

СОДЕРЖАНИЕ

ЗООЛОГИЯ

А. Ю. Олейников. Зоогеографические и экологические особенности наземных млекопитающих Ботчинского заповедника (Хабаровский край)	2
Н. Н. Егоров, Н. И. Гермогенов, В. В. Оконешиников, С. П. Троев. Миграции клоктуна (<i>Anas formosa</i>) в Якутии	13
А. В. Алфимов, Д. И. Берман, З. А. Жигульская. Многолетние изменения зимних температур в бассейне Верхней Колымы и их влияние на биоту. Сообщение 1. Изменение температуры и условия зимовки муравьев	16
А. Н. Секов. Гнездовая биология сероголовой гаички (<i>Parus cinctus</i> , Paridae) в Центральной Якутии	26

ГИДРОБИОЛОГИЯ, ИХТИОЛОГИЯ

В. В. Богатов, Т. В. Никулина, М. В. Астахов. Колонизация керамической плитки бентосными водорослями в р. Кедровая (Приморский край, Россия)	33
Е. В. Млынар. Современное состояние и перспективы промысла тихоокеанского кальмара <i>Todarodes pacificus</i> в северной части Японского моря (Татарский пролив)	42
Н. А. Бочкарев, В. И. Романов. Межгодовая изменчивость морфологических признаков у некоторых видов рыб из различных экосистем	49
Р. Р. Юсупов, И. А. Болотин. Эмбриональное развитие чира <i>Coregonus nasus</i> (Coregonidae) р. Анадырь в условиях рыбоводного завода	57
Н. С. Романов. Флуктуирующая асимметрия некоторых признаков у сима <i>Oncorhynchus masou</i> (Salmonidae) из водоемов Дальнего Востока	62

ГЕНЕТИКА

И. Н. Рязанова, С. В. Фролов. Дифференциация дальневосточного керчака <i>Myoxocephalus stelleri</i> Tilesius (Cottidae) из Японского и Охотского морей	68
О. В. Квитко, Е. Н. Муратова. Кариологические особенности пихты сибирской (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.) в низкогорье Восточного Саяна	72
Н. В. Орешкова, А. П. Барченков. Популяционно-генетическая изменчивость лиственницы Каяндера (<i>Larix cajanderi</i> Mayr) в Республике Саха (Якутия)	81
О. А. Сизых, И. В. Тихонова, Е. Н. Муратова. Формовое разнообразие лиственницы сибирской (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.) в природных популяциях юга Сибири	88

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

В. В. Поспехов, Г. И. Атрашкевич, О. М. Орловская. Гельминтофауна лососевых рыб (Salmonidae) Северного Приохотья (бассейны рр. Тауй и Яма). Сообщение 1. Гельминты тихоокеанских лососей	93
С. Г. Соколов. Первые сведения о паразитах сима <i>Oncorhynchus masou</i> (Salmonidae) п-ова Камчатка	102

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Н. М. Кожеевникова, Б. Б. Митыпов. Роль природных цеолитов, модифицированных лантаном, в повышении содержания подвижного фосфора и обменного калия в каштановой почве Бурятии	106
--	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

И. В. Дорогой. Гнездование белой совы в горах Центральной Чукотки	109
Правила для авторов	111

CONTENTS

ZOOLOGY

A. Yu. Oleinikov. Zoogeographic Peculiarities and Life Conditions of Terrestrial Mammals of the Botchinsky Nature Reserve (Khabarovsk Region)	2
N. N. Egorov, N. I. Germogenov, V. V. Okoneshnikov, S. P. Troev. Migrations of the Baikal Teal (<i>Anas formosa</i>) in Yakutia	13
A. V. Alfimov, D. I. Berman, Z. A. Zhigul'skaya. Long-Term Changes in Winter Temperatures in the Upper Kolyma R. Area and Their Biota Impacts. Report 1. Temperature Changes and Wintering Conditions of the Ants	16
A. N. Sekov. Breeding Biology of the Siberian Tit (<i>Parus cinctus</i> , Paridae), Central Yakutia	26

ГИДРОБИОЛОГИЯ, ИХТИОЛОГИЯ

V. V. Bogatov, T. V. Nikulina, M. V. Astakhov. Benthic Algae Colonization of Ceramic Tile in the Kedrovaya River (Primorje, Southeastern Russia)	33
E. V. Mlynar. The Modern Conditions and Perspectives of Fishing the Pacific Squid <i>Todarodes pacificus</i> in the Northern Japanese Sea (the Gulf of Tatar)	42
N. A. Bockkaryov, V. I. Romanov. Morphological Variability in Some Fish Species from Different Water Ecosystems	49
R. R. Yusupov, I. A. Bolotin. Embryonic Development of Round-Nosed Whitefish <i>Coregonus nasus</i> (Coregonidae) at the Anadyr R. Fish Hatchery	57
N. S. Romanov. Fluctuating Asymmetry in Some Characters of Masu Salmon <i>Oncorhynchus masou</i> (Salmonidae), the Russian Far East	62

