**ДИНАМИКА МИКОРИЗООБРАЗОВАНИЯ У ЗЛАКОВ НА ПЕРВЫХ СТАДИЯХ ЗАРАСТАНИЯ ПЕСЧАНОГО КАРЬЕРА**

***Горбунова Анастасия Олеговна***

*аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, г. Санкт-Петербург*

*ФГБУ «ВНИИСХМ», Россия, г. Пушкин*

***Сумина Ольга Ивановна***

*доктор биологических наук, проффесор, Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, г. Санкт-Петербург*

***Юрков Андрей Павлович***

*кандидат биологических наук, доцент, ФГБНУ «ВНИИСХМ», Россия, г. Пушкин*

***Крюков Алексей Анатольевич***

*кандидат биологических наук, ФГБНУ «ВНИИСХМ», Россия, г. Пушкин*

**DYNAMICS OF MYCORRHIZAL FORMATION OF GRASS SPECIES AT THE FIRST STAGES OF OVERGROWING SAND QUARRY**

***Gorbunova Anastasia Olegovna***

*post-graduate student, St. Petersburg State University, Russia, St. Petersburg*

*ARRIAM, Russia, Pushkin*

***Sumina Olga Ivanovna***

*doctor of biological sciences, professor, St. Petersburg State University, Russia, St. Petersburg*

***Yurkov Andrey Pavlovich***

*candidate of biological sciences, associate arofessor, ARRIAM, Russia, Pushkin*

***Kryukov Alexey Anatolyevich***

*candidate of biological sciences, ARRIAM, Russia, Pushkin*

**АННОТАЦИЯ**

В данной статье дается сравнение микоризации корней 2 видов злаков (*Agrostis capillaris* и *Deschampsia cespitosa*), населяющих зарастающий песчаный карьер в Ленинградской области. Целью статьи является анализ динамики микоризации данных видов при переходе от ранней стадии зарастания к продвинутой. Выделены и описаны растительные сообщества, относящиеся к двум первым стадиям зарастания. На основе микроскопического исследования установлено, что в корнях всех видов имеется арбускулярная микориза в форме несептированного мицелия, арбускул и везикул. Авторы приходят к выводу, что, несмотря на повышение роли злаков в сообществах более развитой стадии сукцессии, лишь у *Deschampsia cespitosa* наблюдается достоверное повышение параметров микоризации по сравнению с ранней стадией сукцессии.

**ABSTRACT**

This article compares the mycorrhization of the roots of 2 grass species (*Agrostis capillaris* and *Deschampsia cespitosa*) inhabiting the overgrown sand quarry in the Leningrad region. The purpose of the article is to analyze the dynamics of mycorrhization of these species during the transition from the early stage of overgrowth to the advanced one. Plant communities belonging to the first two stages of overgrowth have been identified and described. On the basis of microscopic examination, it was established that in the roots of all species there is arbuscular mycorrhiza in the form of non-septic mycelium, arbuscules and vesicles. The authors come to the conclusion that, despite the increased role of grasses in the communities of the more advanced stage of succession, only *Deschampsia cespitosa* has a significant increase in mycorrhization parameters as compared to the early stage of succession.

**Ключевые слова:** арбускулярная микориза, восстановление растительности, песчаные карьеры, злаки, симбиоз, первичная сукцессия.

**Key words:** arbuscular mycorrhiza, vegetation restoration, sand quarry, grasses, symbiosis, primary succession.

Огромную роль в формировании всех наземных растительных сообществ играет симбиоз растений с грибами арбускулярной микоризы (АМ). 71% от всех видов сосудистых растений образуют АМ, а микоризные растения преобладают в большинстве сообществ большинства экосистем [1]. АМ является также одним из древнейших мутуалистических симбиозов, возникшим более 400 миллионов лет назад, когда растения осваивали наземную среду обитания [2]. Симбиоз устанавливается между почвенными грибами подотдела Glomeromycotina [3] и корнями растения-хозяина. АМ влияет как на физиологию отдельных особей растений, способствуя улучшению питания, водного режима и защиты от патогенов, так и на функционирование целых экосистем, повышая их биоразнообразие и/или продуктивность [4]. Цель данного исследования заключалась в анализе динамики АМ у двух видов злаков в сообществах двух последовательных стадий зарастания песчаного карьера.

Материал отбирали на карьере «Калелово» (Всеволожский район Ленинградской области) в конце июля 2019 г. Мы описали сообщества первой «пионерной» стадии первичной сукцессии карьера и второй «злаковой» стадии, расположенные на пробных площадках 5 х 5 м. Всего были заложены 5 площадок (3 для пионерной стадии и 2 для злаковой). Для оценки микоризации были собраны корни 2 видов злаков, встречающихся на исследованных пробных площадках в достаточном количестве (*Agrostis capillaris* L.*, Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.). Объем выборки для каждого из них составлял не менее 5 особей с пробной площади. Тонкие корни мацерировали и окрашивали трипановым синим [5]. Для расчета показателей микоризации использовали общепринятый метод световой микроскопии [6]. Для каждого вида исследовали 300 полей зрения, в каждом из них визуально определяя процент корня (как объем, спроецированный на площадь), занятый структурами АМ грибов. Балльные оценки заносили в компьютерную программу вычисления индексов микоризации корней растений на базе Microsoft Excel [7] и делали расчет следующих параметров микоризации: встречаемость микоризной инфекции в исследуемых фрагментах корней; интенсивность микоризной инфекции во всех исследованных фрагментах корней; обилие арбускул во всех исследованных фрагментах корней; обилие везикул во всех исследованных фрагментах корней.

