

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ВОДОРΟΣЛЕЙ
И ИХ ДОЛЯ В ПИТАНИИ *CORBICULA JAPONICA* PRIME, 1984
В УСТЬЕВОЙ ЧАСТИ Р. ГЛАДКАЯ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ,
РОССИЯ)**

Т.В. Никулина, В.В. Богатов

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия.
E-mail: nikulinatv@mail.ru, nikulina@biosoil.ru*

Для эстуарного участка р. Гладкая (сентябрь 2017 г.) общий список цианобактерий и водорослей насчитывает 159 видов, разновидностей и форм из 5 отделов (Cyanobacteria, Bacillariophyta, Heterokontophyta, Charophyta и Chlorophyta). В пищеварительной системе моллюсков *Corbicula japonica* (желудок, кишечник) зарегистрированы 79 таксонов цианобактерий и водорослей из отделов Cyanobacteria, Bacillariophyta, Charophyta и Chlorophyta ($\approx 15\%$ от общего объема пищевого комка).

**SPECIES DIVERSITY OF CYANOBACTERIA AND ALGAE
AND THEIR PORTION IN THE FOOD OF *CORBICULA JAPONICA*
PRIME, 1984 IN THE GLADKAYA RIVER ESTUARY PART
(PRIMORYE TERRITORY, RUSSIA)**

T.V. Nikulina, V.V. Bogatov

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity of Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia.
E-mail: nikulinatv@mail.ru, nikulina@biosoil.ru*

The total list for the estuary area of the Gladkaya River (September 2017) includes cyanobacteria and algae of 159 species, varieties and forms from 5 divisions (Cyanobacteria, Bacillariophyta, Heterokontophyta, Charophyta and Chlorophyta). 79 taxa of cyanobacteria and algae from the Cyanobacteria, Bacillariophyta, Charophyta, and Chlorophyta divisions ($\approx 15\%$ of the total food lump) were registered in the digestive system (stomach, intestines) of mollusks *Corbicula japonica*.

Введение

Река Гладкая протекает по территории Хасанского района (юг Приморского края), берёт начало на склоне Сухановского перевала на высоте 180 м (отроги Черных гор) и впадает в бухту Экспедиции залива Посыет Японского моря. Длина реки 44 км, площадь бассейна – 458 км² (Ресурсы..., 1970). В нижнем течении река приобретает равнинный характер, и ее ширина здесь достигает 80–100 м, максимальные глубины – до 1,5–2 м. Грунт на стрежне реки представлен крупнозернистыми песками, в прибрежной полосе – крупнозернистые пески покрыты наилком или травянистым детритом. Река не испытывает значимого антропогенного загрязнения.

В низовьях реки Гладкая в зоне местообитания промыслового двустворчатого моллюска *Corbicula japonica* Prime, 1984 зафиксирована крупномасштабная придонная эвтрофикация, не отмечавшаяся здесь ранее. В начале сентября 2017 г. дно реки до глубины 0,8–0,9 м было покрыто водорослевыми матами, толщиной 4–8 мм. Под покровом матов вместе с живыми особями было обнаружено большое количество пустых раковин корбикул. На стрежне реки на глубинах свыше 0,9 м маты не развивались, однако на возвышающихся над грунтом задних частях раковин моллюсков отмечены плотные водорослево-песчаные обрастания в виде «бород» длиной от 0,4 до 6 см, которые полностью закрывали выводные и большую часть вводных сифонов и имели стойкий землисто-дуственный запах, характерный для некоторых видов цианобактерий (Богатов, Никулина, 2018).

Цель исследования – выявить видовой состав альго-бактериальных матов, обрастаний створок моллюсков *Corbicula japonica* и оценить состав пищи моллюсков.

Материалы и методы

Сборы цианобактерий и водорослей с поверхности створок моллюсков и грунтов проведены 5 и 7 сентября 2017 г. на эстуарном участке р. Гладкая напротив с. Зайсановка (Хасанский район, Приморский край; N42,706° и E130,84°), на глубинах 0,1–1,3 м. Альгологический материал отобран стандартными методами и фиксирован 4%-ным раствором формалина (Водоросли, 1989).

