

## СОЯ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ВЫСОКОРЕНТАБЕЛЬНАЯ КУЛЬТУРА

**А.В. Шабалкин**, кандидат экономических наук  
**Е.А. Дубинкина**

Тамбовский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства —  
филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина»  
e-mail: tniish@mail.ru

***Аннотация.** Представлены данные по определению урожайности и качества зерна сои в зависимости от обработки семян и растений различными инновационными микробиологическими удобрениями и микроудобрениями в условиях Центрального Черноземья. При этом рассматривались варианты с инокуляцией семян и без нее. Проведен анализ экономической эффективности возделывания сои в зависимости от применения микробиологических удобрений, микроудобрений и инокулянта.*

***Ключевые слова:** микробиологические удобрения, микроудобрения, инокуляция, продуктивность, семена, соя, экономическая эффективность.*

Соя — важнейшая белково-масличная культура мирового значения. Она отличается исключительно ценным по комплексу полезных компонентов химическим составом зерна. В нем содержится 35–45 % высококачественного по аминокислотному составу, растворимости и усвояемости белка; 17–25 % полноценного растительного масла, пригодного для использования в пищевых, кормовых и технических целях.

Кроме того, соя обладает способностью повышать плодородие почвы за счет симбиотической фиксации азота из атмосферного воздуха. Эта культура обладает и особой адаптивностью к различным условиям выращивания, произрастая во многих странах мира [1].

В настоящее время наметился повышенный спрос на соевое зерно и наблюдается динамичный и устойчивый рост площадей, занятых под посевами этой культуры. Основной зоной возделывания сои в России является Дальневосточный регион, но в последние годы значительно расширились ее посевы на Северном Кавказе, в Черноземье, Поволжье, Западной Сибири и на Алтае. Однако общие объемы производства этой культуры остаются недостаточными для удовлетворения потребностей народного хозяйства в высокобелковом сырье.

Повсеместно расширяется применение микроудобрений как средства повышения плодородия бедных почв и эффективности использования азотных и фосфорных удобрений. Роль микроэлементов заключается также в активизации ростовых процессов растений, жизнедеятельности микроорганизмов и биоты почв.

Многолетняя эксплуатация земель сельскохозяйственного назначения без восполнения микроэlementного питания приводит к их значительному истощению и, как следствие, резкому снижению урожайности. Современное аграрное производство ставит перед производителями удобрений новые задачи, решить которые станет возможным только с появлением инновационных продуктов [2].

Реализовать потенциал сои за счет организации минерального питания только макроэлементами — невозможно. Большое значение приобретают микроудобрения, способные повышать устойчивость растений культуры к болезням, стрессам, увеличивающие их продуктивность. Это особенно актуально в настоящее время, когда применение минеральных удобрений стало высокочастотным, в связи с чем их использование в хозяйствах региона резко сократилось [3]. Микроэлементы необходимы для нормального роста растений, особенно бор и молибден, которых соя выносит из почвы в 5–7 раз больше, чем зерновые злаки. Они выполняют важную функцию в процессе симбиотической фиксации азота воздуха.

Отечественное земледелие, функционирующее в условиях серьезного сокращения внесения минеральных удобрений, заинтересовано в использовании альтернативных агротехнологий, позволяющих получить дополнительные источники минерального питания растений. Это может быть достигнуто в результате применения биопрепаратов, повышающих симбиотическую азотфиксацию и улучшающих усвоение других макроэлементов бобовыми растениями [4]. В системе почва — микроорганизмы — растения почвенные бактерии и микроскопические грибы являются незаменимой и неотъемлемой составляющей. Именно поэтому растение, обеспеченное полноценным комплексом микроорганизмов, способно получить необходимое питание и реализовать свой потенциал урожайности [5].

В связи с этим впервые на опытном поле Тамбовского НИИСХ — филиала ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» в 2018–2020 гг. изучали влияние микроудобрений и микробиологических удобрений на продуктивность сои в условиях Центрального Черноземья.

