

– 6.72 centner from hectare and 5.00 centner from hectare, at an early variety Sawyer 5 largest gathering of protein was obtained at sowing April 30 – 7.38 centner from hectare and oil at sowing June 10 – 6.18 centner from hectare, while middle – grade Belgorod 48 at sowing May 10 – 7.23 centner from hectare and 6.68 centner from hectare, respectively .

Keywords: collecting protein , collecting the oil type , soybeans , selection, sowing time , yield, grain quality.

УДК 635.655: 631.526.32: 631.524: [631.812022.58+631.811.98]

ИЗМЕНЕНИЕ СИМБИОТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ СОИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ И МАКРОУДОБРЕНИЙ

С.Н. ПЕТРОВА, доктор сельскохозяйственных наук

Ю.В. КУЗМИЧЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.И. БОТУЗ, кандидат сельскохозяйственных наук

И.Л. ТЫЧИНСКАЯ, аспирант

ФГБОУ ВПО Орловский государственный аграрный университет

Приведены результаты исследований по изучению влияния АЦК-утилизирующих бактерий на симбиотические показатели различных сортов сои. Установлено стимулирующее действие интродуцируемых микроорганизмов на формирование бобово-ризобияльного симбиоза, благодаря чему количество усвоенного агроценозами культуры азота воздуха в фазу цветения возросло в 1,3-3,0 раза, достигая 30-70 кг/га. При этом эффективность используемых биопрепаратов, главным образом, зависела от сорта.

Ключевые слова: соя, сорт, биологическая азотфиксация, симбиоз, микроорганизмы.

Сорт – одно из средств сельскохозяйственного производства. В современном земледелии сорт выступает как самостоятельный и совершенно определенный фактор повышения урожайности и устойчивости любой культуры, в т.ч. и сои [1].

Возделывание сои, в Орловской области, стало возможным после создания сортов северного экотипа, стабильно вызревающих в условиях нашего климата. При этом важнейшим условием их экологической приспособленности является использование симбиотического потенциала сои, которая при благоприятных условиях биологической азотфиксации способна покрыть до 70% своих потребностей в азоте [2, 3].

В связи с этим, целью наших исследований было изучение изменения симбиотических признаков сортов сои при использовании микробных препаратов.

Лабораторные исследования проводились в ЦКП «Экологический и агрохимический мониторинг сельскохозяйственного производства и среды обитания» ОрелГАУ, а полевые опыты закладывались во ВНИИЗБК в 2012-2013 гг.

Растения выращивались в селекционном севообороте на делянках площадью 10 м² в четырехкратной повторности. Метод размещения опытных делянок – рендомизированный.

Предшественник – черный пар. Почва опытного участка серая лесная слабокислая (рН - 5,4) со средним содержанием гумуса (4,63%), с повышенным содержанием подвижного фосфора (12,7 мг/100г почвы) и средним содержанием обменного калия (8,9 мг/100 г почвы).

Объектом исследований служили три раннеспелых сорта сои: Красивая Меча и Свапа (селекция ВНИИЗБК), а также Бара (селекция ООО Компания «Соевый комплекс», г. Краснодар).

В опытах изучалась отзывчивость сортов сои на применение микробиологических препаратов, изготовленных во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург): два штамма с АЦК-дезаминазной активностью (варианты №2 и №3). Опыты закладывались по следующей схеме:

1. Контроль (фон $\frac{1}{2} N_{24}P_{60}K_{60}$);
2. Фон + *Pseudomonas oryzihabitans*, шт. 3P-4 (обработка после посева);
3. Фон + *Variovorax paradoxus*, шт. EP4 (обработка после посева).

Штаммы *Pseudomonas oryzihabitans* 3P-4 и *Variovorax paradoxus* EP4 в жидкой форме вносили в рядки в фазу всходов (10%-й р-р).

Результаты наших исследований продемонстрировали, что принадлежность растений сои к разным генотипам, и различное происхождение сортов обусловило формирование ими морфологически и функционально отличающихся симбиотических систем (табл. 1).

Таблица 1 – Основные показатели симбиотической деятельности растений сои в зависимости от сорта (фаза цветения), среднее за 2012-2013 гг.