Видовую принадлежность цианобактерий и водорослей определяли с помощью световых микроскопов «Ахиоскоп 40» (Zeiss, объективы 40x/0.65 и 100x/1.25 oil) и «Alphaphot-2 YS-2» (Nikon, объективы 40x/0.65 и 100x/1.25 oil). Постоянные препараты для диатомового анализа были приготовлены методом прокалывания в перекиси водорода (Swift, 1967) с заключением в кедровый бальзам.

Результаты

На эстуарном участке р. Гладкая в обрастаниях песчано-илистых грунтов и раковин моллюсков обнаружено 126 таксонов цианобактерий и водорослей из 4 отделов. Плотные маты были сформированы несколькими видами цианобактерий (*Phormidium autumnale*, *Ph. corium*, *Ph. uncinatum*, *Anabaena laxa*, *Lyngbya aestuarii*), водорослями – стерильными зелеными нитчатыми (*Vaucheria* sp. ster., *Oedogonium* sp. ster.) и более чем 100 видами диатомей, из которых преобладали *Nitzschia* aff. *scalpelliformis*, *N. paleacea*, *Diploneis parma* и *Bacillaria paxillifer* (Богатов, Никулина, 2018). Всего 109 видов, разновидностей и форм из отделов Cyanobacteria, Bacillariophyta, Heterokontophyta (Xanthophyta) и Chlorophyta были зарегистрированы в бентосных альгосообществах.

Плотные обрастания (наросты) на раковинах корбикул сформированы зернами песка и слизистыми тяжами, имевшими как крепкую, так и расслоившуюся структуру (предположительно пустых влагалищ цианобактерий). Обрастания включали цианобактерии *Phormidium corium*, *Ph. autumnale*, талломы зеленых нитчатых *Ulothrix zonata* и более 70 видов диатомовых водорослей при преобладании *Nitzschia* aff. *scalpelliformis*, *Diploneis parma*, *D. interrupta*, *Bacillaria paxillifer*, *Tabularia tabulata* и *Amphora coffeaeformis* (таблица). В обрастаниях раковин моллюсков отмечено 74 вида, разновидности и формы из отделов Cyanobacteria, Bacillariophyta и Chlorophyta.

Обследование пищеварительной системы моллюсков (желудок, кишечник) показало, что основную массу пищевого комка занимает детрит (≈ 80% от общего

объема), остатки сосудистых растений ($\approx 5\%$) и оставшаяся доля приходится на цианобактерии и водоросли (из отделов Cyanobacteria, Bacillariophyta, Charophyta и Chlorophyta). Причем, основная масса обнаруженных цианобактерий и водорослей – это фрагменты талломов и клеток, тем не менее, родовую и видовую принадлежность удалось установить для 79 таксонов. Общими видами, обнаруженными в пищевом комке моллюсков, в водорослевых матах и в обрастаниях створок моллюсков являются 46 таксонов (таблица), а 33 вида водорослей были зарегистрированы только в пищеварительной системе корбикул. Интересно нахождение в желудках моллюсков нескольких планктонных и бентосно-планктонных видов десмидиевых (*Cosmarium subtumidum*, *Desmidium swartzii*, *Staurastrum arctiscon*, *S. paradoxum*) и хлорококковых (*Coelastrum microporum* и *C. pulchrum*) водорослей, которые отсутствуют в альгосообществах матов и обрастаний. Наиболее часто встречающимися в пищеварительном комке оказались мелкоклеточные виды диатомей *Staurosira construens* f. *venter* и *S. construens* f. *subsalina*, клетки остальных видов зарегистрированы с частотой встречаемости «единично» (таблица).

