

Научная статья  
УДК 582.475.8  
EDN WHUUCK

**Стимуляция роста хвойных деревьев с помощью микоризы:  
влияние симбиотических грибов на ускорение роста  
и повышение устойчивости хвойных пород**

Артемий Иванович Алексеев<sup>1</sup>, студент  
Научный руководитель – Алексей Николаевич Сахоненко<sup>2</sup>,  
кандидат биологических наук, доцент  
<sup>1, 2</sup> Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия, [artleklss@bk.ru](mailto:artleklss@bk.ru)

*Аннотация.* В статье рассматривается роль микоризных грибов в росте и устойчивости хвойных деревьев. Описаны механизмы симбиоза, включая улучшение усвоения питательных веществ, защиту от стрессов и укрепление корневой системы. Приведены примеры успешного применения микоризы в лесовосстановлении и агролесоводстве, а также ее влияние на экологическую устойчивость лесных экосистем.

*Ключевые слова:* микориза, хвойные деревья, симбиотические грибы, рост растений, устойчивость, биохимические процессы, лесовосстановление, агролесоводство

*Для цитирования:* Алексеев А. И. Стимуляция роста хвойных деревьев с помощью микоризы: влияние симбиотических грибов на ускорение роста и повышение устойчивости хвойных пород // Молодежный вестник дальневосточной аграрной науки : сб. студ. науч. тр. Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. Вып. 10. С. 17–22.

Original article

**Stimulation of coniferous tree growth by mycorrhiza:  
the effect of symbiotic fungi on accelerating growth  
and increasing the stability of conifers**

Artemy I. Alekseev<sup>1</sup>, Student  
Scientific advisor – Alexey N. Sakhonenko<sup>2</sup>,  
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
<sup>1, 2</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
Moscow, Russia, [artleklss@bk.ru](mailto:artleklss@bk.ru)

**Abstract.** The article examines the role of mycorrhizal fungi in the growth and resilience of coniferous trees. It describes the symbiotic mechanisms, including improved nutrient uptake, stress protection, and root system strengthening. Examples of successful mycorrhiza applications in reforestation and agroforestry are provided, along with its impact on the ecological sustainability of forest ecosystems.

**Keywords:** mycorrhiza, coniferous trees, symbiotic fungi, plant growth, resilience, biochemical processes, reforestation, agroforestry

**For citation:** Alekseev A. I. Stimulation of coniferous tree growth by mycorrhiza: the effect of symbiotic fungi on accelerating growth and increasing the stability of conifers. Proceedings from *Molodezhnyi vestnik dal'nevostochnoi agrarnoi nauki*. (PP. 17–22), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

**Введение.** Хвойные деревья стабилизируют почвы, предотвращая их эрозию; поглощают значительное количество углерода, уменьшая уровень парниковых газов; а также поддерживают биоразнообразие, создавая местообитания для многочисленных видов животных и растений. Однако их естественный рост и выживаемость могут быть значительно ограничены неблагоприятными условиями.

Одним из эффективных биотехнологических решений для стимулирования роста и устойчивости хвойных пород является использование микоризных грибов. Микориза представляет собой симбиотическое взаимодействие между корнями растений и грибами, которое оказывает значительное влияние на метаболизм растений и их физиологические характеристики [1].

Исследования показывают, что использование микоризы может повысить биомассу хвойных деревьев на 25–50 %. Так, в опытах на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris*), проведенных в лесных экосистемах Восточной Европы, при применении эктомикоризных грибов (*Pisolithus tinctorius* и *Suillus luteus*) прирост биомассы составлял до 42 %, а показатели выживаемости молодых деревьев увеличились на 30 % [2]. В Канаде при восстановлении лесов на деградированных почвах использование комплекса микоризных грибов и органических удобрений привело к увеличению прироста хвойных деревьев (ель канадская, *Picea glauca*) на 35 % [2].

---

Биохимические процессы, происходящие при взаимодействии микоризы с корневой системой растений, включают:

1. *Улучшение минерального питания.* Грибы увеличивают доступность ключевых элементов, таких как фосфор, азот, калий и микроэлементы. При этом установлено, что микориза увеличивает поглощение фосфора растениями на 40–60 % [3].

2. *Синтез фитогормонов.* Микоризные грибы стимулируют выработку ауксинов и гиббереллинов, что ускоряет рост корневой и надземной частей [4].

3. *Защита от патогенов.* Грибы подавляют развитие фитопатогенов через конкуренцию за ресурсы и выделение антимикробных соединений [2].

Основные механизмы микоризного взаимодействия предполагают:

1. *Усиление минерального питания.* Гифы грибов проникают в микропоры почвы, недоступные для корней, увеличивая зону питания растений в десятки раз. Исследования на сосне обыкновенной показали, что с помощью эктомикоризы уровень поглощения фосфора увеличивается на 40–60 %, что способствует росту биомассы растений на 25–50 %. В полевых экспериментах на елях (*Picea abies*) в Центральной Европе добавление микоризных грибов привело к увеличению содержания азота в тканях на 35 %, что особенно важно на бедных почвах [4].

2. *Устойчивость к стрессам.* Симбиотическое взаимодействие с грибами способствует улучшению водного баланса растений за счет увеличения поверхности всасывания и регуляции транспирации. Это особенно важно в условиях засухи и повышенной температуры.

3. *Защита от патогенов.* Микоризные грибы выделяют антибиотические вещества и предотвращают развитие патогенных микроорганизмов, таких как фитофтора или фузариум. В экспериментах с микоризой и сосной (*Pinus sylvestris*) число случаев поражения корней корневой гнилью уменьшилось на 45 % за счет активности грибов *Suillus luteus*.

