

УДК 574.52

М.Ю. ШАРИПОВА

Башкирский госуниверситет, кафедра ботаники,
Россия, 450074 Уфа, ул. Фрунзе, 32

ИЗМЕНЕНИЕ ЭПИФИТОНА В РЕКЕ УСОЛКА (БАШКОРТОСТАН, РОССИЯ) ПО ГРАДИЕНТУ СОЛЕННОСТИ

Исследован видовой состав, количественные характеристики и закономерности распределения альгоэпифитона по градиенту солёности в р. Усолка. В составе эпифитона выявлено 105 видов водорослей, относящихся к 5 отделам, дана их эколого-географическая характеристика. Приведены данные сезонной сукцессии видового состава водорослей, их приуроченности к фитофорам. Выявлены сообщества водорослей для участков реки с разной степенью минерализации.

Ключевые слова: альгоэпифитон, градиент солёности, эколого-географический анализ.

Введение

Эпифитные сообщества водорослей как начальные звенья биопродукционного процесса играют важнейшую роль в функционировании биоценозов. Как экотонные сообщества они обладают особым составом, структурой и механизмами устойчивости, им свойственна контрастность среды обитания, повышенные флуктуации средообразующего фактора, накопление веществ, поступающих с суши и из водных объектов (Протасов, 1982; Залетаев, 1997). Поэтому эпифитные водоросли являются надёжным индикатором состояния водных экосистем (Никулина, 1976; Cattaneo et al., 1995). Уникальность данного экотона заключается в том, что он в свою очередь изменяется по градиенту засоления. Это касается и реки Усолки, что связано с впадением в нее многочисленных минеральных источников, изменяющих ее гидрохимический режим. Нам предстояло охарактеризовать структуру эпифитных сообществ водорослей р. Усолки и выявить основные закономерности их распределения по градиенту солёности.

Материалы и методы

Река Усолка входит в бассейн р. Белой (левый приток р. Камы) и является правым ее притоком. В долине р. Усолки, при пересечении ею Усольского хребта, на площади 15 га сосредоточено более 250 родников минеральных вод. Общий дебит – свыше 100 л в секунду. Везде, где вытекают минеральные источники или только просачивается на поверхность серно-соляная вода, почва покрыта белым налетом поваренной соли и солелюбивым растением – соляросом травянистым (*Salicornia herbacea* L.) и др. Руслу минеральных источников и дно реки, где выбивает серносоляная вода, покрыты желтовато-белым налетом аморфной серы (Вахрушев, 1961).

© М.Ю. Шарипова, 2006

Питание реки происходит за счет атмосферных осадков и подземных вод. Значительное влияние на химический состав воды оказывают минеральные источники, питающие реку. В верховье, до территории курорта, где в реку поступает более 0,3 м³/с подземных минеральных вод, ее вода пресная, с минерализацией, не превышающей 0,6 г/л. Ниже Красноуольских источников минерализация воды в реке увеличивается до 4,5 г/л и остается такой до самого устья. Повышение минерализации происходит в основном за счет хлоридов натрия (Файзуллин, 1989).

Материалом для данной работы послужили пробы, фитоперифитона, которые отбирали в июле, августе, сентябре 2002 г. в прибрежной зоне реки Усолки со следующих растений: *Ceratophyllum demersum* L. – гидатофит (погружено-водное растение), *Lemna minor* L. – плейстофит (погружено-водно-воздушное растение), *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Carex* sp. – гелофиты (надводно-воздушно-водные растения), а также с водорослей *Cladophora glomerata* (L.) Kütz., *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr.) Kütz., *Plectonema boryanum* Gom., *Spirogyra* sp. Пробы отбирали на трех участках, расположенных вниз по течению реки. 1-й участок – вода пресная с минерализацией, не превышающей 0,6 г/л (до впадения источников). Грунт каменистый. Ширина реки не превышает 4-5 м; расход воды 0,2 м³/с, уклон – 3 %. 2-й участок – вода солоноватая с минерализацией до 4,5 г/л (зона, где сконцентрированы минеральные источники). 3-й участок – вода солоноватая, минерализация незначительно ниже из-за впадения притоков (3-3,5 г/л). На втором и третьем участках это равнинная река с пологими берегами, течение спокойное. Ширина реки здесь 10-15 м, глубина 1,0-1,5 м. Температура воды в период отбора проб в июле была 14 °С, в августе – 12 °С, в сентябре – 8 °С.

