

Ա. Կ. Փանոսյան, Բ. Մ. Արությունյան, Ն. Ա. Ավետիսյան

О влиянии некоторых почвенных бактерий на ассимиляцию азота

Сообщение II

В первом сообщении (1961) мы отмечали, что почти во всех основных типах почв Армении имеет место ассимиляция атмосферного азота, причем в бурых почвах этот процесс протекает более интенсивно, чем в каштановых, в чернозем же процесс ассимиляции протекает очень медленно.

Степень способности ассимиляции атмосферного азота бурых и каштановых почв определяется видом культивируемых в этих почвах растений и интенсивностью азотофиксирующих бактерий.

В бурых и каштановых почвах ассимиляция азота в основном происходит в результате жизнедеятельности находящихся там азотфиксирующих бактерий. Интенсивность ассимиляции азота зависит от состава выделений корней отдельных видов культурных растений и от характера их взаимодействия с корневыми бактериями.

В составе почвенного покрова Армении, помимо бурых и каштановых почв, имеются также и другие типы почв. В связи с этим необходимо было исследовать степень распространенности азотобактера в этих типах почв для выяснения их способности ассимилировать азот, а также выяснения их влияния на рост и развитие различных растений. Подобные исследования дадут возможность окончательно установить характер взаимоотношения азотобактера и других бактерий, а также способность ассимилировать азот.

Результаты вышеуказанных исследований помогут разработать мероприятия для повышения урожайности сельскохозяйственных растений. Поэтому за последние два года были продолжены исследования по изучению почвенных типов горных районов, находящихся на различных высотах,

В частности, были изучены высокогорно-луговые, высокогорно-лесные и выщелоченные черноземы, находящиеся на высоте 1600—2500 м над уровнем моря.

В табл. 1 приводятся данные распространенности азотобактера и некоторых групп почвенных бактерий в вышеуказанных черноземах. По этим данным в высокогорно-луговых и высокогорно-лесных и выщелоченных черноземах азотобактеры отсутствуют. Из других почвенных бактерий отмечается в значительном количестве наличие *Pseudomonas*-ов в ризосфере растений, причем число их в течение вегетации подвергается изменениям. В частности, количество *Pseudomonas*-ов достигает максимума в ризосфере растений в период вегетации. Отмечается, что они обнаруживаются на корнях даже после тщательной их промывки.

По данным табл. 1 в ризосфере растений, развивающихся в высокогорно-луговых и высокогорно-лесных черноземах, из корневых бактерий (*Bact. radiobacter*) встречается довольно много бактерий, растворяющих известь. Хотя количество этих бактерий и меньше, чем число *Pseudomonas*-ов, однако отмечается, что они постоянно сопутствуют им. По всей вероятности, метаболиты этих двух видов бактерий оказывают благоприятное влияние на их рост, а их совместная деятельность способствует нормальному росту растений.

Несмотря на отсутствие азотобактеров в высокогорно-луговых и высокогорно-лесных черноземах, в этих почвах происходит ассимиляция атмосферного азота. По-видимому, в этом процессе играют важную роль развивающиеся в ризосфере растений *Pseudomonas*-ы и бактерии, растворяющие известь.

В высокогорно-луговых и высокогорно-лесных черноземах, как видно по данным табл. 2, ассимиляция атмосферного азота протекает медленно; несмотря на это, интенсивность этого процесса в течение вегетации растений дает закономерные колебания. Например, в этих почвах ассимиляция атмосферного азота довольно интенсивна в июне-июле, в период сильного роста растений. Так, если в начале и в конце вегетации (май, сентябрь), когда растения имеют

Таблица 1

Количество азотобактера и корневых бактерий в высокогорно-луговых и горно-лесных почвах в период вегетации (на комочках 0,1 г почвы и 40 корневых волосках длиной 5 мм, посеянных на пластинке Эшби — в %)

