

ЗАСЕЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ ВОДОРΟΣЛЯМИ ПЕРИФИТОНА В РЕКЕ КЕДРОВОЙ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Т.В. Никулина^{1,2}, В.В. Богатов¹, М.В. Астахов¹

¹Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, Владивосток, 690022, Россия;

²Государственный природный биосферный заповедник «Кедровая Падь» ДВО РАН, ул. Заповедная, 10, пгт Приморский, 692710, Россия. E-mail: nikulina@ibss.dvo.ru

Экспериментально показана высокая способность речных бентосных водорослей к расселению и закреплению на новом субстрате в условиях установившегося движения воды. В обрастаниях искусственных субстратов р. Кедровая выявлено 45 видов (49 внутривидовых таксонов) из трех отделов – Cyanophyta, Bacillariophyta и Chlorophyta. Виды *Hannaea arcus*, *Encyonema silesiaca*, *Synedra inaequalis*, *Achnanthydium minutissimum*, *Homoeothrix simplex*, *Phormidium uncinatum* и *Ulothrix zonata* доминировали во вновь создаваемых сообществах.

Установлено, что диатомовые водоросли имели наиболее высокую скорость заселения керамических плиток в феврале и мае (до 35,5 млн кл./м²/ч и 36,3 мг/м²/ч), а минимальную – в августе (0,6 млн кл./м²/ч и 0,5 мг/м²/ч). Синезеленые водоросли повышенную активность проявляли в августе (до 71,2 млн кл./м²/ч и 1,3 мг/м²/ч), а наиболее низкую – в мае (1,1 млн кл./м²/ч и 0,002 мг/м²/ч).

COLONIZATION OF ARTIFICIAL SUBSTRATES OF PERIPHYTON ALGAE IN KEDROVAYA RIVER (PRIMORYE TERRITORY)

T.V. Nikulina^{1,2}, V.V. Bogatov¹, M.V. Astakhov¹

¹Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, 100 letiya Vladivostoka Avenue, 159, Vladivostok, 690022, Russia;

²State Nature Biosphere Reserve «Kedrovaya Pad», Russian Academy of Sciences, Far East Branch, Zapovednaya street, 10, village Primorsky, 692710, Russia. E-mail: nikulina@ibss.dvo.ru

High ability of river benthic algae for resettlement and fixation on new substrates in cruising speed water conditions were experimentally showing. There are 45 species (49 species, varieties and forms) from three divisions – Cyanophyta, Bacillariophyta and Chlorophyta in fouling of artificial substrates in Kedrovaya River. Species *Hannaea arcus*, *Encyonema silesiaca*, *Synedra inaequalis*, *Achnanthydium minutissimum*, *Homoeothrix simplex*, *Phormidium uncinatum* и *Ulothrix zonata* dominated in re-creative communities.

There are determined that diatoms had more higher speed of immigration of ceramic floor tiles in February and May (до 35,5 million cells/m²/h and 36,3 mg/m²/h) and minimal – in August (0,6 million cells/m²/h and 0,5 mg/m²/h). Blue-green algae had overactivity in August (71,2 million cells/m²/h and 1,3 mg/m²/h) and more low – in May (1,1 million cells/m²/h and 0,002 mg/m²/h).

Исследования видового состава пресноводных водорослей в заповеднике «Кедровая Падь» проводятся более четырех десятков лет (Кухаренко, 1964, 1972, 1989, Журкина, Кухаренко, 1974, Медведева, 1995, Медведева, 2002). В последнее десятилетие особенное внимание уделяется изучению структурных и функциональных показателей альгологических сообществ основного водотока заповедника – р. Кедровая (Медведева, 1996, 1999, 2001, Сиротский, Медведева, 1995, Медведева, Сиротский, 1998, Медведева, 2000).

Настоящая работа также посвящена получению количественных данных о пространственных и временных изменениях структуры многовидовых водорослевых сообществ модельной реки. Цель работы заключается в изучении особенностей заселения водорослями перифитона новых субстратов в водотоке в условиях установившегося движения воды.

Материал и методы

Экспериментальный участок расположен на территории Государственного природного биосферного заповедника «Кедровая Падь» в среднем течении полугорной р. Кедровая (Приморский край, Россия). В качестве субстратов для заселения водорослями была использована керамическая неглазурованная плитка площадью 231 см². Искусственные субстраты устанавливали на дно медиальной части реки на глубине от 0,2 до 0,3 м.

