

ПЕРВАЯ НАУЧНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЕЖНОГО НАУЧНОГО СООБЩЕСТВА ДГТУ «ИНТЕГРАЦИЯ: ГОСУДАРСТВО. НАУКА. БИЗНЕС»



УДК 631.4: 631.46

Влияние влажности почвы на активность азотфикссирующих бактерий и их роль в повышении плодородия

Е.А. Мун

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

Аннотация

Исследовано влияние азотфикссирующих и нитрифицирующих бактерий на плодородие различных типов почв. Поставлен вопрос о зависимости активности *Azotobacter* и других участников азотного цикла от влажности, гранулометрического состава и кислотности почвы, а также их потенциала в качестве биоудобрений. Проанализированы литературные данные и экспериментальные результаты по численности микроорганизмов в дерново-подзолистых, перегнойно-карбонатных почвах и чернозёмах при разной влажности. Показано, что оптимальная влажность 60–80 % ПВ способствует максимальной активности азотофиксаторов. Сделан вывод о ключевой роли влагообеспечения и типа почвы для реализации потенциала биологической азотфиксации и целесообразности применения азотфикссирующих бактерий как экологичного дополнения минеральным удобрениям.

Ключевые слова: биологическое удобрение, влажностный режим, плодородие почвы

Для цитирования. Мун Е.А. Влияние влажности почвы на активность азотфикссирующих бактерий и их роль в повышении плодородия. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(6):116–118.

Influence of Soil Moisture on Nitrogen-Fixing Bacteria Activity and their Role in Increasing Soil Fertility

Elizaveta A. Mun

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

Abstract

The influence of nitrogen-fixing and nitrifying bacteria on the fertility of various soil types was studied. The dependence of *Azotobacter*'s and other nitrogen cycle participants' activity from the soil moisture, grain-size composition, acidity, as well as their potential as biofertilizers, was investigated. Literature data and experimental results on the numbers of microorganisms in sod-podzolic, humus-carbonate and chernozem soils depending on the different moisture levels were analyzed. It was demonstrated that an optimal moisture content of 60–80% of the maximum water-holding capacity (WHC) fosters maximum activity of nitrogen-fixing bacteria. The conclusion about the crucial role of moisture supply and soil type in ensuring biological nitrogen-fixing potential was made, as well as about expediency of using nitrogen-fixing bacteria as an environmentally friendly supplement to mineral fertilizers.

Keywords: organic fertilizer, moisture regime, soil fertility

For Citation. Moon EA. Influence of Soil Moisture on Nitrogen-Fixing Bacteria Activity and their Role in Increasing Soil Fertility. *Young Researcher of Don*. 2025;10(6):116–118.

Введение. Почва — это сложная многокомпонентная экосистема, плодородие которой в значительной степени определяется деятельностью населяющих ее микроорганизмов. Они активно взаимодействуют с окружающей средой и участвуют в широком спектре биогеохимических процессов, обеспечивающих устойчивое функционирование почвенного покрова. Развитие почвенной микробиоты зависит от комплекса факторов: внешних условий, обеспеченности органическим веществом, гидротермического режима, а также гранулометрического состава почвы. Особое место среди микроорганизмов занимают азотфикссирующие бактерии, способные связывать атмосферный азот и превращать его в доступные для растений соединения. Этот процесс, известный как биологическая

азотфиксация, играет ключевую роль в круговороте азота и имеет важное значение для агроэкосистем. В условиях интенсивного земледелия, когда потребность в азотных удобрениях постоянно возрастает, применение биологических методов фиксации азота становится особенно актуальным [1, 2]. Цель работы — изучение роли азотфикссирующих бактерий в повышении плодородия почв и оценка их потенциала в качестве биоудобрения.

Основная часть. Азотфикссирующие бактерии — это группа микроорганизмов, способных осуществлять биологическую фиксацию атмосферного азота. Принято выделять три основные группы организмов, участвующих в этом процессе [1]:

1. симбиотические азотфиксаторы;
2. несимбиотические (свободноживущие) азотфиксаторы;
3. ассоциативные азотфиксаторы.

Высокий уровень урожайности в значительной мере определяется поступлением в почву элементов минерального питания, в первую очередь соединений азота. Использование азотфикссирующих бактерий в качестве биологического удобрения остается эффективным подходом, поскольку такие препараты экологически безопасны и служат ценным дополнением к минеральным удобрениям [1].

Azotobacter — один из наиболее изученных представителей свободноживущих азотфикссирующих грамотрицательных бактерий. Эти микроорганизмы синтезируют фитогормоны, в том числе ауксины, а также полисахариды, способствующие образованию почвенных агрегатов, улучшению структуры почвы и ее водоудерживающей способности. Дефицит питательных элементов, засоление, резкие колебания температуры, недостаточная влажность приводят к сокращению разнообразия микробных сообществ и нарушению структуры почвенного микробиоценоза [3]. Развитие данного рода бактерий в ассоциации с растениями протекает следующим образом: проникая через корневой волосок в корень, они индуцируют интенсивное разрастание клеток корневой ткани с образованием клубеньков, размеры которых могут достигать 15 см. Образующиеся в конечном итоге азотсодержащие соединения обеспечивают потребности как самих микроорганизмов, так и растений.