Показатель	Красивая Меча	Свапа	Бара
Количество клубеньков, шт./раст.	9	13	10
Масса клубеньков, мг/раст.	84,75	155,67	141,77
Нитрогеназная активность, нмоль C_2H_4 /раст./час	550,53	864,13	1182,43
Количество фиксированного азота, кг/га	11,94	23,23	26,2

Наибольшее количество клубеньков при взаимодействии с местными популяциями клубеньковых diaзотрофов сформировал сорт Свапа, превосходя остальные сорта по данному показателю на 30-44,4% соответственно. На втором месте по нодуляции корней находился сорт Бара. По количеству и массе клубеньков на растении он превосходил сорт Красивая Меча на 11,1 и 67,3%. Сорт Бара отличался не только мощным, но и активным симбиотическим аппаратом и в целом не уступал сорту Свапа. Более того, по показателю нитрогеназной активности данный сорт превосходил сорт Свапа в 1,4 раз, что позволило этому генотипу ассимилировать максимальное количество азота воздуха. Для сорта Красивая Меча были характерны наименьшие как биометрические, так и функциональные параметры симбиотической системы.

Результаты исследований показали, что сорт Красивая Меча был отзывчив на все используемые элементы агротехники, что выражалось в повышении нодуляционной способности растений. Максимальная эффективность клубенькообразования была отмечена в варианте с интродукцией в ризосферу ассоциативных микроорганизмов с АЦК-дезаминазной активностью *P.oryzihabitans*, шт. 3P-4. Причем масса клубеньков в данном варианте также была максимальной и превысила контрольный показатель в 1,6 раза (табл. 2).

По нашему мнению, данный эффект обусловлен повышением адаптации растений к засухе за счет снижения биосинтеза стрессового фитогормона этилена и повышения эффективности использования растениями воды и элементов минерального питания [4].

Таблица 2 – Нодуляционная способность различных сортов сои в зависимости от условий питания (фаза цветения), среднее за 2012-2013 гг.

Варианты	Кол-во клубеньков, шт./раст.			Масса клубеньков, мг/раст.		
	Красивая Меча	Свапа	Бара	Красивая Меча	Свапа	Бара
1. Контроль (фон $\frac{1}{2}$ N ₂₄ P ₆₀ K ₆₀)	9	13	10	84,75	155,67	141,77
2. Фон + <i>P. oryzihabitans</i> , шт. 3P-4	13,2	11,1	9,7	136,81	165,89	136,05
3. Фон + <i>V. paradoxus</i> , шт. EP4	10,7	13,2	8,23	79,91	150,08	155,76

У сортов Свапа и Бара ни один из используемых агроприемов не оказал стимулирующего действия на формирование симбиотического аппарата. Исключение составил лишь вариант с интродукцией в ризосферу генотипов ассоциативных бактерий рода *Variovorax*, которые у сорта Свапа способствовали поддержанию количества клубеньков на уровне контроля, а у сорта Бара позволили повысить массу клубеньков на 9,9% по сравнению с контролем.

Подобное положительное действие микроорганизмов, вероятно, связано с их защитным эффектом в условиях дефицита почвенной влаги и продукцией ростостимулирующих бактериальных фитогормонов [5, 6].

Интродуцируемые в ризосферу сорта Красивая Меча ассоциативные бактерии рода *Pseudomonas* наряду с повышением линейных параметров симбиотического аппарата обеспечили максимальную активность нитрогеназного комплекса, которая превысила контрольный уровень в 2,4 раза (рис. 1).