В различные сезоны 2007 г. выполнены четыре суточные серии – 16–17 февраля, 15–16 мая, 13–14 августа и 11–12 ноября. Во время суточного эксперимента субстраты экспонировали в водотоке в течение шести часов. Таким образом, сутки были разделены на четыре периода: первый – с 13⁰⁰ до 19⁰⁰ ч, второй – с 19⁰⁰ до 01⁰⁰, третий – с 01⁰⁰ до 07⁰⁰ и четвертый – с 07⁰⁰ до 13⁰⁰ ч. По истечении каждого временного периода водорослевые обрастания с поверхности плитки смывали при помощи жесткой щетки согласно общепринятой методике (Водоросли, 1989). Кроме того, для сравнения видового состава отбирали качественные пробы водорослей с камней – естественных речных субстратов. Материал фиксировали 4 %-ным раствором формальдегида.

Количественный учет водорослей проводили в счетной камере объемом 0,001 см³ и численность каждого вида рассчитывали по формуле (Водоросли, 1989):

$$N_i = \frac{100 \cdot n_i \cdot v_i}{S} \cdot 10000,$$

где N_i – количество организмов (клеток) i -го таксона водорослей на 1 м² поверхности субстрата, кл./м²; n_i – число организмов (клеток) в счетной камере, кл.; v_i – объем пробы, мл; S – площадь проекции субстрата, с которого смыты водоросли, см².

Для оценки общей численности водорослей (N , г/м²) все полученные для каждого таксона значения численности суммировали:

$$N = \sum_{i=1}^k N_i.$$

Биомассу каждого i -го таксона водорослей (B_i , г/м²) определяли счетно-объемным методом:

$$B_i = \rho \cdot V_i \cdot N_i$$

где ρ – плотность тела клеток водорослей, г/см³, V_i – объем тела водорослей, см³; N_i – численность таксона в пробе, кл./м².

Для оценки общей биомассы водорослей (B , г/м²) все полученные для каждого таксона значения биомассы суммировали:

$$B = \sum_{i=1}^k B_i.$$

Оценка частоты встречаемости таксонов на станциях для качественных проб проводилась с использованием шестибальной шкалы (Кордэ, 1956): 1 – единично (1–5 экз. в препарате); 2 – редко (10–15 экз. в препарате); 3 – нередко (25–30 экз. в препарате); 4 – часто (по 1 экз. в каждом ряду покровного стекла при увеличении с иммерсией); 5 – очень часто (несколько экземпляров в каждом ряду покровного стекла при тех же условиях); 6 – в массе (несколько экземпляров в каждом поле зрения при тех же условиях). Таксоны

Таблица 1

Значения температуры воды и скорости течения
в р. Кедровая (2007 г.)

Дата	Период суток, ч	T воды, °C	Скорость течения у поверхности воды, м/с
16–17 февраля 2007 г.	13 ⁰⁰ –19 ⁰⁰	0,5–0,3	0,66
	19 ⁰⁰ –01 ⁰⁰	0,3–0,12	
	01 ⁰⁰ –07 ⁰⁰	0,12–0,1	
	07 ⁰⁰ –13 ⁰⁰	0,1–0,5	
15–16 мая 2007 г.	13 ⁰⁰ –19 ⁰⁰	10,6–10,8	0,9
	19 ⁰⁰ –01 ⁰⁰	10,8–8,4	
	01 ⁰⁰ –07 ⁰⁰	8,4–7,8	
	07 ⁰⁰ –13 ⁰⁰	7,8–7,9	
13–14 августа 2007 г.	13 ⁰⁰ –19 ⁰⁰	14,5–14,6	0,9
	19 ⁰⁰ –01 ⁰⁰	14,6–14,3	
	01 ⁰⁰ –07 ⁰⁰	14,3–14,2	
	07 ⁰⁰ –13 ⁰⁰	14,2–14,4	
11–12 ноября 2007 г.	13 ⁰⁰ –19 ⁰⁰	7,6–6,0	0,5
	19 ⁰⁰ –01 ⁰⁰	6,0–5,2	
	01 ⁰⁰ –07 ⁰⁰	5,2–4,8	
	07 ⁰⁰ –13 ⁰⁰	4,8–7,9	

с частотой встречаемости 6 и 5 были соответственно отнесены к доминантам и субдоминантам. Все водоросли с частотой встречаемости 4 и ниже считались второстепенными.

