

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. Л. КОМАРОВА

---

ACADEMIA SCIENTIARUM ROSSICA  
INSTITUTUM BOTANICUM NOMINE V. L. KOMAROVII

**НОВОСТИ СИСТЕМАТИКИ  
НИЗШИХ РАСТЕНИЙ**

ТОМ 41

NOVITATES SYSTEMATICAE  
PLANTARUM NON VASCULARIUM

TOMUS XLI



Товарищество научных изданий КМК  
Санкт-Петербург — Москва ❖ 2007

~~ва Н. В., Чаплыгина О. Я. О почвенных водорослях Оренбургской области // Новости систематики низших растений. 1983. Т. 20. С. 3–10.  
Ettl H., Gärtner G. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. Stuttgart, 1995. 680 S.~~

Р. Н. Белякова

R. N. Beljakova

### СYANOPROKARYOTA В ОБРАСТАНИИ МИДИЕВЫХ ХОЗЯЙСТВ БЕЛОГО МОРЯ

### CYANOPROKARYOTA IN THE FOULING OF THE MUSSEL FARMS FROM THE WHITE SEA

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
Лаборатория альгологии  
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2  
raisa\_beljakova@mail.ru

Белое море — единственный среди северных морей России водоем, где активно развивается марикультура лососевых рыб, мидий, водорослей. Функционирование этой экосистемы во многом определяется ее взаимодействием с организмами-обрастателями, среди которых *Cyanoprokaryota* играют немаловажную роль как азотфиксаторы, продуценты токсинов, сверлящие формы. В статье впервые приводятся данные об их разнообразии и распределении в обрастании искусственных субстратов и в качестве эпизооидов на мидиевых хозяйствах.

Материал (около 100 проб) собран в августе 1993 г. в бухтах Кривозерская и Никольская Кандалакшского залива Белого моря. Пробы отбирались с горизонтов 0–3.5 м. Обследовались все субстраты: мидии, встречающиеся в сообществе другие животные и водоросли-макрофиты, а также искусственные субстраты (дель, понтоны, деревянные конструкции, канаты, поплавки). Макрофиты и животные исследовались в прижизненном состоянии в условиях стационара. Налет с искусственных субстратов фиксировался 4%-ным раствором формальдегида. Оценка обилия дается по видоизмененной 6-балльной шкале Вислоуха (Воронихин, 1931).

Результаты изучения представлены в таблице.

**Бухта Кривозерская.** Обследованы установки 1990 и 1992 годов. В составе обрастания зарегистрировано 18 видов, из них 15 — виды собственно обрастания, представленные морскими бентосными видами (12 видов) и континентальными бентосными (2) и планктонно-бентосными (1) видами. 3 вида — случайный элемент обрастания, слагаемый континентальными планктонными видами. *Cyanoprokaryota* отмечены только на горизонте от 0 до 0.5 м. На установках 1990 г. зарегистрировано 18 видов. Наибольшее их число обнаружено в обрастании поплавок, горизонтальных канатов, деревянных конструкций, закрепляющих понтоны: 11, 10 и 8 видов соответственно (табл.). На створках мидий, а также развивающихся в сообществе *Balanus balanoides*, *Hiatella arctica*, гидроидах и водорослях-макрофитах цианопрокариоты не обнаружены. В сообществе доминируют морские бентосные виды *Calothrix scopulorum*, *C. pulvinata*, *Rivularia atra*, субдоминантами являются морские бентосные *Xenococcus* sp., *Leibleinia willei*, *Pseudophormidium battersii* и континентальный бентосный вид *Hydrocoryne spongiosa*. 11 видов относятся к редким и единичным.

Видовой состав и количественное развитие цианопрокариот на установках 1992 г. по сравнению с таковыми 1990 г. отличаются заметной бедностью: 5 видов (против 18), развивающихся единично и редко только на горизонтальных канатах и поплавках (табл.). По-видимому, это связано с небольшим сроком нахождения установки в море.

**Бухта Никольская.** Обследована установка 1989 г. Зарегистрировано 19 видов обрастателей, из них 12 — морские бентосные, 6 — континентальные бентосные и 1 вид континентальный планктонно-бентосный. Цианопрокариоты развиваются на горизонтах от 0 до 3.5 м. Наибольшее число видов и наиболее массовое их развитие отмечено на горизонте от 0 до 0.5 м. *Cyanoprokaryota* встречаются в обрастании всех субстратов, за исключением понтонов: 10 видов обнаружено на вертикальных канатах, свисающих с понтонов, по 8 — на дели и мидиях (в том числе поселяющихся на них губках и балянусах), 7 видов — на горизонтальных канатах и 4 — на деревянных конструкциях (табл.).

