

## Альгоценозы водно-наземных экотонов и их экологическая характеристика

© 2007. М.Ю.Шарипова

Башкирский государственный университет

Рассмотрены экологические особенности альгоценозов водно-наземных экотонов рек и озер Южно-Уральского региона. Локальные экотоны – бенталь, урез воды и пойма характеризовались различной таксономической структурой и экологическими спектрами водорослей. Отличия выявлены и в структуре альгоценозов рек по сравнению с озёрами.

There were studied ecological characteristics of water-terrestrial river's and lake's ecotones of the South Ural region. Local ecotones – benthic, water bound and river valley were differed by taxonomical structure and ecological specters of algae. Differences were revealed also in the structure of river's and lake's algalocenoses.

Экотоны характеризуются интенсивным протеканием внутриводённых процессов, следствием которых является повышенная самоочистительная способность. Эти переходные пространства служат местом формирования и сохранения видового и биологического разнообразия. На экотонных территориях образуются экотонные биотические сообщества и экотонные системы. Неустойчивость факторов среды представляет одну из главных особенностей экотонных территорий, что определяет специфические для них структуру, режим функционирования, механизмы устойчивости и условия развития. Экотоны определяют возможность континуальности биогеоценотического покрова, осуществляя функцию соединения (собственно, они играют роль «швов») различных природных или природных и агротехноприродных систем и одновременно исполняют роль природных мембран и буферную функцию, а также функцию рефугиумов для ряда видов организмов [1].

Основные свойства водно-наземных экотонов связаны с проблемами, которые на современном этапе со всей остротой встали перед человечеством. Сюда следует отнести охрану окружающей среды и утилизацию загрязнённых стоков [2]. Многие водно-наземные экотоны характеризуются неустойчивостью параметров среды, большим таксономическим разнообразием организмов, смешением и сосуществованием представителей водных и наземных фаун и флор, высокой численностью и биомассой, хорошо выраженным «краевым эффектом», сильной подверженностью внешним воздействиям, в том числе со стороны человека.

По реакции альгоценозов экотонов оценивают характер и степень антропогенного воздействия. О степени нарушения судят по характеру изменения альгогруппировок на участке, подвергшемся антропогенному воздействию, и контрольном, т. е. перестройке структуры сообществ. Кроме того, выявляют индикаторные виды водорослей, поскольку водоросли благодаря стенобиотности многих видов способны расти и развиваться только в определённых условиях существования. Наряду с численностью, биомассой, обилием видов, индексом видового разнообразия в качестве показателя загрязнения используются также изменения экологического спектра водорослей.

Исследования водно-наземных экотонов были проведены нами на территории Южно-Уральского региона. Альгоценозы экотонов вода-суша изучали в долинах рек Белая, Ай, Ик, Усолка, Шульган, Басу и озёрных котловинах карстовых (Аслы-куль, Елки-Сыккан, Игышма, Волчок) и пойменных озёр (Архимандритское, Ивакуль, Долгое). В долинах рек трансекты закладывали от рипали через пойму, в озёрных котловинах – через береговую область озёрной котловины, которая включала литораль и береговой склон. В экотонах вода-суша экологический анализ был сделан отдельно по водным и вневодным местообитаниям. Мы выделяли бентос литоральной зоны водоёмов и водотоков, зону уреза воды и почвенные водоросли пойм рек и склонов озёрных котловин. В пойме рек пробы отбирали в следующих зонах: прирусловой, центральной и притеррасной.

Донные водоросли литоральной зоны озёр и рипали рек были представлены в ос-

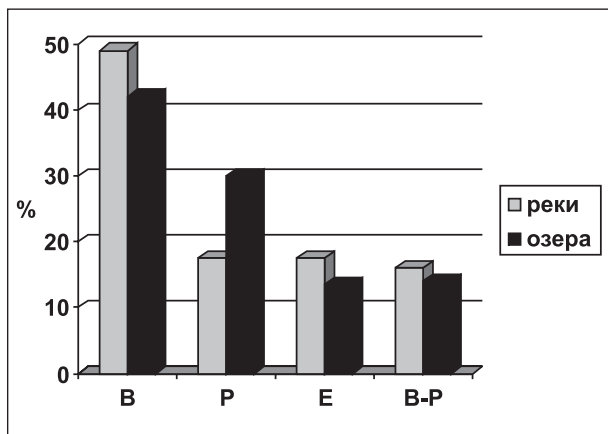


Рис. 1. Соотношение водорослей бентали по местообитанию (В – бентосные, Р– планктонные, Е – эпифиты, В-Р – планктонно-бентосные)

новном бентосными формами. Всего из 391 выявленного вида есть данные о местообитании 222 таксонов: 154 – для рек и 148 – для озёр. Из них 75 видов в реках и 62 в озёрах приурочены к бентосу. Распределение водорослей по местообитанию отражено на гистограмме (рис. 1). И в речных, и в озёрных экотонах распределение в целом сходно. Но в экотонах озёр в составе донных водорослей литорали больше планктонных организмов, обрастатели и планктонно-бентосные формы одинаково представлены среди донных водорослей. Обращает на себя внимание значительная доля видов, для которых характерно обитание и в планктоне, и в бентосе (рис. 1).

