

Относительное обилие альго- и микофлоры в почвах луговых фитоценозов

© 2009. Л.В. Кондакова¹, к.б.н., зав. кафедрой, Л.И. Домрачева², д.б.н., профессор, с.н.с.,

¹Вятский государственный гуманитарный университет,

²Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

e-mail: nm-flora@rambler.ru

Сравниваются количественные показатели обилия водорослей и микромицетов в различных типах почвы луговых фитоценозов. Показано, что грибная флора преобладает в дерново-подзолистых почвах. В аллювиальной дерновой и дерновой оглеенной почвах с повышенным уровнем увлажнения доминирование по биомассе переходит к фототрофному компоненту альго-микологических комплексов.

Quantity indices of the amount of algae and micromycetes are compared in different types of soil of meadow phytocenoses. It is shown that fungi flora prevails in sod-podzol soils. In alluvial sod soil and in sod gleyficated soil with increased level of moistening phototrophic component of algae-mycological complexes dominate in biomass.

Ключевые слова: водоросли, грибы, биомасса, луговые фитоценозы

Характеристика лугов как своеобразных травянистых фитоценозов с анализом форм взаимодействия растений, структурной организации, специфики сукцессионных и флуктуационных процессов детально представлена в классических трудах Т.А. Работнова [1 – 3]. Показано, что в процессе естественного отбора у луговых растений возникли приспособления, обеспечивающие возможность благоприятного совместного произрастания с особями определённых видов. На давно существующих лугах в результате конкуренции происходит дифференциация экологических ниш видов, входящих в состав растительных сообществ, что приводит к ослаблению конкуренции между ними и обеспечивает возможность совместного произрастания большого числа видов и более полное использование растениями среды. Основными биогеоценотическими горизонтами лугов, определяющими структуру луговых биогеоценозов, являются травостой (надземная часть) и дернина (верхняя часть почвы, интенсивно пронизанная корнями). Среди биокомпонентов дернины определённую роль играют водоросли и грибы – микроорганизмы, выполняющие полярные функции в трофических круговоротах. Водорослям благодаря способности к фотолитотрофии принадлежит роль первичных продуцентов в педосфере, тогда как высшие растения выполняют эту функцию на поверхности почвы. Большинство почвенных микромицетов являются редуцентами органического вещества, возвращая в

круговорот основные необходимые элементы для корневого питания растений.

Первая информация о почвенных водорослях лугов содержалась в исследованиях Э.А. Штиной [4, 5]. Она отмечала, что почвы травянистых фитоценозов, как правило, богаче водорослями, чем лесные. В луговых ассоциациях дерново-подзолистой зоны благодаря устойчивой влажности почв и преобладанию дернового процесса формируются наиболее сложные сообщества водорослей, для которых характерно разнообразие видов. Почвенные водоросли, распространённые на лугах, – мезофиты, для них оптимальна влажность 60 – 80% от полной влагоёмкости почвы. Они используют плёнки воды на поверхности почвенных частиц, а также пары воды и воду, размещённые в порах почвы, и хорошо приспособлены к обитанию в условиях переменного увлажнения, свойственного поверхностному слою почвы. В исследованиях Т.С. Носковой [6] на примере травянистой растительности лугов прослежена связь сообществ водорослей с определёнными растительными ассоциациями. В частности, при переходе от рыхлокустового разнотравно-мятликового луга к лугу с господством плотнокустовых злаков снижается видовое разнообразие водорослей. Плотная дернина и большое количество неразложившихся растительных остатков оказывают тормозящее влияние на развитие водорослей.

Сведения о почвенных луговых микромицетах до сих пор носят разрозненный характер.

Безусловно, что грибы консортивно связаны со всеми видами растений, входящих в состав луговых фитоценозов. Как и в других экосистемах, на лугах различают следующие функциональные группы грибов: паразитирующие на травах, симбионты-микоризообразователи, эккрисотрофы – грибы ризосферы, сапротрофы, зоопаразиты и копротрофы (минерализаторы экскрементов животных). Сапротрофные грибы наряду с бактериями участвуют в процессах минерализации растительных и животных остатков, а также в процессах гумификации. Исследований, в которых проведено одновременное параллельное изучение водорослей и грибов, практически нет.

Цель данной работы – изучить особенности количественной структуры альго-микологических комплексов луговых фитоценозов различных типов почвы.

Объекты и методы

Изучение количественной организации альго-микологических комплексов проводилось на 59 луговых фитоценозах в Кировской области. Исследовали следующие почвенные разности [7]: дерново-подзолистые супесчаные, дерново-подзолистые суглинистые, аллювиальные дерновые, дерновые оглеенные. Доминирующие виды луговой растительности на этих почвах представлены в таблице 1.

