

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СООБЩЕСТВ
ПЕРИФИТОННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ РЕКИ КЕДРОВАЯ
(ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)**

Л.А. Медведева

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток, 690022, Россия. E-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru*

Приводятся количественные данные о плотности и биомассе водорослей перифитона предгорной лососевой реки Кедровая. В сообществах водорослей преобладают цианобактерии, диатомовые и золотистые водоросли. Значения показателей плотности и биомассы водорослей подвержены значительным колебаниям. Регулирующее влияние на развитие водорослей перифитона реки оказывает гидрологический режим. При высоких, но стабильных скоростях сообщества водорослей находятся в относительно равновесном, устойчивом состоянии. Экстремальное повышение скорости потока, происходящее во время наводнения, приводит к механическому перемешиванию подвижного грунта в ложе реки и к почти полному смыву водорослей. В условиях муссонного климата чередование меженных и паводковых периодов является необходимым фактором обеспечения динамичного облика речных экосистем.

**QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF PERIPHYTON ALGAE COMMUNITIES
OF KEDROVAYA RIVER (PRIMORYE TERRITORY)**

L.A. Medvedeva

*Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Ave.,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: medvedeva@ibss.dvo.ru*

Quantitative data on the density and biomass of periphyton algae of foothill salmon Kedrovaya River is given. Cyanobacteria, diatoms and chrysophyte algae dominate in communities. Values of algae density and biomass fluctuate significantly. Hydrological regime has regulating effect on the development of periphyton algae. At high, but stable flow rates, the communities of algae are in equilibrium, steady state. Extreme increase of flow rate, occurring during the flood, leads to mechanical mixing of rolling soil in the river bed and to the almost complete brushing of algae. In monsoon climate alternation of the flood and low water periods is an important element in ensuring the dynamic appearance of the river ecosystems.

Одна из фундаментальных задач гидробиологии состоит в изучении закономерностей формирования и функционирования сообществ организмов в водных экосистемах под влиянием природных и антропогенных факторов (Протасов, 1994; Комулайнен, 2004).

Первоосновой жизненных явлений в водоемах служит фотосинтетическая деятельность автотрофных организмов. В лотических экосистемах, к которым можно отнести большинство рек Дальнего Востока, безраздельно доминируют именно сообщества прикрепленных водорослей (фитоперифитон), способные успешно выдерживать воздействие потока воды. Сообщества перифитонных водорослей легко выдерживают кратковременное воздействие локальных изменений гидрологического и гидрохимического режима и в целом отражают средние условия водотока. Альгоценозы прикрепленных водорослей

формируют биотопы для водных беспозвоночных и являются основным преобразователем минеральных веществ в органические (Lock, 1981). Структура водорослевых сообществ определяет формирование и функционирование всех элементов водного биоценоза (Комулайнен, 2004). Своеобразие структуры перифитонных сообществ состоит в том, что они зачастую сформированы видами, сильно отличающимися как по размеру (от нескольких микрон до нескольких десятков сантиметров), так и по морфологии. «Архитектурное строение» группировок фитоперифитона чаще всего формируют прикрепленные одноклеточные, преимущественно гетерополярные колониальные и нитчатые водоросли, обладающие определенными специальными особенностями, которые позволяют обитать в условиях динамического потока воды (Протасов, 1994; Algal ecology, 1996; Комулайнен, 2004).

Биомасса эпилитонных водорослей (как, впрочем, и любая другая) представляет собой результат взаимодействия одновременно идущих процессов аккумуляции или прироста массы организмов и ее постоянного разрушения за счет сноса потоком воды, выедания беспозвоночными животными и естественного отмирания.

Типичные значения биомассы весьма различны для водотоков разных географических областей (Horner et al., 1983; Bott et al., 1985; Biggs, Price, 1987). В России и странах СНГ изучению водорослей обрастаний пресных водоемов (перифитон, эпилитон, эпифитон и др.) посвящено довольно большое количество работ, однако чаще всего авторы описывают сукцессию видового состава, лишь в немногих из них имеются данные по биомассе и еще реже – по численности водорослей (Качаева, 1972; Левадная, Чайковская, 1977; Рычкова, 1978; Девяткин, 1979; Левадная, 1986; Игнатова, Помазкина, 1988; Станиславская, 2003; Комулайнен, 2004; Беляева, Поздеев, 2005; Глущенко и др., 2009; Помазкина, Щербакова, 2010; Метелёва, 2013).