Таким образом, для эстуарного участка р. Гладкая общий список цианобактерий и водорослей, отмеченных в водорослевых матах, развивающихся на илисто-песчаных грунтах, на поверхности створок корбикул и в их пищеварительной системе, насчитывает 159 видов, разновидностей и форм из 5 отделов (Cyanobacteria, Bacillariophyta, Heterokontophyta, Charophyta и Chlorophyta) (таблица).

Таблица

Видовой состав водорослей р. Гладкая (сентябрь 2017 г.)

№ п/п	Таксон	Обрастания поверхности грунта	Обрастания створок <i>Corbicula</i>	Содержимое желудков <i>Corbicula</i>
1	2	3	4	5
Отдел Cyanobacteria (Cyanoprokaryota)				
1	<i>Anabaena laxa</i> (Rabenhorst) A. Braun	2–4	–	–
2	<i>Homoeothrix varians</i> Geitler	3	–	1
3	<i>Lyngbya aestuarii</i> (Mertens) Liebman ex Gomont	1	–	–
4	<i>Phormidium autumnale</i> (Agardh) Trevisan ex Gomont	2–6	–	–
5	<i>Ph. corium</i> (C. Agardh) Gomont	2–4	3–4	–
6	<i>Ph. uncinatum</i> (C. Agardh) Gomont ex Gomont	1	–	–
Отдел Bacillariophyta				
7	<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh var. <i>brevipes</i>	1	–	–
8	<i>A. brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve	1	–	–
9	<i>Achnantheidium coarctatum</i> Brébisson ex W. Smith	1	–	–
10	<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	2	–	–
11	<i>Amphora coffeaeformis</i> (C. Agardh) Kützing	1–3	4–5	–
12	<i>A. libyca</i> Ehrenberg	2	2	–
13	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing	1	–	–
14	<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunow	1	–	–
15	<i>A. terroris</i> Ehrenberg	2–3	1	–
16	<i>A. veneta</i> Kützing	1	1	1

1	2	3	4	5
17	<i>Aneumastus</i> aff. <i>apiculatus</i> (Østrup) Lange-Bertalot	1	–	–
18	<i>A. tuscula</i> var. <i>tuscula</i> (Ehrenberg) Mann et Strickle	–	1	–
19	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	1	–	–
20	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	1	–	1
21	<i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	1	–	1
22	<i>A. subarctica</i> (O. Mu	2	1	1
23	<i>Bacillaria paxillifer</i> (O. Müller) Hendey	3–5	4–5	1
24	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>placentula</i>	1	–	1
25	<i>C. placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	2	–	–
26	<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	1	–	–
27	<i>C. scutellum</i> Ehrenberg	1	1	1
28	<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) Williams et Round	2	–	–
29	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	–	–	1
30	<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) H. Peragallo	1	1	1
31	<i>C. cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	1	–	1
32	<i>C. tumida</i> (Brébisson) Grunow	2	1	–
33	<i>C. turgidula</i> Grunow	1	1	–
34	<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	1	–	1
35	<i>Diademsis contenta</i> f. <i>biceps</i> (Grunow) Hustedt	1	–	–
36	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh	1	1	–
37	* <i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M. Schmidt	–	–	1
38	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	1	–	–
39	<i>D. interrupta</i> (Kützing) Cleve	2–3	4–5	1
40	<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cleve	1	2	–
41	<i>D. parma</i> Cleve	5	4–5	1
42	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grunow) Houk et Klee	–	–	1
43	* <i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	–	–	1
44	* <i>E. minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) Mann	–	–	1
45	<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann	2	1–2	1
46	<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	1	–	–
47	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson var. <i>adnata</i>	1	1	1
48	* <i>E. adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) Ross	–	–	1
49	* <i>E. turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	–	–	1
50	<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	1	–	1
51	<i>E. diodon</i> Ehrenberg	–	–	1
52	<i>E. exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	1	–	–
53	<i>E. pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	1	1	–
54	* <i>E. pectinalis</i> var. <i>undulata</i> (Kützing) Rabenhorst	–	–	1
55	<i>E. praerupta</i> Ehrenberg	1	1	1
56	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>capucina</i>	–	1	1

