

5. Доросинский Л. М., Афанасьева Л. М., Рубинштейн Г. В. Симбиотическая фиксация азота инокулированной соей. — "Агрохимия", 1973, № 8.
6. Williams L. F., Litch D. L. Inheritance of a non-nodulating character in the soybean. *Agron. Jour.*, Vol. 46, N 1.
7. Nutman P. S. Genetics of legume nodulation. "Leguminosae agr. trop. S. L.", 1971. p. 122-132.
8. Balasundaram V. R., Iswaran V., Sundara Rao W. V. B. Interactions between soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) genotypes and different isolates of *Rhizobium japonicum*. *Indian J. agr. Sc.*, 1972, vol. 42, N 5.
9. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. М., 1968.
10. Доспехов Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М., "Колос", 1972.

УДК 578.8.095.38+833.853.52

В. А. ТИЛЬБА, С. А. БЕГУН

#### ИЗУЧЕНИЕ СИМБИОЗА КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ И СОИ В ПОЧВАХ ПРИАМУРЬЯ

Одной из важных биологических особенностей сои как бобовой культуры является способность к симбиотической азотфиксации. Биологический азот бобовыми растениями используется более рационально, чем минеральные источники этого элемента.

Поэтому в ряде случаев возделывание сои возможно только при использовании нитрагина. В тех районах Советского Союза, где соя выращивается впервые, нитрагин обеспечивает значительную прибавку урожая [1-3]. Существенное увеличение продуктивности растений может быть получено с помощью нитрагина в почвах, содержащих спонтанные клубеньковые бактерии, на полях, где соя возделывается много лет [4, 5].

Таким своеобразием характеризуется большинство почвенных типов в зоне соевосевия на Дальнем Востоке. Здесь, в южных районах, на корнях дикой сои повсеместно образуются клубеньки, их количество может превышать несколько десятков. В 1973 г. нами определялось количество клубеньков у дикой сои (Амурский подвид) и у сои нового высокоурожайного, среднеспелого сорта Амурская 310 (табл. I). В фазу цветения культурная соя заметно превосходила дикую по массе надземной части и в 4 раза по массе корневой системы. Вместе с тем, по степени инфицированности корней клубеньковыми бактериями и по количеству клубеньков растения практически не различались. Общая масса клубеньков и средняя масса одного клубенька на корнях дикой сои оказалась в 2 раза ниже, чем у сорта Амурская 310.

Спонтанные формы клубеньковых бактерий не обеспечивают высокого уровня азотфиксации, а следовательно, и нормальных симбиотических взаимоотношений с дикими формами сои. Об этом свидетельствуют небольшие размеры клубеньков, их белая окраска и нередко отсутствие розового пигмента во внутренних тканях. В

Таблица 1

Образование клубеньков на корнях сои  
(фаза цветения, 1973 г.)

Сорт (форма) сои	Сухая масса I-го растен.		Клубеньки		
	Надземная часть, г	Корни, г	Кол-во на I раст., шт.	Средн. масса I клуб., мг	Масса клуб. на I раст., мг
Дикая	4,3	0,17	86,3	2,1	183
Культурная, сорт Амурская 310	5,3	0,9	91,5	4,0	363

производственных посевах культурной сои во многих случаях активность симбиотических взаимоотношений также невысока. Как видно из табл. 2, в фазу ветвления сои диаметр большей части клубеньков не превышал 1,5 мм, внутренние ткани их имели белую окраску. В фазу цветения количество клубеньков с розовым пигментом резко возрастает.

Таблица 2

Окраска внутренних тканей клубеньков у сои сорта Амурская 310.  
в лугово-черноземовидной почве (фаза ветвления, 1974),  
г в расчете на I растение

Размер	Цвет	Количество клубеньков на каждом растении									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Всего		21	23	16	26	16	17	16	22	15	17
Больше 1,5 мм (до 3-4 мм)	Белый	0	0	0	2	2	3	0	2	0	0
	Розовый	6	7	9	5	5	2	3	9	8	6
Меньше 1,5 мм	Белый	13	16	4	19	9	12	13	8	6	11
	Розовый	2	0	3	0	0	0	0	3	1	0

Резким колебаниям подвержена численность вирулентных клубеньковых бактерий в почве на различных агрофонах (табл. 3). Количество клубеньковых бактерий определялось по методу Вильсона в модификации [6-8]. Обращает на себя внимание высокий ризосферный коэффициент у сои (по отношению к клубеньковым бактериям) в фазу созревания и низкая численность симбиотических азотфиксаторов в почве вне ризосферы. По-видимому, в указанный период скопление клубеньковых бактерий в прикорневой зоне объясняется освобождением их из разрушенных клубеньков, а не действием ризосферного эффекта, поскольку обменные процессы между почвой и корневой системой осенью ослабевают.

