

ВОДОРОСЛИ И ЦИАНОБАКТЕРИИ В РИЗОСФЕРЕ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПОЙМЫ РЕКИ ИНЗЕР (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© 2012 М.Ю. Шарипова

Башкирский государственный университет

Поступила 15.03.2012

В данной статье рассмотрены почвенные альгоценозы, формирующиеся в ризосфере травянистых растений различных сообществ в пойме горной реки. Обнаружено, что в ризосфере таксономический состав и спектр экобиоморф водорослей были разнообразнее на всех участках. Виды водорослей и цианобактерий специфичны для ризосферы каждого изученного растения. Они различались таксономической принадлежностью и жизненными формами.

Ключевые слова: водоросли, цианобактерии, ризосфера, пойма

Группировки почвенных водорослей, входя в состав соответствующих фитоценозов, формируются под влиянием наземной растительности и почвенных условий. Общеизвестна взаимозависимость растительного покрова, почвы и ее микробиологического населения. В корнеобитаемом слое почвы возникают взаимодействия между почвенными водорослями и корнями растений. В этом отношении водоросли сходны с другими почвенными микроорганизмами. Накопление водорослей в ризосфере древесных и травянистых растений и своеобразии ризосферной альгофлоры у разных растений позволяют предположить определенное влияние различных видов водорослей на высшее растение [1]. В ходе эволюции между растениями и почвенными микроорганизмами, обитающими в прикорневой зоне растений, формируются взаимоотношения, взаимовыгодные как для растений, так и для микроорганизмов, обеспечивающие устойчивое существование экосистемы. Микробиота ризосферы оказывает большое влияние на рост и развитие растений продуктами своего метаболизма, в то же время и растения могут изменять микрофлору почвы [5, 6].

Изучение микробиоты ризосферы в основном касается выявления ее видового состава у определенных видов растений и изучению их взаимодействия [4, 7, 8]. В настоящем исследовании предпринята попытка охарактеризовать состав водорослей ризосферы растений различных растительных сообществ в зоне экотона, которой является речная пойма.

Изучение ризосферной альгофлоры проводилось по стандартной методике [1]. В ходе исследований в августе 2010 г. в Архангельском районе Башкортостана собраны пробы ризосферы анализируемых видов растений, а также образцы контроля. Пробы ризосферы были отобраны у следующих травянистых растений: чертополох курчавый - *Carduus crispus*, хвощ полевой - *Equisetum arvense*, полынь горькая - *Artemisia absinthium*, тысячелистник обыкновенный - *Achillea millefolium*, земляника зеленая - *Fragaria viridis* конский щавель - *Rumex confertus*.

Параллельно делали геоботанические описания исследуемых площадок. Исследованные участки были объединены по характеру высшей растительности: 1. Участки с луговой растительностью класса *MOLINIO-ARRHENATHERETEA* R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970; 2. Участки с рудеральной растительностью класса *ARTEMISIETEA VULGARIS* Lohmeyer et al. in R. Tx. 1950; 3. Участки с синантропной растительностью класса *PLANTAGINETEA MAJORIS* R. Tx. et Prsg. in R. Tx. 1950. Сбор и обработка альгологического материала проводилась по общепринятым в альгологии методам исследований [2]. Общее (суммарное) обилие водорослей определялось как сумма обилия баллов отдельных видов и разновидностей. Также проведен анализ почвенной альгофлоры по спектру экобиоморф [9]. Идентификацию водорослей проводили с использованием отечественных и зарубежных определителей. Статистический анализ проводился с использованием пакетов программы Statistica.

Исследования почвенной цианобактериально-водорослевой флоры участков с луговой растительностью (проективное покрытие травяного яруса 60 %) позволило выявить в ризосфере всех изученных видов растений 28 видов цианобактерий и водорослей (от 8-11 видов в ризосфере разных растений), из них: цианобактерий - 14 видов, зеленых - 11, желто-зеленых - 4 и диатомовых - 1 вид. В контроле выявлено только 15 видов, из них цианобактерий - 9 видов, зеленых водорослей - 6 видов.

Суммарное обилие водорослей в ризосфере конского щавеля, земляники зеленой не отличалась от контроля, тогда как минимальное суммарное обилие было отмечено у чертополоха курчавого.