Сбор и обработку альгологического материала проводили по общепринятым в альгологии методам (Водоросли ..., 1989). При определении водорослей использовали «Определитель пресноводных водорослей СССР» (Голлербах и др., 1953; Дедусенко-Щеголева и др., 1959; Дедусенко-Щеголева, Голлербах, 1962; Паламарь-Мордвинцева, 1982; Мошкова, Голлербах, 1986), «Визначник прісноводних водоростей УРСР» (Матвиенко, Догадина, 1978). Для определения *Chlorococcales* и *Chorosarcinales* использовали определители О.А. Коршикова (1953) и В.М. Андреевой (1998). Номенклатура таксонов приведена согласно сводке И.И. Васильевой-Кралиной (1999).

Для учета численности водорослей применяли счетную камеру Нажотта, для учета сходства состава водорослей использовали коэффициент флористического сходства, определенный по Серенсену. Биомассу водорослей определяли счетно-объемным методом. Статистический анализ проводили с использованием пакетов программ Excel, Statistica.

Результаты и обсуждение

При изучении эпифитной альгофлоры реки Усолки было обнаружено 105 видов водорослей, представленных 122 внутривидовыми таксонами (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида) из 5 отделов, 8 классов, 14 порядков, 25 семейств и 47 родов (табл. 1). Основу списка составили диатомовые (77 %), зеленые (11 %) и синезеленые водоросли (9 %). Первые ранговые места

принадлежат семействам: *Naviculaceae*, *Cymbellaceae*, *Nitzschiaceae*, *Swirellaceae*, *Oscillatoriaceae*, *Achnantheaceae*, *Fragilariaceae*, *Gomphonemataceae*, *Diatomaceae* и *Desmidiaceae*. На долю 10 ведущих семейств приходилось 84 % видов.

В пропорциях флоры самая высокая насыщенность семейств родами и самая высокая вариабельность видов у диатомовых и синезеленых водорослей. А родовая насыщенность видами – у диатомовых и зеленых водорослей.

Таблица 1. Таксономический спектр, пропорции флоры и родовая насыщенность эпифитных водорослей р. Усолки

Отдел	Число						Пропорции флоры на участках реки			Родовая насыщенность таксонами	
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	1	2	3	видовыми	внутривидовыми
<i>Cyanophyta</i>	2	4	4	9	9	13	2,3	2,3	3,3	1	1,4
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
<i>Bacillariophyta</i>	2	3	11	27	81	94	2,5	7,4	8,6	3	3,5
<i>Xanthophyta</i>	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
<i>Chlorophyta</i>	2	4	7	7	11	11	1	1,6	1,6	1,6	1,6
Всего	8	14	25	47	105	122	1,9	4,2	4,9	2,2	2,6

Представители других отделов водорослей насчитывали всего по 2 вида. По разнообразию видов среди диатомовых водорослей преобладали роды *Navicula* Bory (22 вида, представленных 26 внутривидовыми таксонами), *Cymbella* Ag. (8 видов, представленных 10 внутривидовыми таксонами), *Nitzschia* Hass. (8 видов). В отделе *Cyanophyta* преобладали виды порядка *Oscillatoriales*, в нем наибольшим количеством видов представлены роды *Oscillatoria* Vauch. и *Phormidium* Kütz. – по 4 вида. Зеленые водоросли были представлены классами *Chlorophyceae* и *Conjugatophyceae*. Доминировали по количеству видов представители класса *Conjugatophyceae*. К желтозеленым водорослям относятся виды *Tribonema minus* Hazen. и *Ophiocytium capitatum* Wolle, а к эвгленовым – *Phacus caudatus* Hubner. и *Euglena acus* Ehr.

Большая часть видового состава эпифитных водорослей р. Усолки относится к космополитам (Cosm), затем идут бореальные виды (Bor), арктоальпийские виды (Aa) – единичны (рис. 1).

Среди индикаторов pH в эпифитоне преобладали алкалофилы (al) (27 %), индифференты (ind) составляли 12 %, ацидофилы (ac) 3 %. Из 122 видов только о 50 есть сведения по отношению к активной реакции среды (рис. 2).

Положение по шкале галобности известно для 66 видов водорослей, в основном для диатомовых. Ведущее место принадлежит индифферентам (ind), и именно их представители входили в доминирующую группу водорослей (32 %). Значительной была также доля мезогалобов (mg) и галофилов (gl) 9,8 % и 4,9 % соответственно (рис. 3). Значительную часть видового состава водорослей

р. Усолки составляли виды, встречающиеся в обрастаниях (26 видов), а также виды, которые могут занимать 2-3 экологические ниши – эвритопные.

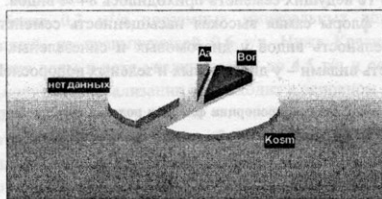


Рис. 1. Соотношение групп водорослей по распространению.

