan et H.M.Crouan, *Compsonea serpens* Setchell et N.L.Gardner, *Hecatonema primarium* (Setchell et N.L.Gardner) Loiseaux, *Myrionema balticum* (Reinke) Foslie, *M. magnusii* (Sauvageau) Loiseaux, *Streblonema myrionematoides* Setchell et N.L. Gardner, *S. pacificum* De A. Saunders, *S. porphyrae* Setchell et N.L. Gardner, *S. scabiosum* Setchell et N.L.Gardner, *Acrochaetium densum* (Drew) Papenfuss, *A. microscopicum* (Nägeli ex Kützing) Nägeli, *A. pacificum* Kylin, *A. plumosum* (Drew) G.M. Smith, *Colaconema desmarestiae* (Kylin) P.W. Gabrielson, *C. endophyticum* (Batters) J.T. Harper et G.W. Saunders, *C. thuretii* (Bornet) P.W. Gabrielson, *Erythrocladia irregularis* Rosenvinge, *Porphyrostromium pulvinatum* (N.L. Gardner) J.A. West et Zuccarello, *Pseudorhododiscus nipponicus* Masuda, *Rhododrewia porphyrae* (Drew) S.L. Clayden et G.W. Saunders.

Помимо новых видов эпифитов, выявлены также 5 родов, оказавшихся новыми для российской акватории Тихого океана: *Compsonea* Kuckuck, *Hecatonema* Sau-

vageau (Ochrophyta, Phaeophyceae), *Porphyrostromium* Trevisan, *Pseudorhododiscus* Masuda, *Rhododrewia* S.L. Clayden et G.W. Saunders (Rhodophyta) (отмечены в таблице звездочкой *).

Помимо новых флористических находок, особого внимания заслуживают также уже известные ранее виды, систематическое положение которых либо до сих пор не выяснено, либо неоднократно пересматривалось за последнее время.

1. «*Chlorochytrium inclusum*» Kjellman, «*Codiolum gregarium*» A. Braun

Виды указаны под старыми условными названиями, широко известными в литературе, хотя в настоящее время считается, что они представляют собой спорофитные стадии ряда зеленых нитчатых водорослей, в частности, *C. inclusum*, скорее всего, является стадией *Spongomorpha aeruginosa* (Linnaeus) Hoek, а *C. gregarium* – стадией *Urospora penicilliformis* (Roth) Areschoug. Что касается еще одного обнаруженного нами вида рода *Chlorochytrium* (*C. schmitzii*), то он признается в настоящее время самостоятельным таксоном [12].

2. *Ulvelia pterosiphoniae* (Nagai)

Selivanova et Zhigadlova, comb. nov.

Basionym: *Entocladia pterosiphoniae* Nagai, Marine algae of the Kurile Islands, 1940: 22, tab. 1, fig. 16, 17.

Вид был указан в дальневосточных морях как *Entocladia pterosiphoniae* Nagai [1]. Позднее он был переведен нами в род *Acrochaete* как *A. pterosiphoniae* (Nagai) Zhigadlova [15]. Но в свете недавней ревизии рода *Acrochaete* на базе молекулярно-генетических данных [14] возникла необходимость перевода таксона в род *Ulvelia* с образованием номенклатурной комбинации, предложенной выше.

Замечание. Номенклатурная комбинация *Ulvelia pterosiphoniae* была предварительно представлена нами как новая в материалах научной конференции [8], но для придания статуса валидности, согласно правилам ботанической номенклатуры, необходимо ее обнародование в более солидном научном издании (монографии или реферируемом журнале). Поэтому мы повторно представляем к опубликованию данную номенклатурную комбинацию в настоящей работе.

3. *Porphyrostromium pulvinatum*

(N.L. Gardner) J.A. West et Zuccarello

Вид изначально был определен нами как *Erythrotrichia pulvinata* N.L. Gardner (неопубликованные данные), но поскольку данный таксон был признан младшим синонимом *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh, он был указан в наших опубликованных

работах как *E. carnea* [2; 3]. К настоящему времени таксономический статус *E. pulvinata* вновь пересмотрен на основе молекулярно-генетических исследований и доказана его принадлежность к роду *Porphyrostromium* [16]. Под названием *P. pulvinatum* вид указывается нами впервые для тихоокеанского побережья России.

