

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ



УДК 631.81

### Использование биологических удобрений для оптимизации питания растений

П.А. Дубницкая

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

#### Аннотация

Неэкономное использование химических средств в сельском хозяйстве негативно сказывается на загрязнении воды и почвы, уменьшает биоразнообразие и способствует развитию резистентности у вредителей и сорных растений. Неправильный выбор удобрений и средств защиты растений оказывает отрицательное влияние не только на сами растения, но и на общее состояние окружающей среды. Цель данной работы заключается в анализе основных видов сельскохозяйственных удобрений и в перечислении преимуществ биологических удобрений. Этот подход будет способствовать более рациональному использованию ресурсов, снижению негативного воздействия на экосистему и повышению устойчивости сельского хозяйства в целом.

**Ключевые слова:** биологические удобрения, удобрения, микробиота почвы, микоризные грибы, азотфиксирующие бактерии, фосфатмобилизирующие бактерии

**Для цитирования.** Дубницкая П.А. Использование биологических удобрений для оптимизации питания растений. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):79–82.

### The Use of Biological Fertilizers for Optimization of Plant Nutrition

Polina A. Dubnitskaya

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

#### Abstract

Excessive use of chemicals in agriculture aggravates water and soil pollution, reduces biodiversity and provokes development of resistance in pests and weeds. The wrong choice of fertilizers and plant protection products has a negative impact not only on the plants, but on the general state of the environment as well. The aim of the present research is to analyse the main types of agricultural fertilizers and to specify the advantages of biological fertilizers. Such an approach will foster more rational use of resources, reduce the negative impact on the ecosystem and increase the sustainability of agriculture in general.

**Keywords:** biological fertilizers, fertilizers, soil microbiota, mycorrhizal fungi, nitrogen-fixing bacteria, phosphate-mobilizing bacteria

**For Citation.** Dubnitskaya PA. The Use of Biological Fertilizers for Optimization of Plant Nutrition. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):79–82.

**Введение.** Рост числа потребителей приводит к увеличению спроса на сельскохозяйственную продукцию. Повышенный спрос подчеркивает необходимость агропромышленного комплекса в применении современных технологий и инновационных решений не только для удовлетворения потребностей населения, но и для упрощения ведения хозяйств. Несмотря на широкое использование современных технологий, таких как точное земледелие, все еще существует определенный разрыв между требованиями потребителей и возможностями сельскохозяйственного производства. Одним из основных способов увеличения объемов продукции агропромышленного комплекса является использование удобрений. Применение подкормок для растений повышает урожайность, улучшает качество продукции, повышает иммунитет растений и оказывает положительное влияние на состояние почвы [1, 2]. Цель данной работы заключается в описании основных видов удобрений, используемых в сельском хозяйстве, выделении их преимуществ и недостатков, а также в описании биологических удобрений — что к ним относится и какие преимущества они предоставляют.

**Основная часть.** Удобрения играют значимую роль в агроценозе. Они являются как основным, так и дополнительным источником питательных веществ для сельскохозяйственных культур. Удобрения способствуют повышению устойчивости растений к неблагоприятным экологическим факторам, что в свою очередь увеличивает как объем, так и качество урожая. В зависимости от их воздействия на почву и питание растений, удобрения делятся на прямые и косвенные. Прямые удобрения содержат элементы, которые непосредственно влияют на питание растений, тогда как косвенные удобрения воздействуют на вещества, уже присутствующие в почве. Таким образом, косвенные удобрения влияют на физические, водно-физические и физико-химические характеристики почвы, а также на ее биологическую активность [2, 3]. Однако такое разделение является условным, поскольку удобрения, попадая в почву, воздействуют не только на минеральное питание, но и на ее свойства. Следовательно, нельзя однозначно утверждать, что влияние удобрений на почву всегда положительное. Удобрения классифицируются, основываясь на их химическом составе, и делятся на минеральные и органические [1–4].

