МИКРОБИОЛОГИЯ

А. В. Киракосян, Р. С. Каримян и Р. М. Ахинян

Распространение и выживаемость азотобактера
в почвах Армянской ССР

Много работ посвящено исследованию морфо-физиологических свойств в биологическом отношении интересной бактерии — *Azotobacter chroococcum*, связывающей газообразный азот воздуха. Бактерии, связывающие газообразный азот, способствуют круговороту азота в природе, обогащают почву и снабжают растения азотом.

С. Костычевым и др. [4] было доказано, что получению урожая из почв, занятых бессменной культурой и не удобряемых в течение долгих лет, способствует аэробный фиксатор азота — азотобактер. Э. Рассель [12], Н. А. Красильников [5] и др. установили, что свободно живущие в почве усваивающие азот атмосферы бактерии в течение года обогащают почву азотом в количестве 30—40 кг и больше на 1 га. В этой связи, безусловно, первостепенное значение имеет выяснение вопроса распространения и выживаемости азотобактера в различных почвенно-климатических условиях.

В. Л. Омелянский [9] утверждал, что азотобактер распространен повсеместно и что причиной его широкого распространения является устойчивость к высушиванию и приспособленность к различным условиям существования.

Однако последующими исследователями выяснено, что азотобактер распространен довольно широко, но далеко не повсеместно.

Вопрос отсутствия азотобактера в ряде почв и условий, необходимых для его выживаемости, занимал многих исследователей.

Известны работы Е. Н. Мишустина и др. [6], В. К. Залесского и А. М. Кухарковой [3], М. В. Федорова и Е. З. Теппер [14] и др., объясняющие отсутствие азотобактера в почвах кислотностью среды, недостаточностью энергетического материала и др. факторами.

Для выживаемости азотобактера авторы предлагают вносить в почву энергетический материал, фосфорные и кальциевые соединения и т. д. По имеющимся литературным данным, в кислых почвах известкование является лучшим средством к созданию условий для приживаемости азотобактера.

Отсутствие в почве азотобактера многими авторами объясняется также наличием в почве микробов-антагонистов, угнетающих рост азотобактера.

О распространении азотобактера в почвах СССР приведен литературный и экспериментальный материал в работе Н. Н. Сушкиной [13], Е. Н. Мишустина [8], Н. А. Красильникова [5] и др. В Армении работами А. К. Паносяна и др. [10], А. Петросян и др. [11], а также других авторов, выяснено, что бурые почвы низины богаты, а почвы горных местностей бедны азотобактером.

Изучение распространенности азотобактера в почвах Армении представляет интерес ввиду особого географического расположения страны, представляющей местности с резко отличными почвенно-климатическими условиями, расположенные на высоте от нескольких сот метров до 3—3,5 тысяч метров над уровнем моря.

Наши исследования касались распространенности азотобактера в основных типах почв, сформировавшихся на разных высотах и соответственно географическому расположению, имеющих разные почвенно-климатические условия. Кроме того, в настоящей работе представлена выживаемость азотобактера в естественной почве и при создании соответствующих условий в почвах, не содержащих азотобактер.

Для установления наличия азотобактера применена методика раскладывания почвенных комочков на агаризованную среду Эшби, количество азотобактера отмечено в процентах от выросших колоний.

Исследования распространенности азотобактера проводились на 170 образцах следующих типов почв: 1) бурые культурно-поливные и целинные; 2) окультуренные каштановые почвы; 3) окультуренные черноземы; 4) горно-лесные и 5) горно-луговые. В работе представлен результат исследований 106 отборочных образцов почв.

Для выяснения вопроса выживаемости азотобактера опыты проведены в лабораторных условиях с теми же типами почв, в основном не содержащих азотобактер. В соответствующие варианты опыта добавлялось фосфорное соединение, в виде фосфорнокислого калия двузамещенного — 0,1%, углекислый кальций — 1%. Почвы увлажнялись 50% от полной влагоемкости и держались в термостате при 27—28°C. Наличие азотобактера установлено вышеуказанным методом почвенных комочков.