Наша работа является частью нового подхода к исследованию речной системы, разрабатываемого группой коллег под руководством д.б.н. Т.М. Тиуновой (Тиунова и др., 1996; Tiunova et al., 1998). Сочетание количественного анализа сообществ бентосных организмов с методом картирования впервые позволило составить карты микрораспределения водных животных и водорослей на исследуемом участке, получить количественные данные о пространственных и временных изменениях структуры многовидового сообщества лососевой реки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При сборе количественных проб вся масса водорослей с камня смывалась в определенный объем воды (100 мл), а площадь камня обрисовывалась на крафтовую бумагу. Площадь камня определялась весовым методом. Пробы просчитывались в счетной камере собственной конструкции (Баринава, Медведева, 2004). При этом определялись виды водорослей, проводилось измерение их размеров для дальнейшего расчета их объема и подсчитывалось количество клеток водорослей того или иного вида в камере. С учетом объема взятой пробы и площади камня, с которого она была взята, определялся счетный коэффициент, который позволяет рассчитывать количество видов на единицу площади. Пересчет плотности водорослей производился в млрд кл. на 1 м², биомасса водорослей подсчитывалась в г на 1 м². Биомасса некоторых водорослей, образующих макроскопические скопления, была измерена путем взвешивания на торсионных весах и в этом случае данные о количестве одиночных клеток отсутствуют. Количественные пробы брались, по возможности, отдельно на плесе и перекате, для того, чтобы проследить изменение структуры сообщества водорослей в зависимости от скорости течения и других факторов. Всего было собрано и обработано 532 пробы.

Впервые метод был опробован нами на экспериментальном участке р. Кедровая, расположенном в 500 м выше усадьбы заповедника «Кедровая падь». В качестве структурного элемента речной системы был взят участок «плес–перекат», который является типичным для ритрала горных и предгорных рек Приморья.

Таблица 1

**Гидрологические условия и количественные показатели водорослей перифитона
р. Кедровая (1993 г.)**

Дата	Предшествующее состояние реки	Температура воды, °С	Уровень воды, см	Расход воды, м³/сек	Средняя плотность, млрд кл./м²		Средняя биомасса, г/м²	
					Перекат	Плес	Перекат	Плес
24.04	Вскрытие льда, слабый весенний паводок	3,8–4,3	56–78	0,885	2,45	4,24	0,6	2,0
9.05	Стабильность	5,0–11,2	67–69	0,53	40,44	74,53	2,2	5,6
24.05	Стабильность	8,5–14,4	63–67	0,34	536,4	686,95	5,0	16,4
10.06	Незначительный подъем уровня	8,5–12,3	60–87	0,98	1259,0	1685,74	12,7	45,3
28.06	Паводок	9,9–11,6	75–105	2,14	297,32	236,44	59,7	83,6
18.07	Паводок	10,8–14,0	68–106	2,55	265,31	314,47	38,7	89,5
3.08	Сильный паводок	11,5–12,5	84–104	2,85	193,57	267,5	15,8	13,3
23.08	Тайфун «Робин» в течение 10 дней	11,6–13,6	100–180	2,37	284,56	349,1	8,1	12,3
9.09	Стабильность	14,0	65–70	0,39	350,85	414,06	10,6	14,2
8.10	Кратковременный сильный паводок	9,5–12,7	103–210	0,57	348,81	200,1	11,4	14,3
24.10	Относительная стабильность	6,9–9,6	64–88	0,41	358,2	379,82	12,8	18,6
8.11	Относительная стабильность	5,6–6,8	63–88	0,77	999,0	768,72	44,9	49,7
25.11	Небольшой подъем уровня	1,2–2,6	66–96	0,91	905,1	736,04	64,5	68,7

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На обследованном участке р. Кедровая видовой состав водорослей, как на плесе, так и на перекате был практически одинаков. Преобладали диатомовые водоросли из класса Pennatophyceae. Наиболее разнообразными и многочисленными были реофильные диатомеи: *Gomphoneis olivaceum* (Hornemann) Dawson ex Ross et Sims, *Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst, *Encyonema silesiacum* (Bleisch) Mann, *Cymbella turgidula* Grunow, *Hannaea arcus* (Ehrenberg) Patrick, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki. Из других отделов заметную роль играли *Homoeothrix janthina* (Bornet et Flahault) Starmach из цианобактерий, *Hydrurus foetidus* (Villars) Trevisan из золотистых и *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Kützing из зеленых водорослей. Видовой состав водорослей с апреля по ноябрь практически не менялся, хотя в некоторые периоды отдельные виды выходили на уровень доминантов (Медведева, 2001).

В таблице 1 приведены характеристики состояния руслового потока и данные уровня воды, предшествующие моменту взятия проб, расход воды в момент взятия пробы, а также средние значения плотности и биомассы водорослей отдельно на плесе и перекате (по данным 1993 г.).

