

тем, что акалифа южная устойчива к применяющимся в наших условиях гербицидам. В общем недостаточно эффективен против этого вида и такой агротехнический прием, как боронование посевов. Поэтому размещение сои по яри имеет существенное значение как метод борьбы с засоренностью акалифой южной. Однако, как нами установлено, вредоносность акалифы южной для сои невелика, поэтому при сравнительно небольшой засоренности ею и другими видами, в первую очередь многолетники, допустим посев сои по обработанной с осени стерне зерновых культур.

Следует сказать, что поскольку опыты, результаты которых изложены выше, проводились на лугово-черноземовидной почве, приведенные выводы относятся только к этому типу почв. Возможно, что на бурой лесной глеевой почве междурядная культивация сои как фактор рыхления почвы окажет непосредственное положительное влияние на урожай. Это предположение необходимо проверить экспериментально.

Литература

1. К о л о м и й ц е в Ф.Б. Возможности сокращения междурядных обработок при возделывании сои//Резервы повышения эффективности соеводства: Сб. науч. тр. - Новосибирск, 1968.
2. Методические указания по испытанию гербицидов в растениеводстве/ Под ред. А.В. Воеводина /ВИЗР. - М.: Колос, 1963.

УДК 576.851.155:650.155:633.853.52 (571.61)

С.А. Бегун, В.А. Тильба

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КЛУБЕНЬКОНЫХ БАКТЕРИЙ СОИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Способность усваивать атмосферный азот является важнейшей биологической особенностью бобовых культур, вступающих во взаимодействие со специфичными клубеньковыми бактериями. Известно, что за счет симбиотической азотфиксации бобовые растения могут получать 60-300 кг/га азота в год, в зависи-

мости от вида растений, условий их выращивания и урожайности /1/. Усвоение бобовыми растениями биологического азота вместо минеральных азотных удобрений значительно снижает экономические затраты и позволяет получать экологически чистую продукцию. Длительное применение повышенных доз минерального азота приводит к накоплению в растительной продукции нитратов и нитритов, различных канцерогенных веществ. Употребление в пищу такой продукции вызывает различные заболевания у людей и животных /2/. Следовательно, использование биологических методов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур имеет важное экологическое значение.

В настоящее время для повышения урожайности бобовых культур выпускается биологический препарат на основе высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий — ризоторфин. Этот препарат, наряду с увеличением продуктивности растений, способствует повышению содержания белка в семенах и вегетативной части на 3-5% /3/.

Реальная эффективность нитрагинных препаратов зависит от целого комплекса агротехнических и экологических факторов. Обычно максимальный эффект от ризоторфина наблюдается на тех землях, где бобовая культура высевается впервые. В регионах, давно освоенных под конкретные бобовые культуры, при искусственной инокуляции складывается сложное взаимодействие аборигенных популяций клубеньковых бактерий с привнесенными бактериальными формами. В такой ситуации внесение бактериальных симбиотических препаратов тоже может иметь большое значение, если предотвращается паразитическое существование местных рас ризобий с ослабленной функцией азотфиксации. При этом нередко наблюдаются проявления конкурентных взаимоотношений между штаммами нитрагина и местной популяцией бактерий. Для повышения эффективности бактериальных удобрений требуется углубленное изучение взаимоотношений между растением-хозяином и конкурирующими формами микросимбионта.

Указанные проявления имеют место, в частности, в зонах освоенного соевсеяния в Амурской области. В Приамурье соя издавна является главной зернобобовой культурой. Инфицирование корней сои здесь осуществляется природной популяцией специфических клубеньковых бактерий (*Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium fredii*), которые являются составной частью почвенного микробного ценоза. Многолетнее обследова-

ние посевов сои в Приамурье, а также дикорастущих ее форм показало, что оптимальные условия для формирования симбиотического аппарата у растения-хозяина за счет природной популяции клубеньковых бактерий складываются на хорошо окультуренных, слабокислых лугово-черноземовидных почвах. У растений сои, возделываемых на других типах почв, интенсивность клубенькообразования значительно слабее и сдерживается повышенной кислотностью почвенного раствора и некоторыми другими факторами. С помощью агротехнических приемов можно существенно активизировать деятельность аборигенных клубеньковых бактерий сои (применение известкования, фосфорных удобрений, микроэлементов и других приемов). Однако даже в этих случаях важное значение имеет искусственная инокуляция семян, обеспечивающая повышение продуктивности растений сои (на уровне применения азотных удобрений в дозе 60 кг/га) и увеличивающая долю биологического азота в урожае.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте сои селекционная работа с клубеньковыми бактериями была начата с 1974 г. Используя методы аналитической селекции, ежегодно из клубеньков хорошо развитых растений дикой и культурной сои выделяли чистую культуру ризобий сои. В первые годы селекционной работы применяли методы, позволяющие выделять только медленно растущие формы клубеньковых бактерий - *Bradyrhizobium japonicum*. В 1986 г. было положено начало отбору быстрорастущих штаммов ризобий сои - *Rhizobium fredii*.