GENETICS

I. N. Ryzanova, S. V. Frolov. Comparison of Sculpin <i>Myoxocephalus stelleri</i> Tilesius (Cottidae) from the Sea of Okhotsk and the Sea of Japan	68
O. V. Kvitko, E. N. Muratova. Karyologic Characters of <i>Abies sibirica</i> Ledeb. in the East Sayan Low Mountains	72
N. V. Oreshkova, A. P. Barchenkov. Population Genetic Variability of Cajanderi Larch (<i>Larix cajanderi</i> Mayr) in Sakha Republic (Yakutia)	81
O. A. Syzikh, I. V. Tichonova, E. N. Muratova. Form Diversities in Siberian Larch (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.) from its Natural Populations over Southern Siberia	88

PARASITOLOGY

V. V. Pospikhov, G. I. Atrashkevich, O. M. Orlovskaya. The Helminth Fauna in Salmon (Salmonidae) of the Northern Priokhotje (the Taui R. and the Yama R. Basins). Report 1. Helminths in the Pacific Salmon	93
S. G. Sokolov. The First Data on Parasites in <i>Oncorhynchus masou</i> salmon (Salmonidae), Kamchatka Peninsula	102

PEDOLOGY

M. M. Kozhevnikova, B. B. Mityov. Lanthanum-Modified Natural Zeolites and Their Effects for Greater Mobile Phosphorous and Exchange Potassium Contents of Chestnut Soils in the Territory of Buryatia	106
--	-----

SHORT INFORMATION

I. V. Dorogoy. Nesting of Snowy Owl in Central Chukotka Mountains	109
Rules for Authors	111

УДК 574.524(571.63)

**КОЛОНИЗАЦИЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ
БЕНТОСНЫМИ ВОДОРОСЛЯМИ В р. КЕДРОВАЯ
(Приморский край, Россия)**

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

¹Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

E-mail: bogatov@ibss.dvo.ru

² Государственный природный биосферный заповедник «Кедровая Паадь» ДВО РАН, пос. Приморский

E-mail: nikulina@ibss.dvo.ru

На примере р. Кедровая (Приморский край, Россия) экспериментально показана высокая способность речных бентосных водорослей к расселению и закреплению на новом субстрате в условиях установившегося движения воды. В работе были использованы керамические неглазурованные плитки, которые экспонировались в водотоке по 6 ч на протяжении суток в различные сезоны 2007 г. (февраль, май, август и ноябрь). Показано, что наибольшую склонность к колонизации плиток проявляли диатомовые и синезеленые водоросли. При этом у диатомовых водорослей более высокая скорость заселения субстрата отмечена в феврале и мае, а более низкая – в августе и ноябре. Синезеленые водоросли, наоборот, более высокую скорость заселения плиток показали в августе и ноябре, а более низкую – в феврале и мае. У исследованных водорослей выявлена специфическая суточная периодичность заселения искусственных субстратов. В частности, диатомовые водоросли наибольшую иммиграционную активность проявляли в светлое время суток, а наименьшую – вечером и ночью. Синезеленые же водоросли максимально активно были лишь во второй половине светлого периода суток, а минимально – в его первой половине.

Ключевые слова: реки, искусственный субстрат, водоросли, колонизация, суточная периодичность.

В горных и полугорных реках важнейшим фактором формирования фитобентосных сообществ является гидрологический режим водотока. Известно, что при резком увеличении расходов воды водорослевые сообщества разрушаются, а при стабилизации гидрологического режима активно развиваются (Allan, 1995). Ранее мы показывали, что в автотрофной зоне реки (зона ритрали) дневной сестон в отсутствие экстремальных факторов на 50–60% представлен клетками бентосных водорослей (Богатов, 1994). Очевидно, что перемещение водорослей в речном потоке имеет важнейшее значение для их расселения. Однако до сих пор остается неясной суточная и сезонная динамика этого процесса, а также степень эффективности закрепления водорослей на новом субстрате. По-видимому, предварительные ответы на поставленные вопросы можно было бы получить при сравнительно непродолжительных (до нескольких часов) экспозициях искусственных субстратов в природном водотоке.

Для проведения данной работы в качестве модельного объекта была выбрана р. Кедровая (юг Приморского края, Россия), протекающая в горной местности в зоне хвойно-широколиственных лесов. Такому выбору способствовали два обстоятельства: с одной стороны, участок водотока, на котором проводились эксперименты, не испытывает антропогенного загрязнения, так как находится в пределах Государственного природного биосферного заповедника «Кедровая Паадь», с другой – р. Кедровая имеет высокую степень изученности видового состава пресноводных водорослей (Кухаренко, 1964, 1972, 1989; Журкина, Кухаренко, 1974; Medvedeva, 1995; Медведева, 2002) и их сезонной динамики (Медведева, 1996, 1999, 2001; Сиротский, Медведева, 1995; Медведева, Сиротский, 1998; Medvedeva, 2000).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эксперименты по заселению водорослями искусственных субстратов проводили в среднем течении р. Кедровая (рис. 1) в условиях установив-