В апреле, практически сразу после схода льда отмечены минимальные значения плотности и биомассы водорослей (табл. 1). Относительно продолжительное и стабильное состояние руслового потока в течение мая приводит к значительному росту средних значений плотности и биомассы водорослей. Максимум плотности наблюдается в первой половине июня (до 1259,0 млрд кл/м² на перекате и 1685,74 млрд кл/м² на плесе). Пик численности объясняется тем, что в этот период в обрастаниях преобладала мелкоклеточная цианобактерия *Homoeothrix janthina*. Биомасса водорослей в этот период продолжала

расти и ее пики наблюдались в конце июня и середине июля (59,7 и 38,7 г/м² для переката и 83,6 и 89,5 г/м² для плеса), не совпадая, однако, с пиками численности. Высокие значения биомассы в эти периоды можно объяснить массовым развитием крупноклеточных форм диатомовых водорослей *Encyonema silesiacum* и *Cymbella turgidula*. После довольно продолжительного паводка, прошедшего в конце июля–начале августа в начале месяца, зарегистрировано значительное падение всех количественных показателей. Следом тайфун «Робин», после прохождения которого наблюдался высокий уровень воды около 100–180 см в течение 10 дней, привел к значительному дальнейшему уменьшению биомассы до 8,1 и 12,3 г/м². В начале сентября, в период некоторой стабильности уровня воды, продолжала нарастать численность водорослей, однако значения биомассы практически не увеличились. В конце сентября произошел резкий кратковременный подъем уровня воды, достигающий отметки 210 см. Этот паводок оставил на прежнем низком уровне плотность и биомассу водорослей. Затем до ноября наблюдался длительный беспаводковый период, в результате которого плотность и биомасса водорослей, как на плесе, так и на перекате резко выросли, достигая значений июня (табл. 1).

Таблица 2

Минимальные и максимальные количественные показатели водорослей (1993–1994 гг.)

Дата	Перекат		Плес	
	Min	Max	Min	Max
1993 г.				
24.04	<u>0,69</u> 0,1	<u>4,61</u> 1,2	<u>1,84</u> 0,5	<u>8,85</u> 5,4
9.05	<u>1,12</u> 0,1	<u>415,9</u> 7,0	<u>1,01</u> 0,3	<u>465,6</u> 17,0
24.05	<u>10,75</u> 0,2	<u>1762,0</u> 14,8	<u>50,8</u> 1,7	<u>2213,0</u> 80,7
10.06	<u>179,3</u> 4,3	<u>6719,0</u> 55,1	<u>411,37</u> 12,8	<u>3841,04</u> 92,1
28.06	<u>24,45</u> 3,6	<u>840,51</u> 474,3	<u>67,33</u> 18,2	<u>584,47</u> 308,7
18.07	<u>60,23</u> 1,6	<u>496,01</u> 65,4	<u>65,59</u> 11,2	<u>625,69</u> 238,7
3.08	<u>15,66</u> 2,2	<u>540,83</u> 92,8	<u>7,37</u> 2,9	<u>488,61</u> 32,6
23.08	<u>82,06</u> 1,7	<u>634,5</u> 22,0	<u>120,13</u> 3,3	<u>821,37</u> 44,3
9.09	<u>61,5</u> 1,8	<u>698,25</u> 20,5	<u>37,85</u> 2,5	<u>1105,2</u> 28,8
8.10	<u>70,31</u> 2,3	<u>1079,35</u> 26,6	<u>34,49</u> 3,8	<u>434,29</u> 51,7
24.10	<u>82,2</u> 1,7	<u>1423,1</u> 37,6	<u>165,51</u> 7,6	<u>852,25</u> 40,8
8.11	<u>283,65</u> 10,4	<u>2098,83</u> 87,2	<u>362,3</u> 21,1	<u>1324,73</u> 148,1
25.11	<u>36,38</u> 2,3	<u>1610,67</u> 157,0	<u>249,46</u> 40,1	<u>1750,79</u> 110,2
1994 г.				
20.03	<u>47,85</u> 1,05	<u>364,0</u> 24,01	<u>54,6</u> 4,66	<u>856,0</u> 27,58
3.04	<u>28,6</u> 1,74	<u>306,0</u> 27,45	<u>58,0</u> 4,21	<u>551,6</u> 24,6
19.04	<u>12,3</u> 0,56	<u>852,2</u> 26,21	<u>40,7</u> 2,82	<u>17906,1</u> 388,14
12.05	<u>8,7</u> 0,58	<u>3732,5</u> 151,6	<u>97,0</u> 3,43	<u>2351,7</u> 97,15
6.06	<u>60,35</u> 1,45	<u>7496,4</u> 3262,1	<u>72,75</u> 2,74	<u>1677,3</u> 324,6
20.07	<u>14,17</u> 0,48	<u>693,2</u> 17,0	<u>575,4</u> 24,07	<u>2492,0</u> 95,6

Примечание: в числителе – плотность водорослей (млрд кл./м²), в знаменателе – биомасса (г/м²).