Минеральные удобрения синтезируются либо промышленным методом, либо представляют собой ископаемые вещества. Независимо от способа получения, данный вид удобрений содержит необходимые элементы для питания растений в виде минеральных соединений [3]. Почва взаимодействует с атмосферой, обменивается с ней водой, химическими элементами и твердыми частицами. Взаимодействие с гидросферой включает обмен аналогичными веществами. Почва регулирует состав рек и озер, питает донные отложения Мирового океана и образует специфический компонент гидросферы — почвенные воды.

По Г.В. Добровольскому, горная порода становится почвой тогда, когда она приобретает экологические функции. Эти функции почвы играют важную роль в экосистемах и биосфере. Функции почвы отражены на рис. 1.



Рис. 1. Функции почвы как компонента биогенеза [4]

Минеральные удобрения, в свою очередь, делятся на макро- и микроудобрения. Макроудобрения — это те элементы, которые необходимы растениям в больших количествах, к ним относятся: азот (N), фосфор (P), калий (K), кальций (Ca), магний (Mg) и сера (S). Также важны для развития растений следующие элементы, такие как цинк (Zn), железо (Fe), медь (Cu), марганец (Mn), бор (B) и молибден (Mo); последние относятся к микроудобрениям, которые необходимы растениям, но не в таких объемах, как макроэлементы. Эти элементы отвечают за фотосинтетические процессы и процессы метаболизма растений. Существует также классификация минеральных удобрений по реакции с почвенным раствором, где их делят на физиологически кислые, щелочные и нейтральные. Эта классификация играет ключевую роль в выборе удобрений, помогая определить их эффективность в зависимости от типа почвы и уровня pH. Удобрения бывают однокомпонентными, содержащими лишь один элемент питания, и комплексными, в состав которых входят как минимум два элемента. Формы удобрений также важны при выборе; они могут быть порошковыми, гранулированными, твердыми, жидкими или газообразными. Каждая форма имеет свои характеристики: например, жидкие удобрения имеют более высокую концентрацию по сравнению с другими, тогда как твердые удобрения труднее вымываются из почвы. Неорганические удобрения имеют множество преимуществ, начиная от широкого ассортимента элементов в их составе и заканчивая различными способами внесения. Благодаря этим факторам фермеры выбирают именно этот вид удобрений за их простоту в использовании и высокую эффективность, несмотря на недавний рост цен на минеральные удобрения [5].

Второй основной вид удобрений — органические удобрения. К этому виду относятся вещества растительного и животного происхождения, содержащие элементы питания в форме органических соединений. Использование этих удобрений способствует накоплению гумуса, улучшая физико-химические свойства почвы, увеличивая за-

пас элементов питания, поглотительную способность, буферность, влагоемкость, пористость и водопроницаемость. Кроме того, они снижают кислотность, обогащают почву полезными микроорганизмами, увеличивают ее биологическую активность и способствуют улучшению условий для минерального питания растений [2]. К наиболее распространенным органическим удобрениям можно отнести подстилочный и бесподстилочный навоз, птичий помет, сапропель, торф, зеленое удобрение и различные компосты [2, 3].

Однако использование двух самых распространенных видов удобрений имеет свои недостатки, что отражается на окружающей среде и, в первую очередь, может негативно сказаться на здоровье человека. Негативное влияние минеральных удобрений проявляется в истощении почвы, поскольку чрезмерное длительное внесение снижает содержание гумуса и уменьшает биологическую активность почвы, что значительно уменьшает ее способность удерживать влагу и питательные вещества; неравномерное использование азотных и фосфорных удобрений может вызвать засоление почв; загрязнение подземных источников и водоемов [2] вблизи от хозяйств может привести к повышению уровня содержания нитритов и нитратов. Если удобрения оказываются в открытых источниках, это может провоцировать активный рост водорослей, что в свою очередь способно полностью разрушить экосистему водоема, нарушая естественные циклы питательных веществ в окружающей среде. Указанные недостатки подчеркивают важность сбалансированного и грамотного подхода к использованию минеральных удобрений, комбинирования их с другими методами повышения плодородия, а также необходимость учета экологической обстановки до и после ввода удобрений. Органические удобрения также имеют свои минусы. В последнее время их использование встречается все реже, так как они могут оказаться финансово неэффективными, а затраты на транспортировку возрастут, особенно если применять их на больших площадях. Кроме того, использование некачественного сырья может привести к заражению почвы вредоносными бактериями, которые нанесут вред урожаю [1].