Сроки анализов почв и варианты опыта представлены в соответствующих таблицах.

Следует упомянуть, что в таблицах приведены данные не всех сроков анализов; выпущены те сроки, в которых закономерность сохранения или исчезновения азотобактера соответствовала данным сроков, представленных в таблицах.

Почвы увлажнялись в течение приблизительно четырех месяцев, а затем были доведены до воздушно-сухого состояния, и через определенные промежутки времени определялось также наличие азотобактера в них.

Ниже приводятся районы взятия почвенных образцов и краткая характеристика последних.

Бурые почвы собраны из разных пунктов Арташатского, Октемберянского и Эчмиадзинского районов Араратской равнины. Эти почвы бедны азотистыми и органическими веществами (азота — 0,1—0,2%, гумуса — до 2%) и, как видно из данных таблицы 1, в большинстве сильно карбонатные, с рН от 7 до 7,5.

Каштановые почвы исследованы в образцах почв Сисианского, Кафанского, Мегринского и Мартунинского районов. В исследованных каштановых почвах азота содержится от 0,2 до 0,3%, а гумуса — до 3—4%, в большинстве почвы бескарбонатные, а рН находится в пределах 6,4—7,5.

Исследованы также выщелоченные горные черноземы Степанаванского, Горисского и Мартунинского районов, которые богаты органическими веществами (гумус — 4—6%, азот — 0,2—0,3%), в большинстве бескарбонатные с кислой реакцией или близкой к нейтральной.

Горно-лесные коричневые почвы Горисского и Кафанского районов бескарбонатные, с реакцией чаще кислой или близкой к нейтральной, богаты органическими веществами (гумус — 5—9%, азот — 0,4—0,6%).

Исследованы также горно-луговые почвы горы Арагац на высоте 3200 м над уровнем моря и вниз по склону горы, а также почвы из разных районов Армении. Почвы эти бескарбонатные, в основном с кислой реакцией, богаты органическими азотистыми веществами (азота — 0,5—0,8%, гумуса — 5—10% и больше). Среди исследованных почв имелись и дерновые.

В таблицах 1 и 2 представлена распространенность азотобактера в основных типах почв Армении, причем почвы группированы по карбонатности, величине значения рН и количеству азотобактера.

Таблица 1

Распространение азотобактера в некоторых типах почв

Бурые				Окультуренные каштановые				
количество почв	состояние почв	карбонатность	рН	количество азотобактера в проц.	количество почв	карбонатность	рН	количество азотобактера в проц.
6	Окульт.	Сильно карбон.	7,4	88—97	3	Сильно карбон.	7,5	70—100
12	"	"	7,2	60—83	1	"	7,37	0
4	"	"	7,5	22—55	5	Не карб.	7,15	40—85
3	Целина	"	7,3	10—13	2	"	7,1	30—56
3	"	"	7,0	0	1	"	7,0	3
2	Окульт.	Не карб.	7,1	72—81	4	"	6,4	6—28
2	"	"	7,0	43—54	2	"	7,1	0
1	Целина	"	6,9	10	1	"	6,5	0

Таблица 2

Распространение азотобактера в некоторых типах почв

Окультуренные черноземы			Горно-лесные				Горно-луговые				
количество почв	карбонатность	pH	количество азотобактера в проц.	количество почв	карбонатность	pH	количество азотобактера в проц.	количество почв	карбонатность	pH	количество азотобактера в проц.
2	Карбон.	7,2	58—79	4	Не карб.	6,8	3—5	7	Не карб.	5,6	0
1	Сл. карб.	6,9	0	7	"	6,4	0	4	"	6,2	0
2	Не карб.	6,6	73—80	4	"	7,0	0	2	"	6,9	0
2	"	7,2	38—58	—	"	—	—	7	"	7,0	0
2	"	6,4	30—56	—	"	—	—	—	"	—	—
2	"	6,0	12—20	—	"	—	—	—	"	—	—
6	"	6,0	0	—	"	—	—	—	"	—	—
1	"	6,8	0	—	"	—	—	—	"	—	—

Бурые культурно-поливные почвы по количеству и распространенности азотобактера занимают первое место среди остальных почв, как это видно из данных приведенной таблицы. Надо полагать, что обильному размножению азотобактера в этих почвах способствуют карбонатность и щелочность, быстро разлагающиеся органические остатки и наличие необходимой влажности.