1	2	3	4	5
57	<i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	1–2	1–2	1
58	<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow) Cleve-Euler	1	–	–
59	<i>F. vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	–	1	–
60	<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Hornemann) Dawson ex Ross et Sims	–	1	–
61	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	1	1	1
62	<i>G. augur</i> Ehrenberg	–	1	–
63	<i>G. brebissonii</i> Kützing	–	1	–
64	* <i>G. coronatum</i> Ehrenberg	–	–	1
65	* <i>G. gracile</i> Ehrenberg	–	–	1
66	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	3	1	1
67	<i>G. truncatum</i> Ehrenberg	1	1	1
68	<i>G. ventricosum</i> Gregory	1	–	–
69	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	1–2	1	–
70	<i>G. attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	1	1	1
71	<i>G. balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst	1	–	–
72	<i>G. exoticumoides</i> Negoro et Gotoh	1	1	1
73	* <i>G. spenserii</i> (Quekett) Griffith et Henfrey	–	–	1
74	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) Patrick var. <i>arcus</i> f. <i>arcus</i>	1	–	–
75	<i>H. arcus</i> var. <i>arcus</i> f. <i>recta</i> (Cleve) Foged	2	1	1
76	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	–	1	1
77	<i>H. virgata</i> (Roper) Grunow	1	1	–
78	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski	1	–	–
79	<i>H. hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski	1	1	–
80	<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) Mann	1	1	–
81	<i>L. mutica</i> (Kützing) Mann	3	1	1
82	<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	1	1	–
83	<i>Melosira varians</i> Agardh	2–3	2	1
84	<i>M. nummuloides</i> (Dillwyn) C. Agardh	1	–	–
85	<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh var. <i>circulare</i>	1	–	–
86	<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	1	1	1
87	<i>Navicula avenacea</i> (Brébisson et Godey) Brébisson ex Grunow	1	–	–
88	<i>N. cryptocephala</i> Kützing	3	1	–
89	<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	3	2	1
90	<i>N. integra</i> (W. Smith) Ralfs	1	–	–
91	<i>N. menisculus</i> Schumann	–	1	–
92	<i>N. peregrina</i> (Ehrenberg) Kützing	1	1	–
93	<i>N. radiosa</i> Kützing	–	1	1
94	<i>N. rhynchocephala</i> Kützing	1	–	1
95	<i>N. slesvicensis</i> Grunow	1	1	–

1	2	3	4	5
96	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	1	1	–
97	<i>N. clausii</i> Hantzsch	1	–	1
98	<i>N. compressa</i> (Bailey) Boyer var. <i>elongata</i> (Grunow) Lange-Bertalot	–	1	–
99	* <i>N. dissipata</i> (Kützing) Grunow	–	–	1
100	* <i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow	–	–	1
101	<i>N. lorenziana</i> Grunow	–	1	–
102	<i>N. nana</i> Grunow	2	1	–
103	<i>N. obtusa</i> W. Smith	1	–	–
104	<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	3	2	–
105	<i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow	4–5	2–3	–
106	<i>N. reversa</i> W. Smith	1	–	–
107	<i>N. aff. scalpelliformis</i> (Grunow) Grunow	4–6	4–5	1
108	<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	1	–	–
109	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	1–2	1	–
110	<i>Parlibellus protracta</i> (Grunow) Witkowski, Lange-Bertalot et Metzeltin	–	1	–
111	<i>Placoneis placentula</i> (Ehrenberg) Heinzerling	–	–	1
112	* <i>Planothidium conspicuum</i> (A. Mayer) M. Aboal	–	–	1
113	<i>P. delicatulum</i> (Kützing) Round et Bukhtiyarova	4	1	1
114	* <i>P. ellipticum</i> (Cleve) Edlund	–	–	1
115	<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	1	–	1
116	* <i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	–	–	1
117	<i>P. grunowii</i> Krammer	1	–	1
118	* <i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	–	–	1
119	* <i>P. aff. subanglica</i> Krammer	–	–	1
120	<i>Pinnularia</i> sp.	–	1	1
121	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	1	–	–
122	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	1	1	1
123	<i>Rh. gibberula</i> (Ehrenberg) O. Müller	1	–	–
124	<i>Rh. musculus</i> (Kützing) O. Müller	1–2	1	–
125	<i>Sellaphora laevis</i> (Kützing) Mann	1	–	–
126	<i>S. pupula</i> (Kützing) Mann	2	–	1
127	* <i>Staurosira construens</i> Ehrenberg var. <i>construens</i> f. <i>construens</i>	–	–	1
128	* <i>S. construens</i> var. <i>construens</i> f. <i>subsalina</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	–	–	2
129	* <i>S. construens</i> var. <i>construens</i> f. <i>venter</i> (Ehrenberg) Bukhtiyarova	–	–	4
130	<i>S. construens</i> Ehrenberg var. <i>binodis</i> (Ehrenberg) Hamilton	–	1	–
131	* <i>S. elliptica</i> (Schumann) Williams et Round	–	–	1
132	<i>Staurosirella leptostauron</i> (Ehrenberg) Williams et Round	–	–	1