Для снижения химического воздействия на почву и окружающую среду активно рассматривается применение биологических удобрений. Биоудобрения — это продукты природного происхождения, содержащие живые микроорганизмы. Микроорганизмы улучшают физико-химические и физико-механические свойства почвы, оказывая положительное влияние на сельскохозяйственные культуры. Биоудобрения можно классифицировать на основе их происхождения и функций. Азотфиксирующие бактерии — это бактерии, обитающие либо на корнях растений, такие как *Rhizobium*, либо живущие в почве, не вступающие в симбиотические отношения с растениями, например, свободноживущие бактерии, такие как *Azotobacter* и *Cyanobacteria* (встречаются в водоемах и влажных почвах). Все перечисленные микроорганизмы фиксируют азот из атмосферы. Процесс фиксации атмосферного азота осуществляется в несколько этапов: вначале бактерии абсорбируют азот из атмосферы, после чего он редуцируется до аммиака благодаря ферменту нитрогеназы, а затем аммиак превращается в аминокислоты [6].

Фосфатмобилизирующие бактерии — это разнообразная группа микроорганизмов, преобразующих труднорастворимые фосфаты в доступные для корневых систем растений формы. Они способствуют выделению экзополимеров, что улучшает аэрацию и влагопоглотительную способность почвы, могут подавлять рост патогенных микроорганизмов и разлагать органические вещества, увеличивая содержание гумуса. К таким бактериям относятся, например, виды рода *Pseudomonas* и *Bacillus*. Микоризные грибы представляют собой симбиотические организмы, которые помогают растениям увеличить поверхность корневой системы, что, в свою очередь, позволяет им получать больший объем воды и питательных веществ. Кроме того, микоризные грибы переводят фосфор (P), азот (N) и калий (K) в более доступные формы для питания растений [7]. Силикатные бактерии — это группа микроорганизмов, способных разлагать минералы, содержащие калий и кремний [2], делая их усваиваемыми для растений. Они способствуют повышению плодородия почв, особенно тех, в которых наблюдается низкое содержание свободного кремния. Достаточное количество кремния крайне важно для существования растений, поскольку он увеличивает эффективность фотосинтеза за счет повышения уровня хлорофилла. Также кремний способствует утолщению клеточной стенки и образованию силикатных структур, что защищает растения от механических повреждений и препятствует проникновению грибков, вирусов и возбудителей бактериозов [1, 5, 7–8].

Однако к биологическим удобрениям относятся не только применяемые микроорганизмы, но и биохимические и комплексные удобрения (смеси биоудобрений и биохимических). Биохимические удобрения обычно основаны на продуктах ферментации и содержат аминокислоты, витамины, гормоны роста и другие вещества, которые положительно влияют на рост и развитие растений. Комплексные биоудобрения представляют собой сочетание всех вышеперечисленных категорий, например, комбинацию различных биохимических веществ с микроорганизмами или с органическим материалом. Биоудобрения обладают значительными преимуществами, что способствует их растущей популярности в сельском хозяйстве. Согласно исследованию 2020 года, применение биоудобрений увеличивает урожайность на 20–30 % по сравнению с химическими методами повышения урожайности [9]. Наблюдается также тенденция к увеличению посевных площадей, где применяются биологические удобрения, в частности в Индии и Бразилии. Внесение биоудобрений минимизирует риск загрязнения почвы и водоемов, а также снижает количество химических остатков в урожае. Органические вещества и микроорганизмы, содержащиеся в биоудобрениях, улучшают структуру почвы, повышают ее воздухопроницаемость и вла-

гоудерживающую способность. Этот тип удобрений также способствует развитию и увеличению полезной микрофлоры в почве, что помогает бороться с патогенными организмами и улучшает усвоение питательных веществ растениями. Улучшение структуры почвы помогает уменьшить эрозию, что особенно важно для развития устойчивого сельского хозяйства. Использование биологических удобрений может снизить необходимость в минеральных удобрениях, что также содействует переходу к устойчивому и ресурсосберегающему сельскому хозяйству, что крайне важно в современный период [10–15].