4. *Rhododrewia porphyrae* (Drew)

S.L. Clayden et G.W. Saunders

Данный вид имеет сложную таксономическую историю с многократными переносами из одного рода в другой в пределах так называемого *Acrochaetium*-комплекса (*Audouinella* Bory de Saint-Vincent, *Rhodochorton* Nägeli, *Kylinia* Rosenvinge и др.) в составе порядка Acrochaetiales, долгое время был известен как *Acrochaetium porphyrae* (Drew) G.M. Smith. Были также попытки перевода его в другой порядок – Colaconematales (как *Colaconema porphyrae* (Drew) Woelkerling). Однако, недавними исследованиями канадских фикологов [10] была показана его принадлежность

к новому роду *Rhododrewia* в составе порядка Acrochaetiales. Этот новый для науки род впервые отмечен нами для морей России.

5. *Colaconema thuretii* (Bornet)

P.W. Gabrielson

Данный вид был указан в нашей более ранней работе как *Acrochaetium savianum* (Meneghini) Nägeli [3]. Как и предыдущий вид *R. porphyrae*, это таксон со сложной историей. В отечественной литературе *C. thuretii* считался младшим синонимом *Colaconema savianum* (Meneghini) Perestenko [7], в то время как зарубежными фикологами признавалась самостоятельность двух видов [12]. Переопределение наших образцов показало их большее соответствие описанию *C. thuretii* ([11], как *Audouinella thuretii* (Bornet) Woelkerling), чем *C. savianum* в трактовке Л.П. Перестенко [7], поэтому в данной работе он представлен как *C. thuretii*. Под этим названием вид указывается впервые для тихоокеанского побережья России.

Список эпи- и эндофитных водорослей шельфа Восточной Камчатки

	Вид	Местонахождение	Типовое местообитание
1	2	3	4
	Chlorophyta		
	Chaetophorales Chaetophoraceae		
1	<i>Zygomitus reticulatus</i> Bornet et Flahault	ЮБК, КО	Франция
	Chlamydomonadales Chlorochytriaceae		
2	« <i>Chlorochytrium inclusum</i> » Kjellm	ЮБК, КО, БМ	Арктика
3	<i>Chlorochytrium schmitzii</i> Rosenvinge	ЮБК	Арктика
	Ulotriconales Ulotriconaceae		
4	« <i>Codiolum gregarium</i> » A. Braun	КО	Германия
	Ulvales Ulvellaceae		
5	<i>Epicladia flustrae</i> Reinke	ЮБК, КО	Балтийской море
6	<i>Ulvella apiculata</i> (Setchell et N.L. Gardner) O'Kelly	КО	Калифорния
7	<i>Ulvella geniculata</i> (N.L. Gardner) R. Nielsen, C.J.O'Kelly et B. Wysor	ЮБК, КО	Калифорния
8	<i>Ulvella lens</i> P.L. Crouan et H.M. Crouan	КО	Франция
9	<i>Ulvella prostrata</i> N.L. Gardner	ЮБК, КО	Калифорния
10	<i>Ulvella pterosiphoniae</i> (Nagai) Selivanova et Zhigadlova	ЮБК, КО	Курильские о-ва
11	<i>Ulvella ramosa</i> (N.L. Gardner) R. Nielsen, C.J.O'Kelly et B. Wysor	ЮБК, КО, БМ	Калифорния
12	<i>Ulvella repens</i> (Pringsheim) R. Nielsen, C.J.O'Kelly et B. Wysor	ЮБК, КО	Северное море
13	<i>Ulvella scutata</i> (Reinke) R. Nielsen, C.J.O'Kelly et B. Wysor	ЮБК, КО	Балтийское море
14	<i>Ulvella viridis</i> (Reinke) R. Nielsen, C.J.O'Kelly et B. Wysor	ЮБК, КО, БМ	Италия

