

УДК 576.8.095.1

А. П. Петросян, Р. Е. Хачикян

Влияние ризосферных микроорганизмов бобовых растений на интенсивность симбиотической азотфиксации

Сообщение 2. Азотфиксирующая активность клубеньковых бактерий при совместном их развитии с ризосферными микроорганизмами.

Как известно, роль микроорганизмов в питании растений весьма разнообразна. Микроорганизмы синтезируют и выделяют в субстрат различные физиологически активные соединения: ауксины, гиббереллины, витамины, антибиотики, токсины, ферменты и др., которые, поступая в различные органы растения, в частности в семена, стимулируют или ингибируют протекающие в них физиологические и биохимические процессы, в результате чего усиливается или угнетается прорастание семян и дальнейшее развитие растений (Е. Roller, 1931; А. П. Петросян, 1956, 1959; Н. А. Красильников, 1962; А. К. Папоян и др., 1964; А. Klincage, 1964; О. А. Карапетян, 1966 и др.).

Нами проводились некоторые исследования по выяснению влияния микроорганизмов, выделенных из ризосферы люцерны и эспарцета, на азотфиксирующую активность клубеньковых бактерий.

Вегетационные опыты проводились на сое, люцерне и фасоли в трехкратной повторности.

Влияние испытуемых микроорганизмов на рост и развитие растений изучалось как при инокулировании, так и без инокуляции клубеньковыми бактериями. Культуры клубеньковых бактерий были взяты из лаборатории биологической фиксации атмосферного азота Института микробиологии АН Армянской ССР.

Культуры микроорганизмов предварительно выращивались на соответствующих селективных питательных средах на качалке 4—6 суток при 26—27°C. Культуральные жидкости разбавляли стерильной водой (1:50) и ими бактеризовали предварительно стерилизованные семена сои, люцерны и фасоли.

За период вегетации велись фенологические наблюдения, а в конце опыта определялись сырой и сухой вес надземных и подземных органов растений, содержание в них общего азота и свободных аминокислот.

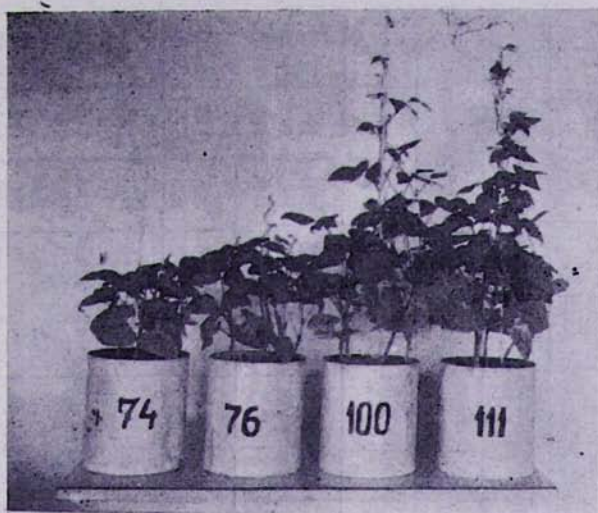


Рис. 1. Совместное влияние бактерий, актиномицетов и клубеньковых бактерий на рост и развитие фасоли. 74—Контроль—без инокуляции; 76—инокулированная клубеньковой бактерией; 100—инокулированная клубеньковой бактерией и *Ps. radiobacter* № 385; 111—инокулированная клубеньковой бактерией и *Act. griseus* № 61.