**Заключение.** Таким образом, биоудобрения представляют собой эффективные альтернативы минеральным удобрениям, стимуляторам роста и средствам защиты растений. Биологические удобрения сохраняются в почве дольше, что позволяет сократить частоту их внесения. В перспективе использование биоудобрений может стать более популярным и востребованным подходом в агрономии, что связано как с растущими экологическими требованиями, так и с современной тенденцией к переходу на более экологичные методы ведения сельского хозяйства. Однако стоит отметить, что данный вид удобрений не способен полностью заменить минеральные или органические удобрения. Биологические удобрения необходимо использовать в сочетании с другими категориями, что повысит эффективность вносимых компонентов и положительно повлияет на состояние почвы.

### Список литературы

1. Коваленко Н.Я. *Экономика сельского хозяйства: учебник для среднего профессионального образования*. Москва: Издательство Юрайт; 2024. 406 с.
2. Шеуджен, А.Х., Аканова Н.И., Бондарева Т.Н. *Агрохимия. Ч. 6. Экологическая агрохимия: учеб. пособие*. Майкоп: ООО «Полиграф-ЮГ»; 2018. 575 с.
3. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Экологические функции почв и вызовы современности. *Экологический Вестник Северного Кавказа*. 2020;16(2):4–16.
4. Куликова А.Х. Экологические функции почвы. *Вестник Ульяновской ГСХА*. 2007;1(4):3–7.
5. Hessein MA, et al. The Role of Silicate Solubilizing Bacteria in Plant Growth Promotion. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2018;20(4):789–796.
6. Mishra S, Bhuyan S, Mallick SN, Biswal S, Chauhan VBS. Role of Biofertilizer in Agriculture. *Biotica Research Today*. 2022;4(6): 461–463. URL: <https://bioticapublications.com/journal-backend/articlePdf/1fecc0f0b3.pdf> (дата обращения: 01.02.2025).
7. Камельчук Я.С. Микоризные грибы: Современные представления значимости их в минеральном питании растений и как натуральных биоудобрений. *Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук*. 2020;1:24–40.
8. Hazra G. Different Types of Eco-Friendly Fertilizers: An Overview. *Sustainability in Environment*. 2016;1(1):54. <https://doi.org/10.22158/se.v1n1p54>
9. Hargreaves JC, et al. The Role of Fertilizers in Sustainable Agriculture. *Agricultural Sciences*, 2017;8(5):123–135.
10. Yadav AN, Verma, P, Singh B, Chauhan VS, Suman A, Saxena AK. (2017). Plant Growth-Promoting Bacteria: Biodiversity and Multifunctional Attributes for Sustainable Agriculture. *Advances in Biotechnology and Microbiology*. 2017;5(5):555671. <https://doi.org/10.19080/AIBM.2017.05.555671>
11. Bhattacharyya PN, Jha DK. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence in Agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2012;28:1327–1350.
12. Malusá E, Sas-Paszt L, Ciesielska, J. Technologies for Beneficial Microorganisms Inocula Used as Biofertilizers. *The Scientific World Journal*. 2012;(1):491206. <https://doi.org/10.1100/2012/491206>
13. Choudhury ATMA, Kennedy IR. Biological Fertilizers: A Review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2005;168(3):343–353.
14. Kumar A, Kumar S. Impact of Biofertilizers on Crop Production. *Agricultural Reviews*. 2017;38(3):258–272.
15. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of Food and Agriculture 2020*. URL: <https://digitallibrary.un.org/record/3930108?v=pdf&ln=en> (дата обращения: 01.02.2025).

### Об авторах:

**Полина Андреевна Дубницкая**, студент кафедры техники и технологии пищевых производств Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [polinadubnitskaya@yandex.ru](mailto:polinadubnitskaya@yandex.ru)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.**

### About the Author:

**Polina A. Dubnitskaya**, Student of the Food Production Engineering and Technology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [polinadubnitskaya@yandex.ru](mailto:polinadubnitskaya@yandex.ru)

**Conflict of Interest Statement:** the author declares no conflict of interest.

**The author has read and approved the final manuscript.**