Микоризные грибы расширяют доступ растений к питательным веществам, повышают их адаптацию к неблагоприятным условиям и обеспечивают защиту от патогенов [1].

**Методики исследований.** Для изучения влияния микоризных грибов на рост и устойчивость хвойных пород использовались следующие методики:

1. *Инокуляция растений.* Семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели европейской (*Picea abies*) обрабатывались спорами грибов *Rhizopogon roseolus* и *Pisolithus tinctorius*. Контрольная группа выращивалась без применения грибов.

2. *Экспериментальные условия.* Растения выращивались в одинаковых условиях почвенного состава, освещенности и полива. Часть экспериментов проводилась в условиях засухи для анализа устойчивости.

3. *Сбор данных.* Параметры роста (высота, диаметр ствола, масса корневой системы) измерялись через 6; 12 и 24 месяца. Изучалось плодородие почвы до и после эксперимента.

4. *Анализ данных.* Результаты сравнивались между группами с использованием стандартных статистических методов (*t*-тест, дисперсионный анализ).

**Результаты исследований.** Микоризные грибы оказали значительное влияние на рост хвойных пород (табл. 1).

Растения с микоризой демонстрировали:

1. *Улучшенную выживаемость.* Потери влаги у растений с микоризой были на 20 % ниже.

2. *Повышенную адаптацию к засухе.* При моделировании засушливых условий выживаемость увеличилась на 30–40 % относительно контрольной группы.

Микориза способствовала улучшению состояния почвы за счет:

1. *Повышения содержания гумуса на 12–15 %.* Это связано с разложением мицелия и улучшением структуры почвы.

2. Увеличения содержания доступного фосфора. На обедненных почвах концентрация доступного фосфора возросла на 25–30 %.

Таблица 1 – Влияние микоризных грибов на рост растений хвойных пород

Показатели	Контроль	С микоризой	Отклонение, %	Примечания
Высота, см	34±3	47±2	+38,2	доступность питательных веществ
Диаметр ствола, мм	5,2±0,4	7,1±0,3	+36,5	лучшая устойчивость в ветровым нагрузкам
Биомасса корней, г	18,5±1,2	27,8±1,4	+50,3	увеличение площади поглощения воды и питательных веществ
Выживаемость, %	68±4	91±3	+33,8	лучшая адаптация к стрессовым условиям
Поглощение фосфора, мг/г	2,1±0,2	3,6±0,3	+71,4	увеличение доступности и усвоения труднорастворимого фосфора
Содержание гумуса, %	3,5±0,2	4,1±0,3	+17,1	разложение грибного мицелия и стимуляция органического обмена в почве
Содержание доступного азота, мг/кг	18,7±1,1	24,5±1,3	+31,0	активация микробных процессов с ростом доступности азота для растений
Устойчивость к засухе	–	потеря влаги на 20 % ниже	–	сохранение более высокого уровня гидратации корневой системы в условиях засухи

**Заключение.** Применение микоризных грибов значительно улучшает рост, устойчивость и здоровье хвойных деревьев, повышая доступность питательных веществ, защиту от стрессов и заболеваний, а также улучшая состояние почвы. Исследования показали увеличение роста деревьев на 38,2 % и массы корней на 50,3 %, а также снижение испарения влаги на 20 % в условиях засухи. Использование микоризы в лесовосстановлении снижает затраты на

удобрения и повышает экологическую устойчивость проектов. Таким образом, микориза – перспективный инструмент для восстановления лесов и адаптации экосистем к изменяющемуся климату.

### Список источников

1. Сахоненко А. Н., Матюхин Д. Л., Симахин М. В. Сравнительная характеристика структур побеговых систем хвойных растений вегетативного происхождения у родов *Juniperus* и *Thuja* // Перспективы развития садоводства и садово-паркового строительства. М. : Мегapolis, 2022. С. 220–232.
2. Чен С., Ло Ю. Влияние эктомикоризных грибов на рост сосны в полувлажных регионах // Журнал лесоводства. 2023. Т. 102. № 5. С. 317–325.
3. Гусев В. В., Климова А. И. Микориза в лесоводстве // Лесной вестник. 2022. Т. 26. № 3. С. 12–19.
4. Федоров Н. Ю. Экологические аспекты использования микоризных грибов в агролесоводстве. М. : Агропромиздат, 2021.

### References

1. Sakhonenko A. N., Matyukhin D. L., Simakhin M. V. Comparative characteristics of the structures of shoot systems of coniferous plants of vegetative origin in the genera *Juniperus* and *Thuja*. In.: *Perspektivy razvitiya sadovodstva i sadovo-parkovogo stroitel'stva*, Moscow, Magapolis, 2022, P. 220–232 (in Russ.).
2. Chen S., Lo Yu. The effect of ectomycorrhizal fungi on pine growth in semi-arid regions. *Zhurnal lesovodstva*, 2023;102;5:317–325 (in Russ.).
3. Gusev V. V., Klimova A. I. Mycorrhiza in forestry. *Lesnoi vestnik*, 2022;26;3:12–19 (in Russ.).
4. Fedorov N. Yu. *Ecological aspects of the use of mycorrhizal fungi in agroforestry*, Moscow, Agropromizdat, 2021 (in Russ.).

© Алексеев А. И., 2025

Статья поступила в редакцию 12.02.2025; одобрена после рецензирования 26.02.2025; принята к публикации 17.04.2025.

The article was submitted 12.02.2025; approved after reviewing 26.02.2025; accepted for publication 17.04.2025.