В целинных бурых почвах азотобактер отсутствует или его очень мало, что подтверждается также литературными данными.

Окультуренные каштановые почвы как количеством, так и распространенностью азотобактера отстают от бурых почв, в черноземах же количество его меньше, чем в каштановых почвах.

Горно-луговые и горно-лесные почвы не содержат азотобактера, за исключением некоторых горно-лесных почв, в которых количество его незначительно.

Сравнивая разные типы почв между собой, можно отметить, что чем выше почвы по географическому расположению, тем выше кислотность среды, реже встречаются карбонатные почвы, больше гумуса и азота в почвах. Совокупность этих, а также других факторов, создают условия, не соответствующие для роста и размножения азотобактера в данных почвах. Однако следует заметить, что не всегда присутствие карбонатов и щелочность почв способствуют обнаружению в почве азотобактера. Повидимому, в этих случаях большое влияние имеет также биоценоз почв, о чем упоминалось в работах С. Н. Виноградарского [2], Е. Н. Мишустина [7] и др., а также имеются данные Э. К. Африкяна [1] о влиянии спороносных бактерий на рост азотобактера.

Все вышесказанное, повидимому, является причиной отсутствия или наличия и разной степени распространенности азотобактера в различных типах почв Армянской ССР.

Нелишне упомянуть, что для выявления азотобактера в горном черноземе исследование проведено также по методу почвенных пластинок С. Н. Виноградарского с внесением различных доз и комби-

наций фосфорного, кальциевого соединений и маннита, в качестве энергетического материала.

При всех вариантах, методом почвенных пластинок, в горном черноземе азотобактер не был обнаружен.

В таблице 3 приведен результат исследований выживаемости азотобактера в четырех типах почв: бурой, каштановой, черноземе и горно-луговой почве.

Таблица 3

Выживаемость азотобактера в некоторых типах почв

Почвы и варианты	Дни от начала опыта				Через 8 мес. после высуш. почв	Через 15 мес. после высуш. почв
	1	15	30	45		
	Количество азотобактера в проц.					
1. Бурая увлажненная почва	28	14	3	—		
+ азотобактер	100	100	100	100	100	100
2. Бурая увлажненная почва	18	50	12	8		8
+ азотобактер	100	100	100	100		100
1. Каштановая увлажненная почва	2	62	3	—		
+ азотобактер	71	86	58	9		
С ₂ СО ₃ + азотобактер	100	100	100	100	100	
2. Каштановая увлажненная почва	1	15	2	2		
+ азотобактер	100	100	100	100	40	
3. Каштановая + азотобактер	100	100	100	100	100	
Выщелоченный горный чернозем +						
+ СаСО ₃	—	—	—	—	—	—
+ СаСО ₃ + К ₂ НРО ₄	—	—	—	—	—	—
+ азотобактер	100	93	70	33	—	—
+ С ₂ СО ₃ + азотобактер	100	100	100	100	100	—
+ К ₂ НРО ₄ + азотобактер	100	96	96	79	2	—
Высокогорный чернозем, увлажненная почва	—	—	—	—	—	—
+ СаСО ₃	—	—	—	—	—	—
+ СаСО ₃ + К ₂ НРО ₄	4	—	—	—	—	—
+ азотобактер	100	27	—	—	—	—
+ С ₂ СО ₃ + азотобактер	100	100	100	100	100	—
+ К ₂ НРО ₄ + азотобактер	100	6	—	—	—	—
Горная, дерново-луговая увлажненная почва	—	—	—	—	—	—
+ азотобактер	77	—	—	—	—	—
СаСО ₃ + азотобактер	100	4	—	2	—	—
СаСО ₃ + К ₂ НРО ₄ + азотобактер	100	40	38	44	0	—
Горно-луговая увлажненная почва	22	10	4	—	—	—
+ азотобактер	100	93	90	19	—	—
СаСО ₃ + азотобактер	100	100	100	100	100	—

Примечание: знак — (тире) означает отсутствие роста азотобактера.