в конце июля–начале августа в начале месяца, зарегистрировано значительное падение всех количественных показателей. Следом тайфун «Робин», после прохождения которого наблюдался высокий уровень воды около 100–180 см в течение 10 дней, привел к значительному дальнейшему уменьшению биомассы до 8,1 и 12,3 г/м². В начале сентября, в период некоторой стабильности уровня воды, продолжала нарастать численность водорослей, однако значения биомассы практически не увеличились. В конце сентября произошел резкий кратковременный подъем уровня воды, достигающий отметки 210 см. Этот паводок оставил на прежнем низком уровне плотность и биомассу водорослей. Затем до ноября наблюдался длительный беспаводковый период, в результате которого плотность и биомасса водорослей, как на плесе, так и на перекате резко выросли, достигая значений июня (табл. 1).

Нужно отметить, что в таблице 1 приведены средние показатели плотности и биомассы водорослей, а в целом эти показатели на плесе и перекате реки характеризуются еще большей дифференцированностью.

Данные о минимальных и максимальных значениях плотности и биомассы водорослей на экспериментальном участке в период исследований с апреля по ноябрь 1993 г. и с марта по июль 1994 г. приведены в таблице 2.

В течение периода 1994 г. гидрологические условия в р. Кедровая были более стабильными, сильных паводков не наблюдалось. Вычисленные расходы воды колебались от 0,115 до 1,7 м³/сек (табл. 3). Средние показатели плотности и биомассы водорослей в целом превышали данные, полученные для соответствующих периодов в 1993 г. По-прежнему велика разница между минимальными и максимальными показателями (табл. 2).

Количественные показатели сообществ перифитонных водорослей, полученные нами для определенных периодов времени,

Таблица 3

**Гидрологические условия и количественные показатели водорослей перифитона
р. Кедровая (1994 г.)**

Дата	Предшествующее состояние реки	Температура воды, °С	Расход воды, м ³ /сек	Средняя плотность, млрд кл./м ²		Средняя биомасса, г/м ²	
				Перекат	Плес	Перекат	Плес
20.03	От льда свободны небольшие участки русла	1,7–3,3	0,115	135,9	311,8	8,73	16,28
3.04	Стабильность	0,5–2,7	1,38	196,2	158,1	11,6	10,44
19.04	Незначительный подъем уровня	6,6–7,6	1,7	166,3	2133,4	9,01	54,44
12.05	Незначительный подъем уровня	9,9–10,2	1,57	706,6	1021,8	53,17	48,1
6.06	Стабильность	9,2–15,5	0,54	1255,9	693,8	355,2	77,1
20.07	Стабильность	15,5–16,9	1,16	311,0	1251,8	8,84	47,6

являются конечным результатом влияния предшествующих событий, условий и факторов. Колебания плотности и биомассы водорослей, наблюдаемые нами в изучаемый период можно рассматривать по меньшей мере в двух аспектах: пространственном (от переката к плесу) и временном (от апреля к сентябрю), однако отделить их один от другого практически невозможно.

На протяжении всего участка и плотность, и биомасса водорослей характеризуются сильными перепадами значений, особенно в летнее время. Пятнистость распределения водорослей зависит от многих факторов, которые можно назвать микрогидрологическими: размер камня, его положение относительно потока воды, скорость течения, устойчивость субстрата, а также освещенность.

Весьма различен также вклад разных групп (отделов) водорослей в сложение структуры сообществ. Данные по плотности и биомассе различных отделов водорослей приведены в таблице 4.

Как видно и на плесе, и на перекате реки в количественном отношении преобладают цианобактерии. При подсчете биомассы водорослевых сообществ картина резко меняется. Даже значительное количество цианобактерий практически нивелируется биомассой водорослей из других отделов, чаще всего на первом месте оказываются крупноклеточные диатомовые водоросли. Золотистая водоросль *Hydrurus* чаще всего развивается в начале вегетационного периода, при наличии достаточно прозрачной воды низких температур. Отмечено также ее присутствие в осенний маловодный период. Зеленые водоросли вегетируют практически всегда, но в небольших количествах.