Таблица 3

Численность клубеньковых бактерий сои в лугово-черноземовидной почве на различных агрофонах (1969 г.), тыс/г

Вариант	Цветение-бобообразование			Фаза созревания		
	Почва вне ризосферы	Прикорн. почва	Ризосфер. коэфф.ц.	Почва вне ризосферы	Прикорн. почва	Ризосфер. коэфф.ц.
Контроль	2,2	220,0	100	0,05	48,5	970
P <sub>60</sub>	10,7	110,0	10	0,05	150,0	3000
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	2,0	25,0	13	0,05	71,5	1430
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> + навоз	0,8	165,0	206	0,10	102,5	2050

Ряд исследований, проведенных на Дальнем Востоке, свидетельствует о возможности высокой, но неустойчивой по годам эффективности нитрагина под сою [5,9,10,11]. В сложившихся условиях во Всероссийском научно-исследовательском институте сои систематически проводятся испытания различных препаратов нитрагина. Штаммы клубеньковых бактерий получены из Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии. Опыты закладывались на лугово-черноземовидных почвах Амурской области. В течение трех лет испытывался почвенный нитрагин на среднеспелом сорте сои Амурская 310 (табл.4). Каждый год при испытании нитрагина наблюдается увеличение урожая зерна, однако прибавка не превышает значения ошибки опыта. В зависимости от климатических условий года прибавка урожая зерна сои колеблется от 0,2 до 1,4 ц/га.

В 1970 г. максимальное увеличение урожая зерна сои наблюдается в варианте с клубеньковыми бактериями штамма 612а - 1,4 ц/га. Минеральный азот в дозе 30 кг/г на урожай зерна сои влияния не оказал. Не изменилась в этом же варианте интенсивность прироста сухого вещества надземной части растений в фазу цветения сои.

Таблица 4

Влияние почвенного нитрагина на прирост сухого вещества (фаза цветения) и урожай сои в лугово-черноземовидной почве Приамурья

Год	Показатель	Штамм клубеньковых бактерий							
		Контр.	603а	606а	609а	612а	631	646	№30
1970	Кол-во клуб., шт /I раст.	45	40	37	39	36	34	34	26
	Масса (сухая) I клуб., мг	5,24	6,20	6,24	5,54	5,89	-	5,76	5,50
	Масса (сухая) надз. части	7,5	6,9	6,9	7,5	6,7	-	7,1	7,6
	I раст., г								
	Масса (сухая) корней								
	I раст., г	0,98	0,92	0,89	0,98	0,88	-	0,86	1,01
	Урожай зерна, ц/га НСР <sub>05</sub> = 2,2 ц/га	24,7	25,6	25,9	24,7	26,1	-	24,9	24,9
1971	Кол-во клуб., шт/I раст.	25	24	32	26	22	23	17	14
	Масса (сухая) I клуб., мг	1,5	1,7	1,4	1,6	1,3	1,0	1,9	1,5
	Масса (сухая) надз. части								
	I раст., г	-	-	-	-	-	-	-	-
	Масса (сухая) корней								
	I раст., г	-	-	-	-	-	-	-	-
Урожай зерна, ц/га НСР <sub>05</sub> = 1,7 ц/га	20,5	20,9	20,8	20,1	20,7	21,4	20,8	20,8	
1972	Кол-во клуб., шт/I раст.	79	76	81	93	91	83	94	84
	Масса (сухая) I клуб., мг	4,4	5,1	4,3	4,0	4,5	4,5	4,4	4,0
	Масса (сухая) надз. части								
	I раст., г	4,1	4,7	3,9	4,6	4,2	4,9	3,9	4,4
	Масса (сухая) корней								
	I раст., г	1,1	0,9	0,8	1,1	0,9	1,0	0,9	0,9
Урожай зерна, ц/га НСР <sub>05</sub> = 1,4 ц/га	11,7	12,4	12,3	11,6	12,6	12,9	12,7	12,6	
Среднее по годам	Урожай зерна, ц/га	18,9	19,6	19,6	18,8	19,8	17,1	19,5	19,4
	(14% влажн.), % к контр.	100	104	104	99	105	90	103	103
	Масса соломы, ц/га	18,4	18,8	18,7	18,8	18,9	17,0	18,9	19,1

Бактеризованные растения, как правило, весили меньше контрольных. Испытывавшиеся штаммы клубеньковых бактерий в 1970 г. стимулировали увеличение массы в среднем одного клубенька. Количество клубеньков под влиянием нитрагина снижается. Это может объясняться действием закона первичной инфекции и конкурентными взаимоотношениями местных и внесенных с нитрагином форм клубеньковых бактерий [12].