Полевые испытания клубеньковых бактерий сои селекционных питомников стали осуществляться с 1976 г. Основной отбор эффективных штаммов проводили в опытах на лугово-черноземовидных почвах. Последующее испытание отобранных форм проводили на бурых лесных, луговых глееватых и торфянисто-глеевых почвах Амурской области.

Высевали следующие сорта сои: в 1976-1977 гг. - Смена; в 1978-1980 гг. и 1983-1991 гг. - ВНИИС-1, в 1981-1982 гг. - Аврора. Площадь делянки колебалась от 2,7 до 9,0 м², повторность опыта 4-5-кратная. Инокуляцию семян сои чистыми культурами испытываемых штаммов проводили в день посева из расчета 1 млн клеток бактерий на одно семя. Посев сои широко-рядный, через 45 см, с использованием ручных сажалок. Семена сои не протравливали.

Таблица I

Эффективность новых штаммов клубеньковых бактерий сои
на лугово-черноземовидных почвах Приамурья
(конкурсное испытание)

Годы испытаний	Урожайность семян, ц/га	Кол-во испытываемых штаммов	Кол-во штаммов, повышающих урожайность семян (ц/га)			Всего эффективных штаммов	
			на I-2	на 2, I-3,0	на 3,0	шт.	%
1976	20,0	20	5	I	0	6	30
1977	20,6	34	7	0	0	7	20
1978	25,4	33	7	4	5	16	48
1979	29,7	59	13	7	6	26	44
1980	25,6	60	3	I	0	4	7
1981	25,5	69	I	0	0	I	I
1982	26,1	66	9	I	0	10	15
1983	30,7	44	9	7	16	32	73
1984	16,6	40	5	I	0	6	15
1985	27,8	66	23	3	0	26	39
1986	28,3	62	9	3	0	12	19
1987	30,9	66	9	4	0	13	20
1988	30,0	65	10	4	2	16	25
1989	26,1	65	5	I	0	6	9
1990	20,5	65	20	4	2	26	40
1991	23,4	50	4	3	3	10	20

На лугово-черноземовидных почвах Амурской области (Тамбовский район) в течение 1976-1991 гг. в полевых опытах испытано свыше 400 штаммов клубеньковых бактерий сои (табл. I). Ежегодно в испытаниях находилось от 20 до 69 штаммов. Каждый штамм ризобий сои испытывался не менее 2 лет. Урожайность семян сои в полевых опытах колебалась по годам от 16,6 до 30,9 ц/га и в среднем за 16 лет испытаний составляла 25,4 ц/га. Эффективность испытываемых штаммов клубеньковых бактерий сои существенно различалась по годам и в значительной степени зависела от гидротермических условий. Наибольшее количество эффективных штаммов было выявлено в 1973, 1979, 1983, 1985 и 1990 гг. и наименьшее - в 1980,

1981, 1984, 1989 гг. Ежегодно от 1 до 23 штаммов клубеньковых бактерий повышали урожайность семян сои на 1-2 ц/га. Установлено, что 5% изучаемых штаммов 14 лет (из 16) способствовали увеличению семенной продуктивности растений на 2,1-3,0 ц/га. Прибавку урожая семян, превышающую 3 ц/га, получали в 1972, 1979, 1983, 1988, 1990 и 1991 гг. В среднем из 417 испытываемых штаммов клубеньковых бактерий сои каждый десятый штамм повышал семенную продуктивность сои на 1 ц/га и более.

