

from Agrobacterium-mediated transformation. // Crop Sci. (2000) 40:797-803.

УДК 631.461.5: 631.526.32:633.853.52

СИМБИОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ СОИ РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В.А. Тильба, В.П. Сухоруков, С.А. Бегун, ВНИИ сои

Эффективность взаимоотношений растений сои и клубеньковых бактерий определяется конкретными экологическими условиями и спецификой взаимодействия макро- и микросимбионтов.

Темпы формирования, размеры и активность симбиотического аппарата в период вегетации лимитируются влиянием абиотических факторов внешней среды. По этим причинам, количественные и качественные показатели развития клубеньков могут сильно различаться в годы исследований.

Спонтанная популяция клубеньковых бактерий, специфичных сое, широко представлена в микрофлоре почв южной зоны Приамурья, обладает большим разнообразием свойств, поэтому корневая система практически всех высеваемых сортов сои всегда быстро инфицируется.

Изучение сортов сои разного происхождения в сопоставимых условиях позволяет выявить некоторые особенности образования и развития клубеньков.

Исследования, проведенные ранее во ВНИИ сои (1976-1977 и 1984-1985 годах) с сортами амурской селекции показали, что интенсивность образования клубеньков и период их активной жизни определяется как группой спелости, так и спецификой формирования клубеньков, характерной для каждого сорта [1, 2].

Для сравнительной оценки показателей числа и массы клубеньков за эталон произвольно принимали один из изучаемых сортов [1, 2]. Подобный анализ амурских сортов, изученных в 70-80 годы и используемых также и в нашем опыте, показал: во-первых, через двадцать лет, сорта имеют аналогичную характеристику динамики развития клубеньков относительно сорта-эталона, что указывает на высокую константу сортовой специфичности по признаку образования клубеньков; во-вторых, сопоставимость результатов исследований, проведенных с большим временным промежутком, означает определенную достоверность данных, полученных в 2001 году.

В 2001 году, кроме сортов селекции ВНИИ сои и ДальНИИСХ, изучались сорта зарубежной селекции, полученные из коллекции ВИР.

Мелкоделяночные опыты закладывались на опытном поле ВНИИ сои (с. Садовое) на лугово-черноземовидных почвах. Площадь деланки 2,75 кв. м. Почвенные монолиты отбирались на двух несмежных повторностях, по 10-16 растений с каждой деланки. Число клубеньков, масса клубеньков и масса растений сои учитывались в фазах третьего тройчатого листа, цветения и образования бобов. Активность клубеньков определяли по наличию розовой окраски на разрезе.

Климатические условия вегетационного периода характеризовались повышенными температурами и недостатком влаги в первой половине вегетации. В апреле, мае и июле осадков выпало в пределах среднемноголетних данных. Июнь - период активного образования и роста клубеньков - был очень засушливым - осадков выпало 28% от нормы. Август и сентябрь отличались избыточным (в два с лишним раза больше нормы) выпадением осадков.

Особенности формирования симбиотического аппарата изучаемых сортов выявились уже в фазу трех настоящих листьев. Среди сортов амурской селекции, наиболее интенсивное образование клубеньков отмечается на растениях сортов МК-1, Амур-

ская 310, Октябрь 70, ВНИИС-2 (табл. 1). Розовая окраска внутренних тканей клубеньков свидетельствует о приобретении в этот период способности фиксировать атмосферный азот подавляющим количеством образованных клубеньков. Исключение составляют сорта Октябрь 70 и Соната, имеющие самый низкий процент активных клубеньков.

Среди зарубежных сортов высокие темпы образования клубеньков в изучаемый период отмечаются у сортов из Китая (Хэйхэ 96 2254, Хэйхэ 1) и Канады (Manitoba).

Доля активных клубеньков на корнях зарубежных сортов значительно ниже, чем у амурских, кроме Хэйхэ 1 и Manitoba (табл. 1). Возможно, имеет место слабая совместимость макро- и микросимбионтов и, как результат, более высокая избирательность растений при инфицировании корневой системы спонтанными почвенными ризобиями. Наиболее пластичными в этом отношении являются сорта из Китая и Канады, применяемые в исследованиях.

Таблица 1 – Динамика формирования клубеньков на корнях сортов сои разного происхождения, 2001 г.