Продолжение таблицы			
1	2	3	4
	Prasiolales Prasiolaceae		
15	<i>Rosenvingiella polyrhiza</i> (Rosenvinge) P.C. Silva	КО	Гренландия
	Ochrophyta, Phaeophyceae		
	Ectocarpales Chordariaceae		
16	* <i>Hecatonema primarium</i> (Setchell et N.L. Gardner) Loiseaux	КО	Орегон
17	<i>Leptonematella fasciculata</i> (Reinke) P.C.Silva	ЮВК, КО	Балтийское море
18	<i>Myrionema balticum</i> (Reinke) Foslie	КО	Балтийское море
19	<i>Myrionema magnusii</i> (Sauvageau) Loiseaux	КО	Северное море
20	<i>Streblonema corymbiferum</i> Setchell et N.L. Gardner	ЮВК	Калифорния
21	<i>Streblonema evagatum</i> Setchell et N.L.Gardner	КО	Калифорния
22	<i>Streblonema myrionematoides</i> Setchell et N.L. Gardner	КО	Калифорния
23	<i>Streblonema pacificum</i> De A.Saunders	БМ	Аляска
24	<i>Streblonema porphyrae</i> Setchell et N.L. Gardner	ЮВК	Калифорния
25	<i>Streblonema scabiosum</i> Setchell et N.L. Gardner	КО	Калифорния
26	* <i>Compsonema serpens</i> Setchell et N.L. Gardner	КО	Калифорния
	Rhodophyta		
	Erythropeltidales Erythrotrichiaceae		
27	<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge	ЮВК, КО, БМ	Дания
28	* <i>Porphyrostromium pulvinatum</i> (N.L.Gardner) J.A.West et Zuccarello	ЮВК, КО	Калифорния
	Acrochaetiales Acrochaetiaceae		
29	<i>Acrochaetium arcuatum</i> (K.M. Drew) C.K. Tseng	ЮВК, КО, БМ	Калифорния
30	<i>Acrochaetium densum</i> (K.M. Drew) Papenfuss	КО	Калифорния
31	<i>Acrochaetium humile</i> (Rosenvinge) Børgesen	ЮВК	Дания
32	<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli ex Kützing) Nägeli	ЮВК, КО, БМ	Англия
33	<i>Acrochaetium pacificum</i> Kylin	ЮВК, КО	Вашингтон
34	<i>Acrochaetium parvulum</i> (Kylin) Hoyt	ЮВК, КО	Швеция
35	<i>Acrochaetium plumosum</i> (K.M. Drew) G.M. Smith	ЮВК	Калифорния
36	<i>Acrochaetium secundatum</i> (Lyngbye) Nägeli	ЮВК	Дания
37	<i>Rhodochorton purpureum</i> (Lightfoot) Rosenvinge	ЮВК, КО	Шотландия
38	* <i>Rhododrewia porphyrae</i> (K.M. Drew) S.L.Clayden et G.W. Saunders	КО	Калифорния
	Colaconematales Colaconemataceae		
39	<i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga	ЮВК	Сев. Уэльс
40	<i>Colaconema desmarestiae</i> (Kylin) P.W. Gabrielson	КО	Вашингтон
41	<i>Colaconema endophyticum</i> (Batters) J.T. Harper et G.W. Saunders	ЮВК, КО	Англия
42	<i>Colaconema thuretii</i> (Bornet) P.W. Gabrielson	ЮВК	Франция
	Palmariales Meiodiscaceae		
43	<i>Meiodiscus conrescens</i> (K.M. Drew) P.W. Gabrielson	ЮВК, КО	Калифорния
44	<i>Rubrointrusa membranacea</i> (Magnus) S.L.Clayden et G.W. Saunders	КО	Дания

Окончание таблицы			
1	2	3	4
Rhodophysemataceae			
45	* <i>Pseudohododiscus nipponicus</i> Masuda	ЮБК	Япония (Хоккайдо)
46	<i>Rhodophysema elegans</i> (P.L. Crouan et H.M.Crouan ex J.Agardh) P.S. Dixon	КО	Европа

Пр и м е ч а н и е . Для обозначения районов исследований приняты следующие сокращения: ЮБК – юго-восточная Камчатка, КО – Командорские острова, БМ – Берингово море.

Наряду с приведением списка эпифитов в соответствие с современными таксономическими данными, мы также дополнили фитогеографические характеристики изученных видов. Как следует из нашей таблицы (см. графу «Типовое местообитание»), многие виды обнаруженных нами эпифитов были описаны из Арктики, Атлантики и различных районов Пацифики. При этом, среди тихоокеанских представителей имелись такие, которые были отмечены ранее или только в американском секторе Тихого океана (*U. apiculata*, *H. primarium*, *S. myrionetoides*, *S. pacificum*, *S. porphyrae*, *S. scabiosum*, *C. serpens*), или только у берегов Японии (*P. nipponicus*). Их обнаружение в прикамчатских водах Тихого океана также существенно расширило ареалы этих видов.

В ряде случаев наши данные дополнили имеющуюся литературную информацию по экологии отдельных видов, в частности, *E. flustrae* и *Z. reticulatus*, описанные как эндозоиды, и *M. concrescens* – как эпизоид, нами встречены как эпифиты. При этом видоспецифичной взаимосвязи между эпи- и эндодифитами и их хозяевами нами не выявлено.