Сведения о географическом распространении водорослей известны для 214 видов, что составляет 67%. Флора представлена на 65-72% видами-космополитами (рис. 2).

В составе бентосных сообществ обследованных водных экосистем по галобности преобладают индифференты, по отношению к рН в озёрах – индифференты, а в реках –

алкалифилы (табл. 1). Мезогалобов и галофилов в составе бентоса речных экосистем больше, чем в озёрных. Единично они встречаются во всех реках, но часто – только в реках с повышенной минерализацией: Усолке и Ике. Это такие виды, как *Nitzschia hungarica*, *Amphora coffeaeformis* var. *perpusilla* (в Усолке), *Nitzschia obtusa* var. *nana*, *N. sigma* var. *curvula* (в реке Ик). Распределение видового состава водорослей по отношению к загрязнению органическими веществами свидетельствует о преобладании в водоёмах и водотоках мезосапробных условий.

В зоне уреза воды идентифицировано 232 таксона водорослей рангом ниже рода. Из них типично водных (гидрических) 117 видов и разновидностей, из остальных 115, обитающих и в воде, и в почве, часто в почвах встречаются 76 видов и разновидностей. Они выделены нами в группу эдафотфильных форм. Таким образом, на экотоне между водной и наземной средами обитания 50% видового состава водорослей являются типичными обитателями водных экосистем и только 33% – эдафотфильными видами (табл. 2).

Очевидно, что среди гидрических и амфибиальных форм преобладают диатомовые, а эдафотфильных – синезелёные водоросли (цианобактерии). Интересно, что в экотонах вода-суша озёр на урезе количество гидрических форм значительно меньше, чем в речных экотонах. Соответственно меньше и доля диатомей, которой представлена эта экологическая группа, а количество зелёных и синезелёных водорослей примерно одинаково. В экотонах озёр на урезе гидрических и эдафотфильных форм водорослей поровну, на урезе в речных экотонах гидрические формы преобладают (рис. 3, 4, 5).

Собственно почвенные водоросли речных пойм и склонов озёрных котловин имели широкий экологический спектр. Экологический

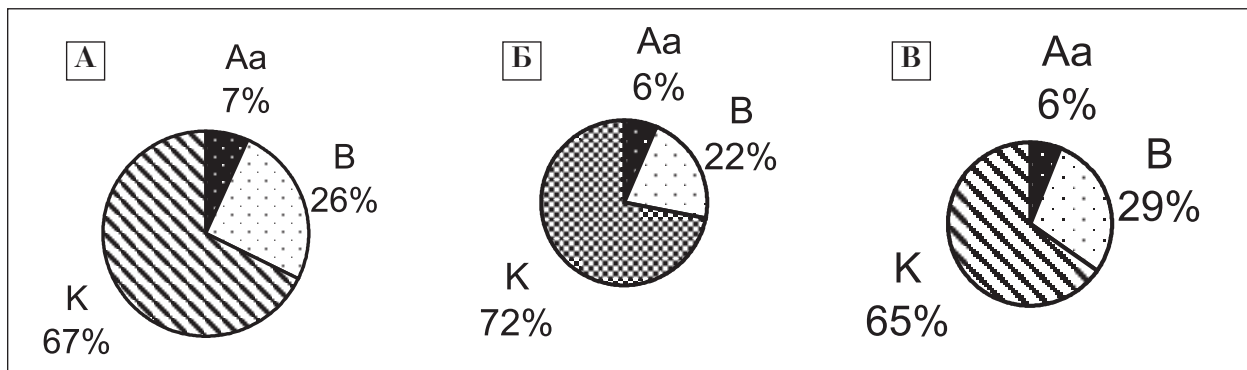


Рис. 2. Экологический спектр водорослей по распространению (А – в целом, Б – реки, В – озёра). Виды: Аа – аркто-альпийские, В – бореальные, К – космополиты