Сорт	Происхождение	Количество клубеньков, шт./раст.					
		всего			активных		
		3-й тр. лист	цветение	налив бобов	3-й тр. лист	цветение	налив бобов
1	2	3	4	5	6	7	8
Амурская 41	Россия	11	132	154	8	123	145
Юбилейная	Россия	10	172	123	8	154	110
МК-1	Россия	16	190	190	9	175	168
Амурская 310	Россия	13	117	104	12	113	94
Октябрь 70	Россия	16	146	216	13	135	199
ВНИИС-2	Россия	15	176	48	13	169	38
Соната	Россия	8	187	112	2	180	104
MON-01	США	5	150	117	4	140	108

1	2	3	4	5	6	7	8
MON-05	США	5	180	98	0	157	84
Express Green	Япония	7	47	69	1	41	63
Manitoba	Канада	20	152	100	12	142	86
Bravalla	Швеция	9	210	226	4	199	214
Хэйхэ 96 2254	Китай	15	156	151	7	149	143
Хэйхэ 1	Китай	13	134	125	12	120	118

В фазу цветения варьирование показателя количества клубеньков на одно растение незначительно, независимо от происхождения сорта. Только в варианте с Express Green отмечается слабое образования клубеньков на растениях сорта - их количество в три и более раз меньше в сравнении с другими сортами.

Количество неактивных клубеньков в фазу цветения, у всех изучаемых сортов незначительно и не превышает 10% от общего количества клубеньков (на одно растение).

В период налива бобов у части сортов обнаруживается снижение темпов формирования симбиотического аппарата, что указывает на различия сортов по способности к вторичному инфицированию и позволяет выделить три группы. Первую, наиболее многочисленную группу, составляют сорта, у которых отмечается снижение количества клубеньков. Отмирание клубеньков идет более высокими темпами у скороспелых (по производственной классификации, принятой в Амурской области) сортов - ВНИИС-2, Соната, MON-01, MON-05.

Следует отметить, что у всех изучаемых сортов, независимо от происхождения, снижение количества активных клубеньков (с розовой окраской), в фазу налива бобов, несколько выше, чем снижение их общего количества на одно растение. Это означает, что потеря клубеньками розовой окраски, а значит, способности фиксировать азот, является начальной стадией разложения (лизиса) старых клубеньков. У сортов второй группы количество клубеньков слабо изменяется в сравнении с предыдущим учетом (среднеспелые - МК-1, Хэйхэ 96-2254, Хэйхэ 1). Третью группу

составляют сорта, у которых продолжается увеличение количества клубеньков в фазу налива (позднеспелые и среднеспелые - Амурская 4, Октябрь 70, Gravalla).

На корнях растений сорта Express Green также продолжается образование клубеньков в исследуемый период, однако их количество увеличивается незначительно и отмеченное выше соотношение мало изменяется (табл. 1).

Динамика численности клубеньков показывает интенсивность инфицирования растений изучаемых сортов спонтанными ризобиями почвы, темпы образования клубеньков и приобретения способности фиксировать атмосферный азот.

Коррелятивные связи между количеством клубеньков и массой растений, рассчитанные по исследуемым периодам, очень слабые и несущественны [3].

Сильная корреляция количества активных клубеньков и массы растений, в начальный период развития, отмечается у сортов амурской селекции и сорта Gravalla. Это может свидетельствовать о высокой адаптации этих сортов к специфичной микрофлоре почв [4]. В последующие периоды развития растений такая связь ослабевает и у большинства сортов не обнаруживается.

Сорта зарубежной селекции, в фазу первых настоящих листьев, имеют отрицательную аналогичную корреляцию разной силы. В фазу цветения отдельные сорта обнаруживают слабые и средние по силе связи исследуемых показателей, но неустойчивые, т.к. они не обнаруживаются в последующей фазе развития растений.

Динамика нарастания массы клубеньков, особенно активных, является косвенным показателем активности азотфиксации. При этом, обнаруживается более существенная корреляция массы клубеньков с приростом зеленой сухой массы растений, чем с их количеством [5].