Пробы почвы для количественного учёта водорослей и грибов и определения состава альгофлоры отбирались с глубины 0-5 см по общепринятым методикам. Выявление видового состава водорослей проводили в водных и чашечных культурах [5]; определение численности клеток водорослей и их биомассы объёмно-расчётным методом проводили на мазках [8], длину грибного мицелия измеряли на тех же мазках с одновременным расчётом биомассы по методике [9].

Результаты и обсуждение

В почвах изученных луговых фитоценозов выявлено 123 вида водорослей, в том числе: *Cyanophyta* – 36 (29,3%), *Bacillariophyta* – 12 (9,8%), *Xanthophyta* – 24 (19,5%), *Eustigmatophyta* – 3 (2,4%), *Euglenophyta* – 1 (0,8%), *Chlorophyta* – 47 (38,2%). По сводным данным Э.А. Штиной [10], в луговых экосистемах синезелёные водоросли составляют 33%, зелёные – 37%, жёлтозелёные – 21%, диатомовые – 8%, другие отделы – 1%. Общее число видов – 290. Отмечено, что в экотопах с сомкнутым растительным покровом преобладают зелёные и жёлтозелёные водоросли, и значительно меньше синезелёных и диатомей. Полученные нами данные в процентном отношении близки к этим результатам.

Изучение состава альгофлоры показало, что максимальное видовое обилие характерно для дерново-подзолистой супесчаной (71 вид) и дерново-подзолистой суглинистой почвы (69 видов). Меньшее видовое разнообразие отмечено для дерновой оглеенной почвы (58 видов) (табл. 2).

Во всех типах луговых почв по разнообразию видов преобладают зелёные и жёлтозелёные водоросли. Наибольшее видовое разнообразие синезелёных водорослей встречено в аллювиальной дерновой почве (табл. 3).

Повышенная влажность почвы, характерная для пойменных лугов (дерново-оглеенные и аллювиально-дерновые почвы), способствует развитию амфибиальных и гидрофильных видов водорослей, таких, как *Calothrix gracilis*, *Tichonema granulata*, *Oscillatoria splendida*, *Nitzschia palea*, *Pleurochloris inaequalis*, *Chlamydomonas conversa*, *Carteria sphagnicola*, *Lobomonas denticulata*, *Cylindrocystis crassa*, *C. brebissonii*, *Closterium pusillum*, *Cosmarium*

Доминирующие виды растений исследуемых луговых фитоценозов

Таблица 1

Почвы	Виды-доминанты
Дерново-подзолистая суглинистая	Овсяница луговая, тимофеевка луговая, ежа сборная, кострец безостый, лютик едкий, подмаренник мягкий, пижма обыкновенная.
Дерново-подзолистая супесчаная	Полевица тонкая, тимофеевка луговая, ежа сборная, овсяница красная, щучка дернистая, лютик едкий, смолка обыкновенная, нивяник обыкновенный, чина луговая.
Аллювиальная дерновая	Овсяница луговая, щучка дернистая, лисохвост луговой, таволга вязолистная, девясил иволистный, клевер средний.
Дерновая оглеенная	Вейник наземный, таволга вязолистная, вербейник обыкновенный, осока лисья.

Таблица 2

Видовое разнообразие водорослей в луговых фитоценозах

Тип почвы	Количество видов	Виды-доминанты
Дерново-подзолистая суглинистая	69	<i>Cylindrospermum licheniforme</i> , <i>C. catenatum</i> , <i>Phormidium autumnale</i> , <i>Ph. formosum</i> , <i>Leptolyngbya frigidum</i> , <i>L. foveolarum</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Characiopsis minima</i> , <i>Ch. saccata</i> , <i>Pleurochloris pyrenoidosa</i> , <i>Xanthonema exilis</i> , <i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Tetracystis aggregata</i> , <i>Klebsormidium flaccidum</i>
Дерново-подзолистая супесчаная	71	<i>Cylindrospermum muscicola</i> , <i>C. licheniforme</i> , <i>Nostoc punctiforme</i> , <i>Phormidium autumnale</i> , <i>Leptolyngbya foveolarum</i> , <i>Eustigmatos magnus</i> , <i>Botrydiopsis eriensis</i> , <i>Xanthonema exilis</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Luticola mutica</i> , <i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlorococcum sp.</i> , <i>Klebsormidium flaccidum</i>
Аллювиальная дерновая	66	<i>Cylindrospermum muscicola</i> , <i>C. licheniforme</i> , <i>Phormidium boryanum</i> , <i>Ph. autumnale</i> , <i>Leptolyngbya foveolarum</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Pinnularia borealis</i> , <i>Stauroneis anceps</i> , <i>Characiopsis minima</i> , <i>Tribonema minus</i> , <i>Bumilleria klebsiana</i> , <i>Penium borgeanum</i> , <i>Klebsormidium flaccidum</i>
Дерновая оглеенная	58	<i>Trichromus variabilis</i> , <i>Nostoc punctiforme</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Nitzschia palea</i> , <i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Ch. gelatinosa</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Cylindrocystis crassa</i> , <i>C. brebissonii</i> , <i>Tetraëdron minimum</i> , <i>Klebsormidium dissectum</i>