Таблица 1

Экологический спектр бентосной альгофлоры  
(количество таксонов (N) и % числа таксонов рангом ниже рода)\*

Показатели	Реки		Озера		Флора в целом	
	N	%	N	%	N	%
Местообитание						
Бентосные	75	31	62	24	103	26
Планктонные	27	11	45	17	55	14
Обрастатели	27	11	20	8	33	8
Планктонно-бентосные	25	10	21	8	31	8
Всего:	154	63	148	57	222	57
Галобность						
Мезогалобы	7	3	2	0.7	8	2
Индифференты	111	46	112	43	162	41
Галофилы	25	10	23	9	32	8
Галофобы	5	2	12	5	14	4
Всего:	148	61	149	57.7	216	55
Отношение к активной реакции среды						
Ацидофилы	8	3	9	4	15	4
Алкалифилы	59	24	47	18	70	18
Алкалибионты	5	2	3	1	6	2
Индифференты	46	19	52	20	76	19
Всего:	118	48	111	43	167	43
Сапробность						
Ксеносапробы	9	4	7	3	12	3
Олигосапробы	24	10	29	11	40	10
о-β-мезосапробы	10	4	11	4	15	4
В-мезосапробы	55	23	40	15	64	16
В-α, α-β-мезосапробы	20	8	19	7	26	7
Полисапробы	3	1	2	0.7	4	1
Всего:	121	50	108	40.7	161	41

Примечание: \* процент от общего количества таксонов в альгоценозах (в реках – 244, озерах – 259, всего – 391)

анализ показал существенную роль в формировании сообществ почвенных водорослей гидрофильных и эдафотрофных видов, относящихся к P-, Ch-, CF-, C- и В-жизненным формам [3]. Резкие колебания влажности воздуха и почвы, а также дефицит питательных элементов – эти факторы являются определяющими в прирусловой части поймы, где не сформирован почвенный покров, и на первой ступени центральной поймы с характерными для нее зернистыми почвами неразвитого почвенного профиля. Влажность же определяется в основном павод-

ковым режимом. С другой стороны, повышенный режим увлажнения в отдельные периоды вызывает развитие видов жизненной формы гидроморфной природы, таких как *Oscillatoria agardhii*, *Nitzschia palea*, *Navicula cryptocephala var. intermedia*, *Diatoma vulgare*, *Achnanthes lanceolata*, *Palmellopsis gelatinosa*, *Scenedesmus quadricauda*.

Спектр жизненных форм водорослей пойм рек можно представить в следующем виде: P<sub>32</sub>hydr<sub>.31</sub>Ch<sub>26</sub>CF<sub>24</sub>B<sub>20</sub>C<sub>15</sub>X<sub>15</sub>M<sub>10</sub>amph<sub>.8</sub>PF<sub>7</sub>NF<sub>2</sub>. Спектр жизненных форм склонов озёрных

Таблица 2

Соотношение экологических групп водорослей на урезе воды

Отдел	Гидрические		Амфибиальные		Эдафотрофные		Всего	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Cyanophyta</i>	10	8,6	8	20,5	34	<b>44,7</b>	52	22,4
<i>Dinophyta</i>	1	0,8	0	0	0	0	1	0,4
<i>Cryptophyta</i>	1	0,8	0	0	0	0	1	0,4
<i>Euglenophyta</i>	2	1,7	0	0	0	0	2	0,9
<i>Bacillariophyta</i>	87	<b>74,4</b>	29	<b>74,4</b>	12	15,8	128	55,2
<i>Xanthophyta</i>	1	0,9	0	0	6	7,9	7	3
<i>Chlorophyta</i>	15	12,8	2	5,1	24	31,6	41	17,7
Итого	117	100	39	100	76	100	232	100

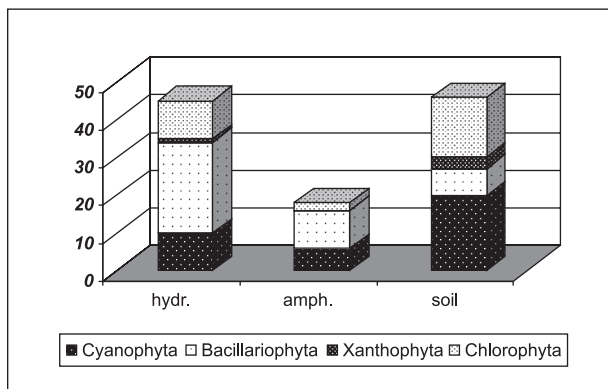


Рис. 3. Соотношение водорослей основных отделов в 3-х экологических группах экотонів вода-суша озёр. По оси ординат – количество видов (hydr. – гидрические, amph. – амфибиальные, soil – эдафотильные)