Некоторые авторы отмечали, что в водотоках с низким содержанием биогенов на более высокая биомасса бентосных водорослей (с доминирующими диатомеями) отмечена на высокоскоростных перекатах (Scarsbrook, Townsend, 1993). Однако по нашим данным все показатели: минимальные, максимальные и средние значения плотности и биомассы водорослей в целом на плесе выше, чем на перекате (табл. 1, 3). По-видимому, сообщества водорослей в этих местообитаниях меньше нарушаются паводковыми водами, чем водоросли на перекатах. После подъема воды сообщества водорослей на плесе восстанавливаются быстрее, чем на перекате, так как на таких участках быстрее снижается скорость течения. В целом, бентосные водоросли предпочитают средние скорости течения от 0,1 до 0,5 м/сек.

Таблица 4

Средние количественные показатели сообществ водорослей по отделам

Дата	Циано- бактерии	Золотистые	Диатомовые	Зеленые	Эвгленовые	Дино- фитовые	Желто- зеленые	Красные
Перекаат, 1993 г.								
24.04	<u>1,01</u> 0,02	<u>0,001</u> 0,001	<u>1,4</u> 0,6	<u>0,03</u> 0,01	-	-	-	-
9.05	<u>34,9</u> 0,28	<u>0,21</u> 0,08	<u>4,9</u> 1,7	<u>0,45</u> 0,14	-	-	<u>0,001</u> 0,002	-
24.05	<u>525,1</u> 2,32	<u>2,65</u> 0,53	<u>5,91</u> 1,66	<u>2,71</u> 0,41	-	-	-	-
10.06	<u>1242,7</u> 6,56	<u>0,68</u> 0,14	<u>13,62</u> 5,91	<u>0,83</u> 0,13	-	-	-	-
28.06	<u>260,7</u> 2,59	<u>0,67</u> 0,13	<u>30,66</u> 25,97	<u>5,17</u> 29,94	-	<u>0,13</u> 1,06	-	-
18.07	<u>223,3</u> 2,24	<u>7,37</u> 1,47	<u>32,74</u> 32,44	<u>1,85</u> 2,56	-	-	-	-
3.08	<u>175,7</u> 3,11	-	<u>16,2</u> 11,96	<u>1,67</u> 0,66	-	<u>0,01</u> 0,1	-	-
23.08	<u>278,58</u> 5,4	-	<u>3,5</u> 1,62	<u>2,41</u> 1,04	-	-	-	-
9.09	<u>337,84</u> 6,5	<u>0,84</u> 0,17	<u>4,49</u> 2,15	<u>7,68</u> 1,75	-	-	-	-
8.10	<u>337,4</u> 6,66	-	<u>8,88</u> 3,88	<u>2,5</u> 0,5	-	<u>0,04</u> 0,32	-	-
24.10	<u>342,3</u> 7,58	<u>0,33</u> 0,14	<u>12,45</u> 4,47	<u>3,12</u> 0,64	-	-	-	-
8.11	<u>951,4</u> 24,1	<u>0,56</u> 0,39	<u>39,5</u> 16,35	<u>6,75</u> 3,81	<u>0,42</u> 1,21	-	-	-
25.11	<u>813,6</u> 14,87	<u>0,07</u> 0,03	<u>82,3</u> 47,65	<u>9,05</u> 2,4	<u>0,25</u> 0,37	-	-	-
Плес, 1993 г.								
24.04	<u>0,6</u> 0,01	-	<u>3,32</u> 1,63	<u>0,33</u> 0,37	-	-	-	-
9.05	<u>61,4</u> 0,45	<u>0,01</u> 0,002	<u>11,03</u> 4,52	<u>2,07</u> 0,68	-	-	-	-
24.05	<u>647,73</u> 2,42	<u>0,02</u> 0,005	<u>25,78</u> 10,43	<u>13,4</u> 3,46	<u>0,02</u> 0,07	-	-	-
10.06	<u>1613,3</u> 6,0	-	<u>62,48</u> 35,9	<u>9,92</u> 3,43	-	-	-	-
28.06	<u>172,64</u> 1,69	<u>0,55</u> 0,11	<u>57,1</u> 59,2	<u>6,06</u> 21,23	-	<u>0,09</u> 0,72	-	-
18.07	<u>227,4</u> 2,0	-	<u>83,36</u> 85,7	<u>3,66</u> 1,44	-	<u>0,05</u> 0,4	-	-
3.08	<u>247,65</u> 4,47	<u>7,57</u> 1,91	<u>8,92</u> 5,48	<u>3,33</u> 1,4	-	-	-	-
23.08	<u>331,56</u> 6,22	<u>0,36</u> 0,07	<u>7,58</u> 2,48	<u>9,55</u> 3,41	-	<u>0,02</u> 0,16	-	-
9.09	<u>388,7</u> 5,81	<u>0,77</u> 0,16	<u>10,36</u> 5,05	<u>14,23</u> 3,22	-	-	-	-