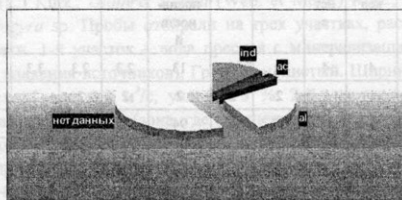


Рис. 2. Распределение водорослей по отношению к активной реакции среды.

По количеству видов и их обилию на всех участках реки доминировали водоросли отдела *Vacillariophyta*. Это закономерно, т.к. они составляют основу альгофлоры перифитона в пресных водах, это объясняется и температурным режимом данного водотока. Частота встречаемости представителей этого отдела 100 %, т.е. они присутствовали в каждой пробе. Максимальное количество видов диатомовых водорослей наблюдалось на втором участке, а минимальное – на третьем участке. На втором месте по количеству видов был отдел *Cyanophyta* (частота встречаемости 32 %), максимальное количество видов которого наблюдалось на втором участке. На третьем месте по количеству видов был отдел *Chlorophyta* с максимальным количеством видов на первом участке. Число представителей этого отдела снижается вниз по течению реки после впадения соленых источников. Частота встречаемости водорослей отдела *Chlorophyta* – 35 %, отдела *Euglenophyta* – 5 %, *Xanthophyta* – 7 %.

В целом количество видов вышеуказанных отделов на первом и втором участке сохраняется примерно на одном уровне, а на третьем участке незначительно снижается (табл. 2). Вычисление коэффициента Серенсена показало, что альгофлора второго и третьего участков более сходна (64 %), чем первого и третьего (49 %), первого и второго (51 %). Таким образом, после впадения минеральных источников альгофлора эпифитов претерпевает изменения

и на видовом уровне. Достоверных различий в численности и биомассе эпитифтных водорослей на разных участках реки в целом не обнаружено.

Таблица 2. Таксономическое разнообразие альгоэпитифтона на разных участках р. Усолки

Отдел	Участок					
	1		2		3	
	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%
<i>Cyanophyta</i>	5	8	9	12	7	12
<i>Euglenophyta</i>	0	0	0	0	2	3
<i>Bacillariophyta</i>	53	79	64	84	46	78
<i>Xanthophyta</i>	1	1	0	0	1	2
<i>Chlorophyta</i>	8	12	3	4	3	5
Всего	67	100	76	100	59	100

Наряду с индифферентами и галофилами значительно увеличивается количество мезогалобов – 11 видов, в основном представителей родов *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hass. (рис. 4). В их числе, например, *Navicula halophila* (Grun.) Cl., *N. salinarum* Grun., *N. digitoradiata* (Greg.) Ralfs, *Nitzschia apiculata* (Greg.) Grun., *Nitzschia punctata* var. *coarctata* Grun., *N. sigma* (Kütz.) W. Sm., *N. spectabilis* Ehr. (Ralf.) (рис. 3). Доля синезеленых водорослей увеличивается в основном за счет представителей видов рода *Oscillatoria* и *Nodularia spumigena* Mert.

Рис. 3. Положение на шкале глобности водорослей разных участков р. Усолки.

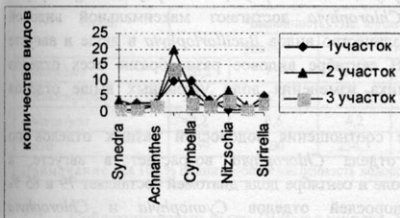
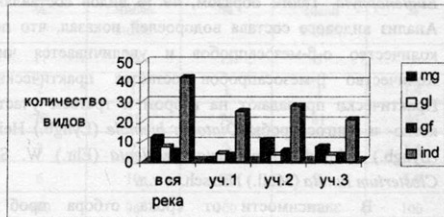


Рис. 4. Количество видов ведущих родов водорослей на разных участках р. Усолка.

Сквозными для всех участков были 27 видов: *Closterium jenneri* Ralfs, *Merismopedia punctata* Meyen, *Phormidium ambiguum* Gom., *Diatoma vulgare* Bory, *Fragilaria capucina* Desm., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Cocconeis pediculus* Ehr., *Cocconeis placentula* var. *intermedia* Herib. et Perag., *Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun., *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun., *Navicula viridula* Kütz., *N. menisculus* var. *menisculus* Shum., *N. mutica* Kütz., *N. radiosa* Kütz., *N. tuscula* (Ehr.) Grun., *N. falaisiensis* Grun., *N. lanceolata* (Ag.) Kütz., *Neidium iridis* (Ehr.) Cl. var. *iridis*, *N. iridis* var. *amphigomphus* (Ehr.) V.H., *Gyrosigma attenuatum* Kütz., *Cymbella aspera* (Ehr.) Cl., *C. cistula* var. *maculata* (Kütz.) V.H., *C. prostrata* (Berkeley) Cl., *Gomphonema acuminatum* Ehr., *Nitzschia acicularis* W. Sm., *Surirella capronii* var. *hankensis* Skv., *S. linearis* var. *constricta* Ehr. Представлены они преимущественно видами-космополитами. По отношению к концентрации солей есть сведения о 18 видах. Это виды-олигалобы, в основном, индифференты (14 видов), только 3 галофоба и 1 галофил.