Район, тип почвы	Группа бактерий	Май			Июнь			Июль			Август		
		Корни		Прикорневая почва	Корни		Прикорневая почва	Корни		Прикорневая почва	Корни		Прикорневая почва
		МЫШЬ	НЕМЫШЬ		МЫШЬ	НЕМЫШЬ		МЫШЬ	НЕМЫШЬ		МЫШЬ	НЕМЫШЬ	
Спитак. Высо- когорно-луго- вой чернозем	азотобактеры псевдомонасы растворяющие известь	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		75	75	50	75	50	75	75	100	50	50	50	25
		12,5	—	25	12,5	50	12,5	—	25	12,5	100	50	—
Севан. Высоко- горно-луго- вой чернозем	азотобактеры псевдомонасы растворяющие известь	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		75	50	50	75	100	100	75	75	50	100	100	100
		12,5	12,5	50	50	50	100	50	50	12,5	12,5	12,5	—
Иджеван. Вы- соко-горно- лесной чер- нозем	азотобактеры псевдомонасы растворяющие известь	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		100	50	50	75	100	100	75	75	50	100	100	100
		12,5	12,5	50	50	50	100	50	50	12,5	12,5	12,5	—

Таблица 2
Азотассимилирующая способность высокогорно-луговых и высокогорно-лесных черноземов в период вегетации растений (в 5 г почвы на 1 г корневых водососов, в 50 см³ Эшби, азот в мг)

Район и почвенный тип	Испытуемый материал	Май			Июнь			Июль			Сентябрь		
		До опыта	После опы-та	После ас-симляции	До опыта	После опы-та	После ас-симляции	До опыта	После опы-та	После ас-симляции	До опыта	После опы-та	После ас-симляции
Сплетак, Высокогорно-луговой чернозем	почва	19,88	21,42	1,54	17,92	21,86	3,94	19,25	22,41	3,15	21,62	23,10	1,48
	корень	3,94	5,18	1,24	3,34	9,31	5,97	3,84	8,61	4,77	6,42	8,40	1,98
Севан, Высокогорно-луговой чернозем	почва	20,18	21,37	1,55	48,41	21,44	3,03	17,01	21,35	4,64	19,30	23,47	2,17
	корень	3,99	6,16	2,17	3,19	7,70	4,51	4,34	7,91	3,57	5,04	6,23	1,19
Иджеван, Высокогорно-лесной чернозем	почва	22,16	24,35	2,19	12,50	27,79	8,29	21,57	25,34	3,77	20,19	22,64	2,45
	корень	3,92	6,12	2,20	3,01	6,65	3,64	3,22	6,26	3,04	2,10	4,74	2,64

слабый рост, при ассимиляции атмосферного азота в процессе окисления 1 г маннита или глицерина связывается 1—3 мг атмосферного азота, то в июне-июле—3—8 мг. Необходимо отметить, что в ризосфере растений ассимиляция атмосферного азота протекает интенсивнее, чем в почве, лишенной корней. Это явление еще раз доказывает, что в ризосфере корней растений азотфиксаторы для своей жизнедеятельности находят больше благоприятных условий, чем в почве, лишенной корней.

Очевидно, для ассимиляции атмосферного азота имеют решающее значение выделяемые корнями безазотистые углеродные соединения, которые служат энергетическим материалом для азотфиксаторов.

Этим и нужно объяснить наличие большого количества бактерий этой группы в ризосфере растений. Из микроорганизмов, непосредственно развивающихся в зоне корней, большое распространение имеют *Pseudomonas*-ы или корневые бактерии (*Bact. radiobacter*).

Микроорганизмы этих групп протекают в ткани эпидермиса корней и там интенсивно развиваются. Этим и объясняется то, что при тщательной промывке корней в тканях все же сохраняется значительное количество бактерий, которые при благоприятных условиях начинают интенсивно развиваться.

В высокогорных выщелоченных черноземах на распространение азотфиксаторов и их способность к ассимиляции азота влияют систематическая обработка почв и возделываемые на них культурные растения. В зависимости от типа культивируемых растений в выщелоченных черноземах изменяется количество обитающих в них азотфиксаторов и их азотассимиляционная способность.