Штаммы клубеньковых бактерий сои, продемонстрировавшие определенную эффективность на лугово-черноземовидных почвах, позднее испытывали на других типах почв Приамурья. В течение 1977-1991 гг. на торфянисто-глеевых, лугово-глееватых и бурых лесных почвах (Архаринский, Ромненский, Бурейский, Завитинский и Мазановский районы) Амурской области в 12 полевых мелкоделяночных опытах проведено испытание штаммов, общее количество - 41, показавших высокую эффективность в предыдущие годы на лугово-черноземовидных почвах. В каждом опыте испытывали от 5 до 12 штаммов (табл.2). Урожайность семян сои в контроле с естественной инокуляцией колебалась от 6,8 до 21 ц/га и в среднем за 12 опытов составила 14,3 ц/га. Как показали результаты опытов, только в 1979 г. на луговых глееватых почвах все изучаемые штаммы не способствовали повышению продуктивности сои. В среднем в 12 полевых опытах каждый второй испытываемый штамм оказался эффективным. Каждый третий штамм клубеньковых бактерий сои увеличивал урожайность семян сои на 2 ц/га и более.

В табл.3 приведены усредненные данные об эффективности соевого нитрагина, приготовленного на одном из лучших штаммов клубеньковых бактерий. За период с 1976 по 1991 г. на 4 типах почв проведено 26 полевых опытов по испытанию штаммов. Урожайность семян сои в контроле на фоне естественной инокуляции природной популяцией специфичных клубеньковых бактерий в среднем колебалась от 12,5 (луговая глееватая почва) до 25,4 ц/га (лугово-черноземовидная почва). В результате искусственной бактеризации семян биопрепаратом урожайность семян сои возрастала до 15,2 (луговая глееватая почва) и 28,5 ц/га (лугово-черноземовидная почва). Наиболее высокая прибавка урожая семян сои (5,9 ц/га) была получена на торфянисто-глеевых почвах. В среднем по типам почв семенная про-

Таблица 2

Эффективность новых штаммов клубеньковых бактерий сои
на некоторых типах почв Приамурья

Тип почвы	Годы испытаний	Средняя урожайность семян сои в контроле, ц/га	Кол-во испытываемых штаммов	Количество штаммов, повышающих урожай семян (ц/га)			Всего эффективных штаммов	
				на I-2	на 2, I-3, 0	на I-3, 0	шт.	%
Торфянисто-глеевая	1977	15,2	5	2	0	1	3	60
	1978	16,0	7	0	0	5	5	71
Луговая глееватая	1979	9,5	9	0	0	0	0	0
	1980	18,1	12	1	3	2	6	50
	1981	7,5	8	3	2	3	8	100
Буряя лесная	1982	15,1	6	1	4	0	5	83
	1983	21,0	11	0	1	1	2	18
	1986	15,7	4	3	1	0	4	100
	1988(I)	6,8	10	5	3	0	8	80
	1988(II)	14,1	10	3	0	0	3	30
	1990	14,3	8	2	1	3	6	75
	1991	18,1	7	1	3	3	7	100

Таблица 3

Эффективность нитрагина, приготовленного на основе лучшего штамма клубеньковых бактерий, в посевах сои
Амурской области (полевые опыты)

Тип почвы	Годы испытаний	Урожайность в среднем, ц/га		Прибавка урожая от инокуляции	
		контроль	нитрагин	ц/га	к контролю, %
Лугово-черноземовидная	1976-1991	25,4	28,5	3,1	12
Торфянисто-глеевая	1977-1978	15,6	21,5	5,9	38
Луговая глееватая	1979-1982	12,5	15,2	2,7	22
Буряя лесная	1983, 1986, 1988, 1990, 1991	15,0	18,0	3,0	20
	В среднем за 28 опытов	20,7	23,8	3,1	15

дуктивность от дополнительной инокуляции возростала на 2,7-5,9 ц/га. По усредненным данным, в 28 полевых опытах, проведенных на 4 типах почв Амурской области в течение 16 лет, прибавка урожая семян сои лучшего штамма ризобий составила 3,1 ц/га, что на 15% выше контрольного показателя с естественной инокуляцией.

По результатам полевых испытаний в Географическую сеть опытов с нитрагином было передано в течение 1977-1989 гг. 10 лучших штаммов клубеньковых бактерий сои. Три штамма в разные временные периоды успешно прошли испытания в соеющих регионах страны и были рекомендованы для промышленного изготовления ризоторфина для сои. Эти штаммы получили государственные регистрационные номера 639а, 648а и 24106.

В 1977-1985 гг. штаммы клубеньковых бактерий, показавшие наиболее высокую и стабильную эффективность в полевых опытах, проходили производственные испытания в посевах сои ряда хозяйств Амурской области (табл. 4).