Эпифитные водоросли, обрастающие макрофиты, являются важным показателем состояния водоёмов, загрязнение которых приводит к изменению биологических факторов среды, в том числе и альгоэпифитона. Оценка уровня органического загрязнения воды проведена на основании анализа 69 видов-индикаторов сапробности, из которых большая часть принадлежит отделу *Bacillariophyta* – 53 вида, представленных 56 внутривидовыми таксонами, 25 из них относятся к β -мезосапробной зоне. К ней же принадлежит и 6 из 7 представителей отдела *Cyanophyta*, 2 из 3 видов-индикаторов – *Chlorophyta*, 1 – *Euglenophyta*. Таким образом, 49 % видов составляют группу β -мезосапробов. Анализ видового состава водорослей показал, что по течению реки снижается количество α - β -мезосапробов и увеличивается число β - α , α -мезосапробов. Количество β -мезосапробов остается практически неизменным (рис. 5). Практически пропадают на втором и третьем участках из состава эпифитона ксено- и олигосапробы *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib., *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) Schmidt., *Pinnularia mesolepta* (Ehr.) W. Sm., *Ophiocytium capitatum*, *Closterium lunula* (Müll.) Nitzsch. и т.д.

В зависимости от срока отбора проб наблюдалось следующее распределение видов и разновидностей водорослей (табл. 3).

В июле, августе и сентябре были обнаружены водоросли эпифитона, относящиеся к отделам *Cyanophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Xanthophyta*. *Cyanophyta* и *Chlorophyta* достигают максимальной видовой представленности в августе. Количество видов *Bacillariophyta* в июле и августе держится на одном уровне. В сентябре видовое разнообразие всех отделов водорослей снижается. Динамика изменения доли указанных выше отделов приведена в табл. 3.

Выявляется изменение соотношения водорослей разных отделов по месяцам. Доля водорослей отдела *Chlorophyta* возрастает в августе, а *Bacillariophyta* – снижается. В июле и сентябре доля диатомей составляет 79 и 85 % соответственно, а доля водорослей отделов *Cyanophyta* и *Chlorophyta* незначительна.

Из табл. 3, 4 видно, что как по числу видов и разновидностей, так и по численности ведущее место занимают водоросли отдела *Bacillariophyta*. На втором месте представители отдела *Cyanophyta*, на третьем – *Chlorophyta*. В июле по численности преобладали виды: *Navicula cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.) Grun., *Navicula menisculus* Shum., *Navicula mutica*, *Neidium iridis*, *Entomoneis ornata* (Bail.) Reimer, *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabenh., *Surirella capronii* var. *hankensis*.

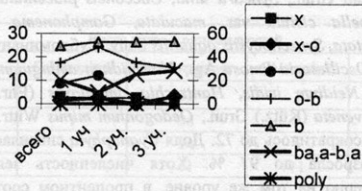


Рис. 5. Соотношение видов-индикаторов сапробиости на разных участках р. Усолки: x – ксеросапробы; x-o – ксероолигосапробы; o – олигосапробы; o-β – олиго-β-мезосапробы; β-мезосапробы; βα, α – мезосапробы; poly – полисапробы.

Таблица 3. Таксономическое разнообразие водорослей в июле, августе и сентябре 2002 г.

Отдел	Июль		Август		Сентябрь	
	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%
<i>Cyanophyta</i>	10	11	12	13	5	7
<i>Euglenophyta</i>	2	2	1	1	1	1,4
<i>Bacillariophyta</i>	72	79	71	74	61	85
<i>Xanthophyta</i>	2	2	2	2	1	1,4
<i>Chlorophyta</i>	5	6	10	10	4	5,6
Всего	91	100	96	100	72	100

Таблица 4. Численность водорослей основных отделов эпифитона в период исследования

Отдел	Численность, тыс. кл/см ² , %					
	Июль		Август		Сентябрь	
<i>Cyanophyta</i>	26,2	7,3	64,4	25,3	1,04	0,6
<i>Bacillariophyta</i>	330,6	92,1	185,7	73	166,14	97
<i>Chlorophyta</i>	2,2	0,6	4,2	1,7	4,8	2,8
Всего	359	100	254,3	100	171,98	100

Примечание. За 100 % принята общая численность водорослей основных отделов.