Выше было указано, что в высокогорно-луговых и высокогорно-лесных черноземах, какими бы растениями они не были заняты, азотобактер отсутствует, также он отсутствует в высокогорных выщелоченных черноземах. Он не обнаруживается даже в тех случаях, когда в них систематически культивируются растения.

Результаты исследований в этом направлении приведены в табл. 3. Из данных таблицы видно, что в высокогорных выщелоченных черноземах если отсутствует азотобактер в ризосфере корней культурных растений, то взамен его в ризосфере тех же растений имеют большое распространение *Bact. radiobacter* и корневые бактерии других групп.

В ризосфере культивируемых растений *Pseudomonas* особенно распространен в период плодообразования. Наоборот, в начале вегетации (в июне), когда растения для синтеза органических веществ поглощают из почвы значительное количество питательных веществ, количество *Pseudomonas* в ризосфере корней значительно уменьшается.

Количество *Pseudomonas* в ризосфере корней эспарцета по сравнению с другими растениями за вегетационный период большим изменениям не подвергается.

В высокогорных выщелоченных черноземах, в ризосфере корней культивируемых растений наряду с *Pseudomonas* постоянно встречаются также корневые бактерии, растворяющие известь. Однако число последних по сравнению с *Pseudomonas* в период вегетации подвергается сильным изменениям. Бактерий, растворяющих известь, мало, кроме того, они появляются в ризосфере в начале и в конце вегетации.

В период цветения растений корневые бактерии, растворяющие известь в почве и вокруг корней, отсутствуют. По-видимому, в период цветения создаются неблагоприятные для развития этих бактерий условия.

В высокогорных выщелоченных черноземах рост культурных растений влияет не только на распространенность *Pseudomonas* и корневых бактерий, растворяющих известь, но также и на способность ассимилировать азот (табл. 4).

В прикорневой почве табака ассимиляция атмосферного азота протекает более интенсивно, чем в почве, не содержащей корней табака.

Картофель также влияет на способность ассимилировать азот. В период цветения, при созревании клубней, процесс ассимиляции протекает очень медленно, в частности в прикорневой почве.

Количество азотобактера и корневых бактерий в период вегетации растений в высокогорных выщелоченных черноземах (на комочках С, 1 г почвы и 40 корневых волосках длиной 5 мм, посеянных на пластинках Эшби, в %)

Возделываемые культуры	Группы бактерий	Июнь				Июль				Август			
		Корни		Прикорневая почва		Корни		Прикорневая почва		Корни		Прикорневая почва	
		Вымытые	Невымытые	Вымытые	Лишенная кор. почва	Вымытые	Лишенная кор. почва	Вымытые	Лишенная кор. почва	Вымытые	Лишенная кор. почва	Вымытые	Лишенная кор. почва
Табак	азотобактер псевдомонас бакт., раствор. известь	50	50	100	100	12,5	100	12,5	100	100	100	100	100
Картофель	азотобактер псевдомонас бакт., раствор. известь	75	75	100	100	12,5	100	12,5	100	100	100	100	100
Озимая пшеница	азотобактер псевдомонас бакт., раствор. известь	75	75	100	100	12,5	100	12,5	100	100	100	100	100
Яровой ячмень	азотобактер псевдомонас бакт., раствор. известь	75	75	100	100	12,5	100	12,5	100	100	100	100	100
Эспарцет	азотобактер псевдомонас бакт., раствор. известь	100	100	100	100	25	100	25	100	100	100	100	100
Луговая растительность	азотобактер псевдомонас бакт., раствор. известь	—	—	—	—	12,5	100	12,5	100	100	100	100	100

Таблица 4

Интенсивность азотассимиляционной способности в высокогорных вышележенных черноземах в период вегетации растений (азот в мг в 5 г почвы, в 1 г корневых волосков в 50 см³ Эшби)

