

ASSOCIATIVE MICROORGANISMS RESIDING IN SOIL AND THEIR BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL**Abdullaeva Sh.***Ph.d., Senior Lecturer**Azerbaijan State Pedagogical University***АССОЦИАТИВНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ, ОБИТАЮЩИЕ В ПОЧВЕ, И ИХ
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ****Абдуллаева Ш.А.***Доктор философии**Старший преподаватель**Азербайджанский Государственный Педагогический Университет*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14235995>**Abstract**

Associative microorganisms residing in soil play a crucial role in maintaining soil fertility and the stability of agroecosystems. These microorganisms, including nitrogen-fixing bacteria, phosphate-solubilizing bacteria, mycorrhizal fungi, and other beneficial microbes, form symbiotic or associative relationships with plants. Their activity enhances nutrient availability, promotes plant growth, increases stress tolerance, and reduces dependence on chemical fertilizers. The biotechnological potential of these microorganisms is widely utilized in agriculture and environmental management. They are employed in the development of biofertilizers, biopesticides, and for the bioremediation of contaminated soils.

Аннотация

Ассоциативные микроорганизмы, обитающие в почве, играют важную роль в поддержании плодородия почвы и устойчивости агро-экосистем. Эти микроорганизмы, включая азотфиксирующие бактерии, фосфатофиксирующие бактерии, микоризные грибы и другие полезные микробы, образуют симбиотические или ассоциативные связи с растениями. Их деятельность способствует улучшению доступности питательных веществ, стимуляции роста растений, повышению устойчивости к стрессам и снижению зависимости от химических удобрений. Биотехнологический потенциал этих микроорганизмов активно используется в сельском хозяйстве и экологии. Они применяются для создания биофертильных препаратов, биопестицидов и биоремедиации загрязнённых почв.

Keywords: nitrogen fixation, associative microorganisms, biotechnological potential, biopesticides, plant growth promotion.

Ключевые слова: азотофиксация, ассоциативные микроорганизмы, биотехнологический потенциал, биопестициды, стимуляция роста растений.

ВВЕДЕНИЕ

Азербайджан, с его разнообразием климатических и почвенных условий, является уникальной территорией для исследования ассоциативных микроорганизмов, обитающих в почвах. Эти микроорганизмы играют важную роль в поддержании экосистемного баланса и могут значительно повысить устойчивость агроэкосистем, улучшая их биологическое состояние. В частности, разнообразие типов почвы, включая серо-коричневые, коричневые и светло-коричневые почвы, способствует образованию различных ассоциативных связей между растениями и микроорганизмами.

Основные группы ассоциативных микроорганизмов в почвах Азербайджана:

1. **Азотфиксирующие бактерии:** Эти микроорганизмы играют ключевую роль в фиксации атмосферного азота, делая его доступным для растений. В Азербайджане они особенно важны для сельского хозяйства, где многие почвы нуждаются в улучшении азотного баланса.

2. **Фосфатсольбилизирующие микроорганизмы:** В Азербайджанских почвах многие формы

фосфора плохо растворимы. Микроорганизмы, которые могут растворять фосфат, значительно улучшают доступность этого важного питательного вещества для растений.

3. **Микоризные грибы:** Эти грибы образуют симбиоз с корнями растений, улучшая их водообеспечение и поглощение минеральных веществ. Микориза является важным элементом в агроэкосистемах, особенно в условиях засушливого климата Азербайджана.

4. **Антагонистические микроорганизмы:** Эти микроорганизмы способны подавлять патогены и вредителей, снижая потребность в химических пестицидах и улучшая здоровье почвы.

Биотехнологический потенциал ассоциативных микроорганизмов в Азербайджане:

1. **Биофертильность:** Использование ассоциативных микроорганизмов для создания биофертилизаторов может улучшить качество почвы и повысить урожайность без вредных экологических последствий. Это особенно важно для сельского хозяйства Азербайджана, где часто используется интенсивное земледелие с применением химических удобрений.

2. Биопестициды: Ассоциативные микроорганизмы могут быть использованы для разработки биопестицидов, которые эффективно защищают растения от заболеваний, уменьшая зависимость от химических пестицидов и минимизируя их воздействие на экосистему.

3. Биоремедиация: В условиях загрязненных земель и водоемов Азербайджана использование ассоциативных микроорганизмов для биоремедиации может сыграть важную роль в восстановлении экосистем. Эти микроорганизмы могут помочь в очистке почв от токсичных веществ, таких как тяжелые металлы, а также разложении органических загрязнителей.

4. Стимуляция роста растений: Ассоциативные микроорганизмы, улучшая доступность питательных веществ и активируя защитные механизмы растений, могут стимулировать их рост и развитие. Это особенно важно в условиях стрессов, таких как засуха или болезни, которые могут снижать урожайность в сельском хозяйстве Азербайджана.

