УДК 631.811.095.337.633.11 DOI: 10.25680/S19948603.2026.152.16

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ж.Н. Минченко, к.с.-х.н., В.И. Лазарев, д.с.-х.н.,
Курский федеральный аграрный научный центр
Россия, Курск, ул. Карла Маркса, 70б, E-mail: minchenko.knii@mail.ru

Работа выполнена по теме государственного задания № - FGZU-2024-0001

Представлены результаты трёхлетних полевых испытаний (2023-2025 г.), проведённых в ФГБНУ «Курский ФАНЦ», по оценке влияния микробиологических препаратов на урожайность и качество зерна сои сорта Осмонь в условиях Курской области. Объектами исследования выступили специфические инокулянты (Органит Ризо, Флоразот) и ризосферные микробиологические препараты (Азотовит, Фосфатовит). Почва опытного участка – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 5,5%, щелочногидролизуемого азота – 70 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 89 и 160 мг/кг соответственно, реакция почвенной среды слабокислая – pH 5,6. *Установлено, что предпосевная обработка семян микробиологическими препаратами достоверно усиливала формирование симбиотического аппарата сои, количество и масса клубеньков на растении существенно превышали контрольные показатели ($НСР_{05}$ подтверждает значимость различий). Выявлено достоверное повышение урожай,ности, прибавка относительно контроля составила 0,09-0,15 т/га. Наибольшую эффективность продемонстрировали специфические инокулянты, Органит Ризо обеспечил урожайность 2,51 т/га, Флоразот – 2,50 т/га. Ризосферные препараты также способствовали росту продуктивности (Азотовит – 2,48 т/га, Фосфатовит – 2,45 т/га), но их эффект был несколько ниже. Биопрепараты улучшили качество зерна, содержание белка увеличилось на 2,1-4,2 %, жира – на 4,3-5,6 % (различия статистически значимы). Экономическая оценка показала рост рентабельности до 130,8-135,6 % против 123,1 % на контроле. Максимальный чистый доход (57 784 руб/га) и рентабельность (135,6 %) получены при применении Органит Ризо, Флоразот продемонстрировал близкие показатели (57 184 руб/га и 133,6 %), что подтверждает его высокую экономическую целесообразность.*

Ключевые слова: соя, Органит Ризо, Флоразот, Азотовит, Фосфатовит, чернозем типичный, симбиотический аппарат, продуктивность, качество зерна, экономическая эффективность.

Для цитирования: *Минченко Ж.Н., Лазарев В.И.* Эффективность биопрепаратов при возделывании сои в условиях Курской области // Плодородие. - 2026. - №5. – С. 80-86. DOI: 10.25680/S19948603.2026.152.16.

Соя представляет значительную ценность не только как пищевая и кормовая культура, но и благодаря способности обеспечивать собственные потребности в азоте за счёт симбиоза с клубеньковыми бактериями [1]. Культура образует взаимовыгодные отношения с бактериями рода Rhizobium, в частности вида Bradyrhizobium. В результате такого взаимодействия растения усваивают атмосферный азот на протяжении всей вегетации [2, 3], что делает симбиоз сои с клубеньковыми бактериями одной из наиболее эффективных растительно-микробных систем биологической азотфиксации [4]. Её роль имеет большое экологическое и практическое значение. Применение инокуляции высокоэффективными штаммами клубеньковых бактерий позволяет повысить продуктивность бобовых культур на 10-25 % [5].

Естественная популяция азотфиксирующих бактерий *B. japonicum* в России сконцентрирована преимущественно в почвах Дальнего Востока. В других регионах страны их естественное присутствие минимально, что негативно сказывается на возможностях биологической азотфиксации. Для компенсации этого дефицита и создания благоприятных условий для роста бобовых культур требуется искусственное обогащение почв клубеньковыми бактериями [6, 7].

Симбиотическая фиксация атмосферного азота – наиболее экономичный способ обеспечения растений азотом в период вегетации. При этом важно разделять препараты, непосредственно формирующие бобово-ризобиальный симбиоз (специфические инокулянты), и микробиологические препараты с косвенным эффектом (ризосферные стимуляторы, фосфатмобилизаторы и др.).