В 1971 г. при общем снижении уровня урожайности по сравнению с 1970 г. различия по вариантам выражены слабо. Максимальное количество клубеньков в фазу цветения отмечено в варианте со штаммом 606а. Растения, бактеризованные штаммом 646, в этот же период образовали относительно небольшое количество клубеньков, однако масса отдельного клубенька превосходила контроль на 26%. Наибольшее увеличение массы зерна сои (на 0,9 ц/га) наблюдалось по фону культуры 631.

Аналогичным образом подействовал штамм 631 в 1972 г. Урожай сои в этом варианте возрос на 1,2 ц/га, что явилось наиболее существенным увеличением по сравнению с контролем. Несколько меньший эффект вызвали штаммы клубеньковых бактерий 646 и 612а. Следует отметить, что в неблагоприятных климатических условиях 1972 г. нитрагин способствовал, как правило, образованию повышенного количества клубеньков.

Перечисленные по годам прибавки урожая зерна не выходят за пределы ошибки опыта. Однако в целом за 3 года тенденцию повышения продуктивности бактеризованных растений можно рассматривать как достоверную. Штаммы клубеньковых бактерий 603а, 606а, 612а, 646 (почвенный нитрагин) в среднем за приведенный период изучения способствовали повышению урожая сои на 0,5–0,8 ц/га. Почвенный нитрагин, применявшийся в опытах, оказал слабое влияние на такие показатели симбиотических взаимоотношений, как число и масса клубеньков. Спонтанные формы клубеньковых бактерий не в меньшей степени, чем нитрагин, обеспечивали инфицирование корней клубеньковыми бактериями и способствовали образованию клубеньков.

В 1973 г. испытывалась сравнительная эффективность сухого и торфяного нитрагина (в различных дозах). Как видно из табл.5, одинарные и двойные дозы сухого нитрагина в период плодообразования у сои не оказали заметного влияния на прирост сухого вещества надземной массы. Только в варианте с торфяным (I доза) наблюдается существенное увеличение массы сухого вещества. Некоторая стимуляция этого же процесса отмечена и по фону минерального азота. Бактеризация практически не оказала влияния на развитие корневой системы. Число клубеньков на корнях сои под влиянием испытывавшихся видов нитрагина не увеличивалось. На разрастание клубеньковой ткани нитрагин оказал положительное влияние. Средняя масса одного клубенька по вариантам с удобрениями значительно выше, чем в контроле. В изучаемых условиях сухой и торфяной нитрагин не вызвал достоверное увеличение урожая сои.

Таким образом, изучение нитрагина для сои в условиях Амурской области показало относительно невысокую эффективность почвенного препарата под сорт сои Амурская З10. Прибавка урожая зерна не превышает 0,5–1,2 ц/га. В значительной мере такое положение объясняется наличием в изучаемых почвах достаточно вирулентных и активных спонтанных форм клубеньковых бактерий. Эффективность симбиотических взаимоотношений между клубеньковыми бактериями и растениями сои нередко складывается при бактеризации семян сои сорта Амурская З10 торфяным и сухим нитрагином. Указанные препараты в ряде случаев способствовали повы-

Таблица 5

Влияние сухого и торфяного нитрагина на развитие и урожай сои (1973 г.)

Показатель	Контроль	646 сух.,	646 сух.,	646 торф.,	646 торф., №30	
		1 доза	2 дозы	1 доза	2 дозы	
Фаза цветения						
Масса (сух.) надземн. части I раст., г	6,5	6,6	6,4	8,8	5,8	7,8
Масса (сух.) корней I раст., г	1,1	1,1	0,9	1,1	0,9	0,9
Кол-во клуб. на I раст., шт.	98	98	61	96	66	98
Масса (сух.) клубеньков на I раст., мг	380	418	278	398	345	416
Средняя масса (сух.)						
I клубенька, мг	3,8	4,3	4,5	4,1	5,2	4,6
Масса зерна, ц/га	21,6	21,8	20,9	22,5	22,7	21,0
% к контролю	100	101	97	104	105	97
Масса соломы, ц/га	19,7	20,9	20,6	19,8	19,8	21,1