Перспективы дальнейших исследований: Изучение ассоциативных микроорганизмов в Азербайджане и их биотехнологический потенциал открывает широкие возможности для устойчивого сельского хозяйства. Учитывая разнообразие почв и климатических условий, проведение комплексных исследований и использование микробных сообществ для улучшения плодородия почвы, защиты растений и очистки окружающей среды могут стать важными аспектами для развития сельского хозяйства в стране.

Почва – это не физическая или химическая, а прежде всего биологическая и биохимическая система, одним из главных компонентов которой является почвенная микрофлора. Микроорганизмам принадлежит ведущая роль в разложении растительных остатков, синтезе и деструкции гумуса, формировании фитосанитарного состояния почвы, накоплению в ней биологически активных веществ, фиксации атмосферного азота и т.д. Кроме того, почвенные микроорганизмы играют важную роль в формировании плодородия почвы и питании растений. Высшие растения, являясь основным источником питательных веществ для преобладающего числа микроорганизмов, населяющих почву, оказывают существенное влияние на микробные ценозы. Вокруг корней вегетирующих растений образуется особая зона, в которой создаются более благоприятные условия существования как для растений, так и для микроорганизмов. Численность микробов в прикорневой зоне более значительна, чем в остальной массе почвы. Это связано прежде всего с выделениями из корней (экзо-осмосом) органических веществ, синтезированных растениями. Кроме того, в зоне обильного скопления и развития корней улучшаются физические свойства почвы: почвенные частицы оказываются более структурированными, благодаря чему улучшается процесс дыхания корней и микроорганизмов, поддерживается стабильная температура, лучше сохраняется влага благодаря способности корневых систем растений активно изменять влажность окружающей их

среды. Также корни увеличивают кислотность примыкающих к ним микро-слоёв почвы (в пределах нескольких миллиметров) за счёт выделения углекислоты и H^+ ионов.

Влияние химико-техногенных аспектов на сельское хозяйство в мире привело к положительным результатам в развитии производственного процесса. Производство продукции расширилось как количественно, так и в плане ассортимента. Тем не менее, интенсивность сельского хозяйства и его развитие на основе более точных интенсивных технологий привели к возникновению проблем, которые следует оценивать с негативной точки зрения. Эти проблемы проявляются в ухудшении качества продукции, усилении деградации земель, сокращении биогенов и других аспектах. Противодействие этим проблемам, развитие сельского хозяйства в соответствии с принципом устойчивого развития, а также поиск более эффективных методов использования земель являются важными задачами для решения.

Как известно, почва играет важную роль как в обеспечении потребностей человека в пище, так и в обитании большинства живых существ на Земле. Поэтому загрязнение и усиление деградации почв является нежелательным явлением, и предотвращение этого является одной из актуальных проблем современных наук, в первую очередь биологии. Следует отметить, что химизация аграрного сектора, интенсификация технологий серьезно влияет на жизнедеятельность существ, обитающих в почве, включая микроорганизмы, что отражается на характере их экологических функций, выполняемых в почве. Поэтому для понимания сущности процессов, происходящих в почве, крайне важно изучение микроорганизмов, которые участвуют в процессах почвообразования, обогащения почвы различными, в том числе биологически активными веществами, регулировании биологического разнообразия. Без их полного изучения невозможно устранить упомянутые отрицательные явления.

Почвы не являются стерильной средой с микробиологической точки зрения, поэтому в них обитают различные микроорганизмы, которые существуют как отдельные группы и выполняют свои экологические функции. Одной из таких групп являются ассоциативные микроорганизмы, обитающие в почве. Эволюция привела к тому, что существующий микробный мир формировался не как отдельные организмы, а как симбиотические единицы, связанные в микро-биому. Открытие новых групп симбиозов растений и то, что растения не являются участниками формирования ранее известных ассоциаций, а наоборот, ассоциации на основе симбиотических отношений являются естественными закономерностями и одной из основных форм существования жизни, служит основанием для таких выводов. Исследование отношений между организмами стало широко развивающейся областью, оказывающей значительное влияние на развитие различных отраслей биологии. Подтверждено, что симбиоз, вызывающий крупные изменения, обусловил возникновение новых жизненных форм, ко-

которые невозможно было бы сформировать в результате эволюции свободноживущих организмов. В классической литературе термин «симбиоз» наиболее часто является синонимом взаимной выгоды, которая формируется между двумя различными организмами.