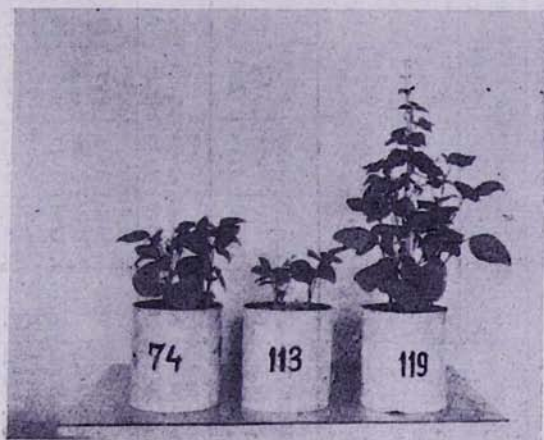


Рис. 2. Влияние бактерий на рост фасоли. 74—Контроль—без инокуляции; 113—ингибирующее действие штамма *Ps. liquefaciens* №233; 119—стимулирующее действие штамма *Ps. fluorescens* №125.

Таблица 1

Влияние микроорганизмов на урожайность и содержание азота в фасоле

Виды и штаммы микроорганизмов	Не инокулированные клубеньковыми бактериями						Инокулированные клубеньковыми бактериями					
	надземная часть			корень			надземная часть			корень		
	сухой вес в г	%	азот в сухой вес в г	%	азот в %		сухой вес в г	%	азот в %	сухой вес в г	%	азот в %
<i>Ps. radiobacter</i> №385	27.8	255.0	3.84	10.1	246.5	2.75	31.1	282.8	4.28	42.0	293.0	3.02
• №34	17.1	157.0	3.11	4.8	117.0	2.22	23.3	312.0	3.45	5.5	137.4	2.43
• №466	18.0	165.0	3.26	5.5	134.0	2.37	28.5	259.0	3.64	6.4	151.3	2.62
<i>Ps. fluorescens</i> №125	25.2	231.0	3.63	8.53	208.0	2.54	28.8	261.8	4.02	10.7	201.0	2.24
• №267	4.0	36.7	2.45	2.52	61.5	1.53	8.9	80.0	2.50	2.88	76.2	1.78
<i>Ps. rubra</i> №409	18.1	165.0	3.31	5.9	144.0	2.12	24.2	220.0	3.51	7.3	178.0	2.43
<i>Ps. liquefaciens</i> №233	3.4	31.2	2.30	1.32	32.2	1.45	8.3	75.0	2.40	1.68	41.0	1.72
<i>Bact. liquefaciens</i> №74	25.3	232.0	3.42	9.6	234.0	2.36	30.5	277.2	3.63	12.0	293.0	2.63
<i>Bac. mesentericus</i> №76	18.5	169.5	3.34	6.72	164.0	2.19	21.5	195.0	3.50	8.0	195.0	2.50
<i>Act. globisporus</i> №242	26.4	242.0	3.41	7.2	173.0	2.21	28.9	262.5	3.64	10.3	259.7	2.61
<i>Act. griseus</i> №61	28.0	265.5	3.55	10.8	264.0	2.34	30.7	278.5	3.80	12.2	258.0	2.75
Контроль	—	—	—	—	—	—	16.2	147.0	2.90	5.4	131.5	2.08
Контроль	10.9	100	2.60	4.1	100	1.82	—	—	—	—	—	—