Тамбовская область расположена в северо-восточной части ЦЧР, характеризующейся умеренно-континентальным климатом с устойчивой зимой и преобладанием теплого, нередко полусухого характера погоды в летний период. Область относится к зоне неустойчивого увлажнения, о чем свидетельствует гидротермический коэффициент (ГТК) 0,9–1,1.

Схема опыта

Вариант	Обработка по вегетации	Фаза вегетации
Респекта (1 л/т) – Фон	–	–
Фон + инокулянт (2 л/т)	–	–
Фон + Азотовит (4–5 л/т)	Азотовит (0,5–1 л/га)	6–8 листьев
Фон + Азотовит (4–5 л/т) + инокулянт (2 л/т)	Азотовит (0,5–1 л/га)	6–8 листьев
Фон + Фосфатовит (4–5 л/т)	Фосфатовит (0,5–1 л/га)	6–8 листьев
Фон + Фосфатовит (4–5 л/т) + инокулянт (2 л/т)	Фосфатовит (0,5–1 л/га)	6–8 листьев
Фон + (Азотовит (4–5 л/т) + Фосфатовит (4–5 л/т))	(Азотовит (0,5–1 л/га) + Фосфатовит (0,5–1 л/га))	6–8 листьев
Фон + (Азотовит (4–5 л/т) + Фосфатовит (4–5 л/т)) + инокулянт (2 л/т)	(Азотовит (0,5–1 л/га) + Фосфатовит (0,5–1 л/га))	6–8 листьев
Фон + Микровит St (0,5–1,2 л/т)	Микровит St (0,2–0,4 л/га)	6–8 листьев; начало цвет.
Фон + Микровит St (0,5–1,2 л/т) + инокулянт (2 л/т)	Микровит St (0,2–0,4 л/га)	6–8 листьев; начало цвет.
Фон + Микровит St (0,5–1,2 л/т)	Микровит Zn (0,2–0,4 л/га);	6–8 листьев; начало цвет.
Фон + Микровит St (0,5–1,2 л/т) + инокулянт (2 л/т)	Микровит Zn (0,2–0,4 л/га);	6–8 листьев; начало цвет.
Фон + Микровит St (0,5–1,2 л/т)	Микровит B (0,5–1,2 л/га)	6–8 листьев; начало цвет.
Фон + Микровит St (0,5–1,2 л/т) + инокулянт (2 л/т)	Микровит B (0,5–1,2 л/га)	6–8 листьев; начало цвет.
Фон + Микровит St (0,5–1,2 л/т)	Микровит Zn (0,2–0,4 л/га) + Микровит B (0,5–1,2 л/га);	6–8 листьев; начало цвет.
Фон + Микровит St (0,5–1,2 л/т) + инокулянт (2 л/т)	Микровит Zn (0,2–0,4 л/га) + Микровит B (0,5–1,2 л/га);	6–8 листьев; начало цвет.

Годовая сумма осадков составляет 475–500 мм, из них 70–75 % выпадает в теплый период года [6].

Почвы – типичные мощные черноземы глинистые и тяжелосуглинистые средне окультуренные. Содержание гумуса в пахотном слое (0–30 см) – 7,0–7,5 %, реакция почвенного раствора (рН<sub>сол.</sub>) – 6,0–6,5. Тяжелосуглинистый механический состав обуславливает высокую влагоемкость и значительный запас влаги в ранневесенний период – до 180–200 мм и более доступной влаги в метровом слое почвы.

Исследования проводили на опытном участке отдела семеноводства Тамбовского НИИСХ. Опыт закладывали в трехкратной повторности на делянках с учетной площадью 9 м<sup>2</sup>. Использовали общепринятые агротехнические приемы. Предшественником служила озимая пшеница. Объект исследований – скороспелый сорт сои краснодарской селекции Аванта. Норма высева сои составила 900 тыс. всхожих зерен на 1 га.