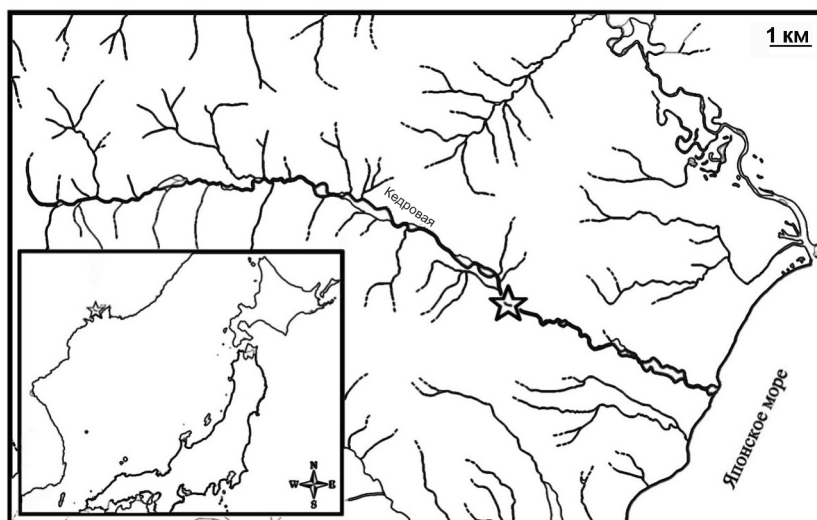


Рис. 1. Схема района работ (звездочкой отмечено место проведения экспериментов)

Fig. 1. The study area (the experimental site is shown by asterisk)

шегося движения воды. Ширина потока на участке наблюдений составляла 8–12 м, максимальная глубина – 0,5–0,6 м, грунт гравийно-галечный. Всего выполнены четыре суточных наблюдения: 16–17 февраля, 15–16 мая, 13–14 августа и 11–12 ноября. Отметим, что заход солнца в указанные даты происходил в 18:44, 21:28, 21:19 и 17:53 ч, а восход – в 08:09, 06:49, 07:16 и 08:00 ч (время декретное).

В качестве искусственных субстратов для обрастаний была использована керамическая неглазурованная плитка площадью 231 см², которую укладывали в водоток на глубину от 0,2 до 0,3 м. Поверхностная скорость течения в точке экспонирования плиток изменялась от 0,5 м/с в ноябре до 0,9 м/с в мае и августе, температура воды – от 0,1–0,5°C в феврале до 14,2–14,6°C в августе (табл. 1).

На протяжении учетных суток каждую плитку экспонировали 6 ч – с 13:00 до 19:00 ч, с 19:00 до 01:00, с 01:00 до 07:00 и с 07:00 до 13:00 ч. По истечении соответствующего временного периода плитку вынимали из воды, а на ее место устанавливали новую. Водорослевые обрастания с наружной поверхности плитки смывали при помощи жесткой щетки согласно общепринятой методике (Водоросли, 1989). Кроме того, на участке, где устанавливались плитки, отбирали качественные пробы водорослей с камней – естественных речных субстратов. Собранный

материал фиксировали 4%-ным водным раствором формальдегида.

Количественный учет водорослей проводили в счетной камере объемом 0,001 см³. Численность каждого таксона рассчитывали по формуле (Водоросли, 1989):

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

где N_i – количество клеток i -го таксона на 1 м² поверхности субстрата, кл./м²; n_i – количество 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 , кл./м²) полученные для каждого таксона значения N_i суммировали:

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

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

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

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

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

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

Таблица 1. Значения температуры воды и поверхностной скорости течения в р. Кедровая (2007 г.)

Table 1. The water temperature and the surface current rate in the Kedrovaya River (2007)

Дата	Период суток	Т воды, °С	Скорость течения, м/с
16–17 февраля	13–19	0,5–0,3	0,66
	19–01	0,3–0,12	
	01–07	0,12–0,1	
	07–13	0,1–0,5	
15–16 мая	13–19	10,6–10,8	0,9
	19–01	10,8–8,4	
	01–07	8,4–7,8	
	07–13	7,8–7,9	
13–14 августа	13–19	14,5–14,6	0,9
	19–01	14,6–14,3	
	01–07	14,3–14,2	
	07–13	14,2–14,4	
11–12 ноября	13–19	7,6–6,0	0,5
	19–01	6,0–5,2	
	01–07	5,2–4,8	
	07–13	4,8–7,9	

Скорости прироста количества клеток водорослей (кл./м²/ч) и их биомассы (мг/м²/ч) на искусственном субстрате оценивали соответственно делением численности (N) или биомассы (B) водорослей на время экспозиции плиток (6 ч). Полученные показатели условно приравнивали к скоростям заселения водорослями искусственных субстратов.

Частоту встречаемости таксонов оценивали по шестибалльной шкале Кордэ (1956): 1 – единично (1–5 экз. в препарате); 2 – редко (10–15 экз.); 3 – нередко (25–30 экз.); 4 – часто (по 1 экз. в каждом ряду покровного стекла при увеличении с иммерсий); 5 – очень часто (несколько экземпляров при тех же условиях); 6 – в массе (несколько экземпляров в каждом поле зрения при тех же условиях). Таксоны с частотой встречаемости 6 и 5 были отнесены соответственно к доминантам и субдоминантам, а водоросли с частотой встречаемости 4 и ниже считались второстепенными.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Фитобентос естественных субстратов на исследуемом участке р. Кедровая был представлен 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 иммигрантов оказался примерно в 1,4 раза беднее: 45 видов (49 внутривидовых таксонов) из трех отделов: Cyanophyta – 2 (2), Bacillariophyta – 40 (44) и Chlorophyta – 3 (3) (табл. 2).