Сообщества пионерной стадии были слабо сомкнуты, общее проективное покрытие (ОПП) 5, 15 и 17%. Доминанты: *Deschampsia cespitosa* (площадка 1, проективное покрытие (ПП) <1%), *Agrostis capillaris* (площадки 2 и 3, ПП 5 и 7% соответственно). На злаковой стадии в сообществах, преимущественно образованных травами, господствовали злаки, ОПП 40 и 60%, около трети проективного покрытия занимают мхи. Доминантом являлась *Agrostis capillaris* (ПП 20-23%).

Ценотическая роль *Agrostis capillaris* незначительна в сообществе площадки 1, но повышается в двух других пионерных сообществах, несмотря на низкое проективное покрытие вида. В сообществах злаковой стадии вид также является доминантом, при этом ПП вида увеличивается почти в 12 раз. Ценотическая роль *Deschampsia cespitosa* выше в сообществе площадки 1, затем этот злак уступает первенство *Agrostis capillaris.* Но с переходом к злаковой стадии ПП видаповышается с 2% до 3%.

У *Deschampsia cespitosa* встречаемость микоризы (58.3±6.5%) и интенсивность микоризации в корнях (27.4±3.2%) достоверно выше в сообществе второй стадии, чем в одном из сообществ первой стадии (9±3.1% и 3.6±1.3% соответственно). Обилие арбускул достоверно выше на второй стадии (15.5±0.9%), чем на первой (6.1±1.3%). Обилие везикул колеблется от 1.0±0.2% до 4.4±1.1%, на площадке 1 везикул в корнях не было. Встречаемость микоризы у *Agrostis capillaris* колеблется в пределах от 8.7±4.4% до 25.8±6.5%, интенсивность микоризной инфекции – в пределах от 3.9±2.4% до 9.6±6.9%, обилие арбускул не превышает 6.1±4.5%, обилие везикул не превышает 1.1±1.0%. У данного вида не обнаружено достоверных различий в параметрах микоризации на разных стадиях.

Похожие результаты для этих злаков были получены в исследовании на песчаном карьере «Кузьмолово» Всеволожского района Ленинградской области [8]. Эти виды злаков являются характерными для ранних стадий зарастания исследованных песчаных карьеров, причем в пионерных сообществах они располагаются точечно, а в более продвинутых злаковых сообществах формируют с другими видами трав практически сомкнутый покров. Микоризация *Agrostis capillaris* в этих сообществах остается достаточно постоянной, тогда как у *Deschampsia cespitosa* наблюдается склонность к интенсификации развития микоризы в сообществах злаковой стадии.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ-а №18-016-00220, РФФИ-мк №19-29-05275, РФФИ-а №20-016-00245.

**Список литературы:**

1. Brundrett M. Global diversity and importance of mycorrhizal and nonmycorrhizal plants. In: Biogeography of mycorrhizal symbiosis. 2017. Cham, Switzerland. 533–556.
2. Redecker D., Kodner R., Graham L.E. Glomalean fungi from the Ordovician // Science. 2000. 289: 1920–1921.
3. Spatafora J.W., Chang Y., Benny G.L., Lazarus K., Smith M.E., Berbee M.L., Bonito G., Corradi N., Grigoriev I., Gryganskyi A., James T.Y., O'Donnell K., Roberson R.W., Taylor T.N., Uehling J., Vilgalys R., White M.M., Stajich J.E. A phylum-level phylogenetic classification of zygomycete fungi based on genome-scale data // Mycologia. 2017. 108(5): 1028–46.
4. Smith S.E., Read D.J. Mycorrhizal symbiosis. 2008. Cambridge. 787 p.
5. Phillips J.M., Hayman D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection // Trans. Brit. Mycol. Soc. 1970. V. 55. P. 158–161.
6. Trouvelot A., Kough J.L., Gianinazzi-Pearson V. Mesure du taux de mycorhization VA d’un système radiculaire. Recherche de méthodes ayant une signification fonctionnelle // Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae. Paris, 1986. P. 217–221.
7. Воробьев Н.И., Юрков А.П., Проворов Н.А. Свидетельство №2016612112 от 12.02.2016 на регистрацию программы ЭВМ "Программа вычисления индексов микоризации корней растений". М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2016.
8. Горбунова А.О. Роль арбускулярной микоризы в формировании растительных сообществ при зарастании песчаного карьера // Инновации и традиции в современной ботанике: Тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова. 21–25 октября 2019 г. СПб., 2019.