Таблица 2

Влияние микроорганизмов на урожайность и содержание азота в люцерне

Виды и штаммы микроорганизмов	Не инокулированные клубеньковыми бактериями						Инокулированные клубеньковыми бактериями					
	надземная часть			корень			надземная часть			корень		
	сухой вес в г	%	азот в сухой вес в г	%	азот в сухой вес в г	%	сухой вес в г	%	азот в сухой вес в г	%	азот в сухой вес в г	%
Ps. radiobacter № 385	28,5	193,0	2,83	14,2	237,0	1,71	34,0	234,2	3,51	206,8	2,11	225
" № 34	25,1	175,3	2,50	10,3	171,7	1,20	29,5	203,0	3,14	157,0	2,00	163
" № 466	25,0	175,0	2,40	10,2	170,5	1,68	28,1	193,0	2,97	160,0	1,84	158
Ps. fluorescens № 125	27,0	189,0	3,00	12,5	208,3	1,80	32,6	224,0	3,66	200,0	2,43	217
Ps. rubra № 267	4,6	32,2	1,86	2,1	33,4	1,0	6,84	47,3	2,17	45,6	1,41	89
Ps. liquefaciens № 409	27,6	192,0	2,70	12,7	212,0	1,39	30,3	211,0	3,30	173,5	1,90	181
Bact. liquefaciens № 233	4,9	34,2	1,64	1,87	38,8	1,10	6,71	46,3	1,91	43,0	1,44	64
Bac. mesentericus № 74	26,6	187,0	2,66	10,8	180,0	1,40	32,20	212,0	3,23	158,4	1,78	206
Bac. mesentericus № 76	25,5	178,0	2,62	9,0	150,0	1,45	28,0	193,0	3,30	128,3	0,82	181
Act. globisporus № 242	26,0	182,0	2,69	10,4	173,5	1,70	30,4	210,0	3,41	177,0	2,05	164
Act. griseus № 61	27,6	193,0	3,00	11,1	185,0	1,65	30,9	213,0	3,35	180,0	2,13	170
Контроль	—	—	—	—	—	—	18,4	127,0	2,40	115,0	1,77	163
Контроль	14,3	100	1,92	60	100	1,25	—	—	—	—	—	—

Таблица 4

Состав аминокислот в различных органах люцерны (в мг на 100 г сухого вещества)

Аминокислоты	надземная часть					корни				
	Контроль	Ps. fluores- cens № 125	Ps. radio- bacter № 385	Act. glo- bisporus № 242	Act. griseus № 61	Контроль	Ps. fluores- cens № 125	Ps. radio- bacter № 385	Act. globis- porus № 242	Act. gri- seus № 61
Испытуемые микроорганизмы										
Цистин	3,18	следы	0,48	5,28	Следы	0,86	Следы	0,58	—	0,29
Лизин	—	"	0,64	—	13,80	—	—	—	2,49	—
Гистидин	10,60	2,75	—	0,27	16,65	—	5,37	6,60	—	4,78
Аргинин	15,70	277,00	2,37	20,50	362,00	3,65	287,00	—	2,15	—
Аспарагин	98,40	210,00	508,00	346,00	256,00	68,60	50,20	184,80	235,00	127,50
Глютамин	22,50	135,00	210,00	60,00	279,00	17,00	95,50	93,50	36,80	47,70
Аспарагиновая кислота	31,50	22,80	99,76	86,00	27,00	27,80	44,30	33,20	53,80	41,70
Серин	15,95	20,40	33,40	23,20	44,50	20,05	14,25	34,10	26,80	18,30
Глютаминовая кислота	16,80	219,20	23,20	16,40	34,00	3,59	81,70	17,85	14,85	6,94
Трионин	180,00	20,00	124,30	186,00	201,00	39,90	5,98	71,30	72,25	50,70
α -аланин	20,60	—	20,12	54,80	26,00	7,18	—	15,80	10,54	13,25
β -аланин	—	86,60	112,50	—	—	22,70	9,05	12,10	—	—
Глицин	—	26,50	20,60	9,80	105,80	73,40	—	—	—	6,30
Тирозин	15,68	—	—	—	17,65	13,80	14,30	27,60	—	88,20
Метионин	5,44	—	75,25	—	—	—	64,00	65,22	36,30	25,62
Фенилаланин	18,15	229,40	46,40	66,00	138,50	—	—	—	17,75	—
Лейцин	46,00	9,13	—	35,70	9,13	—	—	—	—	—
Триптофан	—	—	—	—	—	—	206,00	169,00	—	88,00
Валин	7,20	203,00	212,05	173,00	170,00	10,19	22,00	31,00	33,30	9,70
Аминомасляная кислота	14,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Пролин	—	+	+	+	+	—	+	+	+	—
Изолейцин	—	86,00	—	—	7,75	—	—	—	—	—
Итого...	522,92	1443,08	1489,16	1116,55	1684,58	296,27	909,46	761,96	542,03	528,9

Качественный и количественный состав свободных аминокислот растений определялся методом бумажной хроматографии (Успенская и Кретович, 1962), общий азот по Кьельдалю.