Субдоминантами были *Diatoma vulgare*, *Synedra ulna*, *Cocconeis pediculus*, *Cocconeis placentula* Ehr., *Rhoicosphenia curvata*, *Navicula tuscula*. Среди

водорослей отдела *Cyanophyta* (7,3 %) доминировали *Phormidium ambiguum*, *Rhabdoderma lineare* Schmid. et Laut. emend. Hollerb., *Merismopedia punctata*. В августе число видовых таксонов водорослей увеличилось с 91 до 96 (в августе наблюдали наибольшее число разновидностей водорослей – 14, тогда как в июле – 10), возросла доля представителей отделов *Cyanophyta* (13 %) и *Chlorophyta* (10 %). Доля *Bacillariophyta* снизилась до 74 %. По численности преобладали виды: *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib., *Diatoma vulgare*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria intermedia* Grun., *Synedra ulna*, *Cocconeis placentula*, *Navicula radiosa*, *N. tuscula*, *Cymbella cistula* var. *maculata*, *Gomphonema angustatum* Kütz., *Merismopedia punctata*, *Synechocystis aquatilis* Sanv. Субдоминантами были *Lyngbya limnetica* Lemm., *Oscillatoria limosa* Ag., *Phormidium ambiguum*, *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom., *Neidium iridis*, *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun., *Navicula cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.) Grun., *Oedogonium minus* Wittr. В сентябре число видов водорослей сократилось до 72. Доля *Cyanophyta* снизилась до 0,6 %, а доля *Bacillariophyta* возросла до 97 %. Хотя численность зеленых водорослей сохранилась примерно на том же уровне, в процентном соотношении их доля увеличилась до 2,8 %. В сентябре преобладали виды: *Cocconeis placentula*, *Synedra ulna*, *Navicula radiosa*, *Cymbella cistula* var. *maculata*. Субдоминантами были: *Phormidium ambiguum*, *Diatoma vulgare*, *Navicula tuscula*, *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun., *Oedogonium minus* Wittr.

В зависимости от периода отбора проб наблюдалось следующее изменение биомассы эпифитов (табл. 5).

Таблица 5. Биомасса водорослей-эпифитов в период исследования (2002 г.)

Отдел	Биомасса, мг/см ² (%)		
	Июль	Август	Сентябрь
<i>Cyanophyta</i>	0,0018(0,23 %)	0,0046(0,69 %)	0,00023(0,04 %)
<i>Bacillariophyta</i>	0,7465(94,99 %)	0,5823(87,16 %)	0,4721(84,78 %)
<i>Chlorophyta</i>	0,0376 (4,78 %)	0,0812(12,15 %)	0,0845(15,18 %)
Всего	0,7859(100 %)	0,6681(100 %)	0,5568(100 %)
Примечание. За 100 % принята общая биомасса водорослей основных отделов.			

Лидирующее место по биомассе, как и по численности, заняли представители *Bacillariophyta*, что объясняется их превалированием в составе эпифитных группировок. Биомасса синезеленых водорослей снижалась в период с августа по сентябрь, а зеленых водорослей на протяжении периода исследования медленно увеличивалась, очевидно, с развитием в доминирующем комплексе видов крупноклеточных форм. Несмотря на то, что численность *Cyanophyta* составляла максимально 25,3 % (общей численности), доля представителей этого отдела в общей биомассе в этот же период составляла менее 1 %, что обусловлено морфометрическими данными клеток этого отдела водорослей.

В литературе есть данные о том, что видовой состав эпифитных группировок водорослей, развивающихся как на одном виде высшего водного растения, так и на разных видах, характеризуются значительным сходством. Коэффициенты флористической общности составляют, как правило, 50 %, а в

отдельных случаях – 80-90 % (Кузько, 1989; Копырина, 2001). Значение коэффициента Серенсена показывает, что наиболее сходны эпититные группировки *Ceratophyllum demersum* и *Phragmites australis*. Наиболее богатым в таксономическом отношении оказался состав эпититов на *C. demersum* – 76 таксонов, относящихся к пяти отделам: *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Xanthophyta* (табл. 6).

Таблица 6. Сезонная динамика эпититов на *Ceratophyllum demersum* L. (2002 г.)

Месяц	Число видов и разновидностей					Всего
	<i>Cyanophyta</i>	<i>Euglenophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Xanthophyta</i>	
Июль	4	2	31	2	2	41
Август	7	1	36	9	1	54
Сентябрь	3	1	24	4	1	33
Итого	10	2	51	11	2	76

Ведущее место по численности занимал отдел *Bacillariophyta*. Численность водорослей всех отделов была максимальной уже в июле, а затем снижалась.