Это связано с тем, что фиксируемый азот расходуется, в основном, на увеличение биомассы растений. Как правило, актив-

ность азотфиксации слабо коррелирует с урожаем семян, однако накопление белка в массе растений является фактором, определяющим семенную продуктивность сои [2].

Среднеспелые сорта (Амурская 41, Юбилейная, МК-1, Амурская 310, Октябрь 70) отличаются как повышенной массой клубеньков, так и значительным азотфиксирующим потенциалом (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика массы сухого вещества клубеньков, обработанных на корневой системе сои разных сортов, 2001г.

Сорт	Количество клубеньков, шт./раст.						г (фаза цветения)	Урожайность сои, ц/га
	всего			активных				
	3-й тр. лист	цветение	налив бобов	3-й тр. лист	цветение	налив бобов		
Амурская 41	10	579	428	7	514	378	0,65	25
Юбилейная	10	508	517	8	426	420	0,16	19
МК-1	14	674	775	8	597	650	0,45	23
Амурская 310	10	502	436	10	471	347	0,40	25
Октябрь 70	21	855	1061	18	733	875	0,50	28
ВНИИС-2	11	473	270	10	453	182	0,29	25
Соната	3	423	416	3	397	364	0,45	26
MON-01	3	419	397	3	378	358	0,65	27
MON-05	1	375	473	0	321	387	0,06	21
Express Green	6	140	280	1	131	254	0,07	24
Manitoba	23	516	527	14	479	409	0,48	20
Bravalla	8	661	613	2	578	519	0,35	20
Хэйхэ 96 2254	8	412	626	5	382	548	0,61	27
Хэйхэ 1	11	343	525	11	313	467	0,29	23

Сильная корреляция массы активных клубеньков и сухой зеленой массы обнаруживается уже в начальной стадии развития растений. Подавляющее количество клубеньков на растениях

этих сортов в фазу трех настоящих листьев имеет розовую окраску.

Способность к фиксации азота воздуха клубеньки, видимо, приобретают при достижении некоторой массы, определяемой, скорее всего, генотипическими особенностями перечисленных сортов. В фазу цветения отмеченная корреляционная зависимость выше у сортов, способных к образованию клубеньков и в фазу налива бобов (Амурская 41, Октябрь 70). Снижение массы активных клубеньков на растениях сорта Амурская 41 компенсируется увеличением количества мелких активных клубеньков, при этом, влияние симбиотических отношений на прирост фитомассы растений не ослабевает ($r=0,7$) (табл. 2). Формирование молодых активных клубеньков на растениях сорта Октябрь 70 происходит более высокими темпами, чем у сорта Амурская 41. Сорт МК-1 отличает стабильность численности клубеньков в период цветения-налив бобов и увеличение их массы. На растениях сорта Юбилейная масса клубеньков мало изменяется в описанный период. Слабая корреляционная зависимость между массой клубеньков и массой растений ($r=0,2$) предопределяет самый низкий урожай зерна этого сорта по сравнению с другими сортами.

Среди изучаемых скороспелых сортов, новый сорт амурской селекции Соната, в условиях вегетационного периода 2001 года, имеет более длительный период активной деятельности клубеньков, чем сорт ВНИИС-2.

Значительная и высокая корреляция между указанными показателями сортов Амурская 41, Октябрь 70, Соната показывает эффективность симбиотических взаимоотношений, которые определяют способность сортов формировать высокие урожаи в годы с контрастными погодными условиями. Сорта Октябрь 70 и Соната получают все большее распространение в Приамурье. Сорт Амурская 41 долгое время занимал значительную площадь посева в Хабаровском крае.

В начальный период развития зарубежных сортов отсутствует корреляционная зависимость между массой клубеньков и биомассой растений (табл. 2).

По динамике нарастания массы клубеньков сорта иностранного происхождения можно отнести к группам, аналогичным обнаруженным среди амурских сортов. Однако отмечаются различия по взаимовлиянию симбионтов. Коррелятивная связь, обнаруживаемая в фазу цветения, отсутствует или слабо выражена у отдельных сортов, но растения формируют высокий урожай зерна сои. Наоборот сорта с более тесной корреляционной зависимостью могут иметь как высокую урожайность (Хэйхэ 96-2254), так и низкую (Manitoba, Bravalla) в сравнении с другими сортами.