НСР<sub>05</sub> = 1,89 ц/га

шению урожая зерна сои на 0,9–1,1 ц/га. Вместе с тем, в целом эффективность нитрагина в Приамурье для среднеспелого сорта Амурская 310 по годам неустойчива. Для данного сорта следует продолжить подбор и выявление новых, активно действующих штаммов клубеньковых бактерий сои.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров М. В. Биологическая фиксация азота. М., 1952.
2. Енкина О. В. Влияние нитрагина на урожай и качество зерна сои. – В кн.: Краткий отчет о н.-и. работе за 1961–1962 гг. ВНИИ масличных культур. Краснодар, 1964.
3. Доросинский Л. М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. Л., 1970.
4. Ворошилова Е. А., Лопатин Н. Г., Пашкина Т. С. Влияние местных штаммов клубеньковых бактерий на урожай сои. – "Агрохимия", 1970, № 8.
5. Куркаев В. Т. Результаты изучения нитрагина на местных штаммах под сою. – "Труды Амурской с.-х. опытной станции", т. I. Хабаровск, 1965.
6. Красильников Н. А., Кореняко А. И. О методике количественного учета клубеньковых бактерий в почве. – "Микробиология", 1940, т. 9, вып. I.
7. Лопатина Г. В., Ламповщик П. К. Методические указания. – В кн.: Бактериальные удобрения. Л., 1961.
8. Тильба В. А. К вопросу определения численности клубеньковых бактерий сои в почве. – В кн.: Микробиологические и биохимические исследования почв. Киев, "Урожай", 1971.

9. Андросов И. С. О микробиологической активности почв Приамурья. — В кн.: Вопросы сельского хозяйства Приамурья. Благовещенск, 1955.
10. Тильба В. А. Распространение в почвах Приамурья клубеньковых бактерий и влияние на них удобрений. — "Агрохимия", 1967, № 2.
11. Прокopenko О. И. О влиянии на сою инокуляции клубеньковыми бактериями в сочетании с протравливанием и химической прополкой. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук. Томск, 1973.
12. Израильский В. П., Артемьева З. В. Вирулентность и активность клубеньковых бактерий и иммунитет к ним у бобовых растений. — "Труды ВИУА", 1937, т. 2, вып. 15.

УДК 633.52.575.24

А. Я. АЛА

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ МУТАНТОВ СОИ

Уже в 30-е годы с помощью радиации [1] были получены высокопродуктивные мутанты сои, которые в течение трех лет превышали по урожаю семян исходный сорт на 20–30%, созревали раньше его и имели более крупные семена.

После этого на сое проведено значительное количество исследований [2–6], подтвердивших возможность использования гамма-лучей для получения мутантов с хозяйственно-ценными признаками. Также показано [7], что действие гамма-лучей в дозе 12 кр и выше вызывает ясно выраженное торможение роста и развития растений и является летальным.

В сообщении [8] указывается, что дозы 6–10 кр можно считать наиболее подходящими для облучения сои гамма-лучами, хотя по этому вопросу данные разных исследователей противоречивы.

Перед нами стояла цель — получить высокопродуктивные мутанты сои по урожаю семян как с одного растения, так и единицы площади.

В качестве объекта для исследования был использован сорт сои Пионерка селекции Всесоюзного селекционного генетического института (Одесса).

Воздушно-сухие семена этого сорта были обработаны гамма-лучами в дозе 7 кр. Контролем служили исходные семена без обработки мутагеном.

В 1966 г. обработанные семена высевали в поле для получения  $M_1$ . В опыте и в контроле было по 15000 семян. В первом поколении определяли полевую всхожесть и процент растений, выживших до зрелости. Затем с отдельных растений  $M_1$  собирали семена и высевали на  $M_2$  по линиям (семьям).

Растения  $M_2$  без каких-либо отклонений по фенотипу, отобранные случайным образом, высевали на  $M_3$  в четырех повторениях. Площадь питания первой-третьей повторностей — 70 x 10 см, четвертой — 70 x 30 см. Облученные и контрольные линии состояли из 300 линий. Убрано было по 200 линий из каждого варианта, по 10 растений из повторности, или иначе из каждой линии было убрано по 40 растений и индивидуально обмоложено. В общей сложности было испытано 1600 растений при соотношении опытных к контрольным — 800 : 800.

После обмолота отдельных растений и биометрической обработки данных была составлена кривая распределения 200 опытных и контрольных линий на основе сред-