Таблица 3

Соотношение отделов водорослей в луговых почвах разных типов

Тип почвы	Отделы водорослей								Всего видов
	Cyanophyta		Bacillariophyta		Xantophyta + Eustigmatophyta		Chlorophyta		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Дерново-подзолистая суглинистая	15	15,6	5	7,8	21	32,8	28	43,8	69
Дерново-подзолистая супесчаная	17	16,9	6	9,2	18	27,7	30	46,2	71
Аллювиальная дерновая	23	25,9	6	8,6	15	25,9	22	39,7	66
Дерновая оглеенная	19	23,1	6	9,6	12	23,1	21	44,2	58

Примечание: 1 – число видов, 2 – процент.

anceps, *C. cucurbita*, *Penium borgeanum*, *Klebsormidium rivulare*, *Euglena mutabilis* и др.

В то же время в дерново-подзолистых почвах суходольных лугов преобладают эдафотфильные виды: *Cylindrospermum licheniforme*, *C. catenatum*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Nostoc punctiforme*, *N. muscorum*, *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica*, *Pleurochloris pyrenoidosa*, *Chlorella vulgaris*, виды родов *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Klebsormidium flaccidum*.

Количественные показатели развития альго- и микофлоры резко различаются в

зависимости от типа почвы (табл. 4). Так, минимальные показатели численности водорослевых клеток в дерново-подзолистых почвах (суходольные луга) составляют 66 тыс./г, а максимальные колеблются от 500 до 800 тыс./г.

В почвах пойменных лугов (аллювиальные дерновые и дерновые оглеенные) эти показатели существенно выше – 400-466 тыс. и 2000-3000 тыс. клеток/г соответственно. Однако если сравнить амплитуду колебаний показателей максимальной и минимальной численности (A_R), выраженную как отношение

максимальной численности клеток водорослей к минимальной, то получаются очень близкие показатели: 7,2-12,1 (для суходольных лугов) и 5,2-7,1 (для пойменных лугов).

Показатели минимальной и максимальной длины мицелия в различных типах почвы сравнительно близки. Однако A_k длины грибного мицелия столь же высока, как и в случае с численностью клеток водорослей: 6,0-7,5 (для суходолов); 8,0-12,1 (для пойменных лугов).

Водоросли и микромицеты занимают разные звенья трофических цепей, выполняя различные функции: продукционную – водоросли и деструктивную – грибы. Поэтому весьма интересен вопрос о соотношении этих группировок в почвенных биоценозах. С этой целью была вычислена биомасса данных организмов, определены суммарные запасы водорослево-грибных комплексов, а также соотношение их фототрофного и сапротрофного компонента (табл. 4, 5).

Запасы водорослевой биомассы, как и численности клеток, в луговых фитоценозах также подвержены существенным колебаниям

с максимумом в 900 кг/га в переувлажнённых почвах. Но в то же время они не превышают запасы водорослевой биомассы, определённой нами для лесных фитоценозов [11], хотя ранее считалось, что биомасса водорослей в лесных почвах существенно ниже, чем в травянистых ассоциациях [12].

Степень развития почвенных микоценозов на лугах, выраженная в показателях длины мицелия и биомассы (табл. 3 и 4), действительно намного ниже, чем в лесных почвах [13]. Максимальные показатели длины мицелия – в пределах 300 м/г, а биомассы – около 1 т/га.