При экспериментах было установлено, что в зимний, весенний и летний периоды в колонизации керамической плитки участвовали синезеленые, зеленые и диатомовые водоросли, а осенью – синезеленые и диатомовые (табл. 3). В целом в обрастаниях как природного субстрата, так и керамических плиток преобладали диатомеи, которые составляли соответственно 86,6 и 89,9% от общего числа таксонов.

Отмечен широкий диапазон скорости заселения водорослями искусственных субстратов (рис. 2): от 4,0 до 70,0 млн кл./м²/ч и от 0,8 до 55,0 мг/м²/ч. Таким образом, за 6 ч экспозиции 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 заметно различалась. Например, у диатомовых водорослей скорость заселения плиток оказалась выше в первой половине года, чем во второй (рис. 3,а). При этом максимальная скорость колонизации 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 более высокую активность проявляли во втором полугодии, а более низкую – в первом (см. рис. 3,б). Максимальная скорость колонизации плиток этой группой водорослей была отмечена в августе (до 71,2 млн кл./м²/ч и 1,3 мг/м²/ч), а наиболее низкая – в мае (1,1 млн кл./м²/ч и 0,002 мг/м²/ч). Полученные нами значения заметно превышают таковые для ручьев штата Мичиган (США), где при экспозиции керамических плиток от 1 до 32 сут скорость иммиграции диатомей составляла от 30 до 2500 кл./см²/сут, или от 0,01 до 1,04 млн кл./м²/ч (Stevenson, 1983, 1984, Stevenson, Peterson, 1989). Такой феномен, вероятно, можно объяснить как разной фактурой примененных в данных экспериментах плиток, так и разными условиями их экспозиции. Немаловажное значение, по-видимому, здесь имеет и разное физико-географическое положение исследованных водотоков.

Установлено, что состав доминантов на искусственных и естественных субстратах р. Кедровая несколько различался (см. табл. 2). Например, в феврале на керамических плитках как по численности, так и по биомассе доминировал только один вид – *Hannaea arcus*, в то время как на природном грунте доминировали 4 вида – *Fragilaria vaucheriae*, *Hannaea arcus*, *Synedra inaequalis* и *Achnantheidium minutissimum*. В мае на искусственном субстрате преобладали диатомеи *Hannaea arcus* и *Encyonema silesiaca* и зеленая водоросль *Ulothrix zonata*. В естественных обрастаниях камней в этом месяце доминировали те же три вида и *Achnantheidium minutissimum*. В августе высокой численности на плитках достигали нити и хроококковая масса синезеленой водоросли *Homoeothrix simplex*. Однако из-за мелких размеров клеток этого вида их средняя биомасса оказалась невелика. Показательно, что численность диатомовых водорослей на искусственных субстратах в этот период была очень низкой (4,0–10,9 млн кл./м²), в то время как в фоновом сообществе фитобентоса наблюдалось обилие диатомовых и зеленых водорослей, среди которых доминировали *Encyonema silesiaca*, *Achnantheidium minutissimum* и *Ulothrix zonata*. Наконец, в ноябре на искусственных субстратах по численности преобладали *Homoeothrix simplex* (нити и хроококковая масса) и *Phormidium uncinatum*, а по биомассе – диатомеи *Synedra inaequalis*, *Encyonema silesiaca*, *Hannaea arcus* и *Achnantheidium minutissimum*. В обрастаниях же естественных субстратов в этот период доминировали только два вида – *Hannaea arcus* и *Encyonema silesiaca*. По-видимому, различия в составе доминантов на искусственном и природном субстратах связаны с разной способностью водорослей к расселению.

Таблица 2. Таксономический состав водорослей р. Кедровая и частота их встречаемости на естественном (А) и искусственном (Б) субстратах

Table 2. Algae taxonomy in the Kedrovaya River and their frequencies over the natural (A) and artificial (B) substrata