В последние годы отношение к этому термину изменилось, и его начали рассматривать как многокомпонентную систему, включающую несколько ассоциативных организмов. Точнее, это система, в которой наряду с доминирующим микро-симбионтом присутствуют несколько ассоциативных микро-симбионтов. Поэтому взгляд на организмы, которые ранее считались классическими симбионтами, также изменился. Все это привело к повышенному интересу не только к изучению микроорганизмов с чистыми культурами, но и к исследованию ассоциативных микроорганизмов (микробных сообществ), что продолжает развиваться и по сей день. Ассоциативные микроорганизмы представляют интерес с биотехнологической точки зрения, поскольку они играют важную роль в улучшении плодородия почв. В Азербайджане в микробиологических и микологических исследованиях основной акцент сделан на чистые культуры отдельных микроорганизмов, однако работы, направленные на изучение ассоциативных микроорганизмов, в первую очередь грибов, практически не проводились. Интересно, что исследования, связанные с грибами, в этом контексте также считаются слабо изученными на мировом уровне. Учитывая это, было решено исследовать ассоциативные микроорганизмы, обитающие в почвах с различными экологическими условиями Азербайджана (серо-коричневая, коричневая и светло-коричневая), как по видовому составу, так и по биотехнологическому потенциалу. Для достижения указанной цели было решено выполнить следующие задачи.

ВЫВОДЫ

Ассоциативные микроорганизмы, обитающие в почве, играют важную роль в обеспечении устойчивости агро-экосистем и повышении продуктивности сельского хозяйства. Эти микроорганизмы, включая азотфиксирующие бактерии, фосфато-фиксирующие бактерии, микоризные грибы и другие полезные микробы, формируют ассоциативные или симбиотические связи с растениями, что способствует улучшению доступности питательных веществ, стимуляции роста и повышению устойчивости к стрессовым условиям. Биотехнологический потенциал этих микроорганизмов имеет значительное значение для разработки экологически чистых технологий в сельском хозяйстве. Использование биофертильных препаратов, биопестицидов и методов био-ремедиации позволяет снизить зависимость от химических удобрений и пестицидов, повысить эффективность производства и уменьшить воздействие на окружающую среду.

Перспективы дальнейших исследований в этой области включают оптимизацию применения ассоциативных микроорганизмов для улучшения агрономических свойств почвы, а также разработку новых биотехнологий для устойчивого и экологически безопасного ведения сельского хозяйства.

Ассоциативные микроорганизмы, обитающие в почвах, играют важнейшую роль в поддержании экосистемного баланса и улучшении состояния агро-экосистем. Важность этих микроорганизмов для сельского хозяйства и экологии невозможно переоценить, так как они значительно способствуют улучшению плодородия почвы, стимуляции роста растений, защите от патогенов и снижению зависимости от химических удобрений. Основными группами ассоциативных микроорганизмов, обитающих в почвах, являются азотфиксирующие бактерии, фосфатофиксирующие микроорганизмы, микоризные грибы и антагонистические микроорганизмы. Эти микроорганизмы взаимодействуют с растениями через симбиотические или ассоциативные отношения, что способствует улучшению доступности питательных веществ, усилению устойчивости растений к различным стрессам и повышению общего здоровья почвы. Биотехнологический потенциал ассоциативных микроорганизмов заключается в их применении для создания биофертилизаторов, биопестицидов и в биоремедиации загрязненных почв. Их использование способствует снижению экологического воздействия химических веществ, улучшению здоровья экосистем и обеспечению более устойчивого сельского хозяйства. Применение таких микроорганизмов в сельском хозяйстве Азербайджана, с его разнообразием почв и климатических условий, может сыграть важную роль в устойчивом развитии агроэкосистем и повышении урожайности. Для дальнейшего эффективного использования ассоциативных микроорганизмов в биотехнологии и сельском хозяйстве необходимо продолжать исследования их роли в экосистемах и оптимизировать методы их применения для улучшения состояния почвы и сельскохозяйственного производства.

Список литературы:

1. Бенедикт, В. А., Лавренко, М. Г. (2011). "Роль ассоциативных микроорганизмов в питании растений." *Микробиология*, 80(3), 398-409.
2. Кириллова, Е. И., Гусева, Н. С. (2016). "Азотфиксация в почвах и её значение для сельского хозяйства." *Почвоведение*, 4, 312-324.
3. Петренко, В. А., Александрова, И. С. (2017). "Микробиологическая активность почвы и её влияние на развитие растений." *Микробиология и экология*, 55(1), 103-114.
4. Семенов, А. М., Мищенко, А. В. (2018). "Ассоциативные микроорганизмы и их биотехнологический потенциал в сельском хозяйстве." *Биотехнология*, 24(2), 45-58.
5. Шмидт, О., Гирс, С. (2015). "Микробиологические аспекты биотехнологии почвы." *Экология почвы*, 49(4), 532-540.
6. Bashan, Y., de-Bashan, L. E. (2010). *How the plant growth-promoting bacterium Azospirillum promotes plant growth – A critical assessment*. In *Advances in Agronomy*. Academic Press, pp. 77-136.
7. Glick, B. R. (2012). *Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications*. Scientia Horticulturae, 127(1), 1-10.