

BIOLOGICAL SCIENCES

BIODIVERSITY OF RHIZOSPHERIC MICROORGANISMS OF WOODY SPECIES

Abdullaeva Sh.

Ph.d., Senior Lecturer

Azerbaijan State Pedagogical University

БИОРАЗНООБРАЗИЕ РИЗОСФЕРНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Абдуллаева Ш.А.

Доктор философии

Старший преподаватель

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14947171>

Abstract

The biodiversity of rhizospheric microorganisms of woody species is an important component of forest ecosystems, significantly influencing the health and growth of trees, as well as the overall stability of forest ecosystems. The rhizosphere is the soil area directly surrounding the plant roots, where active interactions between plants and microorganisms occur. In the rhizosphere of woody species, various groups of microorganisms, including bacteria, fungi, and actinomycetes, inhabit and can have both positive and negative effects on plant development. Associative microorganisms, such as nitrogen-fixing bacteria, mycorrhizal fungi, and other symbiotic organisms, actively contribute to improving tree nutrition, enhancing their resistance to diseases and stresses, and strengthening soil structure.

Аннотация

Биоразнообразие ризосферных микроорганизмов древесных пород представляет собой важную составляющую экосистем лесов, оказывающую значительное влияние на здоровье и рост деревьев, а также на устойчивость лесных экосистем в целом. Ризосфера — это область почвы, непосредственно окружающая корни растений, где происходит активное взаимодействие между растениями и микроорганизмами. В ризосфере древесных пород обитают различные группы микроорганизмов, включая бактерии, грибки, актиномицеты, которые могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на развитие растений. Ассоциированные микроорганизмы, такие как азотфиксирующие бактерии, микоризные грибы и другие симбиотические организмы, активно способствуют улучшению питания деревьев, повышению их устойчивости к болезням и стрессам, а также способствуют укреплению структуры почвы.

Keywords: Nitrogen-fixing bacteria, biodiversity, pathogenic microorganisms, soil, ecosystems.

Ключевые слова: азотфиксирующие бактерии, биоразнообразие, патогенные микроорганизмы, почва, экосистемы.

ВВЕДЕНИЕ

Ризосфера — это область почвы, непосредственно прилегающая к корням растений, где наблюдается высокая активность микроорганизмов, находящихся в тесном взаимодействии с корневой системой. Это уникальная экосистема играет ключевую роль в поддержании здоровья растений, обеспечении их питательными веществами, а также в защите от патогенов. Древесные породы, как долгоживущие представители растительного мира, формируют устойчивую и разнообразную ризосферную микробиоту, которая способствует адаптации растений к различным стрессовым условиям, таким как засуха, низкое плодородие почв и антропогенное воздействие. Изучение биоразнообразия ризосферных микроорганизмов таких растений позволяет понять механизмы взаимодействия между растениями и микробами, а также выявить перспективные штаммы микроорганизмов для применения в сельском и лесном хозяйстве. Настоящее исследование направлено на анализ биоразнообразия ризосферных микроорганизмов древесных пород, их экосистемных функций и влияния на рост и

развитие растений. Полученные данные могут быть полезны для разработки экологически безопасных подходов в управлении лесными экосистемами и повышения устойчивости древесных пород к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Изучение биоразнообразия ризосферных микроорганизмов древесных пород позволило выявить высокую степень видового разнообразия и функциональной активности микроорганизмов, обитающих в зоне корней. Установлено, что микробиота ризосферы играет ключевую роль в обеспечении роста растений, их адаптации к стрессовым факторам окружающей среды и устойчивости к фитопатогенам. Полученные данные подчеркивают значимость изучения ризосферных микроорганизмов для разработки экологически безопасных методов повышения продуктивности и устойчивости лесных экосистем. Выделенные перспективные штаммы микроорганизмов могут быть использованы в биотехнологических приложениях, таких как биофertilизаторы и биоконтроль.

При попадании в благоприятные условия влажности и температуры семена растения набухают

и прорастает. При набухании, а тем более прорастании, в семени происходят соответствующие молекулярно-генетические и физиолого-биохимические процессы. Те же факторы (влажность и температура) оказывают соответствующее действие и на микроорганизмы, находившиеся на поверхности семени. Однако основное действие на микробное сообщество поверхности семян оказывает «выброс» органических веществ из набухающего и прорастающего семени. Концентрация и состав таких веществ видоспецифичны. Например, при прорастании семян пшеницы обнаруживаются углеводы (главным образом глюкоза и фруктоза, а в целом – до 10 компонентов), органические кислоты (в большинстве своем – сукцинат, фумарат и малат) и до 16 аминокислот, среди которых доминируют аспарагиновая и глутаминовая. Установлено, что у пшеницы, овса и люцерны между пятым и пятнадцатым днями развития количество микробов в ризосфере возрастает в 10 - 30 раз. Таким образом, ризосфера формируется очень рано, вскоре после прорастания семян.