№ п/п	Таксон	Встречаемость таксона							
		Февраль		Май		Август		Ноябрь	
		А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Отдел Суанопхита								
	Класс Hormogoniophyceae								
	Порядок Oscillatoriales								
	Семейство Oscillatoriaceae								
1	<i>Phormidium uncinatum</i> (Ag.) Gom.	–	+	2	+	1	–	1	+++
	Семейство Homoeothrichaceae								
2	<i>Homoeothrix simplex</i> Woronich. нити	2	+	1–2	+	1–2	+++	1	+++
	<i>H. simplex</i> Woronich. хроококковая масса	–	–	–	–	3	+++	1	+++
	Отдел Сруптофита								
	Класс Сруptomonадифицеае								
	Порядок Сруptomonадале								
	Семейство Сруptomonадациеае								
3	* <i>Сруptomonас</i> sp.	4	–	3–4	–	–	–	4–5	–
	Отдел Вациллариофита								
	Класс Coscinodiscophyceae								
	Порядок Melosirales								
	Семейство Melosiraceae								
4	<i>Melosira varians</i> Ag.	4	+	–	+	2	+	1	+
	Порядок Aulacoseirales								
	Семейство Aulacoseiraceae								
5	<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Sim.	–	–	1	–	–	–	–	–
	Класс Fragilariophyceae								
	Порядок Fragilariales								
	Семейство Fragilariaceae								
6	<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Кütz.) J. B. Petersen	2–6	+	2	+	2–3	+	2	+
7	<i>Hannaea arcus</i> (Ehr.) Patr. var. <i>arcus</i>	4–6	+++	6	+++	3–5	+	6	++
	<i>H. arcus</i> var. <i>amphioxys</i> (Rabenh.) Part.	–	+	1	+	–	–	1	–
	<i>H. arcus</i> var. <i>linearis</i> (Holmboe) R. Ross f. <i>linearis</i>	1	+	1	+	1–2	–	2	+
	<i>H. arcus</i> var. <i>linearis</i> f. <i>recta</i> (Cl.) Foget	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	–	–	1	–	–	–	–	–
	Семейство Diatomaceae								
12	<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	–	+	1	–	–	–	1	–
13	<i>D. mesodon</i> (Ehr.) Кütz.	2	+	4–5	+	2–4	+	3	+
14	<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Ag. var. <i>circulare</i>	1	+	1	+	1	+	1–2	+
	<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) V. H.	–	–	1	+	1	–	1	+
	Порядок Tabellariales								
	Семейство Tabellariaceae								
15	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Кütz.	–	+	–	–	1	+	1	+
	Класс Вациллариофидеае								
	Порядок Eunotiales								
	Семейство Eunotiaceae								
16	* <i>Eunotia praerupta</i> Ehr.	–	–	–	–	1	+	–	–
	Порядок Сумбеллае								
	Семейство Rhoicospheniaceae								
17	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) L.-B.	–	–	–	–	1	–	–	–
	Семейство Сумбеллацеае								
18	<i>Symbella affinis</i> Кütz.	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> (Вгйб.) 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								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Schmidt	–	–	–	–	2–4	+	–	–
27	<i>Gomphonema quadripunctatum</i> (Штр.) 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> (Кьтз.) 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. Порядок Achnanthes Семейство Achnanthesaceae	–	+	–	+	1	–	1	+
34	* <i>Achnanthes exigua</i> Grun.	–	–	1	–	1	–	–	–
35	* <i>A. laevis</i> Штр.	–	–	–	–	1	–	1	–
36	<i>A. lanceolata</i> (Br�b. ex Кьтз.) Grun. <i>A. lanceolata</i> var. <i>haynaldii</i> (Schaarschmidt) Cl.	1	+	1	+	1–2	+	1	+
37	* <i>A. linearis</i> (W. Sm.) Grun. Семейство Cocconeidaceae	–	–	1	+	1	–	–	–
38	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr. var. <i>placentula</i> <i>C. placentula</i> Ehr. var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grun. Семейство Achnanthesaceae	–	–	–	–	1	+	–	–
39	<i>Achnanthes minutissimum</i> (Кьтз.) Czarn. Порядок Naviculales Семейство Amphipleuraceae	5–6	+	5–6	+	6	+	4–5	++
40	<i>Frustulia vulgaris</i> Thw. Семейство Pinnulariaceae	–	–	–	–	1	+	–	–
41	<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cl. Семейство Naviculaceae	–	–	–	–	1	+	–	–
42	* <i>Navicula angusta</i> Grun.	–	–	–	–	1	–	–	–
43	* <i>N. cincta</i> (Ehr.) Ralfs	–	–	1	–	1–2	–	–	–
44	<i>N. cryptocephala</i> Кьтз.	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> Кьтз.	–	–	–	+	1	–	–	–
48	<i>N. viridula</i> Кьтз. Порядок Thalassiosiphales Семейство Catenulaceae	–	–	–	–	2	–	–	–
49	<i>Amphora ovalis</i> Кьтз.	–	–	–	–	1	–	–	–
50	<i>A. pediculus</i> (Кьтз.) Grun. Порядок Bacillariales Семейство Bacillariaceae	1	+	1	–	–	+	1	+
51	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	–	–	–	–	–	–	1	+
52	<i>Nitzschia dissipata</i> (Кьтз.) Grun.	–	+	–	–	2	+	1	–
53	<i>N. linearis</i> W. Sm.	–	–	–	–	1	+	–	–
54	<i>N. palea</i> (Кьтз.) W. Sm.	1	+	–	–	2–3	–	1	+
55	<i>N. paleacea</i> Grun. Отдел Chlorophyta Класс Chlorophyceae Порядок Oedogoniales Семейство Oedogoniaceae	–	+	–	–	–	–	1	+
56	<i>Oedogonium</i> sp. ster. Класс Ulvophyceae Порядок Ulotrichales Семейство Ulotrichaceae	2	+	1	–	2–4	+	1	–
57	<i>Chlorohormidium rivulare</i> (Кьтз.) Starmach	–	+	–	–	–	–	2	–
58	<i>Ulothrix zonata</i> (Web. et Mohr) Кьтз. Семейство Chaetophoraceae	1–3	–	3–6	++	5–6	–	2–3	–
59	<i>Chaetophora elegans</i> (Roth) Ag. Класс Zygnematomphyceae 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 Падь».