Для обработки семян и питания растений сои применяли:

– Азотовит – препарат на основе живых клеток бактерий *Azotobacter chroococcum*, которые фиксируют молекулярный азот и в ходе ряда преобразований переводят его в аммонийную, нитритную и нитратную формы, легко усвояемые растениями.

– Фосфатовит – препарат, д.в. которого являются споры и живые клетки *Bacillus mucilaginosus*. Органические кислоты, выделяемые данными бактериями, мобилизуют недоступный фосфор и калий из нерастворимых соединений в зоне ризосферы растений, препятствуют процессам зафосфачивания почв.

– Микровит St – инновационное комплексное удобрение с микроэлементами в хелатной форме для обработки семян и подкормки сельскохозяйственных культур.

– Микровит Zn – монопрепарат, отличающийся высоким содержанием цинка, использующийся в случаях, чтобы устранить дефицит по требуемому элементу.

– Микровит B – монопрепарат с высоким содержанием бора.

– Нитрофикс Ж – жидкий биопрепарат на основе клубеньковых бактерий, инокуляция сои которым позволяет повысить качество продукции, снизить химическую нагрузку на почву и растения, обеспечить азотом растения в критические для них фазы – бутонизации, цветения и формирования бобов, а также другие культуры севооборота.

– Респекта – биологический протравитель для подавления бактериальной и грибной инфекции на семенах, проростках и всходах сои.

В период вегетации 2018 г. (апрель – август) температурный режим превышал среднегодовалые значения на 1,3 °С, а сумма осадков была ниже на 81,1 мм – 154,9 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) в июне составил 0,14, а в июле – 0,46. Такие погодные условия сказались на длине вегетационного периода, массе 1000 зерен и урожайности культуры.

В 2019 и 2020 гг. погодные условия для развития растений сои в целом складывались довольно благоприятно. Если в мае и июне 2019 г. температура воздуха превышала среднегодовалые показатели, а количество осадков было значительно ниже нормы и растения были несколько угнетены, то в июле, в фазу образова-

Таблица 1. Влияние обработки инокулянтами, микробиологическими удобрениями и микроудобрениями на урожайность, 2018–2020 гг.

Вариант	Обработка семян инокулянтами	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю	
		2018	2019	2020	Ср.	т/га	%
Фон	не обр.	0,95	1,69	1,95	1,53	0	0
Фон	инокул.	0,98	1,97	2,10	1,68	0,15	9,8
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	1,0	2,48	2,15	1,88	0,35	22,9
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	1,09	2,63	2,4	2,04	0,51	33,3
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	0,98	2,08	2,1	1,72	0,19	12,4
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	1,02	2,32	2,3	1,87	0,34	22,2
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	не обр.	1,01	2,36	2,25	1,87	0,34	22,2
Фон + (Азотовит+ Фосфатовит (ОС+ОР))	инокул.	1,13	2,65	2,55	2,11	0,58	37,9
Фон + Микровит St (ОС+ОР)	не обр.	0,97	1,89	2,20	1,69	0,16	10,5
Фон + Микровит St (ОС+ОР)	инокул.	1,0	2,03	2,85	1,96	0,43	28,1
Фон + Микровит St (ОС) + Микровит Zn (ОР)	не обр.	0,90	1,80	2,27	1,66	0,13	8,5
Фон + Микровит St (ОС) + Микровит Zn (ОР)	инокул.	0,95	1,97	2,54	1,82	0,29	18,9
Фон + Микровит St (ОС) + Микровит В (ОР)	не обр.	0,9	1,78	2,25	1,64	0,11	7,2
Фон + Микровит St (ОС) + Микровит В (ОР)	инокул.	0,97	1,87	2,40	1,75	0,22	14,4
Фон + Микровит St (ОС) + (Микровит Zn+ Микровит В (ОР))	не обр.	0,95	1,84	2,53	1,77	0,24	15,7
Фон + Микровит St (ОС) + (Микровит Zn+ Микровит В (ОР))	инокул.	0,98	1,90	2,70	1,86	0,33	21,6
НСР <sub>05</sub>		0,23	0,14	0,13			

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

ния бобов и налива семян, температурный режим был несколько снижен, а количество осадков превысило среднееголетние показатели на 6,7 мм.