Полученные результаты опытов показывают, что в вариантах, бактеризованных микроорганизмами, наблюдалось стимулирующее, а в некоторых случаях и ингибирующее действие на рост и развитие надземных и подземных органов растений (табл. 1, рис. 1, 2).

Так например, если в контрольном варианте, инокулированном клубеньковыми бактериями, средний рост фасоли составил 31,5 см, сухой вес надземной части—16,2 г, а сухой вес корней—5,4 г, то в варианте, бактеризованном клубеньковыми бактериями совместно с *Ps. radiobacter* №385, средний рост растений составил 71,0 см, сухой вес зеленой массы—31,1 г, а сухой вес корней—12,0 г. Такая же закономерность наблюдалась у сои и люцерны (табл. 2,3).

Проведенные исследования одновременно показали, что при совместном воздействии стимулирующих микроорганизмов с клубеньковыми бактериями рост и развитие растений (фасоль, соя и люцерна) протекают более интенсивно. Наибольшее стимулирующее действие оказали штаммы: *Ps. radiobacter* № 385, *Ps. fluorescens* № 125, *Bact. liquefaciens* № 74, и *Act. globisporus* № 242.

Изучение влияния ризосферных микроорганизмов на образование клубеньков показало, что культуры *Ps. radiobacter* №385, *Ps. fluorescens* №125 и *Bact. liquefaciens* №74 оказывают сильное стимулирующее действие на образование клубеньков, в результате чего увеличивается количество и вес клубеньков на корнях фасоли, люцерны и сои, по сравнению с контрольным вариантом. Например, если в контрольном варианте количество клубеньков на корнях фасоли составило 168 штук, а их вес—1,1 г, то при заражении культурой *Ps. radiobacter* №385 количество клубеньков составило 252 штуки, а их вес—1,7 г.

Кроме микроорганизмов-стимуляторов в ризосфере растений были найдены и микроорганизмы, которые оказывают ингибирующее действие на образование клубеньков. К таким микроорганизмам относятся культуры *Ps. liquefaciens* № 23 и *Ps. fluorescens* № 267.

Стимулирующие микроорганизмы способствуют также накоплению азота в различных органах растений. Так, в контрольном варианте (без инокулирования клубеньковыми бактериями) в надземных органах фасоли количество азота составило 2,60, в корнях—1,82 %, а в варианте, зараженном

штаммом *Ps. radiobacter* №385, соответственно 3,84, и 2,75% (табл. 1).

Такая же закономерность наблюдалась у сои и люцерны (табл. 2,3)

Полученные данные одновременно подтверждают, что разные стимулирующие микроорганизмы оказывают неодинаковое влияние на накопление азота в отдельных органах растений. С этой точки зрения особо отличаются культуры *Ps. radiobacter* №385, *Ps. fluorescens* № 125, *Bact. liquefaciens* № 74 и *Act. griseus*-61, которые оказывают сравнительно сильное стимулирующее действие на синтез азотистых веществ в тканях растений.

Результаты проведенных исследований показали, что наибольшее количество азота содержится в варианте, зараженном клубеньковыми бактериями совместно со стимулирующими микроорганизмами. Это, вероятно, объясняется тем, что указанные микроорганизмы, стимулируя рост растений, создают благоприятные условия для процессов симбиоза между растениями и клубеньковыми бактериями, в результате чего в отдельных органах растений наблюдается более интенсивный синтез азотистых веществ. Подобные результаты получены А. Н. Красильниковым и А. И. Коренько (1946), которые подтверждают, что бактерии, принадлежащие к роду *Pseudomonas*, способствуют росту растений и накоплению азота в их тканях.