окончание таблицы 4

Дата	Циано- бактерии	Золотис- тые	Диато- мовые	Зеленые	Эвгле- новые	Дино- фитовые	Желто- зеленые	Красные
8.10	<u>182,4</u> 3,71	-	<u>14,19</u> 6,06	<u>3,36</u> 4,21	<u>0,17</u> 0,33	-	-	-
24.10	<u>353,6</u> 8,61	<u>0,09</u> 0,01	<u>22,24</u> 7,32	<u>3,93</u> 2,71	-	-	-	-
8.11	<u>702,3</u> 15,9	<u>0,25</u> 0,04	<u>50,4</u> 24,73	<u>15,9</u> 9,35	<u>0,28</u> 0,72	-	-	-
25.11	<u>625,0</u> 11,75	<u>1,7</u> 0,72	<u>99,5</u> 54,6	<u>9,9</u> 2,9	-	-	-	-
Перекаат, 1994 г.								
20.03	<u>125,36</u> 4,73	<u>4,81</u> 2,09	<u>5,22</u> 1,84	<u>0,5</u> 0,06	-	-	-	-
3.04	<u>179,2</u> 6,46	<u>0,14</u> 0,06	<u>8,82</u> 4,0	<u>7,98</u> 1,07	<u>0,05</u> 0,03	-	-	-
19.04	<u>154,7</u> 4,8	<u>1,26</u> 0,55	<u>9,2</u> 3,05	<u>1,15</u> 0,62	-	-	-	-
12.05	<u>635,6</u> 14,82	<u>23,1</u> 10,0	<u>47,8</u> 18,8	<u>6,06</u> 9,5	-	-	-	-
6.06	<u>470,7</u> 13,24	<u>768,45</u> 334,3	<u>11,1</u> 6,32	<u>5,68</u> 1,33	-	-	-	-
20.07	298,85 5,52	-	5,25 2,2	6,94 1,12	-	-	-	-
Плес, 1994 г								
20.03	<u>276,5</u> 5,65	<u>4,75</u> 2,07	<u>18,5</u> 6,8	<u>12,1</u> 1,77	-	-	-	-
3.04	<u>134,8</u> 4,07	<u>0,38</u> 0,17	<u>14,32</u> 5,09	<u>8,62</u> 1,11	-	-	-	-
19.04	<u>2098,0</u> 45,9	<u>1,25</u> 0,54	<u>30,0</u> 7,34	<u>4,12</u> 0,65	-	-	-	<u>0,04</u> 0,02
12.05	<u>959,3</u> 23,14	<u>2,04</u> 0,89	<u>33,9</u> 12,62	<u>26,6</u> 11,45	-	-	-	-
6.06	<u>611,25</u> 14,6	<u>0,2</u> 0,1	<u>53,27</u> 45,76	<u>29,08</u> 16,71	-	-	-	-
20.07	<u>1160,4</u> 21,6	-	<u>27,3</u> 15,58	<u>64,1</u> 10,43	-	-	-	-

Примечание: обозначения см. табл. 2.

В крупных работах, посвященных экологии пресноводных водорослей (Blum, 1956; Hynes, 1970; Witton, 1975; Lock, 1981; Algal ecology, 1996) обсуждались вопросы распределения водорослей в зависимости от ряда факторов окружающей среды. Однако считается, что паводковый режим является основным фактором, определяющим развитие бентосных водорослей (Algal ecology, 1996). Частота и интенсивность наводнений оказывают влияние и на другие факторы, важные для колонизации водорослей и их роста: видовой состав, концентрацию биогенов, прозрачность воды, скорость потока воды, размеры и устойчивость субстрата, плотность беспозвоночных насекомых. Даже при наличии других потенциально положительных внешних факторов частые паводки могут ограничивать нарастание биомассы и удерживать ее на постоянном относительно невысоком уровне.

Скорость течения выступает не только (и не столько) как непосредственно действующий физический фактор, но и косвенно, определяя перераспределение рыхлых осадков

и обуславливая более или менее продолжительное существование свободных от наносов твердых субстратов. Течение воды оказывает непосредственное механическое давление на организмы, обеспечивает постоянный приток кислорода, пищи, удаление метаболитов. Кроме того, оно перемещает влекомые наносы: твердые частицы различного размера могут оказывать при движении неблагоприятные механические воздействия. От течения зависит и собственно механическая стабильность самого субстрата.