Влажность почвы является одним из определяющих факторов, влияющих на активность и выживаемость микробного сообщества, поскольку при оптимальном содержании влаги обеспечивается максимальная метаболическая активность бактерий, тогда как ее недостаток или избыток приводят к угнетению жизнедеятельности. Изучение влияния влажности проводят путем высушивания и последующего увлажнения почвы до расчетной массы. Снижение влажности ниже оптимального уровня вызывает подавление развития *Azotobacter*, что проявляется в уменьшении численности клеток и снижении интенсивности азотфиксации. Обнаружение представителей этого рода в пресных водоемах, илах, на водных растениях, а также в сильно увлажненных почвах указывает на их высокую гидрофильность и выраженную потребность почвенных форм во влаге. Вместе с тем избыточное увлажнение оказывает отрицательное воздействие на функционирование микроорганизма, вызывая кислородное голодание и замедление метаболических процессов [4].

В дерново-подзолистых почвах, отличающихся кислой реакцией среды, условия для развития азотфикссирующих бактерий оцениваются как неблагоприятные. В перегнойно-карбонатных почвах, характеризующихся высокой влагоемкостью, *Azotobacter* встречается в значительно больших количествах; аналогичная ситуация наблюдается и в зоне обыкновенного чернозема (таблица 1) [5].

Таблица 1
Количество микроорганизмов в различных пахотных почвах

Почва	Общее кол-во микроорганизмов (тыс.)		Азот, находящийся в плазме микроорганизмов (% от общего содержания азота)
	на 1 г почвы	на 1 мг азота	
Дерново-подзолистая	441		1,8
Перегнойно-карбонатная	5100		11,5
Обыкновенный чернозем	3500		12,0

Оптимальные условия для развития микроорганизмов формируются при влажности почвы в пределах 60–80 % от ее полной влагоемкости (таблица 2). В этих границах даже наиболее требовательные к влаге микроорганизмы демонстрируют интенсивное размножение при условии благоприятного действия других факторов среды. Существенную роль в повышении плодородия почвы играют нитрифицирующие бактерии, участвующие в преобразовании аммиачных форм азота в нитраты, которые служат важным источником минерального питания для растений. Широкий спектр физиологических свойств нитрифицирующих бактерий и их способность адаптироваться к различным экологическим условиям свидетельствуют о тесной связи их распространения с азотным режимом почвы [3, 6].

Таблица 2

Влияние влажности на развитие микроорганизмов круговорота азота в дерново-подзолистой почве

Влажность почвы %	<i>Azotobacter</i> , тыс./г. почвы
20	22,8
40	79,9
60	153,3
80	690,0

Нитрифицирующие бактерии отличаются высокой чувствительностью к параметрам среды, включая водный, воздушный, питательный и температурный режимы, а также содержание органического вещества в почве [7]. Поскольку превращение аммиака в нитрит, а затем в нитратные формы требует участия молекулярного кислорода, особое значение приобретает хорошая аэрация почвы [8, 9].

Заключение. Численность клеток *Azotobacter* в почве рассматривается как важный показатель ее биологической активности. По данным многих исследователей, этот род бактерий относится к высокочувствительным микроорганизмам, оперативно реагирующими на изменение агроэкологических условий. *Azotobacter* отрицательно реагирует на ухудшение агрономических свойств почвы, особенно на дефицит влаги, и вместе с тем способен производить биологически активные соединения, подавляющие развитие фитопатогенных грибов и способствующие поддержанию фитосанитарного состояния агроценозов.

Список литературы

1. Осипов А.И. Биологический круговорот азота атмосферы. *Известия СПбГАУ*. 2016;(42):97–103.
2. Батькаев Ж.Я. Роль микроорганизмов в повышении плодородия почвы. *Почвоведение и агрохимия*. 2013;(2):24–27.
3. Чевердин Ю.И., Гармашова Л.В. Развитие микроорганизмов, связанных с циклом азота в сезонно переувлажненных почвах. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018;(6):24–28.
4. Долматова Е.С. Клубеньковые азотфикссирующие бактерии. В: *Труды седьмой международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»*. Москва, 15 февраля – 31 марта 2015 года. Владивосток: НИИЭМ СО РАМН; 2015. С. 1–25.
5. Дегтярева И.А., Мотина Т.Ю., Давлетшина А.Я., Ежкова Д.В., Зарипова С.К. Влияние влажности почв на жизнеспособность микроорганизмов, входящих в состав комплексного биоудобрения. *Вестник Казанского технологического университета*. 2015;18(12):201–203.
6. Кириченко Е.В., Коць С.Я. Использование *Azotobacter chroococcum* для создания комплексных биологических препаратов. *Biotechnol. acta*. 2011;4(3):074–081.
7. Коваленко Н.Я. *Экономика сельского хозяйства*. Учебник для среднего профессионального образования. Москва: Издательство Юрайт; 2024. 406 с.
8. Стифеев А.И., Лазарев В.И., Никитина О.В. Роль микроорганизмов в круговороте веществ и почвенном плодородии центрального черноземья. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019;(9):22–29.
9. Умаров М.М., Кураков А.В., Степанова А.Л. *Микробиологическая трансформация азота в почве*. Москва: ГЕОС; 2007. 137 с.

Об авторе:

Елизавета Андреевна Мун, студент кафедры «Инженерная и компьютерная графика» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), munelizaavetaa@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторы прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Elizaveta A. Mun, Student of the Engineering and Computer Graphics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), munelizaavetaa@mail.ru

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

All author has read and approved the final manuscript.