В пределах учётных суток измеряли температуру воды и воздуха, скорость течения у поверхности потока определяли гидрометрической вертушкой ГР–55 (табл. 1).

Результаты и их обсуждение

За весь период исследования обрастания естественных и искусственных субстратов р. Кедровая были представлены 61 видом (67 видами, разновидностями и формами) водорослей из четырех отделов: Cyanophyta – 2 (2), Cryptophyta – 1 (1), Bacillariophyta – 52 (58) и Chlorophyta – 6 (6). Состав водорослей, участвующих в заселении

искусственных субстратов, оказался беднее, всего отмечено 45 видов (49 внутривидовых таксонов) из трех отделов (табл. 2, 3). Диатомеи составляли 89,9 % от общего числа водорослей для керамических плиток и 86,6 % – для всех субстратов в целом.

Таблица 2

Таксономический состав водорослей, участвующих в заселении искусственных субстратов
р. Кедровая (2007 г.)

№ п/п	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Разновидность и форма
1	Cyanophyta	1	1	2	2	2	2
2	Bacillariophyta	3	9	15	23	40	44
3	Chlorophyta	2	2	2	3	3	3
	Всего	6	12	19	28	45	49

Таблица 3

Список водорослей р. Кедровая (февраль, май, август, ноябрь, 2007 г.)

№ п/п	Таксон	Встречаемость таксона							
		Февраль		Май		Август		Ноябрь	
		Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка
	Отдел Cyanophyta								
	Класс Hormogoniophyceae								
	Порядок Oscillatoriales								
	Семейство Oscillatoriaceae								

Продолжение табл. 3

№ п/п	Таксон	Встречаемость таксона							
		Февраль		Май		Август		Ноябрь	
		Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка
1	<i>Phormidium uncinatum</i> (Ag.) Gom. Семейство Homoeothrichaceae	-	+	2	+	1	-	1	+++
2	<i>Homoeothrix simplex</i> Woronich. нити <i>H. simplex</i> Woronich. хрооковья масса	2	+	1-2	+	1-2	+++	1	+++
	Отдел Cryptophyta								
	Класс Cryptomonadophyceae								
	Порядок Cryptomonadales								
	Семейство Cryptomonadaceae								
3	* <i>Cryptomonas</i> sp. Отдел Bacillariophyta	4	-	3-4	-	-	-	4-5	-
	Класс Coscinodiscophyceae								
	Порядок Melosirales								
	Семейство Melosiraceae								
4	<i>Melosira varians</i> Ag. Порядок Aulacoseirales	4	+	-	+	2	+	1	+
	Семейство Aulacoseiraceae								
5	<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Sim. Класс Fragilariophyceae	-	-	1	-	-	-	-	-
	Порядок Fragilariales								
	Семейство Fragilariaceae								
6	<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kütz.) J.B. Petersen	2-6	+	2	+	2-3	+	2	+
7	<i>Hannaea arcus</i> (Ehr.) Patr. var. <i>arcus</i> <i>H. arcus</i> var. <i>amphioxys</i> (Rabenh.) Part. <i>H. arcus</i> var. <i>linearis</i> (Holmboe) R. Ross f. <i>linearis</i> <i>H. arcus</i> var. <i>linearis</i> f. <i>recta</i> (Cl.) Foget	4-6	+++	6	+++	3-5	+	6	++
		-	+	1	+	-	-	1	-
		1	+	1	+	1-2	-	2	+
		2-3	+	2	+	2-3	+	3	+
8	<i>Staurosira construens</i> Ehr.	-	-	-	-	1	-	-	-
9	<i>Synedra inaequalis</i> H. Kobayasi	2-6	+	3	+	2-4	+	4	++
10	<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	2-5	+	1	+	3-5	+	2	+
11	<i>Tabularia fasciculata</i> (Ag.) Williams et Round Семейство Diatomaceae	-	-	1	-	-	-	-	-
12	<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	-	+	1	-	-	-	1	-
13	<i>D. mesodon</i> (Ehr.) Kütz.	2	+	4-5	+	2-4	+	3	+
14	<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Ag. var. <i>circulare</i> <i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) V. H.	1	+	1	+	1	+	1-2	+
	Порядок Tabellariales								
	Семейство Tabellariaceae								
15	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz. Класс Bacillariophyceae	-	+	-	-	1	+	1	+
	Порядок Eunotiales								
	Семейство Eunotiaceae								
16	* <i>Eunotia praeurpta</i> Ehr. Порядок Cymbellales	-	-	-	-	1	+	-	-
	Семейство Rhoicospheniaceae								
17	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) L.-B. Семейство Cymbellaceae	-	-	-	-	1	-	-	-