В почвах, первоначально не содержащих азотобактер, при увлажнении создаются условия для его появления, но он быстро исчезает (таблица 3). Так, в бурых и каштановых почвах в основном азотобактер почти исчезает на тридцатые сутки после увлажнения почвы.

Выживаемость азотобактера, искусственно введенного в почву, различна в разных типах почв. Например, в бурых почвах в течение 18 месяцев он сохраняется на 100%. В каштановых почвах выживаемость азотобактера различна; в одном случае на 45-й день количество его спускается до 9%, затем исчезает, в другом — через 3.5 месяца

спускается до 40% и в третьем — сохраняется на 100% в течение года. В горных черноземах и горно-луговых почвах азотобактер погибает, но в разное время после внесения его в почву. Внесение в почву карбоната кальция совместно с азотобактером способствует выживаемости последнего в разных типах почв, кроме дерново-луговой почвы, в которой существование азотобактера поддерживается некоторое время фосфорным соединением.

В горных черноземах фосфорное соединение почти не играет роли в деле выживаемости азотобактера.

Как было сказано выше, многие авторы полагают, что развитие азотобактера в ряде почв угнетается биоценозом этих почв, т. е. сообществом некоторых групп микроорганизмов.

Чтобы проверить данное предположение, нами были выделены бактерии как из почв лабораторного опыта по выживаемости азотобактера, так и из почв разных типов, не содержащих азотобактер. Всего выделено и испытано 69 культур почвенных бактерий. Исследование антагонистического действия почвенных бактерий на азотобактер проводилось получением зоны отсутствия роста азотобактера при воздействии антагониста.

В качестве тест-объекта были использованы культурально несколько отличные четыре штамма *Azotobacter chroococcum*.

По предварительным данным можно сказать, что из исследованных 69 спорных и бесспорных почвенных бактерий 20 оказались антагонистами для *Azot. chroococc.*, причем 7 культур принадлежало к виду *Bac. mesentericus*, 1 культура — *Bac. thuyoides*.

Отсюда следует, что в почве не мало как спорных, так и бесспорных бактерий, в сильной или слабой степени угнетающих рост *Azotob. chroococcum*, и, возможно, являющихся одним из факторов, по причине которого азотобактер отсутствует в той или иной почве.

Несколько слов о примененной нами методике по исследованию наличия азотобактера в почве.

Некоторыми авторами указывалось, что в случае необнаружения азотобактера методом раскладывания почвенных комочков на питательную среду, можно обнаружить его методом почвенных пластинок Виноградарского с видоизменением Успенского — Крючковой.

Е. Н. Мишустиным [8] приведен довольно большой сравнительный материал с двумя вышеуказанными методами. Во всех случаях им обнаружен азотобактер методом почвенных пластинок там, где не удалось его обнаружить методом комочков.

Ввиду того, что наша работа проводилась методом почвенных комочков, мы хотели также дать сравнительную оценку двух методов на наших почвах. Для этой цели было исследовано семь образцов пяти типов почв.

В таблице 4 приведены данные наших исследований. Как показывают данные, результат получился совершенно одинаковый для всех типов при двух методах исследований, т. е. если не было роста

азотобактера при методе почвенных комочков, то рост отсутствовал также методом почвенных пластинок. В бурой почве количество азотобактера достигает 95% методом почвенных комочков, а на почвенных пластинках — сплошной рост азотобактера.