Таблица 3. Количество таксонов водорослей на керамических плитках после 6 ч экспозиции

Table 3. The number of algae taxa over ceramic tiles after 6-hour experimental time

Дата	Период суток	Cyanophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Суммарное количество таксонов
16–17 февраля	13–19	2	26	1	29
	19–01	2	18	1	21
	01–07	2	20	1	23
	07–13	2	19	1	22
15–16 мая	13–19	2	22	–	24
	19–01	1	20	1	22
	01–07	1	10	1	12
	07–13	1	21	1	23
13–14 августа	13–19	1	26	1	28
	19–01	1	12	–	13
	01–07	1	23	–	24
	07–13	1	19	–	20
11–12 ноября	13–19	3	25	–	28
	19–01	3	18	–	21
	01–07	3	14	–	17
	07–13	2	16	–	18

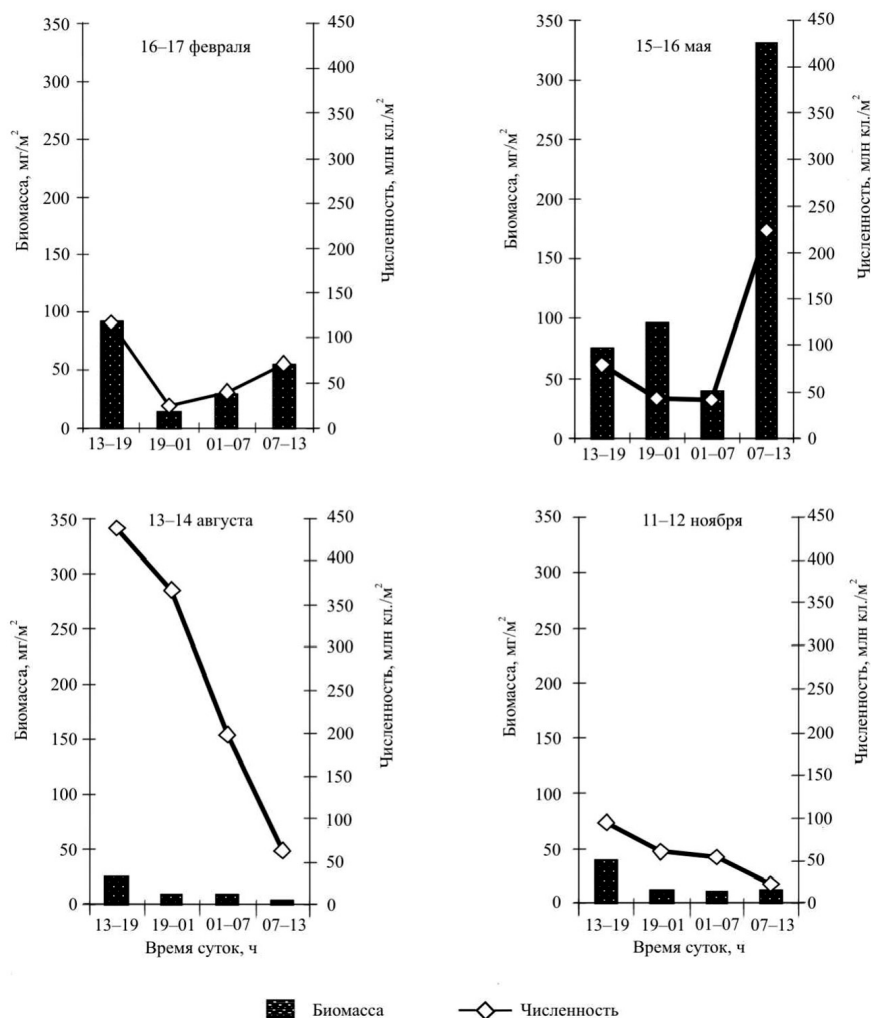


Рис. 2. Колонизация керамических плиток всеми видами водорослей

Fig. 2. Tile colonization by all algae species

В частности, на ручьях штата Мичиган (США) было показано, что иммиграционные способности между разными видами диатомовых водорослей различались более чем в 100 раз (Stevenson, Peterson, 1989).

Отметим, что в р. Кедровая наибольшее количество таксонов колонизировали искусственные субстраты во второй половине светового периода суток (см. табл. 3). Причем такая закономерность прослеживалась в разные сезоны года. Кроме того, для диатомовых и синезеленых водорослей во время их массового развития отмечена хорошо выраженная суточная ритмика активности заселения субстрата. Так, диатомовые водоросли наиболее высокую иммиграционную активность проявляли исключительно в светлый период суток, а наименьшую – в вечерний или ночной. При этом в феврале максимальная и минимальная скорости колонизации субстратов этими водорослями различались примерно в 6 раз, а в мае – более чем в 7 раз (см. рис. 2). Полученные результаты согласуются с приводимыми в литературе данными. Например, в реках экваториальной зоны был обнаружен ярко выраженный дневной дрейф диатомей (Gustavsson et al., 1978).