Среднемесячные температуры апреля и мая 2020 г. оказались ниже среднееголетних на 0,6 °С, осадков же выпало выше нормы. Такие факторы способствовали интенсивному росту и развитию растений сои в начале вегетационного периода.

Установлено, что вариант Фон + инокулянт превосходит по урожайности контроль на 0,15 т/га, а вариант Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + инокулянт совместно с обработкой растений сои в фазе 6–8 листьев микробиологическими удобрениями превышает показатель варианта без инокуляции на 0,24 т/га (табл. 1). При этом по сравнению с контролем (1,53 т/га) прибавка урожая в данном варианте составила 0,58 т/га, или 37,9 %, то есть действие микробиологических удобрений усиливается благодаря совместной обработке семян сои протравителем и инокулянт. Хороший результат отмечен в варианте Фон + Азотовит (ОС + ОР) с инокуляцией семян, обеспечившей прибавку урожая на 33,3 %.

Применение инокулянта и микроудобрений для обработки семян и растений способствовало увеличению урожайности сои, которая варьировала от 2,2 до 2,85 т/га в благоприятном 2020 г. В среднем за 3 года максимальный эффект был получен в варианте Фон + Микровит St + инокулянт с обработкой растений в период вегетации препаратом Микровит St. Превышение

урожайности над контролем составляет 0,43 т/га, или 28,1 %. Заслуживает внимания и неплохой результат варианта Фон + Микровит St (ОС) + (Микровит Zn+ Микровит В (ОР)) с инокуляцией семян. Прибавка к контролю здесь составила 0,33 т/га, или 21,6 %.

После просушивания семян сои был проведен химический анализ на содержание сырого протеина и жира. При сравнении урожайности с зерновыми культурами она попадает в разряд низкоурожайных, но с учетом содержания белка урожай сои в 2 т/га равнозначен сборам 7–8 т/га зерна колосовых культур. Поэтому по площадям и производству семян она занимает лидирующие позиции в мире среди зернобобовых культур [7].

Содержание сырого протеина в зерне сои в более высоком количестве наблюдали в вариантах с обработкой семян инокулянт (28,0–29,9 %). Наибольшая разница по сравнению с контролем отмечена в варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит) (ОС+ОР) + Нитрофикс Ж, которая составила 16,8 %. По содержанию жира в семенах сои отличился вариант Фон + Микровит St (ОС+ОР) с инокуляцией семян (24,9 %), разница которого с контролем составила 4,2 %.

Соя – высокоурожайная и экономически выгодная культура. Стоимость продукции по вариантам составила 52,02–71,7 тыс. руб/га, а чистая прибыль – 32,275–50,39 тыс. руб/га. Использование инновационных препаратов позволило снизить себестоимость семян на 808–2806 руб/т и увеличить уровень рентабельности на 18–76 % по сравнению с контрольным ва-

Таблица 2. Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от применения микробиологических удобрений, микроудобрений и инокулянта

Вариант	Инокуляция семян	Стоимость продукции, руб/га	Производственные затраты, руб/га	Прибыль, руб/га	Себестоимость, руб/т	Рентабельность, %
Фон	не обр.	52020	19745	32275	12905	163
Фон	инокул.	57120	19985	37135	11895	186
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	63900	20450	43450	10878	212
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	69300	21105	48195	10345	235
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	58400	20450	37950	11889	221
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	63600	21105	42495	11285	227
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	не обр.	63600	20655	42945	11045	229
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	инокул.	71700	21310	50390	10099	239
Фон + Микровит St (ОС+ОР)	не обр.	57460	20093	37367	11889	185
Фон + Микровит St (ОС+ОР)	инокул.	66540	20333	46307	10374	228
Фон + Микровит St (ОС) + Микровит Zn (ОР)	не обр.	56440	19823	36617	11942	184
Фон + Микровит St (ОС) + Микровит Zn (ОР)	инокул.	61880	20063	41817	11024	208
Фон + Микровит St (ОС) + Микровит В (ОР)	не обр.	55760	19839	35921	12097	181
Фон + Микровит St (ОС) + Микровит В (ОР)	инокул.	59500	20079	39421	11474	196
Фон + Микровит St (ОС) + (Микровит Zn+ Микровит В (ОР))	не обр.	60180	19849	40331	11214	203
Фон + Микровит St (ОС) + (Микровит Zn+ Микровит В (ОР))	инокул.	63240	20089	42951	10800	214