Продолжение табл. 3

№ п/п	Таксон	Встречаемость таксона							
		Февраль		Май		Август		Ноябрь	
		Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка
18	<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	1–2	+	2	+	2–3	+	2	+
19	<i>C. cistula</i> (Ehr.) Kirchn.	-	-	-	-	1	+	-	-
20	<i>C. naviculiformis</i> Auersw.	-	-	-	-	1	-	-	-
21	<i>C. tumida</i> (Bréb.) V.H.	2	-	1	-	1	+	1	+
22	<i>C. turgidula</i> Grun.	3–4	+	3	+	4–5	+	3	+
23	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse ex Rabenh.) Mann	2	+	2	+	2–3	+	2–3	+
24	* <i>E. prostratum</i> (Berkley) Kütz.	-	-	-	-	1	-	-	-
25	<i>E. silesiaca</i> (Bleisch) Mann	5	+	5–6	+++	4–6	+	6	++
	Семейство Gomphonemataceae								
26	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Schmidt	-	-	-	-	2–4	+	-	-
27	<i>Gomphoneis quadripunctatum</i> (Østr.) Daw. ex Ross et Sims	-	-	1	+	1	-	1	-
28	<i>G. olivaceum</i> (Horn.) Daw.	2–3	+	3–4	+	3	+	1	+
29	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabenh.	5	+	-	+	2	+	1	+
30	<i>G. angustum</i> Ag.	-	+	2	+	3–4	+	1	+
31	<i>G. parvulum</i> Ag.	-	-	-	-	1	-	-	-
32	<i>G. truncatum</i> Ehr.	1	-	-	-	-	-	-	-
33	<i>Reimeria sinuata</i> (Greg.) Koc. et Stoer.	-	+	-	+	1	-	1	+
	Порядок Achnanthes								
	Семейство Achnantheaceae								
34	* <i>Achnanthes exigua</i> Grun.	-	-	1	-	1	-	-	-
35	* <i>A. laevis</i> Østr.	-	-	-	-	1	-	1	-
36	<i>A. lanceolata</i> (Bréb. ex Kütz.) Grun.	1	+	1	+	1–2	+	1	+
	<i>A. lanceolata</i> var. <i>haynaldii</i> (Schaarschmidt) Cl.	-	-	1	-	-	-	-	-
37	* <i>A. linearis</i> (W. Sm.) Grun.	-	-	1	+	1	-	-	-
	Семейство Cocconeidaceae								
38	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr. var. <i>placentula</i>	-	-	-	-	1	+	-	-
	<i>C. placentula</i> Ehr. var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grun.	1	+	1	+	1–2	+	1	+
	Семейство Achnanthesiaceae								
39	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	5–6	+	5–6	+	6	+	4–5	++
	Порядок Naviculales								
	Семейство Amphipleuraceae								
40	<i>Frustulia vulgaris</i> Thw.	-	-	-	-	1	+	-	-
	Семейство Pinnulariaceae								
41	<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cl.	-	-	-	-	1	+	-	-
	Семейство Naviculaceae								
42	* <i>Navicula angusta</i> Grun.	-	-	-	-	1	-	-	-
43	* <i>N. cincta</i> (Ehr.) Ralfs	-	-	1	-	1–2	-	-	-
44	<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	2	+	-	+	2	+	1	+
45	* <i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	-	-	-	-	1–3	+	-	+
46	<i>N. menisculus</i> Schum.	-	+	1	+	1	+	1	+
47	<i>N. rhynchocephala</i> Kütz.	-	-	-	+	1	-	-	-
48	<i>N. viridula</i> Kütz.	-	-	-	-	2	-	-	-
	Порядок Thalassiosiphysales								
	Семейство Catenulaceae								
49	<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	-	-	-	-	1	-	-	-

