

ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА МИКОРИЗООБРАЗОВАНИЕ ЗЛАКОВ В ОПЫТНЫХ ПОСЕВАХ НА ТЕХНОГЕННЫХ СУБСТРАТАХ

Т.С. ЧИБРИК, Н.В. ЛУКИНА, М.А. ГЛАЗЫРИНА

Уральский федеральный университет, Екатеринбург (Tamara.Chibrik@urfu.ru)

THE INFLUENCE OF FERTILIZATION ON THE FORMATION OF MYCORRHIZA IN CEREALS EXPERIMENTAL SOWINGS ON TECHNOGENIC SUBSTRATES

T.S. CHIBRIK, N.V. LUKINA, M.A. GLAZYRINA

Ural Federal University, Ekaterinburg (Tamara.Chibrik@urfu.ru)

Резюме. В данной работе приводятся результаты изучения влияния удобрений на морфологию *Phleum pratense* L. и *Agropyron cristatum* (L.) Beauv. в экспериментальных посевах, заложенных в Коркинском угольном разрезе (лесостепная зона). Показано изменение микоризообразования в ходе онтогенеза высевных злаков, а также влияние на этот процесс удобрений.

Ключевые слова: микориза, *Phleum pratense*, *Agropyron cristatum*, посевы.

Abstract. The results of studying the effect of fertilizers on the morphology of *Phleum pratense* and *Agropyron cristatum* in experimental crops planted in the Korkinskoye coal mine (forest-steppe zone) are presented in this paper. The change in mycorrhiza formation during the ontogeny of sown cereals, as well as the effect of fertilizers on this process are shown in the article.

Key words: mycorrhiza, *Phleum pratense*, *Agropyron cristatum*, crops.

В настоящее время в связи с проведением рекультивации земель, нарушенных промышленностью, возникает необходимость изучения микоризы, как одного из компонентов экосистем, компенсирующего дефицитность в них биогенных элементов. Многочисленными исследованиями установлено, что микоризные грибы, вступая в симбиоз с растениями, участвуют в поглощении питательных веществ из почвы, главным образом азота и фосфора. Известно также, что содержание в почве азота и фосфора влияет на степень развития и активность микоризообразующих грибов [Селиванов, 1981; Каратыгин, 1993; Read, 1984; Marschner, Dell, 1994].

На нарушенных при добыче полезных ископаемых землях, характеризующихся низким содержанием доступных для растений питательных веществ (особенно азота и фосфора), микоризованные растения имеют преимущества перед немикоризованными [Mosse, 1986]. В связи с этим целью наших исследований было изучение влияния внесения удобрений на рост и развитие злаков и их микоризообразование в экспериментальных посевах, заложенных в Коркинском угольном разрезе (на примере посевов *Phleum pratense* L. и *Agropyron cristatum* (L.) Beauv.).

Исследования проводились на участках 3-летних экспериментальных посевов, заложенных в Коркинском угольном разрезе сотрудниками лаборатории промышленной ботаники Уральского университета с целью разработки способов биологической рекультивации [Серая, Чибрик, 1984; 1985; Чибрик, Глазырина, 1996]. Коркинский угольный разрез расположен в 30 км к юго-востоку от г. Челябинска (лесостепная зона). Это один из наиболее крупных и глубоких карьеров на территории Российской Федерации, представляющий собой многогранную чашевидную выемку, площадью свыше 800 га, с проектной глубиной 570 м. Углы наклона бортов достигают 10–25°, высота рабочих уступов 10–15 м.

Экспериментальный участок, на котором проводились наши исследования, расположен на бермах южного борта на глубине 64 м от дневной поверхности. Многолетние травы испытывались в 2-х вариантах: 1) порода (контроль), 2) порода + N₉₀P₆₀K₆₀. Каждый вариант закладывался в 3-х кратной повторности. Породный состав участка представлен

продуктами выветривания песчаников и алевролитов. Породы не засолены, рН водной вытяжки 6,70–8,48, обеспеченность доступными фосфатами очень низкая (P_2O_5 – 0,47–3,19 мг/100 г), средняя обеспеченность обменным калием (K_2O – 8,75–22,25 мг/100 г), содержание азота колеблется от 0,20 до 1,38%.