При сравнении альгофлоры проб контроля с пробами ризосферы на участке с луговой растительностью был обнаружен сквозной вид *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom. Доминантные виды в ризосфере разных растений различались. Доминантными видами (3 балла) в ризосфере были: *Anabaena constricta* (Kutz.), *Trichormus variabilis* (Kutz.) Kom. et Anagn., (ризосфера *Rumex confertus*), *Chlorosarcinopsis minor* (Gern.) Hern. (ризосфера *Carduus crispus*).

Жизненные формы водорослей ризосферы изученных растений и контроля значительно различались (табл.1). Более разнообразный спектр жизненных форм был отмечен для альгофлоры ризосферы. Высокими процентами содержания в ризосфере характеризовались Ch- и C-формы, в контрольных образцах преобладали Ch-, P-формы водорослей.

Альгоценозы ризосферы отличались от контрольных образцов и по таксономическому составу. Более разнообразен он также в ризосфере. Были обнаружены виды водорослей и цианобактерий на участке луговой растительности, характерные только для ризосферы исследованных растений.

В ризосфере *Artemisia absinthium* - это виды цианобактерий P-форм: *Leptolyngbya foveolarum* (Mont. ex Gom.), *Phormidium breve* (Kutz.), *Phormidium kutzingianum* (Kirch.). В ризосфере *Fragaria viridis* - виды цианобактерий и зеленых водорослей C-, P-, PF-форм: *Chroococcus minutus* (Kutz.), *Leptolyngbya notata* (Schmidle) Anagn. et Kom., *Calothrix marchica* Lemm., *Dictyochloris fragrans* Visch., *Neochlorosarcina deficiens* (Groov. et Bold.) Watan. В ризосфере других растений специфичными были водоросли, относящиеся к трем таксонам. В ризосфере *Rumex confertus* - виды цианобактерий, желто-зеленых и зеленых водорослей C, CF, X, Ch- форм: *Chroococcus minor* (Kutz.), *Anabaena constricta* (Kutz.), *Trichormus variabilis* (Kutz.) Kom. et Anagn., *Ellipsoidion solitare* (Geitl.) Pasch., *Chlorosarcinopsis aggregata* Arce et Bold, *Spongiochloris spongiosa* Star.; в ризосфере *Carduus crispus* специфичными были виды желто-зеленых и зеленых водорослей Ch-форм: *Pleurochloris magna* Boye-Pet, *Chlorosarcinopsis minor* (Gern.) Hernd., *Chlorosarcinopsis dissociata* Hernd. Был обнаружен сквозной вид *Phormidium autumnale* (Ag.).

Исследование почвенной альгофлоры участков с рудеральной растительностью класса *ARTEMISIETEA VULGARIS* (проективное покрытие травяного яруса 20-30 %) позволило выявить в ризосфере всех растений 25 видов водорослей и циано-

бактерий (от 4 до 10 видов в ризосфере разных растений), из них цианобактерий - 13 видов, зеленых водорослей - 6 видов, желто-зеленых - 4 вида и диатомовых - 2 вида. В контроле выявлено только 17 видов, из них цианобактерий - 9 видов, зеленых - 6 видов, желто-зеленых - 2 вида. Суммарное обилие водорослей и цианобактерий в ризосфере было выше, чем в контроле. Максимальное суммарное обилие водорослей было отмечено в ризосфере полыни горькой и чертополоха курчавого, минимальное суммарное обилие было у конского щавеля. Доминантные виды в ризосфере разных растений рудерального сообщества и в контроле различались.

Доминантным видом (3 балла обилия) в ризосфере был *Pleurochloris magna* Boye-Pet (ризосфера *Carduus crispus*). Доминантным видом в контроле был *Chlamydomonas globosa* (Snow).

В спектре экоморф ризосферы и контроля порядок доминирования одинаковый, хотя более разнообразный спектр жизненных форм был характерен для альгофлоры ризосферы. На участках с рудеральной растительностью высокий процент содержания в ризосфере и контрольных образцах отмечен для CH-, C- и P-форм (табл. 1).

Таксономический спектр водорослей ризосферы (табл. 2) отличался незначительно от контрольных образцов.

Были обнаружены виды водорослей, которые характерны только для ризосферы исследованных растений, но не для контрольных образцов. В ризосфере *Artemisia absinthium* это виды желто-зеленых и зеленых водорослей X-, H-форм: *Ellipsoidion solitare* (Geitl.) Pasch., *Gongrosira debaryana* Rabenh. В ризосфере *Fragaria viridis* доминировали цианобактерии P-форм: *Lyngbya mucicola* Lemm. В ризосфере *Rumex confertus* преобладали цианобактерии P-форм: *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenh. ex Gom.) Anagn. Et Kom. В ризосфере *Carduus crispus* - виды цианобактерий и зеленых водорослей C-,Ch-форм: *Aphanocapsa conferta* (W.et G.S.West) Kom.-Legn.et Cronb., *Chlorella vulgaris* Beijer.

Таблица 1. Состав (%) экоморф в ризосфере растений и контроле на участках с разной растительностью (К - контроль, P - ризосфера).

Жизненная форма	Луговая растительность класса <i>MOLINIO-ARRHENATHERETEA</i>		Рудеральная растительность класса <i>ARTEMISIETEA VULGARIS</i>		Синантропная растительность класса <i>PLANTAGINETEA MAJORIS</i>	
	К	Р	К	Р	К	Р
P-	27	21	22	24	28	17
Ch-	20	28	18	16	18	17
C-	13	25	18	20	9	23
hydr.-	13	7	18	8	9	9
B-	0	4	6	4	0	4
M-	13	4	6	12	9	13
CF-	0	7	6	4	27	13
PF-	7	0	6	0	0	0
X-	7	4	0	8	0	4
H-	0	0	0	4	0	0
Итого:	100	100	100	100	100	100

При сравнении проб контроля с альгофлорой ризосферы на участке с рудеральной растительностью были обнаружены сквозные виды *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom., *Schizothrix lardaceae* (Ces.) Gom. Вид *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom. был сквозным для ризосферы всех растений и на участке с луговой растительностью.

Исследование почвенной альгофлоры участков с синантропной растительностью сообщества *PLANTAGINETEA MAJORIS* (проективное покрытие травяного яруса 90 %) позволило выявить в ризосфере изученных видов растений 23 вида (11 видов в ризосфере разных растений), из них: цианобактерий - 11, зеленых водорослей - 7 видов, желто-зеленых - 4 и диатомовых - 1 вид. В контроле выявлено только 11 видов, из них: цианобактерий - 9, зеленых

водорослей - 2 вида. Суммарное обилие водорослей в ризосфере в целом отличалось от такового в контроле незначительно, при этом суммарное обилие водорослей в ризосфере конского щавеля было меньше, чем в ризосфере других растений, также как и на участках с рудеральной растительностью класса *ARTEMISIETEA VULGARIS*. Спектр экобиоморф водорослей ризосферы и контроля различались. Высоким процентом содержания в ризосфере характеризовались Ch- и C-формы, тогда как в контрольных образцах преобладали P- и CF- формы. Таксономический спектр водорослей ризосферы на участках поймы с синантропной растительностью также отличался от контроля. В ризосфере он был разнообразнее (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика цианобактерий и водорослей ризосферы на трех участках

Растительность	Общее число видов	Таксономический спектр	Спектр экобиоморф
1. Луговая кл. <i>MOLINIO-ARRHENATHERETEA</i> Ризосфера	28	$Cy_{a14}Ch_{11}X_4B_1$	$Ch_8C_7P_6hydr_2CF_2X_1B_1M_1$
контроль	15	Cy_9Ch_6	$P_4Ch_3C_2Hydr_2M_2X_1PF_1$
2. Рудеральная кл. <i>ARTEMISIETEA VULGARIS</i> Ризосфера	25	$Cy_{a13}Ch_6X_4B_2$	$P_6C_5Ch_4$ $M_3hydr_2X_2B_1H_1CF_1$
Контроль	17	$Cy_9Ch_6 X_2$	$P_4C_3Ch_3hydr_3M_1B_1CF_1PF_1$
3. СИНАНТРОПНАЯ кл. <i>PLANTAGINETEA MAJORIS</i> Ризосфера	23	$Cy_{a11}Ch_7X_4B_1$	$C_5Ch_4P_4M_3CF_3hydr_2B_1X_1$
контроль	11	Cy_9Ch_2	$P_3 CF_3 Ch_2 C_1 hydr_1M_1$

Выявлены специфичные виды водорослей на участке сбитых пастбищ класса *PLANTAGINETEA MAJORIS*: в ризосфере *Artemisia absinthium* это виды зеленых водорослей C-форм: *Chlamydomonas globosa* (Snow), *Dictyochloris fragrans* Visch. В ризосфере *Fragaria viridis* - цианобактерии P-форм: *Lyngbya mucicola* Lemm; в ризосфере *Rumex confertus* - виды желто-зеленых и зеленых водорослей Ch-, X-, C- форм: *Pleurochloris magna* Boye-Pet, *Chloropedia incrustans* Pasch., *Myrmecia incisa* Reisi. В ризосфере *Carduus crispus* - вид цианобактерий P-формы: *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenh. Ex. Gom.) Anagn. et Kom.