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

риантом. Максимальная прибыль в размере 50390 руб/га при уровне рентабельности 239 % получена в варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС + ОР)) с инокуляцией семян (табл. 2).

Таким образом, выявлено положительное влияние инокуляции семян сои препаратом Нитрофикс Ж на урожайность, количественные признаки структурного анализа сноповых образцов, массу 1000 зерен.

Установлено, что в опытах с использованием экологически безопасных микробиологических удобрений и микроудобрений максимальная эффективность достигается за счет совместной обработки семян сои препаратами Азотовит и Фосфатовит и растений – в фазе 6–8 листьев. Аналогичные результаты получены также при обработке семян сои препаратом Микровит St в дозе 0,5–1,2 л/т совместно с обработкой растений в фазы 6–8 листьев и начало цветения – тем же препаратом в дозе 0,3 л/га. Действие данных препаратов усиливается при обработке семян культуры инокулянтам.

Использование адаптивных агроприемов обеспечивает снижение себестоимости семян сои на 2806 руб/т и увеличение уровня рентабельности на 76 %.

#### Список литературы

1. Вислобокова, Л.Н. Система земледелия нового поколения Тамбовской области /Л.Н. Вислобокова, Ю.П. Скорочкин, А.И. Гераськин, В.А. Воронцов, Е.А. Дубинкина и др. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2016. - 439 с.
2. Беляев, Н.Н. Влияние микроудобрения «Аквадон-Микро» на продуктивность сортов озимой пшеницы в условиях Тамбовской

области / Н.Н. Беляев, Е.А. Дубинкина // Вестник ТГУ. - 2012. - Т.17. - Вып. 3. - С. 1040-1042.

3. Федотова, Е.Н. Эффективность применения микробиологических препаратов и комплексного микроудобрения Аквадон Микро в полевом севообороте со льном-долгунцом / Е.Н. Федотова, М.Н. Рысев, Е.С. Волкова, Т.А. Кусткова // Известия Великолукской ГСХА. - 2016. - № 4. - С. 19-24.

4. Парахин, Н.В. Влияние двойной инокуляции на симбиоз, азотфиксацию, продуктивность и качество семян сои / Н.В. Парахин, А.А. Осин, В.С. Осина // Вестник ОрелГАУ. - 2008. - № 3 (12). - С. 2-4.

5. Турина, Е.Л. Растительно-микробные системы в агроценозах бобовых культур / Е.Л. Турина, С.В. Дидович, Р.А. Кулинич // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2014. - №4 (12). - С. 114-118.

6. Иванова, О.М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе / О.М. Иванова // Агротехнический вестник. 2012. - № 5. - С. 44-48.

7. Акулов, А.С. Изучение элементов технологии возделывания новых сортов сои Зуша и Мезенка / А.С. Акулов, А.Г. Васильчиков // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2016. - №1 (17). С. 45-51.

#### **Soybeans is a perspective high cost-effective culture**

**A.V. Shabalkin, E.A. Dubinkina**

**Summary.** Data on determination of yield and quality of soybean grains depending on treatment of seeds and plants with various innovative microbiological fertilizers and microfertilizers in conditions of the Central Black-Earth Region are presented. At the same time, options with and without seed inoculation were considered. Analysis of economic efficiency of soybean cultivation is carried out depending on application of microbiological fertilizers, microfertilizers and inoculum.

**Key words:** microbiological fertilizers, microfertilizers, inoculation, productivity, seeds, soybeans, economic efficiency.