Окончание табл. 3

№ п/п	Таксон	Встречаемость таксона							
		Февраль		Май		Август		Ноябрь	
		Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка	Естественный субстрат	Плитка
50	<i>A. pediculus</i> (Kütz.) Grun. Порядок Bacillariales Семейство Bacillariaceae	1	+	1	-	-	+	1	+
51	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	-	-	-	-	-	-	1	+
52	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grun.	-	+	-	-	2	+	1	-
53	<i>N. linearis</i> W. Sm.	-	-	-	-	1	+	-	-
54	<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm.	1	+	-	-	2–3	-	1	+
55	<i>N. paleacea</i> Grun. Отдел Chlorophyta Класс Chlorophyceae Порядок Oedogoniales Семейство Oedogoniaceae	-	+	-	-	2	+	1	+
56	<i>Oedogonium</i> sp. ster. Класс Ulvophyceae Порядок Ulotrighales Семейство Ulotrighaceae	2	+	1	-	2–4	+	1	-
57	<i>Chlorhormidium rivulare</i> (Kütz.) Starmach	-	+	-	-	-	-	2	-
58	<i>Ulothrix zonata</i> (Web. et Mohr) Kütz. Семейство Chaetophoraceae	1–3	-	3–6	++	5–6	-	2–3	-
59	<i>Chaetophora elegans</i> (Roth) Ag. Класс Zygnematomyceae Порядок Zygnematales Семейство Spirogyraceae	1	-	-	-	-	-	-	-
60	<i>Spirogyra</i> sp. ster. Порядок Desmidiiales Семейство Desmidiaceae	-	-	-	-	1	-	-	-
61	* <i>Staurodesmus lanceolatus</i> (Arch.) Croas.	-	-	-	-	-	-	1	-

Примечание. Частота встречаемости водорослей на естественных субстратах указана по шестибальной шкале (Кордэ, 1956); «+++» – доминирует на искусственном субстрате по численности и биомассе; «++» – доминирует на искусственном субстрате по численности; «+» – отмечен на искусственном субстрате как второстепенный таксон; «–» – не обнаружен; «*» – впервые указан для территории заповедника «Кедровая Паадь».

В обрастаниях керамической плитки в зимний, весенний и летний периоды участвовали синезеленые, зеленые и диатомовые водоросли, а осенью в новых заселениях присутствовали синезеленые и диатомовые водоросли.

Шестнадцатого–семнадцатого февраля максимальные значения *N* и *B* водорослей зарегистрированы для временного периода 13⁰⁰–19⁰⁰ ч (рис. 1). На протяжении всего суточного эксперимента диатомеи преобладали по численности и биомассе. На новых субстратах в роли доминирующего вида отмечен *Hannaea arcus*, в то время как в перифитоне естественных субстратов, согласно визуальной оценке, доминантов было несколько – *Fragilaria vaucheriae*, *Hannaea arcus*, *Synedra inaequalis* и *Achnantheidium minutissimum* (табл. 3).

Во время майского эксперимента на вновь заселяемом субстрате наиболее значительной была численность диатомовых водорослей (рис. 2), особенно с 07⁰⁰ до 13⁰⁰ ч, в