В связи с этим актуальна разработка агротехнических приёмов, направленных на максимальное усиление активности симбиотической азотфиксации для повышения урожайности и белковой продуктивности бобовых культур [8]. По мнению ряда ученых [10], обработка семян сои инокулянтом увеличивает количество и массу азотфиксирующих клубеньков на корнях сои, повышает активный симбиотический потенциал растения. В результате повышается урожайность бобов, увеличивается содержание белка. Эффективность подхода подтверждена исследованиями ВНИИМК (1975-1980 г.). В частности, применение инокулянта Нитрагин в условиях орошения обеспечивало прирост содержания белка в зерне сои до 5 %, а урожайности – до 2-3 ц/га. Аналогичные положительные результаты были зафиксированы при использовании препарата Ризоторфин [9].

Эффективность симбиотической азотфиксации определяется не только активностью штамма Rhizobium, но и конкретными почвенно-климатическими условиями возделывания сои. К числу значимых факторов относятся тип почвы, её агрохимические показатели,

температурный режим, влажность и продолжительность вегетационного периода. При этом наблюдается дефицит исследований, посвящённых оценке эффективности отечественных инокулянтов в различных почвенно-климатических зонах, что затрудняет разработку зональных рекомендаций.

В условиях Центрального Черноземья соя является относительно новой сельскохозяйственной культурой, поэтому для её успешного возделывания крайне важна предпосевная инокуляция семян активными штаммами вирулентных клубеньковых бактерий. Без этого эффективность азотфиксации может оказаться недостаточной для реализации генетического потенциала урожайности. Поэтому изучение влияния микробиологических удобрений на рост, развитие, симбиотическую активность, урожайность и качество зерна сои в условиях чернозёмных почв представляет актуальную задачу с существенным теоретическим и практическим потенциалом.

Цель исследования – оценить влияние специфических инокулянтов (Органит Ризо, Флоразот) и ризосферных микробиологических препаратов (Азотовит, Фосфатовит) на формирование симбиотического аппарата, структуру урожая, урожайность и качество зерна сои сорта Осмонь, а также на экономическую эффективность их применения в условиях Курской области.

Научная новизна работы состоит в выявлении различий между специфическими ризобиальными инокулянтами и неспецифическими ризосферными препаратами по их влиянию на ключевые показатели сои в условиях Курской области.

Методика. Полевые исследования выполнены в 2023-2025 г. на базе ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в рамках четырёхпольного севооборота со следующим чередованием культур: 1 - чистый пар; 2 - озимая пшеница; 3 – соя; 4 - яровой ячмень.

Почва опытного участка - чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый. Агрохимические показатели пахотного слоя: содержание гумуса – 5,5 %, щелочногидролизуемого азота – 70 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по методу Чирикова) – 89 и 160 мг/кг соответственно. Реакция почвенной среды характеризуется как слабокислая ($pH_{сол.}$ 5,6). Фон минерального питания – внесение азофоски (NPK 16:16:16) в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ под предпосевную культивацию.

В эксперименте оценивали эффективность предпосевной обработки семян сои сорта Осмонь при применении отечественных микробиологических препаратов различного механизма действия.

Для прямой инокуляции, обеспечивающей формирование бобово-ризобиального симбиоза, использовали препараты на основе специфических штаммов: Органит Ризо на основе *Bradyrhizobium sp.* с титром не менее $3 \cdot 10^9$ КОЕ/мл (норма расхода 2 л/т семян) и Флоразот (ООО «Защита АгроСоюз») на основе *Bradyrhizobium japonicum* с титром не менее $1 \cdot 10^6$ КОЕ/мл (норма расхода 1,5-2 л/т семян). В качестве эталонного препарата выступал Органит Ризо.

Для обработки семян неспецифическими ризосферными микроорганизмами применяли: Азотовит (ООО «Алтай ТД») – препарат на основе бактерий *Beijerinckia fluminensis* (концентрация свыше $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см^3, норма расхода 1 л/т семян), а также Фосфатовит (ООО «Алтай ТД») – фосфатмобилизующий препарат на основе *Paenibacillus mucilaginosus* (концентрация на конец срока хранения свыше $1{,}2 \cdot 10^5$ КОЕ/см^3, норма внесения – 1 л/т семян). Влияние этих препаратов на образование клубеньков носит опосредованный характер.

Эксперимент проводили в трёхкратной повторности, при этом опытные варианты размещали систематически в один ярус. Делянки имели вытянутую прямоугольную форму. Площадь посевной делянки 135 м² (5,4 × 25 м), учётной – 100 м² (4 × 25 м). Между делянками предусматривали защитные полосы шириной 0,7 м для минимизации краевого эффекта.