В водотоках, подверженных влиянию сезонных осадков, циклы нарастания и уменьшения биомассы чередуются в зависимости от частоты паводков. Продолжительные периоды стабильности уровня воды между паводками способствуют накоплению биомассы. Однако не каждое наводнение приводит к тотальному уменьшению биомассы. На обследованном участке реки невысокие подъемы воды (середина апреля, вторая половина июня, середина и конец июля 1993 г.) от 80 до 106 см не оказывают угнетающего влияния на плотность и биомассу водорослей, что подтверждается пиками этих показателей в летнее время (табл. 1).

Катастрофические августовские паводки с подъемом воды до 180 см, длившиеся с 9 по 21 августа, сентябрьский подъем воды до 210 см, привели к почти полному смыву водорослей. После такого мощного стрессового паводка резко упавшие показатели плотности и биомассы водорослей медленно восстанавливались. Нужно отметить, что, по-видимому, сначала идет увеличение численности мелкоклеточных форм, являющихся первыми поселенцами на очищенных паводком камнях, а затем появляются более крупные диатомеи и идет нарастание биомассы.

Даже при высоких, но более или менее стабильных скоростях сообщества водорослей находятся в относительно равновесном, устойчивом состоянии. Однако экстремальное повышение скорости потока, происходящее во время наводнения, приводит к механическому перемешиванию подвижного грунта в ложе реки. Взвешенные частицы русловых отложений, поднятые потоком, соскабливают водорослевые пленки с камней, приводя к значительному снижению численности и биомассы водорослей перифитона. Поэтому, чаще всего, рост водорослевых пленок ограничен временем между паводками, а общая биомасса зависит от количества последовательных свободных от наводнения дней. Отмечено, что после прохождения паводка сообщества водорослей на плесе восстанавливаются быстрее, чем на перекате, по-видимому, вследствие того, что на таких участках быстрее снижается скорость течения.

В некоторые маловодные годы в реке Кедровая, при длительной стабильности уровня воды и в периоды его падения (чаще всего весной или осенью), водорослевые пленки развиваются в таких огромных количествах, что это приводит к полному зарастанию русла реки водорослями, особенно по берегам реки на участках с глубиной 2–5 см. Наблюдалось, что такие явления приводят к уменьшению количества растворенного кислорода и появлению неприятного запаха. В этом случае устранить подобные явления и очистить русло могут только паводки. Поэтому паводки нельзя считать только отрицательными воздействующими на сообщество (Богатов, 2001).

Выводы

Получены количественные данные о плотности и биомассе водорослей перифитона предгорной лососевой реки Кедровая.

В сообществах фитоперифитона р. Кедровая преобладают цианобактерии, диатомовые и золотистые водоросли. На обследованном участке реки видовой состав водорослей, как на плесе, так и на перекате был практически одинаков. Значения показателей плотности и биомассы водорослей подвержены значительным колебаниям.

Регулирующее влияние на развитие водорослей перифитона реки оказывает гидрологический режим. При частых паводках в водотоке наблюдается низкий уровень развития водорослей, а их максимум устанавливается в период меженных расходов.

При высоких, но более или менее стабильных скоростях сообщества водорослей находятся в относительно равновесном, устойчивом состоянии. Однако экстремальное повышение скорости потока, происходящее во время наводнения, приводит к механическому перемешиванию подвижного грунта в ложе реки. Катастрофические паводки с подъемом воды до 180–210 см приводят к почти полному смыву водорослей.

В условиях муссонного климата чередование меженных и паводковых периодов является необходимым фактором обеспечения динамичного облика речных экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

