

**Чибрик Т.С., Лукина Н.В.**Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, Россия  
E-mail: Tamara.Chibrik@urfu.ru

## **МИКОРИЗООБРАЗОВАНИЕ НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ОТВАЛАХ АККЕРМАНОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СТЕПНАЯ ЗОНА)**

Микориза представляет собой важнейший из симбиозов, в который вовлечены растения и грибы. При изменении условий окружающей среды происходит смещение равновесия в природных комплексах, в том числе нарушение микориз. Подобные нарушения приводят к серьезным последствиям, таким как деградация растительных сообществ, снижение доступности необходимых растениям элементов. Одним из примеров таких территорий являются промышленные отвалы. Восстановление растительности на отвалах происходит крайне медленно. В связи с этим большой интерес представляет изучение микоризы в растительных сообществах, формирующихся на нарушенных промышленностью землях.

Изучены особенности микоризообразования травянистых видов в растительных сообществах, формирующихся в процессе самозарастания на разновозрастных (3–36-летних) участках отвалов Аккермановского железорудного месторождения, расположенного в Оренбургской области (степная зона). Породы отвалов характеризуются очень низким содержанием доступных для растений элементов минерального питания: азота, углерода, фосфора. Исследования показали, что в корнях большинства травянистых растений имеется арбускулярная микориза. В растительных сообществах 3–20-летних отвалов микоризные виды составляют 35,3–44,0%, к 27-летнему возрасту их доля увеличивается до 90,9%. Все исследованные микотрофные виды относятся к слабомикотрофным. Низкая доля микоризных растений и слабое развитие микоризы у растений, произрастающих на отвалах в степной зоне, связано с недостаточным содержанием элементов минерального питания в породах, образующих отвалы, высокой каменистостью пород, недостаточным увлажнением.

Установлено, что показатели микоризы зависят от эдафических условий и от степени сформированности растительных сообществ.

**Ключевые слова:** отвалы, динамика фитоценозов, арбускулярная микориза.

К настоящему времени установлено, что микосимбиотические связи имеют широкое распространение в растительных сообществах. Микоризные грибы, увеличивая адсорбционную поверхность корня, участвуют в поглощении питательных веществ из почвы (особенно фосфора), улучшают снабжение водой, участвуют в регуляции роста и развития растения-хозяина, влияют на структуру растительных сообществ [2], [5], [9], [10], [12]–[15]. При добыче полезных ископаемых, в том числе на Урале, на поверхность земли выносятся значительные объемы породы, которые образуют практически безжизненные ландшафты [11]. Восстановление растительности на этих территориях происходит крайне медленно. Работ по изучению симбиоза в измененных почвенных условиях крайне мало [1], [7], [8].

В связи с этим, целью наших исследований было изучение микоризообразования в растительных сообществах, формирующихся в процессе самозарастания на разновозрастных отвалах Аккермановского железорудного место-

рождения, установление зависимости показателей микотрофности от возраста сообществ и от экологических условий.

### **Объекты и методы**

Исследования проводили на разновозрастных участках 4-х отвалов Аккермановского железорудного месторождения, возраст которых на момент наблюдения варьировал от 3 до 36 лет. Отвалы расположены в 1,5 км к западу от г. Новотроицка Оренбургской области (степная зона).

Отвалы сложены красно-бурыми глинами, известняками, кремнеземом и другими породами. Агрохимическая оценка показала, что породы слагающие отвалы, карбонатные, не засоленные, реакция среды слабощелочная. Содержание азота, углерода и доступных форм фосфора в молодых отвалах очень низкое, с течением времени происходит биогенное накопление этих элементов [4], [6]. Характерной чертой пород является их повышенная каменистость, которая на разных отвалах варьирует от 10–15 до 70–90%.

Обследование отвалов проводилось детально-маршрутным методом с описанием растительности. За основной критерий сформированности растительного сообщества принималось общее проективное покрытие (ОПП) растениями [3]. Для изучения микоризы в растительных сообществах, формирующихся на отвалах, отбирали корни травянистых растений в десятикратной повторности, которые затем высушивали и обрабатывали по общепринятой методике с окрашиванием в анилиновой сини после мацерации в КОН. Были изучены такие параметры, как: доля участия микотрофных видов в растительных сообществах; степень микотрофности (Д, отражает обилие гриба в корнях растений); интенсивность микоризной инфекции (С, отражает как распределение огрибленных участков корня, так и обилие гриба в нем) [5]. Статистическая обработка материалов проведена с использованием пакета прикладных программ Statistica 6,0.

**Результаты и обсуждение**

Геоботаническое обследование разновозрастных участков отвалов Аккермановского железорудного месторождения показало, что первые растения начинают поселяться в микропонижениях с повышенной влажностью около положительных форм рельефа, где задерживается большое количество семян и вегетативных зачатков. Уже в первый год отсыпки на отвалах формируются простые и сложные растительные группировки. Начиная с 15-летнего возраста начинают формироваться фи-

тоценозы, происходит усложнение их структуры, увеличивается обилие доминирующих видов. К 36-ти годам на отвалах формируются фитоценозы, по горизонтальной и вертикальной структуре, видовому составу, проективному покрытию, приближающиеся к полынно-типчаковым естественным степным фитоценозам.

Данные изучения микоризы в растительных сообществах, формирующихся на отвалах Аккермановского железорудного месторождения, представлены в таблице.