Анализ результатов исследований показывает сильное влияние сортовых особенностей на темпы формирования и размеры симбиотического аппарата на растениях сои.

Обнаруженные закономерности морфологии симбиотического аппарата позволяют классифицировать сорта разного происхождения в группы по степени инфицирования, скорости образования клубеньков, темпов нарастания их массы, периоду активной деятельности клубеньков, влиянию симбиотических взаимоотношений на прирост биомассы растений и урожай сои.

Широкое варьирование признаков интенсивности клубенькообразования, видимо, обусловлено как генотипом применяемых для скрещивания родительских форм, так и особенностями экологических условий в почвенно-климатической зоне проведения селекционной работы, имеющими доминирующее влияние на симбиотические признаки выводимых сортов.

Среди изучаемых сортов амурской и китайской селекции существует определенная степень близкородственного происхождения, о чем свидетельствует большая масса клубеньков в период цветения – налив бобов, в сравнении с другими зарубежными сортами. Однако при этом не обеспечивается высокой однородности и типичности симбиотических признаков среди этих

сортов. Высокая взаимная адаптация сортов и спонтанных ризобий местных почв проявляется в большей степени в увеличении массы клубеньков одного растения. Сорта Manitoba и Bravalla по этому признаку также можно отнести к этой группе.

Селекционная работа с другими исследуемыми сортами проводилась на почвах с возможно слабо развитой или, скорее всего, совершенно иной по генотипу, спонтанной популяцией клубеньковых бактерий. Следовательно, широкий полиморфизм симбиотических признаков, обнаруженных у изучаемых сортов может быть также обусловлен как разной адаптированностью к спонтанной популяции ризобий местных почв, отсутствием в почвах специфичных, или скорее, комплементарных групп ризобий, так и слабой зависимостью от симбиотрофного питания.

Образование клубеньков на растениях сои, независимо от происхождения сорта, указывает на необходимость наличия симбиотических отношений в жизненном цикле культуры. Растения сорта Express Green имели наименьшее количество клубеньков, однако по активности и массе, эти клубеньки не отличались от клубеньков, образованных на растениях других сортов.

Отмеченная взаимосвязь между увеличением урожайности и продолжительности периода активной деятельности клубеньков, а также способности сортов к вторичному инфицированию в поздние фазы развития растений, обнаруживается только у высокопродуктивных сортов и, видимо, не всегда учитывается в селекционном процессе.

Литература

1. Тильба В.А., Бегун С.А., Малыш Л.К., Анненков Б.Г. Образование клубеньков у некоторых амурских сортов сои при спонтанной инокуляции. НТБ «Исходный материал для селекции сои и оценка его симбиотических свойств». Новосибирск, 1984, с. 55-62.

2. Тильба В.А., Бегун С.А., Буденко Н.Г. Сравнительная динамика образования клубеньков у некоторых амурских сортов.

Сб. науч. тр. «Биология, селекция и генетика сои». Новосибирск, 1986, с. 83-92.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1968.

4. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции. С.-Петербург, 1998.

5. Федорова З.С., Посыпанов Г.С., Федоров П.Ф. Коррелятивные связи симбиотического аппарата и содержанием леггемоглобина. Сб. науч. тр. «Проблемы соеводства на Дальнем Востоке». Новосибирск, 1992 – с.65-70.

УДК 631.452

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ НЕТРАДИЦИОННОГО ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ СОИ

Е.Б. Сарбатова, ДальНИИТМЭСХ

В с/х производстве всех форм собственности образуется большое количество не только навоза всех видов скота и птицы, но и растительные, бытовые остатки, фекалии и т.д. При переработке таких отходов в биогазовых установках (БГУ) уже через 7-20 суток они превращаются в экологически чистое удобрение без патогенной микрофлоры, гельминтов, без всхожих семян сорняков, без фекального запаха.

ФУГАТ - жидкая часть продуктов переработки отходов, содержащий азот в аммиачной форме, минерализованный фосфор, калий, микроэлементы, витамины, аминокислоты, биологически-активные вещества – гуматы - продукты работы м/о и сами м/о.

Методика проведения исследований

1. Вегетационно-полевой опыт был заложен в полиэтиленовых пакетах с перфорированным дном на 10 кг сухой почвы по следующей схеме: