

ОСОБЕННОСТИ МИКОРИЗОБРАЗОВАНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ОТВАЛАХ КУМЕРТАУСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

© 2012 Л.И. Фаизова¹, Г.А. Зайцев²

¹Елецкий государственный университет им.И.А.Бунина, г. Елец

²Институт биологии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

Поступила 15.03.2012

Приводятся данные по особенностям микоризообразования сосны обыкновенной на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза. Установлены изменения в интенсивности микоризообразования и анатомическом строении микориз сосны обыкновенной.

Ключевые слова: промышленные отвалы, сосна обыкновенная, микориза

В условиях техногенеза, представляющего собой процесс преобразования биосферы, обусловленный развитием промышленного производства, формируются специфические неозокотопы в связи с извлечением из недр широкого ряда химических элементов, изменением концентраций и перераспределением их в окружающей среде. Следствием техногенеза является резкое изменение природной обстановки в результате действия комплекса факторов, различных по физико-химическим характеристикам и биологической значимости. Техногенная трансформация приводит к появлению в природной среде новых специфических факторов или необычных по своему сочетанию и характеру воздействия на экосистемы и отдельные их компоненты ранее существовавших природных факторов [8].

Среди техногенных ландшафтов особое место по своему отрицательному воздействию на естественный природный комплекс занимают промышленные отвалы. Они занимают сравнительно небольшую площадь, но по степени отрицательного влияния на природный комплекс стоят в ряду наиболее опасных, особенно в связи с тем, что, часто, расположены на территории развитых в промышленном отношении регионов, имеющих напряженную экологическую обстановку. Токсичные компоненты отвальных пород при выветривании и за счет водно-ветровой эрозии загрязняют прилегающие ландшафты и происходит вторичное загрязнение.

В настоящее время в связи с рекультивацией земель, нарушенных промышленностью, возникла необходимость изучения микотрофности в данных условиях, так как несомненно, что микориза как один из факторов, благоприятно влияющих на формирование естественных и искусственных фитоценозов в экстремальных лесорастительных условиях произрастания.

Исследование реакции микориз на техногенное воздействие представляет значительный теоретический и практический интерес, так как микоризы являются активной поглощающей частью корневой системы деревьев и их повреждение может рассматриваться в качестве одной из ведущих причин де-

градации лесов [4, 10].

Целью работы было изучение особенностей микоризообразования сосны обыкновенной при произрастании на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза.

Для изучения особенностей микоризообразования сосны обыкновенной была заложена серия пробных площадей в насаждениях, расположенных на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза. В качестве контрольных взяты одновозрастные насаждения в 10-15 км от отвалов. Закладка пробных площадей проводилась с учетом известных и общепринятых методических подходов [7]. На пробных площадях проведен таксационный учет всех деревьев сосны обыкновенной (Табл.1). Высота деревьев замерялась высотометром Haglof Electronic Clinometer (Haglof, Sweden) с точностью до 0,1 м, диаметр определялся на высоте 1,3 м мерной вилкой Mantax Precision Blue MA 800 (Haglof, Sweden) с точностью до 0,5 см.

Оценка относительного жизненного состояния (ОЖС) насаждений лиственницы Сукачева проводилась по методике В.А.Алексеева [2]. Учитывались таксационные показатели древостоя, густота кроны, наличие мертвых сучьев, состояние хвои.

Почвенные исследования проводились по общепринятым методикам [1]. Краткая характеристика почв представлена в таблице 2.

Для того чтобы изучить анатомо-морфологическую структуру микориз и поглощающих корней, предварительно, изучаемый материал фиксировали в фиксирующих растворах (фиксаторах) [9, 3]. Отбор образцов корневых систем проводили в конце вегетационного периода, образцы отбирались с глубины 0-20 см и фиксировали в этиловом спирте. Поперечные срезы (толщиной 10-15 мкм) поглощающих корней готовили на санном микротоме МС-2 (Точмедприбор, Россия) [5]. Постоянные и временные препараты поперечных срезов около 1800 окончаний просматривали на световом микроскопе исследовательского класса с реализацией ДИК-контраста «Axio Imager A2» (Carl Zeiss Jena, Germany). Срезы просматривали без окрашивания. Фиксировали: тип сложения грибного чехла, его толщину, общий радиус микоризного окончания, радиус корня входящего в эктомикоризу, ра-

Фаизова Лена Ихсановна, аспирант кафедры биологии, e-mail: faizka@mail.ru; Зайцев Глеб Анатольевич, д.б.н., доц., г.н.с. лаборатории лесоведения, e-mail: smu@anrb.ru.