Доминировали следующие виды водорослей: *Oscillatoria limosa* Ag., *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom., *Synechocystis aquatilis* Sanv., *Rhabdoderma lineare*, *Diatoma vulgare*, *Cocconeis placentula*, *Synedra ulna*, *Fragilaria intermedia*, *Navicula menisculus*, *Navicula radiosa*.

Богатый в таксономическом отношении состав эпититона был отмечен на *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. (табл. 7).

Таблица 7. Сезонная динамика эпититов на *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. (2002 г.)

Месяц	Число видов и разновидностей			Всего
	<i>Cyanophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>	
Июль	0	27	1	28
Август	0	31	2	33
Сентябрь	1	30	1	32
Итого	1	54	2	57

Всего на *C. glomerata* было обнаружено 50 видов и 7 разновидностей водорослей. Разнообразие эпититного сообщества складывалось в основном за счет представителей отдела *Bacillariophyta*. Эпититные водоросли наибольшей численности достигли в сентябре (126 тыс. кл/см²), поскольку, очевидно, доминировали в обрастании преимущественно диатомовые водоросли. Доминировали *Phormidium ambiguum*, *Diatoma vulgare*, *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib., *Cocconeis placentula*, *Synedra ulna*, *Achnanthes lanceolata*, *Navicula radiosa*, *Navicula menisculus* Shum., *Cymbella cistula* var. *maculata*, *Cymbella prostrata*. Субдоминантами были: *Rhoicosphenia curvata*, *Neidium iridis*.

На *Phragmites australis* было обнаружено 54 вида и 49 разновидностей водорослей (табл. 8). Разнообразие эпититного сообщества складывалось в

основном за счет *Bacillariophyta* (71 %). Доля *Cyanophyta* составляла 13%, *Chlorophyta* – 13 %, *Xanthophyta* – 3 %. Численность определялась диатомовыми и синезелеными водорослями. Максимального значения количество клеток водорослей достигло в августе (81,8 тыс. кл/см²). Доминировали *Oscillatoria limosa* Ag., *Lyngbya limnetica* Lemm., *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib., *Fragilaria capucina*. Субдоминантами были *Navicula cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.) Grun., *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun.

Таблица 8. Сезонная динамика эпифитов на *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (2002 г.)

Месяц	Число видов и разновидностей				Всего
	<i>Cyanophyta</i>	<i>Xanthophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>	
Июль	8	1	23	4	36
Август	8	2	34	4	48
Сентябрь	2	1	22	7	32
Итого	8	2	45	8	63

На других фитофорах было обнаружено значительно меньшее количество видов и разновидностей водорослей (табл. 9). Получены данные и по видовому составу эпифитов для водорослей-макрофитов. Но эти виды водорослей нельзя считать строго эпифитами, поскольку, вероятно, многие из них развиваются среди нитей фикофоров.

Таблица 9. Таксономическое разнообразие альгоэпифитов на фитофорах

Фитофоры	Число видов и разновидностей			
	<i>Cyanophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>	Всего
<i>Ulothrix zonata</i> *	2	34	1	37
<i>Spirogyra</i> sp.*	1	18	0	19
<i>Plectonema boryanum</i>	0	6	0	6
<i>Lemna minor</i> *	1	5	0	6
<i>Carex</i> sp.	0	18	1	19

* – Встречены не на всех участках отбора проб.

Некоторые виды водорослей были встречены только на каком-либо одном фитофоре. Так, только на *Ceratophyllum demersum* были обнаружены: *Diploneis ovalis* (Hilse) Cl., *Eunotia arcus* Ehr., *Closterium lunula*, только на *Cladophora glomerata* были отмечены: *Navicula gracilis* Ehr., *Bacillaria paradoxa* Gmelin, *Nitzschia punctata* var. *coarcta* Grun., *Nitzschia tryblionella* var. *victoriae* Grun., *Cymatopleura brunii* Petit, *Surirella angustata* Kütz. Только на *Phragmites australis* – *Eucocconeis onegensis* Wisl. et Kol., *Navicula mutica* var. *nivalis* (Ehr.) Hust., *Cymbella aequalis* W. Sm. Однако это не является свидетельством приуроченности данных видов к определенному субстрату, т. к. многие из них встречались единично и не являлись обростателями.

Таким образом, видовой состав, таксономическая структура альгоценозов эпитона р. Усолки претерпевают значительные изменения после впадения в нее минеральных источников. Наиболее разнообразными на втором и третьем участках реки являются два рода – *Nitzschia* и *Navicula*, формирующие основную часть видового состава, что было отмечено и для других рек при поступлении высокоминерализованных стоков (Стенина, 1997; Комулайнен, 1999). Эти особенности таксономической структуры определяются устойчивостью и высокой приспособляемостью многих представителей данных родов.