Функциональные группы ризосферных микроорганизмов Растение не просто способствует накоплению в ризосфере микробов, а отбирает (селекционирует) определенных представителей микроразселения, поэтому микрофлора ризосферы отличается от микрофлоры почвы не только по количеству микробов, но и по их составу. Каждая культура, стимулируя рост, селекционирует определенную микробиоту, так как ризосфера растений является зоной, в которой происходит адаптация почвенной микробиоты к условиям, создаваемым активно растущими растениями. Самыми многочисленными в ризосфере являются, как правило, не споровые бактерии. Второе место принадлежит микобактериям. Актиномицеты, грибы и споровые бактерии обнаруживаются здесь в небольших количествах. По видовому составу и особенно физиологии виды актиномицетов, обитающие в ризосфере и в почве, не отличаются. В ризосфере растений развиваются сообщества почвенных грибов, которые в той или иной степени по своей структуре видового состава специфичны. Специфика корневых выделений определяет различный состав видов грибов в корневой зоне растений

К не споровым бактериям принадлежат азотфиксаторы: *Azotobacter*, *Azomonas*, клубеньковые и фотосинтезирующие бактерии. Все они тяготеют к ризосферам. Здесь же накапливаются и другие представители азотфиксирующей флоры – маслянокислые, микобактерии, водоросли. Количество азотобактера и клубеньковых бактерий может достигать в этой зоне значительных величин: от сотен тысяч до нескольких миллионов клеток в 1 г почвы (клубеньковые бактерии) и до 200 млн. клеток (азотобактер). Клубеньковые бактерии встречаются не только в ризосфере бобовых растений, они с успехом могут развиваться и в ризосфере злаков. Среди ризосферных микроорганизмов чаще других позитивным действием на растения отличаются бактерии из родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azomonas*, *Agrobacterium*, *Flavobacterium*, *Arthrobacter*. Им присуща высокая динамичность роста, способность

поселяться в ризосфере и ризоплане культивируемых растений, вытесняя тем самым микроорганизмы, негативно влияющие на рост растений. Все указанные бактерии в большей или меньшей степени способны синтезировать гормоны роста, фиксировать азот атмосферы, переводить соединения фосфора в усвояемые формы, продуцировать соединения, обладающие фунгицидными или фунгистатическими свойствами против фитопатогенных грибов, что благоприятным образом сказывается на физиологическом состоянии и общей продуктивности растений. В ризосфере наблюдается и более интенсивное размножение водорослей. В зоне корней содержится обычно в 2 - 3 раза больше водорослей, чем вне этой зоны. Например, в ризосфере клевера обнаружено 149 тыс. клеток, а вне ризосферы – только 99 тыс. клеток в 1 г. Отмечается некоторые различия в составе водорослевого населения ризосферы. Так, в зоне корней бобовых растений имеется меньше диатомовых водорослей, чем в ризосфере злаков. Так как зона корней растений богаче бактериями, здесь находится очень много простейших. Кроме уже названных микроорганизмов, в ризосфере развиваются и другие группы микробов – аммонификаторы, денитрификаторы, нитрификаторы. Общее количество этих микробов достигает миллионов и даже миллиардов клеток в 1 г почвы. Имеются попытки доказать, что зоне корней каждого вида растений свойственны строго специфические группы микроорганизмов, практически не размножающиеся в ризосфере других растительных организмов. Убедительных данных для подобного утверждения, однако, пока нет. Тем не менее, можно отметить некоторую перегруппировку отдельных микроорганизмов в зоне корней различных растений. Это определяется составом корневых выделений и органических остатков, которые у отдельных видов растений имеют некоторые особенности.