Количество видов и особенно их обилие в сообществах, расположенных в центральной части хозяйства и на его периферии, различаются. В первых насчитывается 18 видов. Доминируют морские

Таблица  
**Видовой состав и распределение *Sphaerospora* в обрастании мидиевых хозяйств бухт Кривозерской и Никольской (август 1993 г.)**

Вид	Бухта Кривозерская											
	установка 1990 г.						установка 1992 г.					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Пор. CHROOCOCCALES												
Сем. <b>Synechococcaceae</b> Kom. et Anagn.												
<i>Aphanothece clathrata</i> W. et G. S. West												
<i>Gloethece palea</i> (Kütz.) Rabenh.												
Сем. <b>Merismopediaceae</b> Kom. et Anagn.												
<i>Aphanocapsa litoralis</i> (Hansg.) Kom. et Anagn.												
[= <i>Microcystis litoralis</i> (Hansg.) Fortt]												
<i>A. planctonica</i> (G. M. Smith) Kom. et Anagn.												
[= <i>Microcystis elachista</i> f. <i>planctonica</i> (G. S. Smith) Elenk.]												
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Näg.										0/1		
Сем. <b>Dermocarpellaceae</b> Ginsb.-Ardre												
<i>Sphaerosiphon violaceus</i> (Crouan) Bellak.			0.5/1									
[= <i>Cyanocystis violacea</i> (Crouan) Kom. et Anagn.]												

Продолжение таблицы

Вид	Бухта Кривозерская											
	установка 1990 г.						установка 1992 г.					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
<i>Sphaerosiphon</i> sp.												
Сем. <b>Xenococcaceae</b> Erceg.												
<i>Chroococcidiopsis</i> sp.												
<i>Xenococcus</i> sp.				0/3								
Сем. <b>Hyellaceae</b> Borzi												
<i>Pleurocapsa fuliginosa</i> Hauck			0.5/1	0/1								
Пор. OSCILLATORIALES												
Сем. <b>Borziaceae</b> Borzi												
<i>Yonedaella</i> cf. <i>lithophila</i> (Erceg.) Umezaki				0/1								
Сем. <b>Pseudanabaenaceae</b> Anagn. et Kom.												
<i>Leibleinia williei</i> (Seich. et Gardn.) P. Silva [= <i>Lyngbya nordgaardii</i> Wille, <i>Leibleinia nordgaardii</i> (Wille) Anagn. et Kom.]	0/2	0/2	0.5/1–2	0/1–3				0/3				
<i>Leptolyngbya minuta</i> (Lindst.) Anagn. et Kom.												
(= <i>Phormidium minutum</i> Lindst.)												
<i>Pseudanabaena</i> sp.			0.5/1	0/2								

Вид	Бухта Кривозерская																	
	установка 1990 г.						установка 1992 г.						Бухта Никольская					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	C <sup>1</sup>	D	F
<i>Spirulina subsalsa</i> Oerst. ex Gorn. (= <i>S. tenuissima</i> Kütz.)	—	—	—	—	0,5/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5–3,5/1–4	0,5–3,5/1–3 (мидии, баянусы)
Сем. <b>Schizotrichaceae</b> Elenk. <i>Trichocoleus tenerrimus</i> (Gom.) Anagn. (= <i>Microcoleus tenerrimus</i> Gom.)	—	—	—	0/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сем. <b>Phormidiaceae</b> Anagn. et Kom. <i>Phormidium submembranaceum</i> [Ard. et Straff.] ex Gom. <i>Pseudophormidium battersii</i> (Gom.) Anagn. et Kom. [= <i>Plectonema battersii</i> Gom., <i>Leptolyngbya battersii</i> (Gom.) Anagn. et Kom.]	—	0/3	0,5/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0/6	—	—	0,5–3,5/2–4	—
<i>Symploca atlantica</i> Gom.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5–3,5/1–2	0,5–3,5/1 (мидии, баянусы)
Сем. <b>Oscillatoriaceae</b> (Gray) Harv. ex Kirchn. <i>Lyngbya aestuarii</i> (Mert.) Liebm. ex Gom. <i>L. confervoides</i> Ag. ex Gom. <i>L. profundalis</i> Lindst.	—	—	0,5/1	—	0,5/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5/1	—	—	—

Вид	Бухта Кривозерская																	
	установка 1990 г.						установка 1992 г.						Бухта Никольская					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	C <sup>1</sup>	D	F
Пор. NOSTOCALES Сем. <b>Microchaetaceae</b> Lemm. <i>Microchaete</i> sp.	—	—	0,5/1	0/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5/1	0,5–3,5/1–2	0,5–3,5/2
Сем. <b>Rivulariaceae</b> Kütz. <i>Calothrix pulvinata</i> (Mert.) Ag. ex Born. et Flah. <i>C. scopulorum</i> (Weber et Mohr) Ag. ex Born et Flah. <i>Rivularia atra</i> Roth ex Born. et Flah. <i>R. coadunata</i> (Sommerf.) Foslte	—	0/5	0,5/5	0/3–4	—	—	—	—	—	0/1	—	—	—	—	0–0,5/4	—	—	—
<i>Anabaena lemmermannii</i> P. Richt. <i>Hydrocoleum spongiosa</i> Schwabe <i>Nostoc paludosum</i> Kütz. ex Born. et Flah.	—	0/6	0,5/2	0/2	—	—	—	0/6	0,5/1	0/2	—	—	—	—	0,5/6	—	0,5–3,5/1	—
<i>R. cocadinata</i> (Sommerf.) Foslte	—	0/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0/2	0–0,5/6	—	—
Сем. <b>Nostocaceae</b> Dumort <i>Anabaena lemmermannii</i> P. Richt. <i>Hydrocoleum spongiosa</i> Schwabe <i>Nostoc paludosum</i> Kütz. ex Born. et Flah.	—	0/3	0,5/1	0/2	—	—	—	—	0,5/1	0/1	0,5/1	—	—	—	—	0–0,5/2	—	—
Итого: 30	1	8	10	11	2	—	—	—	3	4	1	—	—	4	10	7	8	8