Экологический анализ состава диатомовых водорослей показал, что именно в этих двух ведущих семействах и родах сосредоточена большая часть видов, предпочитающих слабощелочную, щелочную реакцию среды и повышенную минерализацию воды. В то же время доминирование в составе видов-индифферентов по отношению к содержанию солей свидетельствует о значительной устойчивости диатомовых водорослей к высокому содержанию ионов и нестабильному солево-режиму. Анализируя состав синезеленых водорослей в соленых водоемах на территории бывшего СССР, А.А. Еленкин в классической работе «Синезеленые водоросли» (1936) отмечал, что «почти во всех списках представители порядка *Oscillatoriales* по числу форм более или менее значительно преобладают над *Chroococcales* и *Nostocales*, причем *Chamaesiphonales* здесь совершенно отсутствуют». В пробах, отобранных нами на 2-м и 3-м участках р. Усолки после впадения минерализованных источников, встречается 7, а выше только 1 представитель семейства *Oscillatoriaceae*. Однако, как писал А.А. Еленкин, значительная часть обитающих здесь синезеленых водорослей принадлежит к типичным представителям пресных вод, без сколько-нибудь заметного изменения их облика. Это справедливо не только для синезеленых, но и для других отделов водорослей солоноватоводных и соленых водоемов континента (Уланова, 2003). К условиям колебания солёности в процессе эволюции по-настоящему сумели приспособиться широко эврибионтные виды водорослей континентального происхождения.

Так, для сообществ водорослей маршевого луга А.А. Улановой (2003) были отмечены такие характерные роды, как *Ophiocytium* Näg., *Phacus* Dji., *Euglena* Ehr., *Oocystis* A. Br., которые были встречены и в наших пробах. А такие виды, как *Melosira varians* Ag., *Cocconeis placentula*, *Navicula digitoradiata*, *Navicula viridula*, *Rhoicosphenia curvata*, *Nodularia spumigena*, выявленные и в пробах р. Усолки, отнесены ею к группе холозвригалинных видов (от 3 до 110% и выше). После впадения минеральных источников в р. Усолку виды-галофилы и мезогалофы составляют большинство по сравнению с группой единичных видов-галофобов. Изменения в структуре фитозепитона проявляются в увеличении индексов сапробности, в уменьшении обилия или вытеснения из сообщества видов родов *Achnanthes* Vory, *Eunotia* Ehr., *Eiscocconeis* Cl., *Pinnularia* Ehr., которые предпочитают условия низкой минерализации воды.

Заключение

В результате исследований альгоэпитона реки Усолки выявлено 105 видов, водорослей, представленных 122 внутривидовыми таксонами, включая те, которые содержат номенклатурный тип вида, относящихся к 5 отделам. Основу

флоры составляют диатомовые (77 %), синезеленые (11 %) и зеленые (9 %) водоросли-космополиты. В пропорциях флоры самая высокая насыщенность семейств родами, а также самая высокая вариабельность видов – у диатомовых и синезеленых водорослей. А родовая насыщенность видами – у диатомовых и зеленых водорослей. Роль эвгленовых и желтозеленых водорослей незначительна. Значительным видовым разнообразием эпифитов отличались обрастания *Phragmites australis* (гелофит) и *Ceratophyllum demersum* (гидатофит). Из водорослей-макрофитов самая богатая альгофлора была выявлена на *Cladophora glomerata*. Максимальная численность эпифитов на этих фитофорах колебалась от 2,21 до 168 тыс. кл/см². Самые высокие значения численности водорослей-эпифитов были отмечены на *C. demersum*, и на этом же фитофоре самый ранний пик численности – в июле, хотя видовое разнообразие самое высокое в августе. Эпифиты *Cladophora glomerata* на втором месте по численности, а *Phragmites australis* – на третьем. Пики численности приходятся у них, соответственно, на сентябрь и август. Эти различия обусловлены гетерогенностью биотопов и морфологическими особенностями самих фитофоров, что приводит к неоднородности в таксономическом составе водорослей-обрастателей и времени колонизации субстрата. Изменение минерализации в результате выпадения соленых источников приводит к значительному изменению таксономического состава эпифитона и соотношения экологических групп водорослей ($P \leq 0,05$). Видовой состав водорослей в местах выхода минеральных источников разного химического состава также значительно различался. Закономерно было лишь увеличение доли мезогалобов и галофилов с повышением степени минерализации источника. Достоверных различий в численности и биомассе эпифитных водорослей после выпадения минеральных источников не обнаружено. При этом число видов основных отделов водорослей на первом и втором участках сохраняется примерно на одном уровне, а на третьем участке незначительно снижается. Наряду с индифферентами и галофилами значительно увеличивается количество мезогалобов – 11 видов, в основном представителей родов *Navicula* Bory., *Nitzschia* Hass., и доля синезеленых водорослей – за счет представителей видов рода *Oscillatoria* Vauch. Таким образом, адаптации эпифитных водорослей к повышенной минерализации проявляются в качественном изменении структуры сообщества.