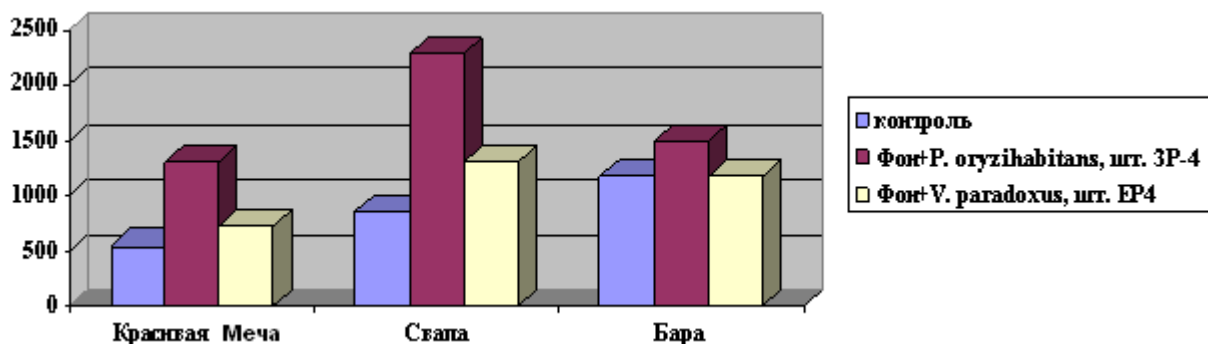


Рис. 1 Нитрогеназная активность сои в зависимости от применения микробных препаратов (фаза цветения), нмоль C₂H₄/раст./час (среднее 2012-2013 гг.).

Кроме того, было выявлено стимулирующее действие штамма ризобактерий *Variovorax paradoxus*, шт. EP4 на функционирование симбиотической системы данного генотипа с аборигенной микрофлорой, что выражалось в активизации фермента нитрогеназы на уровне 31,6%. Возможно, данный положительный эффект был обусловлен снижением содержания стрессового фитогормона этилена, который препятствует образованию азотфиксирующего симбиоза бобовых с ризобиями [7,8].

Не смотря на низкую способность клубенькообразования растений сорта Свапа в варианте с использованием АЦК-утилизирующих микроорганизмов *Pseudomonas oryzihabitans*, шт. 3P-4, благодаря фитостимулирующему эффекту интродуцируемых ризобактерий отмечена максимальная нитрогеназная активность, превышающая контрольный показатель в 2,6 раза. Так же

существенная активизация симбиотической деятельности сорта была выявлена в варианте с использованием ассоциативных бактерий рода *Variovorax*. Нитрогеназная активность здесь превосходила контрольный уровень в 1,5 и, возможно, была связана с изменением гормонального статуса растений.

Сорт Бара, не смотря на высокий симбиотический потенциал, был наименее отзывчив на изменение условий питания растений и смену партнеров симбиоза.

Так, повышение активности нитрогеназного комплекса (на уровне 26,7%) было отмечено лишь в варианте с интродукцией в почву ризобактерий *P. oryzihabitans*, шт. 3P-4. В то время как микроорганизмы рода *Variovorax* не оказали положительного влияния на эффективность бобово-ризобиального симбиоза. Возможно, такая реакция сорта связана с особенностью качественного состава его корневых выделений, которые в совокупности с условиями выращивания определяют активность почвенных микроорганизмов и эффективность их взаимодействия с макросимбионтом [7].

Активизация симбиотической деятельности агроценозов сои под воздействием экзогенной регуляции РМВ способствовала повышению усвоения ими азота воздуха (рис. 2).

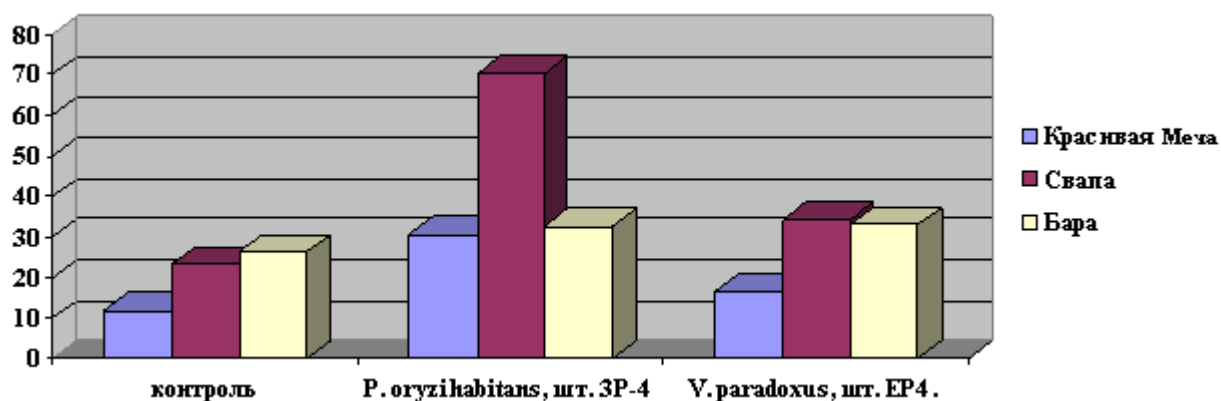


Рис. 2 Количество азота воздуха, фиксируемое агроценозами сои (фаза цветения), кг/га (среднее за 2012-2013 гг.).