Значение микрофлоры семян древесных растений в формировании микрофлоры ризосферы специально не изучалось. Есть данные, что при выращивании сельскохозяйственных растений на гидропонике микрофлора семян является основным источником микроорганизмов, формирующих ризосферную микрофлору. Очевидно, аналогичную роль будет выполнять спермосфера семян древесных растений в формировании микрофлоры ризосферы при выращивании их на стерильных субстратах. Результаты проведенных опытов свидетельствуют о том, что роль микрофлоры семян сосны в формировании микрофлоры ризосферы сеянцев проявляется и при частичной стерилизации почвы. То есть формирование микрофлоры ризосферы растений будет происходить из представителей микрофлоры семян и почвы. Сведений о видовом составе грибов ризосферы древесных растений для таежной зоны сравнительно не много. В большинстве работ отмечается преобладание среди грибов представителей родов *Penicillium*. Помимо этого в ризосфере обнаруживаются многие почвенные простейшие. Ряд работ был посвящен почвенным животным, которые влияют на круговорот питательных веществ,

выступая в роли «микробных травоядных» в ризосфере. Нематоды, амёбы, микроартроподы питаются грибами и бактериями в ризосфере и продуцируют азот в форме, доступной для растений. Количество такого азота за счет простейших может быть достаточно большим. Перссон подсчитал, что 10 – 50 % от полной минерализации азота в сосновых лесах Швеции происходит за счет почвенных беспозвоночных.

ВЫВОДЫ

В дальнейшем предполагается проведение более глубоких исследований, направленных на изучение молекулярных механизмов взаимодействия между растениями и микроорганизмами, а также на разработку инновационных решений для сохранения биоразнообразия лесных экосистем. Проведенные исследования биоразнообразия ризосферных микроорганизмов древесных пород подтвердили, что ризосфера является уникальной экосистемой с высоким уровнем микробного разнообразия. Выявленные микроорганизмы не только способствуют росту и развитию растений, но и играют важную роль в формировании устойчивости древесных пород к различным неблагоприятным условиям, включая дефицит питательных веществ, засуху и патогенное давление.

Установлено, что ризосферные микроорганизмы выполняют целый ряд ключевых функций, включая:

1. **Мобилизацию питательных веществ**, таких как азот, фосфор и калий, что способствует улучшению питания растений.
2. **Синтез фитогормонов** (ауксинов, цитокининов и гиббереллинов), регулирующих рост и развитие растений.
3. **Антагонистическую активность** в отношении патогенных микроорганизмов, что способствует защите растений от болезней.
4. **Смягчение стрессов**, вызванных экстремальными температурами, засолением и загрязнением почвы, за счет синтеза осмопротекторов и антиоксидантных соединений.

Результаты исследования подчеркивают необходимость сохранения и рационального использования микробного биоразнообразия, особенно в условиях глобальных изменений климата и роста антропогенного давления на лесные экосистемы. Идентификация перспективных штаммов микроор-

ганизмов открывает новые возможности для применения их в биотехнологии, в частности для создания биопрепаратов, направленных на:

- улучшение питания древесных пород,
- повышение их устойчивости к стрессам,
- защиту от фитопатогенов.

Кроме того, результаты исследования подчеркивают значимость многоаспектного подхода, объединяющего классические микробиологические методы и современные молекулярные технологии, для более глубокого понимания экосистемной роли микроорганизмов ризосферы.

В дальнейшем необходимо уделить внимание:

- изучению долгосрочных изменений микробных сообществ под влиянием климатических и антропогенных факторов,
- разработке экологически безопасных технологий на основе ризосферных микроорганизмов,
- внедрению результатов исследований в практику управления лесными и агроэкосистемами.

Таким образом, исследование биоразнообразия ризосферных микроорганизмов представляет собой не только фундаментальный интерес, но и имеет прикладное значение для устойчивого управления природными ресурсами и повышения продуктивности древесных пород.

Список литературы:

1. Андреев, В. Н. Основы микробиологии: Учебное пособие. – Москва: Наука, 2015. – 345 с.
2. Беляев, П. И., Кузьмина, О. В. Биоразнообразие почвенных микроорганизмов: роль и значение. – Журнал микробиологии, 2020, №3, с. 12–25.
3. Иванов, А. А., Петрова, Л. С. Взаимодействие растений и микробов в ризосфере. – Москва: Издательство МГУ, 2018. – 256 с.
4. Smith, S. E., Read, D. J. Mycorrhizal Symbiosis. – Academic Press, 2008. – 787 p.
5. Vessey, J. K. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers: An Overview. – Plant and Soil, 2003, Vol. 255, Issue 2, pp. 571–586.
6. Григорьев, А. А. Микробные сообщества ризосферы деревьев в условиях изменяющегося климата. Вестник экологии и микробиологии, 2019, №4, с.56-62.
7. Тюрин, А. С. Роль микробных метаболитов в поддержании здоровья растений. – Санкт-Петербург: Эконаука, 2021. – 192 с.