У синезеленых водорослей в период их массового развития (август и ноябрь) скорость колонизации субстрата оказалась наиболее высокой во второй половине светлого времени суток (после 13:00 ч), а наиболее низкой – в первой половине (между 7:00 и 13:00 ч). В августе максимальная скорость заселения субстрата этими водорослями превысила минимальную в 7 раз по численности и в 6 раз по биомассе, а в ноябре – в 5 раз по

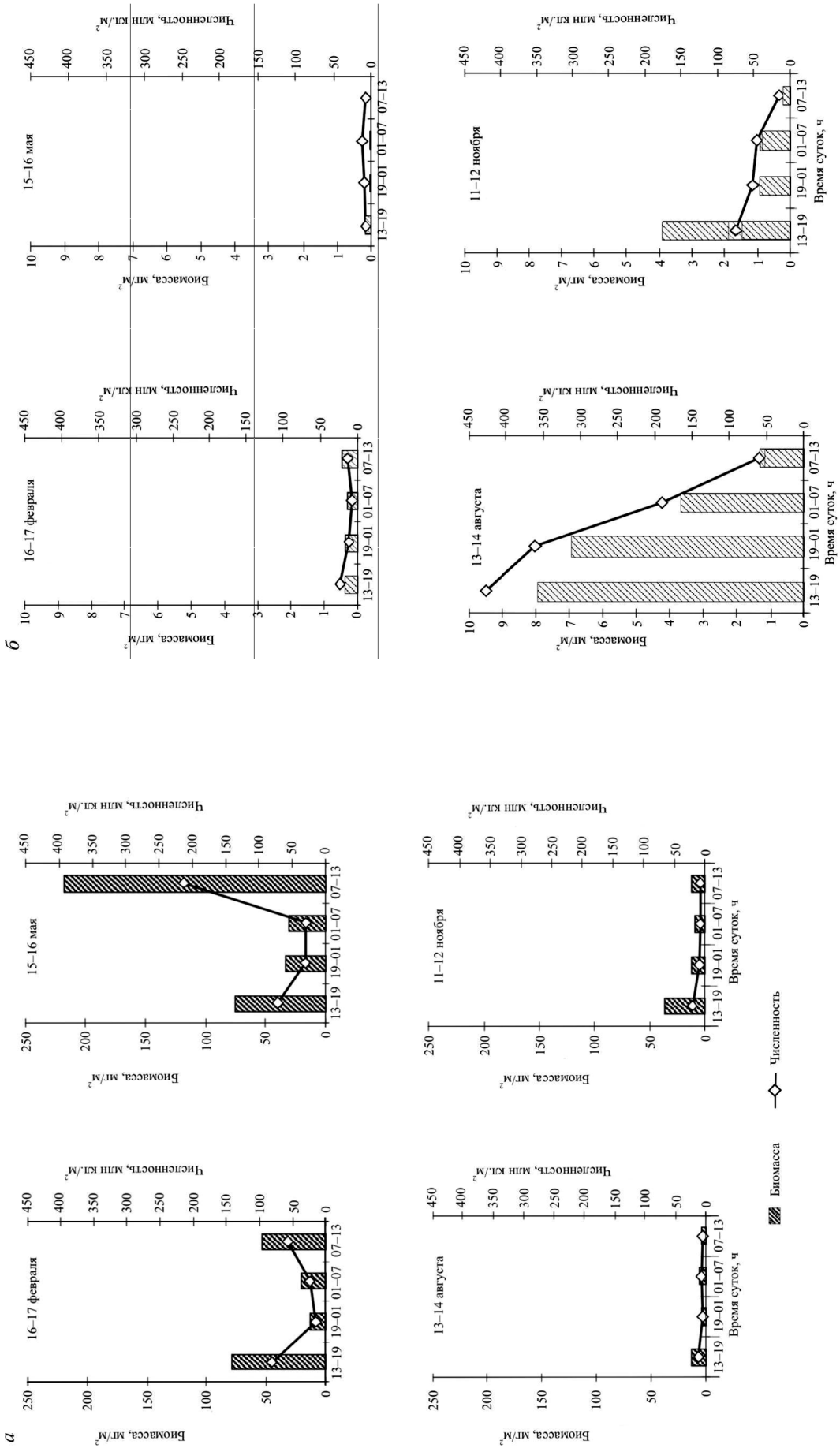


Рис. 3. Колонизация керамических плиток диатомовыми (а) и синезелеными (б) водорослями

Fig. 3. Tile colonization by diatoms (a) and blue-green algae (b)

численности и в 20 раз по биомассе (см. рис. 3). Отметим, что сходная картина суточного ритма была выявлена 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, что это приводит к отрыванию эпибентоса от субстрата и всплыванию его на поверхность.

Из всего изложенного можно заключить, что наши эксперименты показали высокую способность речных бентосных водорослей к расселению и закреплению на новом субстрате в условиях установившегося движения воды. Наибольшую склонность к иммиграции проявили диатомовые и синезеленые водоросли. При этом у диатомовых водорослей самая высокая скорость заселения искусственного субстрата отмечена в феврале и мае, а самая низкая – в августе и ноябре. Синезеленые водоросли, наоборот, самую высокую скорость заселения плиток показали в августе и ноябре, а самую низкую – в феврале и мае. У исследованных водорослей выявлена суточная периодичность колонизации искусственных субстратов. В частности, наибольшая активность по заселению плиток диатомовыми водорослями отмечена в светлый период суток, а наименьшая – вечером и ночью. В то же время синезеленые водоросли максимально активны были во второй половине светлого периода суток, а минимально – в первой его половине.

Работа выполнена при поддержке программы Президента Российской академии наук (проект 06-1-П11-023).