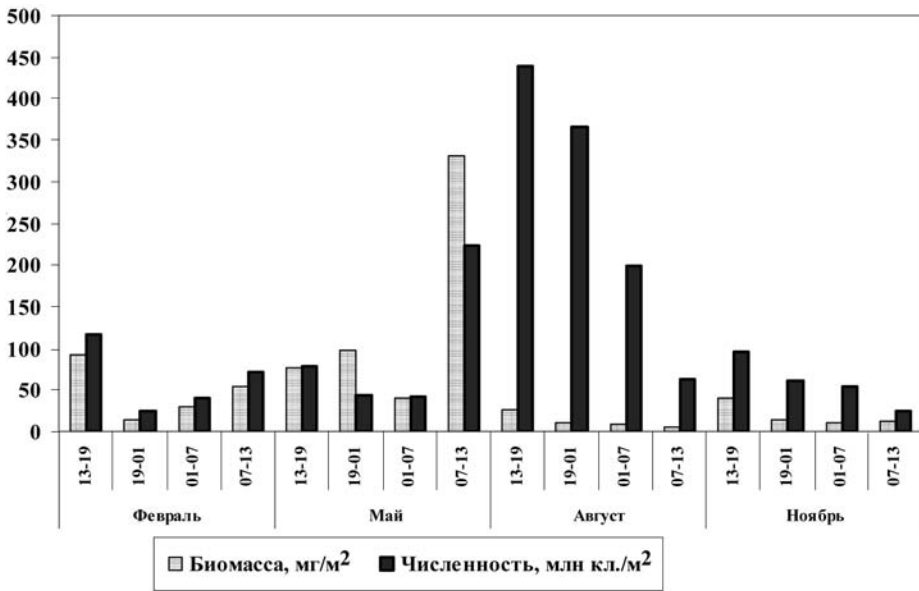


Рис. 1. Средние значения биомассы и численности всех видов водорослей

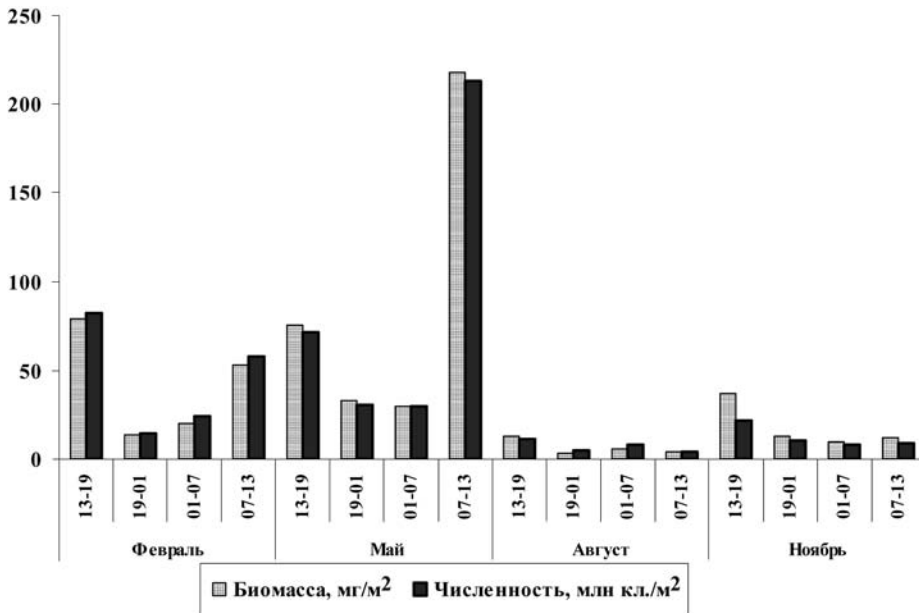


Рис. 2. Средние значения биомассы и численности диатомовых водорослей

основном за счет обильного развития двух видов – *Hannaea arcus* и *Encyonema silesiaca*. В тот же временной период и средние суточные значения биомассы были самыми высокими благодаря *Hannaea arcus*, *Encyonema silesiaca* из диатомовых и *Ulothrix zonata* из зеленых. В естественных обрастаниях камней доминировали эти же три вида водорослей и *Achnanthydium minutissimum*.

В августе максимальные суточные показатели N и B водорослей отмечены для периода 13⁰⁰–19⁰⁰ ч (рис. 1). Высокие средние значения численности обусловлены обилием в обра-

станциях нитей и хроококковой массы представителя синезеленых водорослей *Homoeothrix simplex*. Однако клетки этого вида имеют низкие значения биомассы, поэтому средний показатель *B* сообщества искусственных субстратов был невелик. Суммарная численность диатомовых водорослей в обрастаниях плитки была очень низкой (4,0–10,9 млн кл./м²), в то время как в речных перифитонных сообществах наблюдали обильное развитие диатомовых и зеленых водорослей, из них доминировали *Encyonema silesiaca*, *Achnanthydium minutissimum* и *Ulothrix zonata*.