Следовательно, можно полагать, что методика почвенных комочков вполне применима для исследования почв нашей республики.

Таблица 4

Выявление наличия азотобактера в почвах методом агаровых и почвенных пластинок

Типы почв	Почвенные комочки на Эшби-агаре	Почвенные пластинки	Почвенные пластинки + азотобактер
	Количество азотобактера в проц.		
Луговая, Сисианский район	—	—	Сплошной рост азотобактера
Чернозем, Сисианский район	—	—	Сплошной рост азотобактера
Горный чернозем, Сисианский район	—	—	
Чернозем, Норбазетский район	4	9	Очень много азотобактера
Дерново-луговая, Арагац	—	—	
Светлокаштановая, Сисианский район	—	—	
Бурая, Октемберянский район	95	Сплошной рост азотобактера	

Примечание: знак — (тире) означает отсутствие роста азотобактера.

Выводы

1. Бурые культурно-поливные почвы наиболее богаты азотобактером. Второе место по количеству азотобактера занимают каштановые почвы, затем горные выщелоченные черноземы. В горно-лесных почвах азотобактер встречается редко, в незначительном количестве, а в горно-луговых он вообще отсутствует.

2. В почвах, где азотобактер отсутствует, искусственно внесенный азотобактер приживается в бурых, иногда каштановых почвах. В горно-луговых и черноземных почвах, а также и в некоторых каштановых, азотобактер выживает благодаря внесению карбоната кальция.

Фосфорное соединение в дерново-луговой почве способствует сохранению азотобактера на недолгий срок и в небольшом количестве, а для исследованных черноземов это соединение почти не имеет значения для выживаемости в них азотобактера.

3. Исследования взаимоотношений азотобактера с почвенными бактериями показали, что некоторые споровые и бесспорные почвенные бактерии подавляют рост азотобактера.

Настоящее исследование приводит к мысли о том, что если не во всех типах почв и их разновидностях, то во всяком случае во

многих из них возможно простым способом создать подходящие условия для роста и сохранения жизнедеятельности азотобактера. Это обстоятельство, безусловно, будет иметь выгодное влияние в деле применения бактериальных удобрительных препаратов.

Сектор микробиологии

АН АрмССР

Поступило 5 II 1955 г.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Африкян Э. К.* Специфичность антагонистического действия спорообразующих бактерий на азотобактер. Труды Ин-та микробиологии АН СССР, т. III, стр. 154, 1954.
2. *Виноградарский С. Н.* Микробиология почвы. Изд. АН СССР, 1952.
3. *Залесский В. К. и Кухаркова А. М.* К вопросу об условиях, определяющих распространение азотобактера в почве и о методах его обнаружения. Научно-агрономический журнал, 7—8, стр. 546, 1929.
4. *Костычев С., Шелоумова А. и Шульгина О.* Азотный режим почв южного берега Крыма. Труды Отдела с.-х. микробиологии, 1, стр. 5, 1926.
5. *Красильников Н. А.* Микробиологические основы бактериальных удобрений. Изд. АН СССР, 1945.
6. *Мишустин Е. Н. и Семенович М. И.* Почвенная кислотность как фактор, определяющий появление в почве неактивного азотобактера. Микробиология, т. VIII, в. 1, стр. 19, 1939.
7. *Мишустин Е. Н.* О принципе районирования азотогена. Вопросы применения бактериальных удобрений. Ин-т микробиологии АН УССР, стр. 26, 1953.
8. *Мишустин Е. Н.* Эколого-географическое распространение азотобактера в почвах СССР. Труды Ин-та микробиологии АН СССР, т. III, стр. 81, 1954.
9. *Омелянский В. Л.* Избранные труды, т. 1, изд. АН СССР, 1953.
10. *Паносян А. К. и Меграбян А. А.* Микробиологическая характеристика почв Камарлинского р-на АрмССР. Труды Нисслед. станции полеводства НКЗ АрмССР, вып. 1, стр. 154, 1940.
11. *Петросян А., Киракосян А., Мирзабекян Р. и Меграбян А.* Микробиологическая характеристика почв Октемберянского, Сталинского (НахАССР) и Ленинанканского районов. Труды Нисслед. станции полеводства НКЗ АрмССР, вып. 1, стр. 142, 1940.
12. *Рэссель Э. Дж.* Почвенные условия и рост растений. Сельхозгиз, 1931.
13. *Сушкина Н. Н.* Эколого-географическое распространение азотобактера в почвах СССР. Изд. АН СССР, 1949.
14. *Федоров М. В. и Теннер Е. Э.* Об условиях, определяющих приживаемость азотобактера в ризосфере сельскохозяйственных растений и в почве. Микробиология, т. XVI, вып. 6, стр. 498, 1947.