Примечание. Субстраты: А — понтоны, В — деревянные конструкции, С — горизонтальные канаты, С<sup>1</sup> — вертикальные канаты, D — поллавки, E — дель, F — мидии. Цифры: перед косой чертой — глубина в метрах, за чертой — обилие по шкале Вислоуха в баллах. «—» — вид отсутствует.

бентосные виды: *Calothrix scopulorum*, *C. pulvinata*, *Spirulina subsalsa*, *Phormidium submembranaceum*, *Lyngbya profundalis* — и 3 континентальных бентосных и планктонно-бентосных вида: *Gloeothece palea*, *Pseudanabaena* sp. и *Rivularia coadunata*. Субдоминантами являются морские бентосные виды *Aphanocapsa litoralis* и *Chroococcidiopsis* sp. Доминантные и субдоминантные виды встречаются на горизонте 0–0.5 м в составе обрастания вертикальных и горизонтальных каналов. Кроме того, 3 доминантных вида — *Spirulina subsalsa*, *Phormidium submembranaceum* и *Lyngbya profundalis* — отмечены на 0.5–3.5 м на делях, мидиях и поселяющихся на них животных (губках, балянусах) и практически не встречаются в поверхностном горизонте. В составе второго сообщества представлено 7 видов цианопрокариот. Доминантами являются *Calothrix scopulorum* и *Pseudophormidium battersii*, субдоминантом — *Leibleinia willei*, растущие на 0 м на деревянных конструкциях. На делях и створках мидий на глубине от 0.5 до 3.5 м единично встречаются *Calothrix scopulorum*, *Spirulina subsalsa* и *Symploca atlantica*. По сравнению с первым сообществом здесь резко снижается и количество диатомовых водорослей, т. е. микроорганизмов, фотосинтезирующих с выделением кислорода. Напротив, резко возрастает роль серных нитчатых бактерий, массово развивающихся в сообществе, что свидетельствует о выраженных заморных явлениях.

Коэффициент сходства Сьеренсена—Чекановского видового состава цианопрокариот в обрастании мидиевых хозяйств бухт Кривозерской (установка 1990 г.) и Никольской составляет 0.62. Сходство обусловлено наличием видов, источником которых являются морские бентосные сообщества (все эти виды обильно представлены в литоральных сообществах района исследования). Различия связаны с присутствием континентальных планктонных и бентосных видов и ряда морских бентосных видов, что свидетельствует о специфических экологических условиях в бухтах. Действительно, первая бухта проточная, аэрируемая, испытывает влияние пресных вод озера Кривого. Вторая полузамкнутая, слабоаэрируемая, без заметного влияния пресных водоемов.

Исследователи морского обрастания отмечают роль цианопрокариот как компонента автотрофной фазы сукцессии микрообрастания, которая следует за бактериальной фазой и предшествует гетеротрофной фазе (колонизация субстрата гетеротрофными простейшими) (Морское обрастание..., 1957; Зевина, 1972; Горбенко, 1977; Раилкин,

1998; и др.). По нашему мнению, в бореальных водах более значительна их роль как азотфиксаторов, повышающих продуктивность морских сообществ. К ним относится почти половина видов сообществ обрастания и бентоса, в том числе доминантные виды сообществ (Белякова, 1981, 1998, 2001).

### Литература

Белякова Р. Н. Синезеленые водоросли в обрастании экспериментальных пластин бухты Витязь (Японское море) // Организмы обрастания дальневосточных морей. Владивосток, 1981. С. 42–50. — Белякова Р. Н. Синезеленые водоросли-азотфиксаторы Кандалакшского залива Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря: Материалы VII междунар. конф. (Архангельск, сентябрь 1998 г.). СПб., 1998. С. 74–76. — Белякова Р. Н. Синезеленые водоросли — азотфиксаторы Соловецких островов (Белое море) // Новости систематики низших растений. СПб., 2001. Т. 34. С. 21–30. — Воронихин Н. Н. Фитопланктон (excl. Bacillariales) р. Большой Невки в период 1923–1926 гг. // Тр. Бот. сада АН СССР. 1931. Т. 44. С. 104–244. — Горбенко Ю. А. Экология морских микроорганизмов перифитона. Киев, 1977. 250 с. — Зевина Г. Б. Обрастания в морях СССР. М., 1972. 214 с. — Морское обрастание и борьба с ним. М., 1957. 672 с. — Раилкин А. И. Первичная и восстановительная сукцессия сообществ микрообрастания // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря: Материалы VII междунар. конф. (Архангельск, сентябрь 1998 г.). СПб., 1998. С. 117–118.