M. Yu. Sharipova

Department of Botany, Bashkiriya State University,
32, Frunze St., 450074 Ufa, Bashkortostan, Russia

CHANGES IN EPIPHYTON OF THE USOLKA RIVER (BASHKORTOSTAN, RUSSIA) ALONG A GRADIENT OF SALINITY

The species composition of epiphytic algae, quantitative indices of their development, and regularities of their distribution in the Usolka River along a gradient of salinity were investigated. A total of 105 species of algae of 5 divisions was found in epiphyton in the river. Their ecological and geographic characteristics, as well as seasonal succession of their species composition were investigated. The structure of algae communities was studied in the sections of the river differing in the degree of their salinity.

Keywords: epiphytic algae, salinity gradient, ecological and geographic analysis.

- Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta, Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). – СПб: Наука, 1998. – 351 с.
- Васильева-Кралина И.И. Альгология. 1. – Якутск: Изд-во Якут. ун-та, 1999. – 101 с.
- Вахрушев Г.В. Минеральные воды и грязи Башкирии. – Уфа, 1961. – 156 с.
- Водоросли. Справочник / Под ред. С.П. Вассера и др. – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.
- Галлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Синезеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Сов. наука, 1953. – Вып. 2. – 652 с.
- Дедушенко-Щеголева Н.Т., Галлербах М.М. Желтозеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. – Вып. 5. – 652 с.
- Дедушенко-Щеголева Н.Т., Матиенко А.М., Шкорбатов Л.А. Зеленые водоросли. Класс вольвоксовые // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – Вып. 8. – 230 с.
- Еленкин А.А. Синезеленые водоросли СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936-1938-1949. – Вып. 1-2.
- Залетаев В.С. Мировая сеть экотон, ее функции в биосфере и роль в глобальных изменениях // Экотоны в биосфере. – М., 1997. – 329 с.
- Комуляйнен С.Ф. Формирование и функционирование фитоперифитона в реках. – Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 1999. – 50 с.
- Копырина Л.И. Эпифитные водоросли старичных озер средней Лены: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2001. – 23 с.
- Коршиков О.А. Підклас протококкові (*Protococcineae*). Вакуольні (*Vacuolales*) та Протококві (*Protococcales*). – К.: Вид-во АН УРСР, 1953. – 440 с. – (Визначник прісноводних водоростей УРСР; Вип. 5.)
- Кузько О.А. Флористический состав эпифитных группировок водорослей в необлицованных каналах юга Украины // 8 конф. по спорным растениям Средней Азии и Казахстана. – Ташкент, 1989. – С. 57.
- Матиенко А.М., Догадіна Т.В. Жовтозелені водорості – *Xanthophyta* // Визначник прісноводних водоростей УРСР. – К.: Наук. думка, 1978. – Т. 10. – 512 с.
- Мошкова Н.А., Галлербах М.М. Зеленые водоросли. Класс улотрикссовые. 1. Порядок Улотрикссовые // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Л.: Наука, 1986. – Вып. 10. – 366 с.
- Никулина В.Н. Опыт использования различных методов оценки степени загрязнения вод по альгофлоре // Методы биологического анализа пресных вод. – Л., 1976. – С. 38-58.
- Папаян-Мордвинцева Г.М. Зеленые водоросли. Конъюгаты. 2. – Л.: Наука, 1982. – 483 с. – (Определитель пресноводных водорослей СССР; Вып. 11.)
- Протасов А.А. Перифитон: терминология и основные определения // Гидробиол. журн. – 1982. – 18, № 1. – С. 9-13.
- Стенина А.С. Диатомовые водоросли в водных экосистемах бассейна р. Мезень как показатели эвтрофных условий среды // Трансформация экосистем Севера в зоне интенсивной заготовки древесины. – Сыктывкар, 1997. – С. 118-125.
- Уланова А.А. Водоросли водоемов с нестабильной соленостью побережий Белого и Баренцева морей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб, 2003. – 19 с.
- Файзуллин З.З. Курорт Красноусольск. – Уфа: Башкир. книж. изд-во, 1989. – 95 с.
- Cataneo A., Methot G., Pinel-Alloul B., Niyonsenga T., Lapierre L. Epiphyte size and taxonomy as biological indicators of ecological and toxicological factors in Lake St-Francois (Quebec) // Environ. Pollut. – 1995. – 87. – С. 357-372.

Получена 17.05.04

Подписал в печать П.М. Царенко