Геоботаническое описание экспериментальных посевов проводилось по общепринятым методикам, для характеристики численности и состава ценопопуляций злаков на разных экспериментальных участках закладывались учётные площадки (0,5×0,5 м) в 3-х кратной повторности по каждому варианту опыта. Все особи исследуемых видов в пределах учётных площадок выкапывали. В лабораторных условиях определяли возрастное состояние особей: были выделены следующие возрастные группы: ювенильные (j), иммаатурные и виргинильные (im+v), генеративные (g). У анализируемых растений был определён ряд морфологических показателей. Для изучения микоризы из каждой возрастной группы отбирали по 25 особей, которые обрабатывали по стандартной методике: мацерировали в 15% растворе КОН с последующей окраской анилиновой синью [Селиванов, 1981]. В каждой возрастной группе определяли такие показатели, как: частота встречаемости микоризной инфекции (F, характеризует равномерность распределения гриба в корне); степень микотрофности (D, отражает обилие гриба в корнях растений); интенсивность микоризной инфекции (С, отражает как распределение огрибнённых участков корня, так и обилие гриба в нём).

Были обследованы посевы следующих видов: *Phleum pratense* L. (timoфеевка луговая) – гемикриптофит, мезофит, рыхлокустовой многолетний злак ярового и ярово-озимого типа развития.

Agropyron cristatum (L.) Beauv. (житняк гребенчатый), геофит, ксеромезофит, рыхлокустовой многолетний злак.

Проведённые исследования показали, что экспериментальные посевы отличаются высоким проективным покрытием растительностью (80–90%), относительно равномерным размещением особей по площади. Проективное покрытие культурой в посевах (в опыте и контроле) составило: у *Phleum pratense* 70% и 80%, у *Agropyron cristatum* – 20 и 50% соответственно.

Улучшение условий минерального питания способствовало лучшему выживанию особей в начальной стадии онтогенеза (всходы, проростки, ювенильные особи), что повлекло за собой лучшую сохранность посевов. Произошло ускорение развития высеванных видов по сравнению с контролем: хотя на третий год развития во всех посевах преобладали вегетативные особи, доля генеративных особей была выше в опытах с внесением удобрений (от 20 до 50%).

Проведённый морфологический анализ показал, что при внесении минеральных удобрений увеличились вес и высота вегетативных особей по сравнению с контролем (таблица).

Изучение влияния внесения удобрений на микоризообразование видов показало следующее.

Во всех экспериментальных посевах, как в опыте, так и в контроле у исследованных видов была обнаружена микориза. Уже на стадии всходов в корнях растений встречается арбускулярная микориза, представленная в основном гифами гриба и скоплениями везикул, арбускул в корнях растений наблюдается крайне мало.

Показатели микотрофности у исследуемых видов как в опыте, так и в контроле меняются в ходе онтогенеза (рис.). Максимальные значения степени микотрофности (D) и интенсивности микоризной инфекции (С) наблюдаются у *Phleum pratense* и в опыте и в контроле – в виргинильном, у *Agropyron cristatum* – в виргинильном и генеративном возрастных состояниях. В ряде работ, посвящённых изучению динамики микоризообразования некоторых травянистых видов, показано, что растения вступают в симбиоз с грибами уже на ранних этапах своего развития и интенсивность микоризации меняется в ходе он-

тогенеза [Шкараба 1983; Утемова, 1987; Лукина, Глазырина, 2013]. При изучении микоризы злаков в различных зонально-климатических и экологических условиях И.А. Селиванов и Л.Д. Утемова [1968] отмечают увеличение микоризообразующего гриба в тканях корней злаков в фазе кущения, выхода в трубку и в фазе колошения.

Таблица

Некоторые морфологические показатели модельных ценобионтов

Показатель	Порода		Порода + NPK	
	X _{ср±m}	C _v , %	X _{ср±m}	C _v , %
<i>Phleum pratense</i>				
Вегетативные особи:				
высота побега, см	23,22±1,34	38	27,20±1,60	32
вес особи, г	0,13±0,01	59	0,24±0,02	52
Генеративные особи:				
высота генеративного побега, см	66,90±2,29	19	64,80±2,60	22
длина соцветия, см	4,82±0,43	49	4,10±0,30	40
вес особи, г	0,82±0,07	46	0,65±0,05	40
<i>Agropyron cristatum</i>				
Вегетативные особи:				
высота побега, см	33,07±1,66	47	36,18±1,52	40
вес особи, г	0,13±0,01	59	0,24±0,02	52
Генеративные особи:				
высота генеративного побега, см	62,80±1,30	54	56,70±2,38	16
длина соцветия, см	3,00±0,11	27	2,93±0,25	31
вес особи, г	1,12±0,14	67	0,84±0,13	49

В корнях исследуемых растений гриб распределён неравномерно. Частота встречаемости микоризной инфекции (F, %) варьирует у *Phleum pratense* от 16,0% до 65,0% (контроль) и от 10,0% до 47,0% (опыт), у *Agropyron cristatum* – от 0,1% до 55,0% и от 1,0% до 50,0% в опыте и контроле соответственно. Исследования показали, что все особи являются слабомикотрофными, так как по классификации И.А. Селиванова и В.Ф. Шавкуновой [1973] степень микотрофности у них не превышает 1,7 балла.