диус центрального цилиндра, наличие или отсутствие отмерших, темно окрашенных клеток коры корня и корневые окончания утерявшие тургор.

Разнообразие эктомикориз исследовали в соответствии с классификацией подтипов микоризных чехлов, изложенной в работе И.А.Селиванова [6].

Исследования показали, что ОЖС насаждений сосны обыкновенной, произрастающих на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза, оценивается в целом как «здоровое», в то же время встречаются деревья, относящиеся к разным категориям (табл. 3).

Таблица 1. Краткая таксационная характеристика насаждений сосны обыкновенной на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза и контроля

Месторасположение	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Возраст, лет	Полнота
Сосна обыкновенная (отвалы КБР)	9	10	25	0,6
Сосна обыкновенная (контроль)	21	23	30	0,8

Таблица 2. Агрохимическая характеристика почвогрунтов Кумертауского бурогоугольного разреза и контроля

Место отбора	Глубина отбора образца, см	Гумус, %	рН, водный	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ	H ⁺	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг/экв на 100 г почвы				мг на 100 г почвы, подвижный		
Почвогрунты	0-20	3,00	5,80	11,90	3,24	15,14	4,23	0,60	2,60	18,95
Контроль	0-20	11,50	4,60	16,80	5,52	22,32	11,70	4,25	4,50	23,40

Таблица 3. Относительное жизненное состояние насаждений сосны обыкновенной на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза и контроля

ПП	Объем деревьев на ПП по категориям, м ³						ОЖС категория
	здоровых	ослабленных	Сильно ослабленных	отмирающих	сухих	L _v	
Отвалы	1,5	0,9	0,2	0,1	0,04	80,6	здоровое
Контроль	18,8	2,1	1,4	-	-	93,6	здоровое

Сосновые насаждения на отвалах характеризуются как «здоровые» (L_v=80,6), однако по данному показателю насаждения близки к категории «ослабленные» и можно прогнозировать, что в дальнейшем ОЖС насаждений будет ухудшаться. ОЖС насаждения сосны, произрастающие в условиях контроля, характеризуются как «здоровые» (L_v=93,6).

В результате исследований было установлено, что на отвалах отмечается увеличение интенсивности микоризации поглощающих корней сосны (микоризовано 85 % корней), в то время как в условиях относительного контроля микоризу образовали 70-75 % из всех исследованных поглощающих корней.

У сосны обыкновенной представлены эумицетные хальмофаговые эктомикоризы с хорошо развитым грибным чехлом и сетью Гартига. В общей сложности обнаружены микоризы с чехлами: А, В, Е, ВF, F, Н, I, К, О, Р, Q и SR. Разнообразие грибных чехлов в зависимости от условий произрастания меняется. На отвалах отмечается снижение богатства наборов грибных чехлов и их разнообразие – в условиях контроля значение индекса Шеннона равно 1,37, на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза – 1,31. В условиях относительного контроля доля псевдопаренхиматических чехлов (F, H, I, K, O, P, Q) составляет 50,4 %, а в условиях отвалов – 41,2 %. Толщина псевдопаренхиматических чехлов в условиях техногенеза увеличивается на 20

% по сравнению с фоном. В условиях отвалов толщина чехлов 22,3 мкм, а в контроле – 17,7 мкм.

Плектенхиматические чехлы (А, В, Е, ВF) в условиях контроля составляют 41,6 % из всех образующихся корнями микориз. На отвалах доля плектенхиматических чехлов выше – 44,3 %. Также наблюдается изменения в толщине чехлов данного подтипа: в условиях контроля их толщина составляет 14 мкм, а на отвалах – 24,2 мкм (выше на 42 %). Доля бесструктурных чехлов (SR) на отвалах 14,5 %, а в контроле – 8 %. Толщина данных типов чехлов сильно не изменяется в зависимости от местопроизрастания: 12 мкм в условиях контроля и 14 мкм на отвалах.