При исследовании азотистых веществ растений выяснилось, что ингибирующие микроорганизмы оказывают отрицательное влияние на накопление азотистых веществ в растениях (табл. 1, 2, 3). Например, если в контрольном варианте (без инокуляции клубеньковыми бактериями) содержание общего азота в надземных органах фасоли составляло 2,60, в корнях—1,82%, то в варианте, бактеризованном штаммом *Ps. liquefaciens* №233, 2,3 и 1,45% соответственно (табл. 1).

Микроорганизмы-стимуляторы в процессе своей жизнедеятельности способствуют накоплению свободных аминокислот в различных органах растений, что видно из данных табл. 4. При заражении культурой *Ps. radiobacter* №385 в 100 г сухого вещества надземной части люцерны количество свободных аминокислот составило 1489,16 мг, в корнях—761,96 мг, а в контрольном варианте в надземной части 522,92 мг, в корнях—291,27 мг. Подобное же воздействие оказали культуры: *Ps. fluorescens* № 125, *Act. globisporus* № 242, *Act. griseus* № 61.

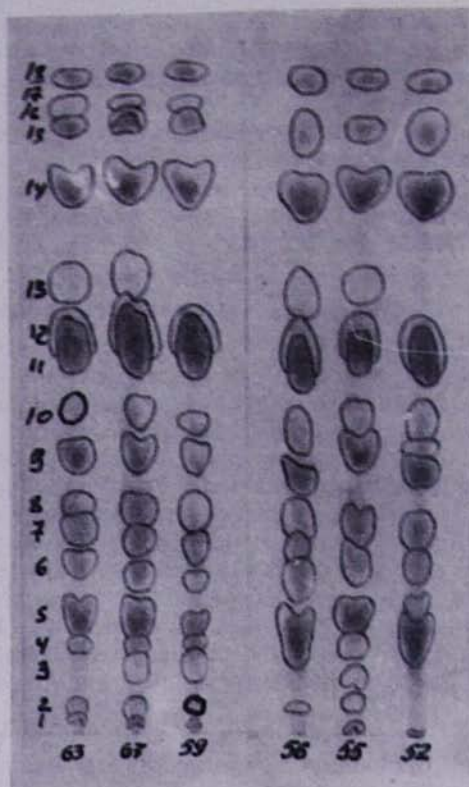


Рис. 3. Влияние микроорганизмов на качественный состав аминокислот в корнях и надземных частях растений. 63—*Ps. radiobacter* №466—надземная часть; 67—*Act. griseus* №61—надземная часть; 59—контроль—надземная часть; 56—*Act. globisporus* №242—корни; 55—*Ps. fluorescens* №125—корни; 52—контроль—корни.

1—Цистин, 2—лизин, 3—гистидин, 4—аргинин, 5—аспарагин, 6—глутамин, 7—аспарагиновая кислота, 8—серин, 9—глицин, 10—глутаминовая кислота, 11—трионин, 12—аланин, 13—пролин, 14—тирозин, 15—валин, 16—фенил-аланин, 17—лейцин, 18—изолейцин.

Одновременно выяснилось, что под воздействием микроорганизмов-стимуляторов в растениях накапливается наибольший набор свободных аминокислот по сравнению с контрольным вариантом (рис. 3). Если в контрольном варианте в составе свободных аминокислот в надземной и подземной

частях растений не обнаружены глицин, пролин, лизин, изолейцин, аланин и триптофан, то в варианте, зараженном ризосферными микроорганизмами, у растений наблюдается довольно активное накопление вышеуказанных аминокислот.

Из исследований выяснилось, что различные виды микроорганизмов-стимуляторов по-разному влияют на качественный и количественный состав аминокислот у растений. Так, если в варианте, зараженном *Ps. fluorescens* №125, в 100 г сухого вещества надземной части люцерны содержание аспарагина составило 277,0 мг, изолейцина 86,0 мг, то в варианте—*Act. globisporus* №242 обнаружилось только наличие аспарагина—3460 мг, а изолейцина не обнаружено.