- Барина С.С., Медведева Л.А. 2004.** К методике количественного учета микрофитобентоса малых рек Дальнего Востока России // Альгология. Т. 14, № 1. С. 101–110.
- Беляева П.Г., Поздеев И.В. 2005.** Донные сообщества р. Чусовая (бассейн Камы) // Вестник Пермского ун-та. Сер. Биология. Вып. 6. С. 103–107.
- Богатов В.В. 2001.** Роль экстремальных природных явлений в функционировании речных сообществ российского Дальнего Востока // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 22–24.
- Глушченко Л.А., Дубовская О.П., Иванова Е.А., Шулепина С.П., Зуева И.В., Агеева А.В. 2009.** Гидробиологический очерк некоторых озер горного хребта Ергаки (Западный Саян) // Журн. Сибирского федерального ун-та. Биология. Том 2, № 3. С. 355–378.
- Десяткин В.Г. 1979.** Динамика развития альгофлоры обрастаний в Рыбинском водохранилище // Тр. Ин-та биологии внутр. вод. Вып. 42 (45). С. 78–108.
- Игнатова Н.В., Помазкина Г.В. 1988.** Биоценозы диатомовых водорослей и их роль в формировании поверхностного слоя донных отложений в южном Байкале // Проблемы экологии Прибайкалья: тез. докл. 3 Всесоюз. научн. конф. Иркутск, 5–10 сентября 1988 г. Ч. 2. Иркутск. С. 96.
- Качаева М.И. 1972.** Количественный учет биомассы обрастаний водорослей р. Ингоды // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных областей. Вып. 4. Чита: Изд-во Забайкал. отд. Всес. Ботан. об-ва АН СССР. С. 22–25.
- Комулайнен С.Ф. 2004.** Экология фитоперифитона малых рек Восточной Финноскандии. Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН. 182 с.
- Левадная Г.Д. 1986.** Микрофитобентос реки Енисей. Новосибирск: Наука. 286 с.
- Левадная Г.Д., Чайковская Т.С. 1977.** Водорослевая растительность Енисея и ее продукция // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Элементы биотического круговорота. Листвничное на Байкале. С. 96–99.
- Медведева Л.А. 2001.** Некоторые данные о динамике численности и биомассы эпилимнитных водорослей реки Кедровая // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 31–37.
- Метелёва Н.Ю. 2013.** Структура и продуктивность фитоперифитона водоёмов бассейна Верхней Волги: автореф. дисс. ...канд. биол. наук. Борок. 22 с.
- Помазкина Г.В., Щербакова Т.А. 2010.** Видовой состав Bacillariophyta литоральной зоны озера Байкал (Россия) // Альгология. Т. 20, № 4. С. 449–463.
- Протасов А.А. 1994.** Пресноводный перифитон. Киев: Наукова думка. 307 с.
- Рычкова М.А. 1978.** Водоросли обрастаний озер Воже и Лача // Гидробиология озер Воже и Лача в связи с прогнозом качества вод, перебрасываемых на юг. Л.: Наука. С. 28–35.
- Станиславская Е.В. 2003.** Перифитон притоков Ладожского озера // Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера. СПб. С. 249–252.

- Тиунова Т.М., Тесленко В.А., Медведева Л.А., Кочарина С.Л. 1996.** Новый методологический подход к изучению многовидовых сообществ бентосных организмов малой лососевой реки Дальнего Востока // VII съезд Гидробиологического общества РАН (Казань, 14–20 октября 1996 г.). Матер. съезда. Т. 1. Казань: Полиграф. С. 81–84.
- Algal ecology: freshwater benthic ecosystems. 1996.** Academic Press: San Diego New York Boston London Sydney Tokyo Toronto. 753 p.
- Biggs B.J.F., Price G.M. 1987.** A survey of filamentous algal proliferations in New Zealand rivers // New Zealand J. Mar. Freshwater Res. N 21. P. 175–191.
- Blum J.L. 1956.** The ecology of river algae // Botanical Review. 22. P. 291–341.
- Bott T.L., Brock J.T., Dunn C.S., Naiman R.J., Ovink R.W., Petersen R.C. 1985.** Benthic community metabolism in four temperate stream systems: An inter-volume comparison and evaluation of the river continuum concept // Hydrobiologia. N 123. P. 3–45.
- Horner R.R., Welch E.B., Veenstra R.B. 1983.** Development of nuisance periphytic algae in laboratory streams in relation to enrichment and velocity // Periphyton of Freshwater Ecosystems. The Hague: Dr. W. Junk Publishers. P. 121–134.
- Hynes H.B. 1970.** The ecology of running waters. Toronto: University of Toronto Press. 555 p.
- Lock M.A. 1981.** River epilithon – a light and organic energy transducer // Perspectives in running water ecology. Plenum, New York and London. P. 3–40.
- Scarsbrook M.R., Townsend C.R. 1993.** Stream community structure in relation to spatial and temporal variation: A habitat template study of two contrasting New Zealand streams // Freshwater Biol. V. 29. P. 395–410.
- Tiunova T.M., Teslenko V.A., Medvedeva L.A., Kocharina S.L. 1998.** Long-term research of the small salmon rivers of the Far East of Russia // Long-term ecological research in the East Asia-Pacific region: biodiversity and conservation of terrestrial and freshwater ecosystems. Tsukuba. P. 39–46.
- Witton B.A. 1975.** Algae // River ecology. Berkeley, Los Angeles: University of California Press. P. 81–105.