Исследования анатомического строения поглощающих корней сосны и микориз позволили выявить следующие особенности. В условиях отвалов отмечается увеличение общего радиуса микоризных окончаний сосны на 6-13 % – на 13-16 мкм по сравнению с контролем. Кроме того, увеличивается средний радиус поглощающего корня входящего в состав эктомикоризы, т.е. окончание корня без микоризного чехла. На отвалах радиус средний поглощающих корней составляет 164,3±7 мкм, а в условиях контроля – 153,7±9 мкм, (ниже на 7 %). Радиус центрального цилиндра поглощающего корня не меняется в зависимости от условий произрастания и составляет 65-68 мкм.

Установлены изменения толщины микоризного чехла. Средняя толщина грибного чехла на отвалах увеличивается и составляет 17-18 мкм, в условиях контроля – 10-12 мкм. Так же изменяется доля чехла в общем объеме микоризного окончания – на отвалах доля грибного чехла эктомикоризы составляет 23,1 %, а в условиях контроля - 22,1 %.

У большинства микориз в условиях промышленных отвалов в наружных слоях коры корня встречаются таниновые клетки. На отвалах примерно у 14 % микориз клетки всех слоев коры корня утратили тургор, а около 8 % микориз имеют на разрезе форму многолучевой звезды, то есть характеризуются глубокой потерей тургора клеток коры корня. Перечисленные структурные признаки указывают на старение микориз, их повреждение и отмирание.

В качестве заключения следует отметить, что при произрастании на отвалах Кумертауского бурогольного разреза отмечается увеличение микоризации поглощающих корней сосны обыкновенной. При этом на отвалах отмечается увеличение микоризных чехлов, относящихся к типу SR (бесструктурные). Так же установлен факт увеличения толщины микоризных чехлов и их доли в общем радиусе микоризного окончания.

Утолщение грибного компонента симбиотической ассоциации на отвалах можно рассматривать в качестве адаптивной реакция поглощающих корней на действие экстремальных факторов среды. В литературе данный феномен мало описан. Утолщение – возможно симптом токсического действия ионов

тяжелых металлов, содержащихся в почвогрунтах промышленных отвалов на корни растений.

Работа выполнена при поддержке Гранта Министерства образования и науки РФ «Микоризообразование хвойных на отвалах горнодобывающей промышленности», регистрационный номер 4.3458.2011.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В.Соколова. – М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Алексеев В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. С.38-54.
3. Барыкина Р.П. Практикум по анатомии растений // Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1979. 224 с.
4. Веселкин Д.В. Реакция эктомикориз хвойных на техногенное загрязнение: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Екатеринбург: ИЭРЖ, 1999. 21 с.
5. Зуровская Л.Н. Анатомо-физиологическое исследование всасывающих ростовых и проводящих корней древесных пород // Тр. ин-та леса и древесины АН СССР. – 1958. Т.41., Вып.2. С.5-33.
6. Селиванов И.А. Вопросы терминологии и классификации микориз и микоризоподобных образований // Учен. зап. ПГПИ. – 1973. Т.112. С.3-44.
7. Сукачев В.Н. Программа и методика биогеоценологических исследований. – М.: Наука, 1966. 333 с.
8. Ферсман А.Е. Избранные труды. Т.IV. – М.: Изд-во АН АССР, 1958. 588 с.
9. Яценко-Хмелевский А.А. Краткий курс анатомии растений. – М.: Высшая школа, 1961. 282 с.
10. Reich P.B., Schoettle A.W., Stroo H.F., Troiano J., Amundson R.G. Effects of O₃, SO₂ and acidic rain on mycorrhizal infection in northern red oak seedlings // Can J. Bot. – 1985. V.63. P.2049-2055.

FEATURES OF MYCORHIZA FORMATION OF SCOTS PINE ON KUMERTAU BROWN COAL DITCH DUMPS

© 2012 L.I. Faizova¹, G.A. Zaitsev²

¹Elets state university, Elets

²Institute of Biology, Ufa research centre, Russian academy of science, Ufa

Evidences for features of mycorrhiza formation of scots pine on dumps of Kumertau brown coal ditch are given. The changes in mycorrhiza formation intensity and mycorrhiza anatomical structure of scots pine were determined.

Keywords: waste dumps, scots pine, mycorrhiza

Faizova Lena, postgraduate student, e-mail: faizka@mail.ru;
Zaitsev Gleb, doctor of biology, associate professor, e-mail: smu@anrb.ru