Возделываемые культуры	Исследуемый материал	Июнь				Июль				Август			
		До опыта	После азот-симляции	Ассимиляционный азот	До опыта	После азот-симляции	Ассимиляционный азот	До опыта	После азот-симляции	Ассимиляционный азот	До опыта	После азот-симляции	Ассимиляционный азот
Табак	корень	16,80	22,89	—	3,71	7,0	3,29	6,86	7,63	0,77	13,16	21,70	0,77
	прикорневая почва	16,94	22,19	5,09	17,27	23,10	5,84	13,16	21,70	0,77	15,61	22,54	6,93
Картофель	корень	8,68	9,66	0,98	4,48	6,30	1,82	12,11	14,99	2,88	20,51	22,33	1,82
	прикорневая почва	—	—	—	18,48	24,08	5,60	20,51	22,33	1,82	20,93	21,56	0,63
	почва без корней	18,0	19,25	1,25	19,32	21,11	2,21	20,93	21,56	0,63	7,38	9,56	2,18
Озимая пшеница	корень	5,04	8,60	3,56	3,10	7,0	3,90	7,38	9,56	2,18	14,95	17,08	2,13
	прикорневая почва	13,56	17,12	3,54	15,05	19,25	4,20	14,95	17,08	2,13	8,12	10,68	2,56
Яровой ячмень	корень	3,78	7,56	3,78	2,60	6,09	3,29	8,12	10,68	2,56	22,35	25,31	2,46
	прикорневая почва	19,67	24,92	5,25	21,49	26,76	4,37	22,35	25,31	2,46	11,90	13,76	1,86
Эспарцет	корень	8,19	10,16	2,03	10,24	12,37	2,13	11,90	13,76	1,86	13,33	15,68	1,75
	прикорневая почва	16,05	18,73	2,68	16,54	18,83	2,29	13,33	15,68	1,75	11,25	13,36	2,11
Луговая растительность	корень	—	—	—	8,20	9,30	1,10	11,25	13,36	2,11	23,46	25,86	2,40
	прикорневая почва	20,30	22,72	2,33	22,83	24,84	1,99	23,46	25,86	2,40			

В высокогорных выщелоченных черноземах при обработке озимой пшеницы и ярового ячменя процесс ассимиляции азота в начальный период вегетации протекает сравнительно интенсивно. В конце вегетации процесс ассимиляции азота ослабевает. Следовательно, когда в высокогорных выщелоченных черноземах культивируются злаковые растения, то по сравнению с другими культурами, выращиваемыми на той же почве, азотфиксаторы более интенсивно ассимилируют атмосферный азот.

В высокогорных выщелоченных черноземах, когда культивируется эспарцет, процесс ассимиляции атмосферного азота приобретает специфические стороны. Как видно в табл. 4, во время вегетации эспарцета в его корневой ризосфере азотассимиляционная способность почти не изменяется, а в конце вегетации процесс ассимиляции атмосферного азота замедляется. Возможно, как показали результаты исследований (Паносян, Киракосян—1955 г.), развивающиеся в ризосфере эспарцета *Pseudomonas* и другие корневые бактерии не питаются атмосферным азотом. Они получают необходимый для их жизнедеятельности азот из азотистых соединений, выделенных корнями эспарцета и накапливаемых в ризосфере его корней в значительном количестве. Эти азотистые соединения предупреждают процесс ассимиляции атмосферного азота.

Луговая растительность высокогорных выщелоченных черноземов на процесс ассимиляции влияет так же, как эспарцет, с той лишь разницей, что в период цветения луговой растительности процесс ассимиляции отчасти замедляется, а в период плодообразования интенсивность процесса восстанавливается.

Результаты исследования по выявлению способности ассимиляции азота в высокогорных выщелоченных черноземах при культивировании в них растений дают основание сделать следующие выводы.