При сравнении средних показателей микоризации корней в опыте и контроле выявлено, что при внесении удобрений у исследованных видов происходит снижение степени микотрофности.

Таким образом, проведённые исследования показали, что внесение NPK удобрений на неплодородных субстратах в Коркинском угольном разрезе положительно повлияло на рост и развитие злаков *Phleum pratense* и *Agropyron cristatum*, при этом произошло уменьшение показателей микоризации корней.

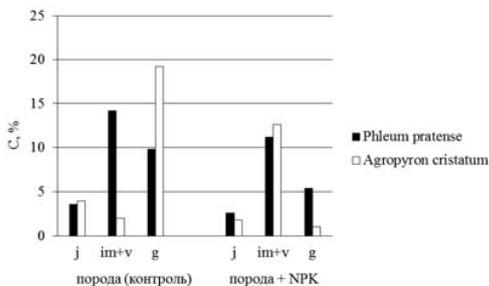


Рис. Зависимость интенсивности микоризной инфекции от возрастного состояния особей.

ЛИТЕРАТУРА

- Каратыгин И.В. 1993. Козволюция грибов и растений. СПб.: Гидрометеиздат: 115 с.
 Лукина Н.В., Глазырина М.А. 2013. Некоторые особенности структурной организации и микоризных стратегий ценопопуляций *Erigeron acris* L. на техногенных субстратах. В кн.: Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 15. 3(4): 1354–1359.

- Проворов Н.А., Воробьев Н.И.** 2012. Генетические основы эволюции растительно-микробного симбиоза. СПб.: Изд-во «Информ-Навигатор»: 400 с.
- Селиванов И.А.** 1981. Микосимбиотрофизм, как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. Москва: Наука: 230 с.
- Селиванов И.А., Утемова Л.Д.** 1968. Материалы к характеристике микориз злаков. *В кн.*: Вопросы биологии и экологии доминантов и эдификаторов растительных сообществ: Материалы I межвузовской конференции по биологии и экологии доминантов и эдификаторов естественных и искусственных фитоценозов (Пермь, 21–26 сентября 1967 г.). Учёные записки. Т. 64. Пермь: Изд-во Пермского гос. пед. ин-та: 302–309.
- Селиванов И.А., Шавкунова В.Ф.** 1973. Микотрофность растений во флоре и растительном покрове горы Ирмель. *В кн.*: Учёные записки Пермского государственного педагогического института. Пермь: 72–93.
- Серая Г.П., Чибрик Т.С.** 1984. Особенности структуры и жизненность ценопопуляций многолетних злаков в экспериментальных посевах (Коркинский угольный разрез). *В кн.*: Растения и промышленная среда. Свердловск: Изд-во Уральского гос. ун-та: 30–38.
- Серая Г.П., Чибрик Т.С.** 1985. Жизненность ценопопуляций многолетних трав в зависимости от условий выращивания. *В кн.*: Растения и промышленная среда. Свердловск: Изд-во Уральского гос. ун-та: 5–25.
- Утемова Л.Д.** 1987. Экология и динамика развития эндомикоризы у Подорожника большого. *В кн.*: Микориза и другие формы консортивных связей в природе: межвузовский сборник научных трудов. Пермь: Пермский гос. пед. ин-т: 56–63.
- Чибрик Т.С., Глазырина М.А.** 1996. Адаптационная роль семенного размножения при интродукции видов в неозотоп. *В кн.*: Проблемы репродуктивной биологии растений. Тезисы докладов симпозиума (Пермь, 4–6 июня 1996). Пермь: Перм. ун-т: 221–223.
- Шкараба Е.М.** 1983. Развитие микоризы в ходе онтогенеза кислицы обыкновенной (*Oxalis acetosella* L.). *В кн.*: Микориза и другие формы консортивных связей в природе: межвузовский сборник научных трудов. Пермь: Пермский гос. пед. ин-т: 24–28.
- Marschner H., Dell V.** 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant & Soil*. 159: 89–102.
- Mosse B.** 1986. Mycorrhiza in sustainable agriculture. *Biol. Agr. And Hort.* 3(2): 191–111.
- Read D.J.** 1984. The structure and function of the vegetative mycelium of roots. *In*: Ennings D.H., Reyner A.D.M. (ed.). The ecology and physiology of the fungal mycelium. Cambridge: University Press: 215–240.

БЛАГОДАРНОСТИ. Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания УрФУ № 2017/236, код проекта 7696.