Суммарные запасы водорослево-грибной биомассы в луговых почвах достаточно велики, могут достигать 800-1800 кг/га. Эта биомасса лабильна, неоднократно обновляется в течение вегетационного сезона, повышая уровень всех биологических процессов, протекающих в почве (первичный продукционный процесс и накопление органического вещества, пул экзоферментов, активизация бактериальной микрофлоры, альго- и микофагов и т. п.). Хотя многими исследователями показано, что

Таблица 4

Количественные показатели альго-микологических комплексов в почвах луговых фитоценозов

Тип почвы	Численность водорослей, тыс. клеток/г		Длина мицелия, м/г	
	минимальная	максимальная	минимальная	максимальная
Дерново-подзолистая суглинистая	66±7,7	480±92,4	23,5±0,32	176,3±30,4
Дерново-подзолистая супесчаная	66±11,5	797±25,0	47,6±6,5	288,0±53,2
Аллювиальная дерновая	400±19,9	2067±171,6	16,3±2,4	130,2±14,5
Дерновая оглеенная	466±25,7	3310±246,0	29,4±4,6	355,2±64,0

Таблица 5

Показатели водорослево-грибной биомассы в почвах луговых фитоценозов (кг/га)

Тип почвы	Биомасса водорослей		Биомасса грибов		Суммарная биомасса	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
Дерново-подзолистая суглинистая	17,4	135,6	64,0	480,0	109,0	615,6
Дерново-подзолистая супесчаная	10,8	240,0	39,0	780	61,8	806,0
Аллювиальная дерновая	62,2	618,0	45,0	355,0	184,7	771,4
Дерновая оглеенная	139,4	902,4	45,0	966	184,7	1868,4

Таблица 6

Соотношение водорослевой и грибной биомассы в различных типах почвы луговых фитоценозов, %

Тип почвы	Водорослевая биомасса	Грибная биомасса
Дерново-подзолистая суглинистая	28,1	71,9
Дерново-подзолистая супесчаная	21,0	79,0
Аллювиальная дерновая	67,3	22,7
Дерновая оглеенная	48,2	51,8

в консортивных связях различных организмов в почве примат принадлежит в целом высшим растениям, с корнями которых связаны комплексы почвообитающих организмов [14], велика взаимообусловленность совместного развития водорослей и грибов [8]. В частности, экзометаболиты некоторых микрорифоторофов селективируют грибную микрофлору в сторону понижения запасов патогенов, стимулируют размножение сапротрофов. Грибы в свою очередь не только обеспечивают водоросли минеральными элементами питания, но способствуют их распространению и продвижению в почве за счёт прикрепления водорослевых клеток на поверхности мицелия (своеобразный «пассивный транспорт»), а также активно участвуют в формировании альго-циано-микологических биоплёнок, являясь их структурным элементом наряду с нитчатými формами фототрофов.

Уровень относительного обилия водорослей и грибов в почвенных биоценозах зависит от многих факторов: типа растительности, водно-воздушного, температурного и пищевого режимов почвы, pH, содержания и соотношения различных экзометаболитов. Проведённые нами исследования показали, что в изучаемых луговых фитоценозах структура альго-микологической биомассы варьирует в широких пределах (табл. 5). Так, в дерново-подзолистой почве в количественном плане преобладает грибная биомасса, составляющая 72-79%. Для дерновой аллювиальной и оглеенной почв характерно доминирующее развитие водорослей по сравнению с микромицетами – 48-67% в структуре биомассы.

Таким образом, исходя из полученных результатов, регулирующая роль в количественной структуре альго-микологических комплексов многолетних лугов реально

определяется типом почвы, в первую очередь, конкретной динамикой водного режима.

Литература

1. Работнов Т.А. Луговедение. М.: Изд-во МГУ, 1984. 320 с.
2. Работнов Т.А. Экология луговых трав. М.: Изд-во МГУ, 1985. 176 с.
3. Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология. М.: Изд-во МГУ, 1987. 160 с.
4. Штина Э.А. Водоросли дерново-подзолистых почв Кировской области // Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. 2. Вып. 12. 1959. С. 36-141.
5. Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. М.: Изд-во «Наука», 1969. 228 с.
6. Носкова Т.С. Сообщества водорослей некоторых почв Кировской области: дис. ... канд. биол. наук. Киров, 1968. 287 с.
7. Классификация почв России. М.: Почвенный ин-т РАСХН, 2000. 236 с.
8. Домрачева Л.И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар. 2005. 336 с.
9. Полянская Л.М. Микробная сукцессия в почве: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М. 1996. 96 с.
10. Штина Э.А., Зенова Г.М., Манучарова Н.А. Альгологический мониторинг почв // Почвоведение. 1998. № 12. С. 1449-1461.
11. Кондакова Л.В., Домрачева Л.И. Флора Вятского края. Часть 2. Водоросли (Видовой состав, специфика водных и почвенных биоценозов). Киров: ОАО «Кировская областная типография», 2007. 192 с.
12. Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 148 с.
13. Домрачева Л.И., Дабах Е.В., Кантор Г.Я., Ашихмина Т.Я. Количественная характеристика альго-микологических комплексов луговых и лесных почв // Вестник Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. 2005. № 8. С. 16-18.
14. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: МГУ, 1986. 136 с.