ЛИТЕРАТУРА

- Богатов В. В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. – Владивосток : Дальнаука, 1994. – 210 с.
- Водоросли : справочник. – Киев : Наук. думка, 1989. – 608 с.
- Журкина В. В., Кухаренко Л. А. Пресноводные диатомовые водоросли Хасанского района Приморского края // Споры растений советского Дальнего Востока. – Владивосток, 1974. – С. 17–28. – (Тр. БПИ ДВНЦ АН СССР ; т. 22 ; вып. 125).
- Кордэ Н. В. Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 4. – Ч. 1. – С. 383–413.
- Кухаренко Л. А. К альгофлоре заповедника «Кедровая Паадь» // Сообщ. ДВФ СО АН СССР. – 1964. – Вып. 23. – С. 47–49.
- Кухаренко Л. А. Водоросли заповедника «Кедровая Паадь» // Флора и растительность заповедника «Кедровая Паадь». – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1972. – С. 99–104.
- Кухаренко Л. А. Водоросли пресных водоемов Приморского края. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. – 152 с.
- Медведева Л. А. Некоторые структурные и функциональные показатели водорослей эпилимтона малой лососевой реки Дальнего Востока // Материалы VII съезда Гидробиол. о-ва РАН, Казань, 14–20 окт. 1996 г. – Казань : Полиграф, 1996. – Т. 2. – С. 143–146.
- Медведева Л. А. 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, 1999. – С. 107.
- Медведева Л. А. Некоторые данные о динамике численности и биомассы эпилимтонных водорослей реки Кедровая // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – Владивосток : Дальнаука, 2001. – Вып. 1. – С. 31–37.
- Медведева Л. А. Пресноводные водоросли // Кадастр растений и грибов заповедника «Кедровая Паадь»: списки видов. – Владивосток : Дальнаука, 2002. – С. 6–20.
- Медведева Л. А., Сиротский С. Е. Продукционные характеристики водорослей перифитона р. Кедровая (Приморье) // Биохимические и гидроэкологические исследования на Дальнем Востоке. – Владивосток : Дальнаука, 1998. – Вып. 7. – С. 63–76.
- Савич И. В., Макаревич Т. А., Остапеня А. П. Динамика дрейфа метафитона и факторы, ее определяющие : тез. докл. IX съезда Гидробиол. о-ва РАН. Тольятти, 18–22 сент. 2006 г. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2006. Т. 2. – С. 134.
- Сиротский С. Е., Медведева Л. А. Пигментные характеристики водорослей перифитона водотоков Дальнего Востока // Биогеохимические и экологические исследования природных и техногенных экосистем Дальнего Востока. – Владивосток : Дальнаука, 1995. – С. 86–96.
- Allan J. D. Stream ecology. Structure and function of running waters. – L. : Chapman & Hall, 1995. – 388 p.
- Gustavsson K., Marvan P., Muller-Haeckel A. Diel drift of diatoms in an equatorial river // Oikos. 1978. – Vol. 31. – P. 38–40.
- Medvedeva L. A. 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. – Osaka, 1995. – No. 3. – P. 13–19.
- Medvedeva L. A. Periphyton density, standing crop and photosynthetic pigments of the small salmon river (Far East of Russia) : abstr. 16 Intern. Diatom Symp., Athens, Greece, Aug. 2000. – Athens, 2000. – P. 92.
- Stevenson R. J. Effects of current and conditions simulating autogenically changing microhabitats on benthic diatom immigration // Ecology. – 1983. – Vol. 64, No. 6. – P. 1514–1524.
- Stevenson R. J. How current on different sides of substrates in streams affect mechanisms of benthic algal accumulation // Int. Revue ges. Hydrobiol. – 1984. – Vol. 69, No. 2. – P. 241–262.

Stevenson R. J., Peterson Ch. G. Variation in benthic diatom (Bacillariophyceae) immigration with habitat characteristics and cell morphology // J. Phycol. – 1989. – Vol. 25. – P. 120–129.

Wetzel R. G. Limnology. Lake and River Ecosystems. – San Diego, California : Academ. Press. An Elsevier Science Imprint, 2001. – 1006 p.

Поступила в редакцию 29.07.2008 г.

BENTHIC ALGAE COLONIZATION OF CERAMIC TILE IN THE KEDROVAYA RIVER (PRIMORJE, SOUTHEASTERN RUSSIA)

V. V. Bogatov, T. V. Nikulina, M. V. Astakhov

The capacity of river benthic algae to settling and fastening onto a new substratum in stabilized water flow conditions was experimentally demonstrated over the Kedrovaya River test site (Primorje, southeastern Russia). Non-glaze ceramic tiles were submerged into the river water for 6 hours a day in February, May, August and November, 2007. The greatest propensity to tile colonization was reported in diatoms and blue-green algae. Diatoms had the highest tile colonization rate in February and May and the lowest rate was registered in August and November, whereas blue-green algae had the highest and the lowest colonization rates in August and November and in February and May, respectively. The examined algae demonstrated a peculiar daily periodicity of settling over artificial substrata. For instance, diatoms had the greatest immigration activity in day time, and were the least active in the evening and night time. Blue-green algae were the most active in the second half of the day time and the least active in its first half.

Key words: river, artificial substratum, algae, colonization, daily periodicity.