Так, в результате формирования взаимовыгодных ассоциаций с бактериями *Pseudomonas oryzihabitans*, шт. 3P-4 агроценозы сои Красивая Меча фиксировали максимальное количество биологического азота на 1 га, превышающее контрольный уровень в 2,6 раза.

Метаболическая интеграция растений данного сорта с ростстимулирующими микроорганизмами рода *Variovorax* также была эффективной в плане азотного питания макросимбионта и позволила растениям усваивать в 1,4 раза больше азота воздуха, чем в контрольном варианте.

Количество усвоенного молекулярного азота в агроценозах сорта Свапа также напрямую зависело от активности нитрогеназного комплекса. Благодаря стимулирующему действию полезных ризосферных микроорганизмов с АЦК-дезаминазной активностью симбиотическая азотфиксация усиливалась в 1,5 – 3,0 раза, достигая 70 кг/га. При этом максимальный биологический эффект обеспечил штамм ризобактерий *Pseudomonas oryzihabitans* 3P-4.

Улучшение роста и питания посевов сои Бара посредством применения микробиологических препаратов способствовало повышению ассимиляции атмосферного азота в 1,3 – 1,4 раза.

Таким образом, использование полезных свойств сельскохозяйственных микроорганизмов при выращивании современных сортов сои северного экотипа в условиях Орловской облас-

ти позволило повысить реализацию их симбиотического потенциала. Благодаря созданию интегрированных симбиотических систем в агроценозах культуры количество усвоенного ими азота воздуха в фазу цветения возросло в 1,3 – 3,0 раза, достигая 30 – 70 кг/га. При этом активность интродуцируемых микросимбионтов, главным образом, зависела от сорта.

Литература

1. Баранов В.Ф., В.М. Лукомец. Соя: биология и технология возделывания. – Краснодар: издательство ГНУ ВНИИМК, 2005. – 434 с.
2. Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Лысак Л.В. Растения как центры формирования бактериальных сообществ // Общая биол. – 1993. – Т.54. №3. – С. 183-200.
3. Тихонович И.А., Проворов Н.А., Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агро-систем будущего. // СПб: Изд-во С. Петерб. ун-та, 2009. – 210 с.
4. Belimov A.A., Dodd I.C., N. Hontzease.a. Rhizosphere bacteria containing ACC deaminase increase yield of plants grown in drying soil via both local and systemic hormone signaling. // New Phytologist. – 2009. № 181. - P. 413-423.
5. Кравченко Л.В. Роль корневых экзометаболитов в интеграции микроорганизмов с растениями: Автореф. дисс...докт. биол. наук, М., 2000.
6. Glick B.R. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment. Biotech. Adv., 2003, 21: 383-393.
7. Lynch J.M. The rhizosphere. Chichester, England, J. Willey Ltd., 1990.
8. Guinel F.C., Geil R.D. A model for the development of the rhizobial and arbuscularmycorrhizal symbioses in legumes and its use to understand the roles of ethylene in the establishment of these two symbioses. Canadian J. Bot., 2002, 80: 695-720.

CHANGE OF SYMBIOTIC ATTRIBUTES OF VARIETIES OF SOYA AT USE OF MICROBIC PREPARATIONS AND MACROFERTILIZINGS

S.N. Petrova, J.V. Kuzmicheva, N.I. Botuz, I.L. Tychinskaja

E-mail: pridatko1990@mail.ru

Orel State Agrarian University

Abstract: Researches on studying of influence of ACC-utilizing bacteria on symbiotic indicators of various varieties of soya are conducted. The promoting effect of the introduced microorganisms on formation of pod-rhizobial symbiose is established, thanks to this the amount of nitrogen of air acquired by agrocenosis of crop in blooming phase increased in 1,3 - 3,0 times reaching 30-70 kg/hectare. Thus efficacy of applied biological preparations mainly depended on variety.

Keywords: soya, variety, biological nitrogen fixation, symbiose, microorganisms.