Во время суточных испытаний в ноябре средние показатели численности и биомассы водорослей изменялись незначительно, максимальные их величины зафиксированы с 13⁰⁰ до 19⁰⁰ ч. По численности преобладали синезеленые водоросли *Homoeothrix simplex* (нити и хроококковая масса) и *Phormidium uncinatum*, общая биомасса складывалась в основном из индивидуальных значений биомассы диатомей *Synedra inaequalis*, *Encyonema silesiaca*, *Hannaea arcus* и *Achnanthydium minutissimum*. В обрастаниях естественных субстратов доминировали *Hannaea arcus* и *Encyonema silesiaca*.

В результате проведенных нами сезонных суточных экспериментов было установлено, что в пределах метаритрали р. Кедровая наблюдается широкий диапазон скорости заселения водорослями свободных субстратов: от 4,0 до 70,0 млн кл./м²/ч и от 0,8 до 55,0 мг/м²/ч. Таким образом, в течение 6 ч эксперимента максимальная численность водорослей на керамических плитках достигала 439,1 млн кл./м² (при биомассе 26,8 мг/м²), а биомасса – 330,5 мг/м² (при численности 223,1 млн кл./м²), что вполне сопоставимо с минимальными фоновыми значениями этих параметров.

В разные сезоны года активность преобладающих таксономических групп водорослей заметно различалась. Например, у диатомовых водорослей наиболее высокая скорость заселения плиток оказалась в первой половине года. При этом максимальная скорость заселения диатомеями отмечена в мае (до 35,5 млн кл./м²/ч и 36,3 мг/м²/ч), а минимальная – в августе (0,6 млн кл./м²/ч и 0,5 мг/м²/ч). В то же время синезеленые водоросли повышенную активность проявляли в августе (до 71,2 млн кл./м²/ч и 1,3 мг/м²/ч), а наиболее низкую – в мае (1,1 млн кл./м²/ч и 0,002 мг/м²/ч).

Для диатомовых и синезеленых водорослей в период их массового развития отмечена хорошо выраженная суточная ритмика активности заселения субстрата. Так, в первом полугодии диатомовые водоросли наиболее высокую активность проявляли исключительно в светлый период суток, а наименьшую – в вечерний или ночной периоды. При этом в феврале максимальная и минимальная скорости заселения субстрата водорослями различались по численности и по биомассе примерно в 5,5–5,8 раза, а в мае – более чем в 7 раз. Полученные результаты согласуются с приводимыми в литературе данными. Например, в ряде рек экваториальной зоны был обнаружен ярко выраженный дневной дрейф диатомей (Gustavsson et al., 1978).

У синезеленых водорослей в период их массового развития (август) наиболее высокая скорость заселения субстрата оказалась во второй половине суток (после 13⁰⁰ ч), а минимальная – в первой половине светлого периода (между 7⁰⁰ и 13⁰⁰ ч). При этом максимальная скорость заселения субстрата этими водорослями оказалась выше минимальной в 7 раз по численности и в 6 раз по биомассе. Отметим, что сходная картина суточного ритма была отмечена для дрейфа метафитона – отделившийся и всплывший на поверхность конгломерат диатомей, синезеленых водорослей и бактерий (Wetzel, 2001) – в белорусской р. Свислочь: минимальный дрейф метафитона наблюдался в утренние часы, максимальный – во второй половине дня (Савич и др., 2006). Считается, что в основе этого процесса лежит суточный ход фотосинтеза. Временной сдвиг между максимумом фотосинтеза и интенсивностью дрейфа метафитона объясняется тем, что необходимо определенное время для накопления в эпибентосном мате кислородных пузырей в таком количестве, которое приводит к отрыванию эпибентоса от субстрата и всплыванию его на поверхность.

Выводы

Таким образом, экспериментально показана высокая способность речных бентосных водорослей к расселению и закреплению на новом субстрате в условиях установившегося движения воды.

За весь период исследования в обрастаниях искусственных субстратов р. Кедровая выявлено 45 видов (49 внутривидовых таксонов) из трех отделов – Cyanophyta, Bacillariophyta и Chlorophyta. Виды *Hannaea arcus*, *Encyonema silesiaca*, *Synedra inaequalis*, *Achnantheidium minutissimum*, *Homoeothrix simplex*, *Phormidium uncinatum* и *Ulothrix zonata* доминировали во вновь создаваемых сообществах в различные сезоны.