Исследования показали, что в корнях травянистых растений, произрастающих на отвалах, имеется арбускулярная микориза, представленная несептированными гифами гриба, везикулами и арбускулами. На 3–20-летних участках отвалов микоризные виды составляют 35,3–44,0%, с увеличением возраста растительных сообществ доля микоризных видов растет, и на более старых 27-летних отвалах этот показатель составляет 90,9%, достигая величины, характерной для естественных фитоценозов (более 80%). Все микоризные виды растений – слабомикотрофны, т. е. степень микотрофности растений не превышает 1,7 балла. Не обнаружена микориза у растений из семейств Brassicaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, которые, как правило, являются безмикоризными в естественных фитоценозах. Низкая доля микоризных растений и слабое развитие микоризной инфекции у растений, произрастающих на отвалах, объясняется недостаточным

Таблица – Количественная характеристика микосимбиотрофизма на отвалах Аккермановского железорудного месторождения

Отвалы (субстрат)	Возраст, г.	Каменистость субстрата, %	ОПП, %	Число исследованных видов	Число микотрофных видов	Доля микотрофных видов, %	Интенсивность микоризной инфекции, %	Степень микотрофности, баллы
Отвал железной руды	3	10–15	20–30	31	11	35,3	0,93±0,34	0,15
	13		30–40	24	10	41,6	2,05±0,77	0,29
Отвалы пустых пород	15	40–50	50–60	17	7	41,2	1,21±0,59	0,16
	20		60–70	25	11	44,0	2,88±0,71	0,34
	24		70	25	17	68,0	4,27±1,18	0,33
	27		70–80	22	20	90,9	7,33±0,89	0,38
	36		70–90	60–70	28	11	39,3	1,49±0,58

содержанием элементов минерального питания в породах, образующих отвалы. Высокая каменистость пород и грунтосмесей отвалов затрудняют заселение последних растениями: коэффициент корреляции Пирсона между общим проективным покрытием растениями и каменистостью субстрата  $r=0,64$  ( $n=7$ ).

Показатели микоризы зависят от степени сформированности растительных сообществ: коэффициенты корреляции Пирсона между ОПП, долей микоризных видов и интенсивностью микоризной инфекции составили  $r=0,74$ ;  $r=0,76$  ( $n=7$ ) соответственно.

19.09.2017

**Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания УрФУ № 6.7696.2017/БЧ.**

**Список литературы:**

1. Лукина Н.В., Чибрик Т.С., Филимонова Е.И., Глазырина М.А. Микоризообразование травянистых видов в условиях техногенных эдафотопов // Вест. Баш. ун-та. – 2014. – Т.19. – №3. – С. 871–874.
2. Каратыгин И.В. Коэволюция грибов и растений. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 115 с.
3. Курочкина Л.Я., Вухрер В.В. Развитие идей В.Н. Сукачева о сингенезе // Вопросы динамики биогеоценозов: Докл. на IV ежегодн. чтениях памяти акад. В.Н. Сукачева. – М.: Наука, 1987. – С. 5–27.
4. Махонина Г.И., Чибрик Т.С., Ужегова И.А. Процессы формирования почвенного и растительного покровов на отвалах Аккермановского железорудного месторождения (степная зона Зауралья) // Растения и промышленная среда. – Свердловск: Изд-во Урал. гос. ун-та, 1976. – С. 132–143.
5. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм, как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука, 1981. – 230 с.
6. Чибрик Т.С., Елькин Ю.А. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. – 220 с.
7. Чибрик Т.С., Лукина Н.В. Микоризообразование травянистых видов на разновозрастных отвалах никелевого месторождения // Вест. ОГУ. – 2015. – №10. – С. 90–93.
8. Чибрик Т.С., Лукина Н.В. Микоризообразование травянистых видов Коркинского угольного разреза // Экосистемы. – 2016. – Вып.5(35). – С. 60–65.
9. Booth M.G. Mycorrhizal networks mediate overstorey – understorey competition in a temperate forest // Ecol. Letters. – 2004. – Vol.7. – P. 538–546.
10. Brandrett M.C. Diversity and classification of mycorrhizal association // Biol. Rev. – 2004. – Vol.79. – P. 473–495.
11. Chibrik T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A., Rakov E.A., Maleva M.G., Prasad M.N.V. Biological recultivation of mine industry deserts: facilitating the formation of phytocoenosis in the middle Ural region, Russia // Bioremediation and Bioeconomy. – Amsterdam: Elsevier, 2016. – С. 389–418.
12. Read D.J. Mycorrhiza in plant communities // Advances in Plant Pathology. – 1993. – Vol.9. – P. 1–31.
13. Read D.J., Leake J.R., Pevez-Moreno J. Mycorrhizal fungi as drivers of ecosystem processes in heathland and boreal forest biomes // Can. J. Bot. – 2004. – Vol.82. – P. 1243–1263.
14. Remy W., Taylor T.N., Haas H., Kerp H. Four-hundred-million-year-old vesicular-arbuscular mycorrhizae // Proc. Nat. Acad. Scien. of USA. – 1994. – Vol.91. – P. 11841–11843.
15. Smith S.E., Read D.J. Mycorrhizal symbiosis (Third Edition). – N.Y.: Academic Press, 2008. – 787 p.

**Сведения об авторах:**

**Чибрик Тамара Семеновна**, заведующий лабораторией антропогенной динамики экосистем Отдела биологических исследований НИИ ФПМ ИЕНиМ биологического факультета Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
E-mail: Tamara.Chibrik@urfu.ru

**Лукина Наталия Валентиновна**, старший научный сотрудник лаборатории антропогенной динамики экосистем Отдела биологических исследований НИИ ФПМ ИЕНиМ биологического факультета Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, кандидат биологических наук, доцент  
E-mail: Natalia.Lukina@urfu.ru  
620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, , тел. 8(343) 3899726