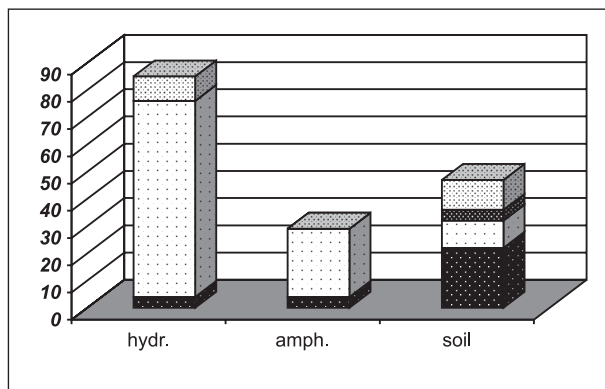


Рис. 4. Соотношение водорослей основных отделов в 3-х экологических группах экотонів вода-суша рек. По оси ординат – количество видов

котловин:  $Ch_{21}P_{18}hydr_{18}C_{15}CF_{15}B_{14}X_7H_4M_4$   
 $amph_{3}PF_2NF_1$ . Несмотря на сходство состава ведущих жизненных форм в экотонах озёр, на первом месте находится Ch-форма, которая представлена одноклеточными (представители родов *Chlorella*, *Chlorococum*, *Bracteacoccus* и др.), колониальными (виды родов *Chlorosarcinopsis*, *Borodinella*) и частично жёлтозелёными водорослями-убиквистами (*Botrydiopsis arhiza*, *B. eriensis*), а в поймах рек – P-форма: типичные ксерофиты, обитающие в аридных почвах, которые тяготеют к голым участкам минеральной почвы. Это нитчатые синезелёные водоросли родов *Plectonema*, *Phormidium*, которые не образуют значительной слизи, а устойчивость к засухе объясняется свойствами их протопласта [4]. Азотфиксирующие роды этой экологической формы (PF) также доминируют в поймах рек. Они представлены видами *Tolypothrix tenuis*, *T. distorta*, *Microchaete tenera*, *Scytonema ocellatum*, *S. drilosiphon*.

Таким образом, в экотонах вода-суша донные водоросли литоральной зоны озёр и рипали рек представлены в основном бентосными формами. В экотонах озёр в составе бентоса литорали больше планктонных форм, в отличие от рек, где планктонные организмы, обрастатели и планктонно-бентосные формы представлены одинаково. Флора на 65-72% состоит из видов-космополитов. По галобности преобладают индифференты, по отношению к pH: в озёрах – индифференты, а в реках – алкалофилы. В локальном экотоне на разделе водной и наземной сред обитания (на урезе воды) 50% видового состава водорослей являются типичными обитателями водных экосистем и 33% эдафотильными видами. Среди гидрических и амфибиальных форм преобладают диатомовые, а эдафотильных – синезелёные водоросли. В экотонах вода-суша озёр на урезе количество гидрических форм значительно меньше, чем в речных экотонах. Собственно почвенные водоросли речных пойм и склонов озёрных котловин – это виды, способные переносить резкие колебания влажности воздуха и почвы, а также дефицит питательных элементов.

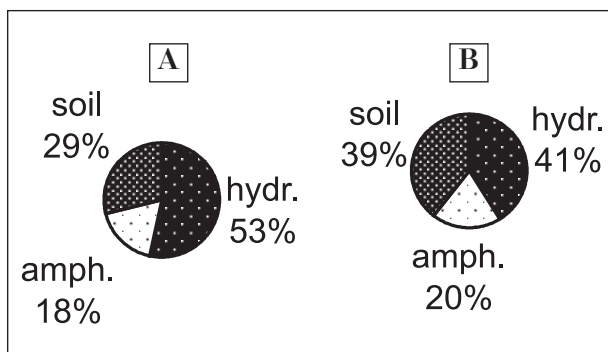


Рис. 5. Соотношение водорослей разных экологических групп на урезе рек (А) и озёр (В). soil – эдафотильные, amph. – амфибиальные, hydr. – гидрические

### Литература

1. Залетаев В.С. Мировая сеть водно-наземных экотонів, её функции в биосфере и роль в глобальных изменениях. //Экотонів в биосфере. М.: Изд. РАСХН., 1997. С.77-90.
2. Харченко Т.А. Концепция экотонів в гидробиологии. Гидробиол. журн. 1991. Т. 27 № 4. С.3-9.
3. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 43 с.
4. Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 148 с.