В ризосфере *Achillea millefolium* наибольшее число специфичных видов M-, Ch-форм: *Schizothrix lardaceae* (Ces) Gom., *Microcoleus vaginatus* (Vauch.) Gom., *Chlorosarcinopsis minor* (Gern.) Hernd. Были обнаружены сквозные виды: *Schizothrix lardaceae* (Ces.) Gom., *Nostoc punctiforme* (Kutz.) Hariot.

Таким образом, в ризосфере растений (табл. 2) общее число видов водорослей и цианобактерий, их суммарное обилие больше, чем в контроле. Если в контроле в спектре экобиоморф на всех участках доминируют нитчатые цианобактерии, то в ризосфере на участках с луговой растительностью и с синантропной растительностью класса *PLANTAGI-*

NETEA MAJORIS преобладают одноклеточные представители C- и Ch-форм. И только на участке с рудеральной растительностью класса *ARTEMISIETEA VULGARIS* порядок доминирования жизненных форм водорослей ризосферы и контроля был одинаков, хотя таксономический спектр цианобактерий и водорослей в контроле все же беднее. Проведенный факторный анализ выделил 2 фактора, характеризующих распределение водорослей в ризосфере. Первый фактор описывает распределение водорослей ризосферы разных местообитаний (21 % дисперсии). Второй фактор определяет распределение водорослей в ризосфере разных растений (16 % дисперсии). На участке сообщества вторичных послелесных лугов умеренной зоны Евразии (уч. 1) и участке сообщества низкорослых, устойчивых к вытаптыванию и выпасу мезофитов и гигрофитов на пастбищах (уч. 3), спектр экобиоморф и таксономический спектр водорослей ризосферы и контроля различался в большей степени, чем на участке рудеральной растительности класса *ARTEMISIETEA VULGARIS* (уч. 2). Однако в ризосфере таксономический состав и спектр экобиоморф водорослей были разнообразнее на всех участках. Определенные виды водорослей и цианобактерий специфичны для ризосферы каждого изученного растения.

Они различались таксономической принадлежностью и жизненными формами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексахина Т.И., Штина Э.А.* Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 150 с.
2. Водоросли. Справочник / под ред. Вассера С.П., Кондратьевой Н.В., Масюк Н.П. и др. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.
3. *Голлербах М.М., Штина Э.А.* Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 228 с.
4. *Добровольская Т.Г.* Структура бактериальных сообществ почв. М.: Наука, 2002. 182с.
5. *Заварзин Г.А.* Лекции по природоведческой микробиологии М.: Наука, 2003. 348с.
6. *Звягинцев Д.Г.* Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. 256 с.
7. *Панкратова Е.М.* Роль азотофиксирующих синезеленых водорослей (цианобактерий) в накоплении азота и повышении плодородия почвы: Автореф. дис. д-ра биол. наук. М., 1981. 39 с.
8. *Штина Э.А., Байрамова Л.А., Перминова Г.Н., Третьякова А.Н.* Взаимодействие между почвенными водорослями и высшими растениями // Физика, химия, биология и минералогия почв СССР. М.: Наука, 1964. С. 284-292.
9. *Штина Э.А., Голлербах М.М.* Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 144с.

ALGAE OF RHYZOSPHERE OF GRASSY PLANTS INZER RIVER VALLEY (SOUTHERN URAL)

© 2012 M.YU. SHARIPOVA

Bashkir State University

This article describes the soil algal formed in the rhizosphere of herbaceous plants. It was found that taxonomic composition and spectrum ekobiomorf of algae were more diverse in all areas in the rhizosphere. Specific species of algae and cyanobacteria for each studied plant rhizosphere were revealed. They differed in taxonomic affiliation and ecological forms.

Key words: *algae, cyanobacteria, rhizosphere, valley*