Заключение

Эпифитон представляет собой сложную в определении и наиболее слабо изученную группу морских водорослей шельфа Восточной Камчатки. Данная работа в какой-то степени восполняет этот пробел, внося свой вклад в изучение биоразнообразия морской флоры исследуемой акватории. В результате многолетних исследований в регионе обнаружено 46 видов эпифитов, из которых 21 отмечены впервые, включая 5 родов, новых для всего российского побережья Тихого океана. Отметим, что это пока лишь начало разработок в изучении явления эпифитизма, его несомненной важность не только в теоретическом, но и прикладном аспекте требует дальнейших исследований.

Список литературы

1. Виноградова К.Л. Определитель водорослей дальневосточных морей. Зелёные водоросли. Л.: Наука, 1979. – 147 с.

2. Жигadlova Г.Г. Эпифитон потенциально промысловой водоросли *Palmaria* Stackh. (Palmariales, Rhodophyta) у берегов Восточной Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы X междунар. конф. (Петропавловск-Камчатский, 17-18 нояб. 2009 г.). Петропавловск-Камчатский, 2009. – С. 236–239.

3. Жигadlova Г.Г. Эпифиты и эндодифиты водорослей рода *Palmaria* Stackhouse у берегов Восточной Камчатки // Изв. ТИНРО. – 2011. – Т. 164. – С. 300–311.

4. Жигadlova Г.Г. Первая находка красной эпифитной водоросли *Pseudohododiscus nipponicus* Masuda, 1976 (Rhodophyta: Palmariales) в Авачинском заливе (Восточная Камчатка) // Биология моря. – 2014. – Т. 40, № 3. – С. 238–239.

5. Паймеева Л.Г. Обрастания зостеры Японского моря // Изв. ТИНРО. – 1975. – Т. 98. – С. 193–201.

6. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России. СПб: «Ольга», 1994. – 331 с.

7. Перестенко Л.П., Чумаков А.А. Эпифиты *Laminaria japonica* Aresch. f. *longipes* (Miyabe et Tokida) Ju. Petrov с острова Сахалин // Нов. сист. низш. раст. СПб: Наука, 2001. – Т. 35. – С. 26–30.

8. Селиванова О.Н., Жигadlova Г.Г. Морские эпи- и эндодифитные водоросли из прикамчатской акватории // Водоросли, проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: сб. материалов докл. III междунар. науч. конф. (Борок, 24-29 августа 2014 г.). Ярославль, 2014. – С. 102–104.

9. Суховеева М.В. Эпифиты ламинариевых дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. – 1975. – Т. 98. – С. 184–192.

10. Clayden S.L., Saunders G.W. A study of two *Acrochaetium* complexes in Canada with distinction of *Rhododrewhia* gen. nov. (Acrochaetiales, Rhodophyta) // Phycologia. – 2014. – Vol. 53, № 3. – P. 221–232.

11. Garbary D.J., Hansen G.I., Scagel R.F. The marine algae of British Columbia and northern Washington: division Rhodophyta (red algae), class Florideophyceae, orders Acrochaetiales and Nemaliales // Syesis. – 1982. – Vol. 15 (Suppl. 1). – P. 1–102.

12. Guiry M.D. in Guiry M.D., Guiry G.M. 2014. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 30 September 2014.

13. Nagai M. Marine algae of the Kurile Islands // J. Fac. Agriculture. – 1940. – № 46. – P. 1–137.

14. Nielsen R., Petersen G., Seberg O., Daugbjerg N., O’Kelly C.J., Wysor B. Revision of the genus *Ulvella* (Ulvellaceae, Ulvophyceae) based on morphology and tufA gene sequences of species in culture, with *Acrochaete* and *Pringsheimiella* placed in synonymy // Phycologia. – 2013. – Vol. 52, № 1. – P. 37–56.

15. Selivanova O.N., Zhigadlova G.G. Marine benthic algae of the South Kamchatka state wildlife sanctuary (Kamchatka, Russia) // Bot. Mar. – 2009. – Vol. 52. – P. 317–329.

16. Zuccarello G.C., Yoon H.S., Kim H., Sun L., de Goer S.L. and West J.A. Molecular phylogeny of the upright *Erythropeltidales* (Compsopogonophyceae, Rhodophyta): multiple cryptic lineages of *Erythrotrichia carnea* // Journal of Phycology. – 2011. – Vol. 47, № 3. – P. 627–637.