1	2	3	4	5
133	<i>S. pinnata</i> (Ehrenberg) Williams et Round	2–4	2	1
134	<i>Surirella amphioxys</i> W. Smith	1	1	–
135	<i>S. angusta</i> Kützing	3	2	–
136	<i>S. brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	1	–	–
137	<i>S. tenera</i> Gregory	1	–	–
138	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	2	1–2	1
139	<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kützing	2	2	1
140	<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) Williams et Round	2–3	–	–
141	<i>T. tabulata</i> (C. Agardh) Snoeijjs	2	5	–
142	<i>Thalassiosira bramaputrae</i> (Ehrenberg) Håkansson et Locker	1	–	–
143	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	–	1	–
144	<i>T. hungarica</i> (Grunow) Mann	1	1	–
145	<i>T. levidensis</i> (W. Smith) Grunow	2–3	1–2	1
146	<i>T. littoralis</i> (Grunow) Mann	2	1	–
147	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	–	1	–
148	* <i>U. danica</i> (Kützing) Compère et	–	–	1
149	<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	2–3	2	1
	Отдел Heterokontophyta (Xanthophyta)			
150	<i>Vaucheria</i> sp. ster.	1	–	–
	Отдел Charophyta			
151	* <i>Cosmarium subtumidum</i> Nordstedt	–	–	1
152	* <i>Desmidium swartzii</i> C. Agardh	–	–	1
153	* <i>Staurastrum arcticon</i> (Ehrenberg) Lundell	–	–	1
154	* <i>S. paradoxum</i> Meyen	–	–	1
	Отдел Chlorophyta			
155	* <i>Bulbochaete</i> sp. ster.	–	–	1
156	* <i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	–	–	1
157	* <i>C. pulchrum</i> Schmidle	–	–	1
158	<i>Oedogonium</i> sp. ster.	1–2	–	1
159	<i>Ulothrix zonata</i> (Weber et Mohr) Kützing	–	1	–

Примечание. Частота встречаемости организмов указана по шестибальной шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – очень часто, 6 – масса (Кордэ, 1956). «–» – нет данных, «*» – вид отмечен только в пищеварительной системе моллюсков *Corbicula japonica* Prime, 1984.

Литература

- Богатов В.В., Никулина Т.В. 2018.** Придонное эвтрофирование эстуариев Приморского края (Россия) // *Экология*, № 5. С. 399–402.
- Водоросли. Справочник. 1989.** Киев: Наукова думка. 608 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. 1972.** Дальний Восток. Приморье. Ленинград: Гидрометеоздат. Т. 18. Вып. 3. 627 с.
- Swift E. 1967.** Cleaning diatoms frustules with ultraviolet radiation and peroxide // *Phycologia*. N 6. P. 161–163.