Установлено, что диатомовые водоросли имели наиболее высокую скорость заселения керамических плиток в феврале и мае, а минимальную – в августе. Синезеленые водоросли повышенную активность проявляли в августе, а наиболее низкую – в мае.

Для территории заповедника «Кедровая Падь» впервые указаны водоросли *Eunotia praerupta* Ehr., *Encyonema prostratum* (Berkley) Kütz., *Achnanthes exigua* Grun., *A. laevis* Østr., *A. linearis* (W. Sm.) Grun., *Navicula angusta* Grun., *N. cincta* (Ehr.) Ralfs, *N. cryptotenella* Lange-Bertalot и *Staurodesmus lanceolatus* (Arch.) Croas. (отдел Bacillariophyta) и не определенный до вида *Cryptomonas* sp. (отдел Cryptophyta).

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума Российской академии наук (проект 06–1–П11–023).

Литература

- Водоросли. Справочник. 1989. Киев: Наукова думка. 608 с.
- Журкина В.В., Кухаренко Л.А. 1974. Пресноводные диатомовые водоросли Хасанского района Приморского края // Споровые растения советского Дальнего Востока. С. 17–28. (Тр. БПИ ДВНЦ АН СССР; т. 22 (125)).
- Кордэ Н.В. 1956. Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. Т. 4, ч. 1. М., Л.: Изд-во АН СССР. С. 383–413.
- Кухаренко Л.А. 1964. К альгофлоре заповедника «Кедровая Падь» // Сообщ. ДВФ СО АН СССР. Вып. 23. С. 47–49.
- Кухаренко Л.А. 1972. Водоросли заповедника «Кедровая Падь» // Флора и растительность заповедника «Кедровая Падь». Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 99–104.
- Кухаренко Л.А. 1989. Водоросли пресных водоемов Приморского края. Владивосток: ДВО АН СССР. 152 с.
- Медведева Л.А. 1996. Некоторые структурные и функциональные показатели водорослей эпилитона малой лососевой реки Дальнего Востока // Материалы VII съезда Гидробиол. о-ва РАН, Казань, 14–20 окт. 1996 г. Т. 2. Казань: Полиграф. С. 143–146.
- Медведева Л.А., Сиротский С.Е. 1998. Продукционные характеристики водорослей перифитона р. Кедровая (Приморье) // Биохим. и гидроэкол. исследования на Дальнем Востоке. Вып. 7. Владивосток: Дальнаука. С. 63–76.
- Медведева Л.А. 1999. Первые данные о численности и биомассе водорослей реки Кедровая // Тез. докл. IV Дальневост. конф. по заповедному делу, Владивосток 20–24 сент. 1999 г. Владивосток: Дальнаука. С. 107.
- Медведева Л.А. 2001. Некоторые данные о динамике численности и биомассы эпилитонных водорослей реки Кедровая // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 31–37.
- Медведева Л.А. 2002. Пресноводные водоросли // Кадастр растений и грибов заповедника «Кедровая Падь»: списки видов. Владивосток: Дальнаука. С. 6–20.

- Савич И.В., Макаревич Т.А., Остапеня А.П. 2006. Динамика дрефта метафитона и факторы, ее определяющие // Тез. докл. IX Съезда Гидробиол. о-ва РАН, Тольятти, 18–22 сент. 2006 г. Т. 2. Тольятти: ИЭВБ РАН. С. 134.
- Сиротский С.Е., Медведева Л.А. 1995. Пигментные характеристики водорослей перифитона водотоков Дальнего Востока // Биогеохим. и экол. исследования природных и техногенных экосистем Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. С. 86–96.
- Medvedeva L.A. 1995. Sessile algae of the Kedrovaya stream and its tributaries (Primorye, Far East) // Report of the Studies on the Structure and Function of River Ecosystems of the Far East. N 3. P. 13–19.
- Medvedeva L.A. 2000. Periphyton density, standing crop and photosynthetic pigments of the small salmon river (Far East of Russia) // Abstr. 16 International Diatom Symposium, Athens, Greece, Aug. 2000. P. 92.
- Gustavsson K., Marvan P., Muller-Haeckel A. 1978. Diel drift of diatoms in an equatorial river // Oikos. Vol. 31. P. 38–40.
- Wetzel R.G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. San Diego, California: Academic Press. An Elsevier Science Imprint. 1006 p.