1. В высокогорно-луговых, высокогорно-лесных и в высокогорных выщелоченных черноземах, независимо от вида культивируемых растений, азотобактеры отсутствуют, однако в них как в прикорневых, так и в лишенных корней почвах встречаются в большом количестве

бактерии из группы *Pseudomonas* и *Bact. radiobacter*, среди которых немало таких бактерий, которые интенсивно растворяют известь.

2. Количество бактерий группы *Pseudomonas* в выщелоченных черноземах как в ризосфере корней, так и непосредственно на корнях растений в период вегетации подвергается изменениям, их число возрастает в период плодобразования.

3. В высокогорных выщелоченных черноземах при возделывании культурных растений количество бактерий группы *Pseudomonas* и бактерий, растворяющих известь, подвергается изменениям. Количество этих бактерий больше в начале и в конце вегетации.

4. В высокогорно-луговых, высокогорно-лесных, а также в высокогорных выщелоченных черноземах, несмотря на отсутствие азотобактера, имеет место ассимиляция атмосферного азота. В этом процессе активно участвуют находящиеся в большом количестве в ризосфере корней бактерии группы *Pseudomonas* и *Bact. radiobacter*. Последние, окисляя 1 г маннита или глицерина, синтезируют 2—8 мг атмосферного азота.

5. На способность бактерий группы *Pseudomonas* ассимилировать азот сильно влияет характер корневых выделений растений, возделываемых на этих почвах.

6. В упомянутых высокогорных почвенных типах интенсивность ассимиляции атмосферного азота отчасти изменяется в течение вегетации растений.

2. Կ. ՓԱՆՈՅԱՆ, Ռ. Շ. ԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ն. Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

ՄԻ ՔԱՆԻ ՀՈՂԱՅԻՆ ԲԱԿՏԵՐԻԱՆԵՐԻ ԱԶՏԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԱԶՈՏԻ ԱՍԻՄԻԼԱՅԻՆԱՅԻ ՎՐԱ

(Հաղորդում II)

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Մեր առաջին հաղորդման մեջ (1961) նշել էինք, որ Հայաստանի մշակովի համարյա բոլոր հիմնական հողատիպերում տեղի

է ունենում դադալին ազոտի ասիմիլացում, ընդ որում գորշ հողերում այդ պրոցեսն ավելի ինտենսիվ է ընթանում, քան շագանակազույն հողերում, իսկ սևահողերում դադալին ազոտի ասիմիլացիոն պրոցեսը շատ թույլ է ընթանում:

Նթե ամփոփելու լինենք բարձր լեռնային լվացված սևահողերում կուլտուրական բույսերի աճեցողության ընթացքում հողի՝ ազոտասիմիլացիոն ունակությունը պարզաբանելու ուղղությամբ մեր կատարած հետազոտությունների արդյունքները, ապա կհանգենք հետևյալ հիմնական եզրակացություններին՝

1. Բարձր լեռնամարգագետնային, բարձր լեռնաանտառային և բարձր լեռնային լվացված սևահողերում, անկախ զարգացող բույսերի տեսակներից, ամենուրեք ազոտոբակտերիները բացակայում են: Հիշյալ՝ հողատիպերում, չնայած ազոտոբակտերիները բացակայում են, սակայն թե՛ արմատակից և թե՛ արմատազուրկ հողերում մեծ թվով հանդես են գալիս արմատային բակտերիաներից *Pseudomonas* խմբի բակտերիաները, որոնց շարքում քիչ չեն նաև այնպիսիները, որոնք մեծ ինտենսիվությամբ լուծում են կիրը:

2. *Pseudomonas* խմբի բակտերիաների թիվն էլ հիշյալ հողատիպերում, բույսերի վեգետացիայի ընթացքում, արմատային ոլորտում և անմիջապես արմատների վրա փոփոխության է ենթարկվում: Նրանց թիվը, առհասարակ, մեծ է լինում բույսերի բուռն աճեցողության և պտղակալման շրջանում:

3. Բարձր լեռնային լվացված սևահողերում կուլտուրական բույսերը մշակելու դեպքում *Pseudomonas* խմբի և կիրը լուծող բակտերիաների թիվը փոփոխության է ենթարկվում: Այդ բակտերիաների թիվը հատկապես մեծ է բույսերի վեգետացիայի սկզբում և վերջում: Կիրը լուծող բակտերիաները, բույսերի բուռն աճեցողության ընթացքում, արմատների ոլորտում իսպառ բացակայում են: Նրանք երևան են գալիս միայն բույսերի հասունացման շրջանում:

4. Բարձր լեռնամարգագետնային, բարձր լեռնաանտառային հողերում, ինչպես և բարձր լեռնային լվացված սևահողերում, անկախ նրանից, թե ազոտոբակտերիները բացակայում են, այնուամենայնիվ այդ հողատիպերում դադալին ազոտի ասիմիլացում է տեղի ունենում: Այդ կարևոր պրոցեսում ակտիվ մասնակցություն են ցուցաբերում բույսերի արմատների ոլորտում զարգացող և մեծ թվով հանդես եկող՝ *Pseudomonas* խմբի բակտերիաները: Վերջին-

ներս մեկ գրամ մաննիտ կամ մեկ գրամ գլիցերին օքսիդացնելով, սինթեզում են 2—8 մգ դազային ազոտ:

5. *Pseudomonas* խմբի բակտերիաների՝ ազոտն ասիմիլացնելու ունակության վրա մեծապես ազդում է հիշյալ հողատիպերում զարգացող բույսերի արմատային արտաթորանքների բնույթը, այդ պատճառով էլ ազոտի ասիմիլացիայի պրոցեսը որոշ տեսակի բույսերի արմատային ոլորտում թույլ, իսկ որոշ բույսերի մոտ համաժառար ուժեղ է ընթանում:

6. Բարձր լեռնային հիշյալ հողատիպերում դազային ազոտի ասիմիլացիայի ինտենսիվությունը մասամբ փոփոխության է ենթարկվում բույսերի վեգետացիայի ընթացքում:

H. K. Panossian, R. S. Harutunian, N. A. Avetisyan

The influence of some soil bacteria on nitrogen assimilation

Second Report

S u m m a r y

Our investigations on the capability of nitrogen assimilation, in mountainous washed off chernozems, during the growth of cultural plants have shown the following results.

1. It has been found that *Azotobacter* is absent in mountainous meadows, mountainous forests and in mountainous washed off chernozems. Large numbers of *Pseudomonas* may be noticed in the above mentioned soil types, as well as bacteria which dissolve lime very intensively.

2. In the above mentioned soil types the number of *Pseudomonas* also change during vegetation period. Their number is large during vigorous growth and the fruitage period of plants.

3. When cultured plants are cultivated in the mountainous washed-off chernozems the number of *Pseudomonas* and lime dissolving bacteria are especially high at the beginning and the end of the vegetation period of plants.

In the rhizosphere during vigorous growth of plants, lime dissolving bacteria are absent. They appear during the ripening period.

4. In the above mentioned soil types, assimilation of gaseous nitrogen takes place. *Pseudomonas* take an active part in this process, oxidizing one gram mannitol or glycerol, most of them synthesize 2—8 m. g. nitrogen.

5. The plant root excretions effect the ability of nitrogen assimilation of *Pseudomonas* and for this reason the process of nitrogen assimilation is weak in some plant rhizospheres while in others stronger. Certain changes may be also noticed during the vegetation period.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Паносян А. К., Киракосян А. М. 1955. Влияние эспарцета на накопление и разложение азотистых веществ в почве. Вопросы с.-х. и пром. микробиологии АН АрмССР, вып. II (VIII), стр. 152.
- Паносян А. К., Арутюнян Р. Ш., Тараян Ш. С. 1961. О влиянии взаимоотношений некоторых бактерий на ассимиляцию азота при возделывании различных сельскохозяйственных культур. Вопросы микробиологии АН АрмССР, вып. I (XI), стр. 219.