Выводы

1. В ризосфере бобовых растений развивается большое количество микроорганизмов, которые оказывают стимулирующее или ингибирующее действие на рост и развитие растений.

2. По своему стимулирующему действию особенно отличились следующие штаммы микроорганизмов: *Ps. radiobacter* № 385, № 466, *Ps. fluorescens* № 125, *Bact. liquefaciens* № 74, *Act. globisporus* № 242, *Act. griseus* № 61.

3. Микроорганизмы-стимуляторы в процессе обмена веществ играют важную роль в накоплении общего азота и аминокислот в различных органах растений. Воздействием микроорганизмов-стимуляторов возможно регулировать синтез аминокислот в растениях.

Ա. Պ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ռ. Ն. ԽԱԶԻՅԱՆ

ԹԻՔԵՌՆԱԾԱՂԿԱՎՈՐ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՌԻԶՈՍՖԵՐԱՅԻՆ
ՄԻԿՐՈՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ԱԶՂԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԹԵՆՈՒՐՏԱՅԻՆ ԱԶՈՏԻ
ՖԻԿՍԱՑԻԱՅԻ ԻՆՏԵՆՍԻՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ՀԱՄԱԿԵՑՈՒԹՅԱՆ
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Հ ա ղ ո ղ ու մ 2.—Պալարաբակտերիաների ազոտաֆիքսման ակտիվությունը և ռիզոսֆերային միկրոօրգանիզմների համատեղ ածման պայմաններում:

Ա. մ փ ո փ ու մ

Բույսերի ռիզոսֆերայում զարգանում են մեծ քանակությամբ, տարբեր ֆիզիոլոգիական խմբերին պատկանող միկրոօրգանիզմներ, որոնք խթանիչ և արգելակիչ ազդեցություն են թողնում բույ-

անրի անման ու զարգացման վրա: Իրենց խթանիչ ազդեցությամբ առանձնապես աչքի են ընկել ոչ սպորափոր բակտերիաներից *Ps. radiobacter* № 385, 466, 34, *Ps. fluorescens* № 125, *Bact. liquefaciens* № 74, և *Ps. rubra* № 409, սպորափոր բակտերիաներից *Bac. mesentericus* № 76, ճառագայթաանկերից *Act. globisporus* № 242 և *Act. griseus* № 61 շտամները: Նշված միկրոօրգանիզմները նպաստում են ինչպես բույսերի անման, այնպես էլ նրանց տարրեր օրգաններում ընդհանուր ազդեցիկ և ազատ ամինաթթուների կուտակմանը: Թիթեոնածաղկավոր բույսերի և պալարաբակտերիաների համակենցության արդյունավետության բարձրացման և բույսերի տարրեր օրգաններում ազդեցիկ ամինաթթուների կուտակման գործում առավել նպաստակա հարմար կլինի պալարաբակտերիաների հետ համատեղ օգտագործել նաև խթանիչ միկրոօրգանիզմներ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Карапетян О. А. 1967. Автореф. канд. дисс., Ереван, АН Арм. ССР.
 Красильников Н. А. 1962. Вестник МГУ, биол. почвовед., 3.
 Красильников Н. А. и Коренько А. И. 1946. Микробиология, 15, 5.
 Паносян А. К., Арутюнян Р. Ш., Маршавина З. В. 1964. Вопросы микробиол., АН Арм. ССР, 2(12).
 Петросян А. П. 1959. Экологические особенности клубеньковых бактерий в Арм. ССР. Ереван. Изд. МСХ.
 Успенская Ж. В., Кретович В. Л. 1962. Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот растений. Изд. АН СССР.
 Clark N., Roller E. 1931. Soil Sci., 31.
 Klinecare A. 1964. Latv. PSR Zinatun Akad. vestis, 7.