Проведено 14 производственных опытов по определению эффективности нитрагина, изготовленного на основе штаммов клубеньковых бактерий сои селекции ВНИИ сои. Урожайность семян сои в контроле составила от 4,8 до 14,1 ц/га, а на участках, где применялся бактериальный препарат, - от 5,8 до 16,3 ц/га. В среднем за 14 производственных опытов, проведенных в 6 хозяйствах южной и центральной зон Амурской области, урожайность сои от нитрагинизации увеличилась на 20% по отношению к контролю, где в симбиотических взаимоотношениях участвовала природная популяция клубеньковых бактерий.

Следовательно, величина прибавки урожая от искусственной инокуляции семян сои в производственных условиях несколько ниже, чем в полевых опытах на экспериментальных участках. Это объясняется как особенностями агротехники возделывания сои в полевых и производственных опытах, так и свойствами изучаемых штаммов ризобий. Относительно невысокая эффективность приема нитрагинизации семян сои наблюдается в годы с недостаточной влажностью почвы в период посева - всходов.

Из агротехнических мероприятий определенное влияние на эффективность бакпрепаратов оказывают протравители, а также минеральные удобрения. Токсичными по отношению к ризобиям сои являются протравители и микроудобрения, используемые

Таблица 4

Эффективность нитрагина, приготовленного на основе производственных штаммов ризобий селекции ВНИИ сои (1977-1985 гг.)

Хозяйство	Тип почвы	Кол-во опытов	Урожайность семян в среднем, ц/га		Прибавка урожая от инокуляции	
			конт-роль	нитрагин	ц/га	к конт-ролю, %
ОПХ ВНИИ сои	Лугово-черно-земовидная	6	14,1	16,3	2,1	16
Совхоз "Богучанский"	Торфянисто-глеявая	2	8,7	13,1	4,4	50
Совхоз "Дальневосточный"	Луговая глеяватая	2	4,8	5,8	1,0	21
Совхоз "Целинный"	Луговая глеяватая	2	7,1	9,5	2,4	34
Совхоз "Курьяновский"	Буряя лесная	1	13,2	14,0	0,8	6
Совхоз "Славинский"	Лугово-черно-земовидная	1	7,8	9,1	1,3	17
В среднем за 14 опытов			9,2	11,1	1,9	20

для предпосевной обработки семян сои. Так, при совместном применении 25 г/л молибдата аммония и бактериальных препаратов для предпосевной обработки семян сои титр клубеньковых бактерий в смеси в среднем снижается в 2-2,5 раза. При использовании более высоких концентраций молибдена наблюдается массовая гибель бактерий. В то же время выявлены штаммы, обладающие повышенной устойчивостью к значительным концентрациям молибдена.

На основании полученных экспериментальных данных нами была разработана технология совместного применения молибдена и бактериальных препаратов.

Таким образом, во Всероссийском научно-исследовательском институте сои в результате селекционной работы с природной популяцией клубеньковых бактерий отобраны штаммы с разнообразными морфолого-культуральными и биохимическими свойствами

(медленно- и быстрорастущие, кислото- и щелочеобразующие, эффективные и неэффективные, вирулентные и слабовирулентные), способные существенно повышать зерновую продуктивность растений сои.

Литература

1. Мишустин Е.Н., Черенков Н.И. Вклад биологического азота в сельское хозяйство СССР//Биол. фиксация молекуляр. азота: Материалы VI Всесоюз. Баховского коллоквиума. - Киев: Наукова думка, 1983. - С. 7-19.

2. Лебедев Е.М. Возможные экологические последствия избыточного применения азотных удобрений //Минерал. и биол. азот в земледелии. - М.: Наука, 1985. - С. 41-50.

3. Берестецкий О. А. Биологические факторы повышения плодородия почв//Вестн.с.-х.науки.- № 3.- 1986. - С. 29-38.

УДК 631.461.5:633.853

Б.М. Князев, Б.Х. Жеруков

(Кабардино-Балкарский агромелиоративный институт)

ФОРМИРОВАНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА СОИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

В Кабардино-Балкарии на сегодняшний день не решена проблема сбалансированности кормов по белку. Для ее решения необходимо резкое увеличение площадей, засеваемых соей в качестве высокобелковой культуры, и повышение ее урожайности.

Несмотря на благоприятные природно-климатические условия, в Кабардино-Балкарии под сою отводят сравнительно небольшие площади, а урожайность ее не превышает в среднем 8-10 ц/га. Таким образом, еще не использован ее генетический потенциал, особенно в различных агроэкологических условиях.

В этой связи перед нами была поставлена цель - изучить формирование и активность симбиотического аппарата раз-