Ս. Վ. Կիրակոսյան, Ռ. Ս. Կարիմյան, Հ. Մ. Հախիճյան

ԱԶՈՏՈՒԿԱՏԵՐԻ ՏԱՐԱԾՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԿԵՆՍՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ
ՊԱՇՏՊԱՆՈՒՄԸ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ-Ի ՀՈՂԵՐՈՒՄ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հայաստանի տարրեր հողատիրակրում ազոտորակների տարածվածության և նրա կենսունակության պահպանման հարցերի պարզարանումն ունի տեսական ու գործնական կարևոր նշանակություն: Այդ հարցերի

լուսարանումը հնարավորություն կտա պարզելու մի կողմից՝ բխորգիական ճանապարհով գազային ազոտի ֆիքսման հողի ունակությունը և մյուս կողմից՝ ազոտորակների բախտերի ազդեցության լիարժեքի կիրառման էֆեկտիվության հարցերի հետ:

Այս աշխատությունում բերված են տարրեր հողատիպերում (106 հոդանամուշ) ազոտորակների տարածվածություն վերաբերյալ ուսումնասիրության արդյունքները: Աւսումնասիրությունները կատարվել են հետևյալ հիմնական հողատիպերի նկատմամբ՝ 1. գորշ կուլտուր-ոռոգվող, 2. շագանակագույն, 3. լեռնային սևահողեր, 4. լեռնա-անտառային և 5. լեռնամարգագետնային հողեր: Պարզվել է, որ Հայաստանի դաշտավայրի գորշ հողերը հարուստ են ազոտորակներով, շագանակագույն հողերում ազոտորակների քանակը համեմատաբար փոքր է, իսկ սևահողերում՝ ավելի պակաս, քան շագանակագույն հողերում: Առան-մարգագետնային հողերում ազոտորակները բոլորովին բացակայում է, իսկ լեռնա-անտառային հողերում հանդիպում է հազվագյուտ և փոքր քանակով:

Ազոտորակների կենսունակության պահպանման վերաբերյալ հետազոտությունները ցույց են տվել, որ արհեստականորեն գորշ հողերի մեջ մտցրած ազոտորակները երկար ժամանակ պահպանում է այնտեղ իր կենսունակությունը, մինչդեռ որոշ շագանակագույն, ինչպես և սևահողերում ու մարգագետնային հողերում ազոտորակների կենսունակության պահպանումը հնարավոր է միայն հողի մեջ կալցիումի կարբոնատ մացնելու դեպքում:

Փոսֆորային միացությունը ազոտորակների կենսունակությունը որոշ ժամանակ պահպանում է լեռնա-մարգագետնային, բուսական մնացորդներով հարուստ հողում, իսկ սևահողերում նա համարյա ազդեցություն չի թողնում:

Այս աշխատության արդյունքները հանգեցնում են այն մտքին, որ որոշ հողատիպերում հնարավոր է հեշտ միջոցառումով պայմաններ ստեղծել ազոտորակների բազմացման և ապրելունակության համար: Այս հանգամանքը շատ կարևոր նշանակություն ունի բախտերի ազդեցության էֆեկտիվ կիրառման համար: