

УДК 581.55:581.552:581.557.24:502

## МИКОРИЗООБРАЗОВАНИЕ *PLANTAGO MEDIA* L. В ХОДЕ ОНТОГЕНЕЗА НА РАЗНЫХ СУБСТРАТАХ

© 2014 г.

*Н.В. Лукина, М.А. Глазырина, О.А. Важенина*

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
Екатеринбург

Tamara.Chibrik@urfu.ru

Поступила в редакцию 12.05.2014

Приведены результаты изучения некоторых особенностей микоризообразования ценопопуляций *Plantago media* L. на разных промышленных отвалах и в естественных местообитаниях. Показано изменение микоризообразования в ходе онтогенеза, а также влияние на степень микоризообразования эдафических и погодно-климатических факторов.

*Ключевые слова:* промышленные отвалы, ценопопуляция, микориза, *Plantago media* L.

В настоящее время многочисленными исследованиями установлено, что роль микоризы в жизни растений полифункциональна: под действием арбускулярной микоризы происходит увеличение интенсивности фотосинтеза до 50% [1], улучшение водного режима, снижение поступления металлов в побеги [2]. Микоризные грибы, вступая в симбиоз с растениями, участвуют в поглощении питательных веществ из почвы, главным образом фосфора, выполняют защитную роль в борьбе с патогенными инфекциями, дают им преимущества в приспособлении к условиям окружающей среды [3–6].

В ряде работ, посвященных 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 онтогенеза [7–9]. Известно, что в различных экотопических условиях адаптация симбионтов к сожительству друг с другом проявляется по-разному, поэтому изучение особенностей микоризообразования может способствовать пониманию экологического значения такого сложного явления, как микоризы. Цель наших исследований – изучение особенностей микоризообразования на примере *Plantago media* L. в процессе его индивидуального развития под влиянием различных экологических факторов.

### Материалы и методика

Вид *Plantago media* L. – многолетнее поликарпическое, короткокорневищное травянистое растение с четко выраженной системой главного корня и придаточных корней. Распространён

повсеместно. *Plantago media* является антропо-толерантным видом, адаптированным к сильному антропогенному стрессу в условиях урбанизированной и промышленной среды, и может быть чутким маркером при оценке качества среды обитания человека [10, 11].

Наши исследования проводились в следующих ценопопуляциях:

ЦП<sub>1</sub> *Plantago media* произрастает в разнотравном луговом сообществе на рекультивированном участке золоотвала Верхнетагильской государственной районной электростанции (ВТГРЭС). В составе сообщества с обилием сор<sub>1</sub> – sp преобладают *Pimpinella saxifraga* L., *Plantago media*, *Achillea millefolium* L. Коэффициент встречаемости (КВ) *Plantago media* – 100%, плотность – 63.85 особей на 1 м<sup>2</sup>. Субстрат – полосы суглинистого грунта, нанесённого на поверхность золоотвала.

ЦП<sub>2</sub> *Plantago media* расположена на опушке лесного фитоценоза, формирующегося на золоотвале ВТГРЭС. В древесном ярусе доминируют мелколиственные породы, такие как *Populus tremula* L. (сор<sub>2</sub>), *Betula pendula* Roth (сор<sub>2</sub>) и *B. pubescens* Ehrh. (сор<sub>1</sub>), *Salix caprea* L. (sp). Общее проективное покрытие (ОПП) травянистого яруса составляет 30–35%. Обилие *Plantago media* сор<sub>2</sub> gr, КВ – 100%, плотность – 4.86 особей на 1 м<sup>2</sup>. Субстрат – зола.

ЦП<sub>3</sub> *Plantago media* произрастает в лесном фитоценозе, формирующемся на Галкинском отвале мраморизированного известняка. В древесном ярусе преобладают *Pinus silvestris* L. (сор<sub>2</sub>), *Betula pubescens* (sp), *B. pendula* (sol – sp), *Salix caprea* (sp). Сомкнутость древесного яруса 50–60%. ОПП травянистыми видами варьирует

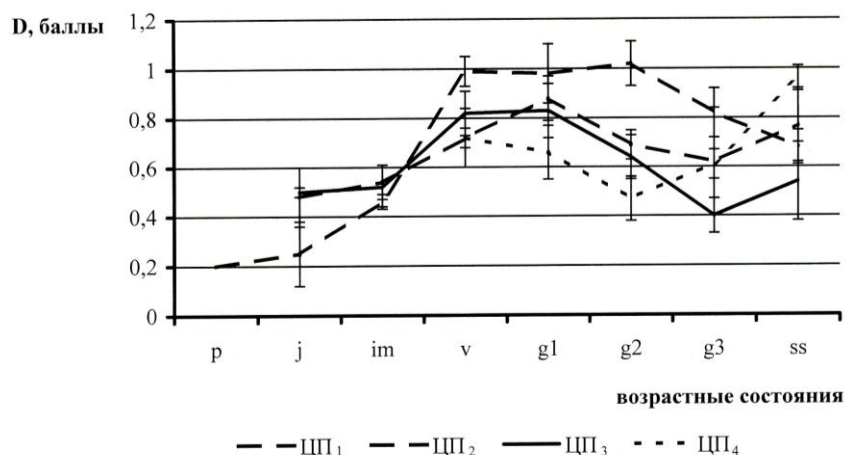


Рис. 1. Изменение степени микотрофности *Plantago media* в зависимости от возрастного состояния в 2011 году

от 5 до 65%. Обилие *Plantago media* sol – sp gr, КВ – 85.71%, плотность – 11.33 особей на 1 м<sup>2</sup>. Субстрат – каменистые уплотненные известняки и запесоченные глины.

ЦП<sub>4</sub> *Plantago media* расположена на лесной просеке в окрестностях биологической станции Уральского федерального университета. Древесный ярус представлен *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*. Хорошо выражен подлесок, в состав которого входит *Alnus incana* L. ОПП травянистыми видами составляет 75%. Сомкнутость древесного яруса 50–60%. Обилие *Plantago media* – sp, КВ – 85.71%. Ценопопуляция произрастает на обнаженных минеральных горизонтах дерново-подзолистых почв суглинистого состава.

Условия освещенности в ЦП<sub>1</sub> составляют 100%, в ЦП<sub>2</sub>, ЦП<sub>3</sub>, ЦП<sub>4</sub> – 40–50%. Подробная характеристика объектов представлена в работе [12].

Для изучения микоризы во всех ценопопуляциях *Plantago media* L. были отобраны корни 25 особей каждой возрастной группы, которые обрабатывали по стандартной методике: мацерировали в 15% КОН с последующей окраской анилиновой синью [3]. В каждой возрастной группе определялась степень микотрофности (D, баллы), характеризующая обилие микоризного гриба в корне.

### Результаты и их обсуждение

Изучение микоризы *Plantago media* показало, что во всех ценопопуляциях особи всех возрастных групп оказались микотрофными. В симбиотические отношения с микоризными грибами данный вид вступает на самых ранних этапах развития (на стадии проростков). Арбускулярная микориза представлена, в основном,

гифами гриба, скоплением везикул и единичными арбускулами. Малое количество арбускул может быть связано с недостатком фосфора в субстратах [13]. Исследования показали, что степень микотрофности (D) у отдельных особей меняется от 0.49 до 0.95 баллов, то есть по классификации И.А. Селиванова и В.Ф. Шавкуновой [14] *Plantago media* в изученных ценопопуляциях относится к слабомикотрофным видам.

Во всех ценопопуляциях *Plantago media* степень микотрофности меняется в ходе онтогенеза. В начале онтогенеза происходит увеличение показателей вплоть до стадии v – g<sub>1</sub>, затем наблюдается некоторое снижение, а в ЦП<sub>2</sub> – ЦП<sub>4</sub> в стадиях g<sub>3</sub> – ss вновь небольшое увеличение показателей (рис. 1).

При сравнении средних показателей степени микотрофности разных возрастных групп *Plantago media* выявлено, что в ЦП<sub>1</sub> на ранних стадиях развития показатели микотрофности ниже, чем в ЦП<sub>2</sub> – ЦП<sub>4</sub>, а в прегенеративном и генеративном возрастных состояниях – выше, что может быть связано как с более высоким уровнем освещенности, так и с более высокой плотностью особей.

Для изучения влияния погодных-климатических условий на изменение степени микотрофности *Plantago media* в ходе онтогенеза сравнивались данные, полученные в 2009 и 2011 гг. на Галкинском отвале мраморизированного известняка (соответственно варианты ЦП<sub>2а</sub> и ЦП<sub>2б</sub>). Установлено, что в разные годы характер изменения микоризообразования в ходе онтогенеза совпадает, но в годы с большим количеством осадков за вегетационный период (по данным Кировоградской метеостанции) наблюдается увеличение микоризообразования (рис. 2, 3).

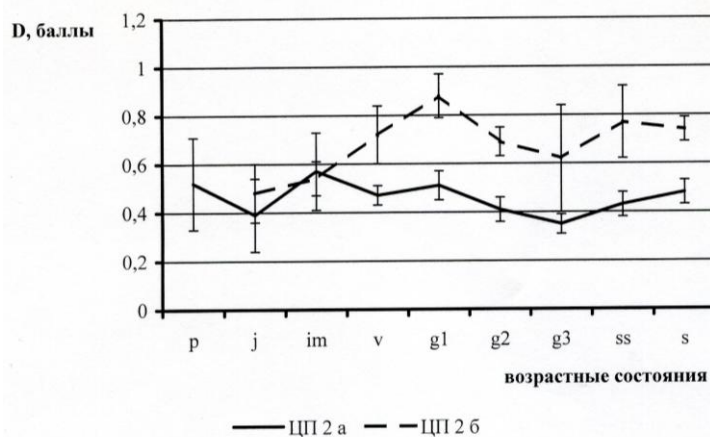


Рис. 2. Изменение степени микотрофности *P. media* в ходе онтогенеза в разные годы исследования (ЦП<sub>2а</sub> – 2009 г., ЦП<sub>2б</sub> – 2011 г.)



Рис. 3. Зависимость средних показателей степени микотрофности *P. media* от количества осадков за май – июль в разные годы исследования (ЦП<sub>2а</sub> – 2009 г., ЦП<sub>2б</sub> – 2011 г.)

## Выводы

Изучение микоризообразования *Plantago media* L., произрастающего на разных субстратах, показало, что степень микоризообразования меняется в ходе онтогенеза и зависит от экологических условий: свойств субстрата, количества осадков, освещённости.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках госзадания УрФУ № 2014/236.

### Список литературы

1. St. John T.V., Coleman D.C. The role of mycorrhizae in plant ecology // Can. J. Bot. 1983. V. 61. 1005–1014 p.
2. Smith J.E., Read D.J. Mycorrhizal symbiosis. London: Academic Press, 1997. 605 p.
3. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М.: Наука, 1981. 230 с.
4. Каратыгин И.В. Коэволюция грибов и растений. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 115 с.
5. Read D.J. The structure and function of the vegetative mycelium of roots // In: The ecology and physiology of the fungal mycelium / D.H. Ennings, A.D.M. Reyner (eds.). Cambridge: University Press, 1984. P. 215–240.
6. Marschner H., Dell B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis // Plant & Soil. 1994. V. 159. P. 89–102.
7. Шкараба Е.М. Развитие микоризы в ходе онтогенеза кислицы обыкновенной (*Oxalis acetosella* L.) // Микориза и другие формы консортивных связей в природе. Межвуз. сб. науч. трудов. Пермь: Пермский гос. пед. ин-т, 1983. С. 24–28.
8. Утемова Л.Д. Экология и динамика развития эндомикоризы у *Plantago major* L. // Микориза и другие формы консортивных связей в природе. Межвуз. сб. науч. трудов. Пермь: Пермский гос. пед. ин-т, 1987. С. 56–63.
9. Лукина Н.В., Глазырина М.А. Некоторые особенности структурной организации и микоризных стратегий ценопопуляций *Erigeron acris* L. на техногенных субстратах // Изв. Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3 (4). С. 1354–1359.
10. Жукова Л.А. Подорожник средний (*Plantago media* L.) // Диагнозы и ключи возрастных состояний луговых растений: метод. разработки для студентов

биол. спец. М.: МГПИ им. В.И. Ленина. 1983. Ч. 3. С. 36–39.

11. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК Ланар, 1995. 224 с.

12. Чибрик Т.С., Лукина Н.В., Филимонова Е.И., Глазырина М.А. Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2011. 286 с.

13. Проворов Н.А., Воробьев Н.И. Генетические основы эволюции растительно-микробного симбиоза. СПб.: Изд-во «Информ-Навигатор», 2012. 400 с.

14. Селиванов И.А. Шавкунова В.Ф. Микотрофность растений во флоре и растительном покрове горы Ирмель // Учен. зап. Пермского гос. пед. ин-та, 1973. С. 72–93.

## MYCORRHIZA FORMATION IN *PLANTAGO MEDIA* L. DURING ONTOGENESIS ON DIFFERENT SUBSTRATES

*N.V. Lukina, M.A. Glazyrina, O.A. Vazhenina*

In this paper we present the results of a study of some features of mycorrhiza formation in *Plantago media* L. cenopopulation at different industrial dumps and in natural habitats. It is shown that some changes occur in mycorrhiza formation during ontogeny, and that this process is influenced by edaphic and climatic factors.

*Keywords:* industrial dumps, cenopopulation, mycorrhiza, *Plantago media* L.

### References

1. St. John T.V., Coleman D.C. The role of mycorrhizae in plant ecology // Can. J. Bot. 1983. V. 61. 1005–1014 r.

2. Smith J.E., Read D.J. Mycorrhizal symbiosis. London: Academic Press, 1997. P. 605.

3. Selivanov I.A. Mikosimbiozizm kak forma konsortivnyh svjazej v rastitel'nom pokrove Sovetskogo Sojuza. M.: Nauka, 1981. 230 s.

4. Karatygin I.V. Kojevoljucija gribov i rastenij. SPb.: Gidrometeoizdat, 1993. 115 s.

5. Read D.J. The structure and function of the vegetative mycelium of roots // In: The ecology and physiology of the fungal mycelium / D.H. Ennings, A.D.M. Reyner (eds.). Cambridge: University Press, 1984. P. 215–240.

6. Marschner H., Dell B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis // Plant & Soil. 1994. V. 159. P. 89–102.

7. Shkaraba E.M. Razvitie mikorizy v hode ontogeneza kislicy obyknovennoj (*Oxalis acetosella* L.) // Mikoriza i drugie formy konsortivnyh svjazej v prirode. Mezhdvuz. sb. nauch. trudov. Perm': Permskij gos. ped. in-t, 1983. S. 24–28.

8. Utemova L.D. Jekologija i dinamika razvitija jendomikorizy u *Plantago major* L. // Mikoriza i drugie formy konsortivnyh svjazej v prirode. Mezhdvuz. sb. nauch. trudov. Perm': Permskij gos. ped. in-t, 1987. S. 56–63.

9. Lukina N.V., Glazyrina M.A. Nekotorye osobennosti strukturnoj organizacii i mikoriznyh strategij cenopuljacij *Erigeron acris* L. na tehnogennyh substratah // Izv. Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2013. T. 15. № 3 (4). S. 1354–1359.

10. Zhukova L.A. Podorozhnik srednij (*Plantago media* L.) // Diagnozy i kljuchi vozrastnyh sostojanij lugovyh rastenij: metod. razrabotki dlja studentov biol. spec. M.: MGPI im. V.I. Lenina. 1983. Ch. 3. S. 36–39.

11. Zhukova L.A. Populjacionnaja zhizn' lugovyh rastenij. Joshkar-Ola: RИИК Ланар, 1995. 224 s.

12. Chibrik T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A. Jekologicheskie osnovy i opyt biologicheskoj rekul'tivacii narushennyh promyshlennost'ju zemel'. Ekaterinburg: Izd-vo Ural'skogo un-ta, 2011. 286 s.

13. Provorov N.A., Vorob'ev N.I. Geneticheskie osnovy jevoljucii rastitel'no-mikrobnogo simbioza. SPb.: Izd-vo «Inform-Navigator», 2012. 400 s.

14. Selivanov I.A. Shavkunova V.F. Mikotrofnost' rastenij vo flore i rastitel'nom pokrove gory Iremel' // Uchen. zap. Permskogo gos. ped. in-ta, 1973. S. 72–93.