Методика эксперимента включала предпосевную обработку семян сои. Обработку проводили за 24 ч до посева с использованием ранцевого опрыскивателя, норма расхода рабочего раствора 15 л/т семян. Семена высевали рядовым способом с соблюдением ширины междурядий в 15 см, норма высева составила 0,6 млн всхожих семян на 1 га. Агротехника сои соответствовала рекомендованной для хозяйств Курской области и включала предпосевную культивацию, посев, боронование до всходов, междурядные обработки и уборку.

Сбор урожая осуществляли методом прямого комбайнирования, а учёт проводили сплошным поделяночным способом. Это позволило получить максимально точные данные по каждой экспериментальной делянке. Для сопоставимости результатов все показатели урожая приведены к стандартным условиям. Пересчёт выполнялся на 100%-ную чистоту и влажность зерна 14 %. Детальное изучение структуры урожая проводили в соответствии с «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985 г.). Для определения биохимического состава зерна (содержания белка и жира) применяли современный инфракрасный анализатор «Infratec TM 1241», обеспечивающий высокую точность измерений. Полученные экспериментальные данные подвергали статистической обработке с использованием дисперсионного анализа в программных средах Microsoft Excel и Statistica.

Климатические условия в период исследований (2023-2025 г.) характеризовались выраженной межгодовой изменчивостью метеорологических параметров при сохранении региональной климатической специфики Курской области. Анализ температурного режима вегетационного периода сои (май–август) выявил диапазон суммы активных температур от 2248 °С в 2023 г. до 2434 °С в 2024 г. Пространственно-временное распределение атмосферных осадков в вегетационный период отличалось значительной неоднородностью относительно среднемноголетнего уровня в 244,0 мм за май-август, в 2023 г. зафиксировано 240,6 мм, что составило 98,6 % и практически соответствовало норме, в 2024 г. наблюдался выраженный дефицит осадков –133,1 мм, или 54,5 % от среднемноголетнего показателя, а в 2025 г. отмечено превышение уровня многолетних значений – 314,5 мм, что соответствует 128,8 % от нормы. Комплексная оценка влагообеспеченности на основе гидротермического коэффициента позволила классифицировать условия увлажнения как оптимальные в 2023 и 2025 г. и недостаточные в 2024 г., что оказало влияние на рост и развитие сои в эти периоды.

Результаты и их обсуждение. В ходе эксперимента установлено, что предпосевная обработка семян сои микробиологическими препаратами положительно сказывалась на развитии культуры и сроках наступления фенологических фаз.

Посев проводили в первой декаде мая. В контрольном варианте (без обработки семян) всходы появились на 9-14-й день, а при применении биопрепаратов - уже на 8-13-й день, при этом срок появления всходов не зависел от типа используемого препарата. Дальнейшие наблюдения показали, что в опытных вариантах фазы развития - от появления 1-го до 6-го тройчатого листа, бутонизации и цветения - наступали с опережением на 1-2 дня относительно контроля. При этом фаза спелости зерна, напротив, сдвигалась на 2 дня позже (табл.1).

1. Даты наступления фенологических фаз развития сои в зависимости от применения микробиологических препаратов

№ варианта	Посев	Всходы	Тройчатый лист				Бутонизация	Цветение	Спелость
			1-й	2-й	3-й	6-й			
2023 г.									
1	11.05	20.05	2.06	7.06	11.06	24.06	28.06	7.07	8.09
2	11.05	19.05	1.06	6.06	10.06	23.06	26.06	5.07	10.09
3	11.05	19.05	1.06	6.06	10.06	23.06	26.06	5.07	10.09
4	11.05	19.05	1.06	6.06	10.06	23.06	26.06	5.07	10.09
5	11.05	19.05	1.06	6.06	10.06	23.06	26.06	5.07	10.09
2024 г.									
1	2.05	12.05	25.05	29.05	4.06.	10.06	18.06	30.06	26.08
2	2.05	10.05	23.05	27.05	2.06.	8.06	16.06	28.06	28.08
3	2.05	10.05	23.05	27.05	2.06.	8.06	16.06	28.06	28.08
4	2.05	10.05	23.05	27.05	2.06.	8.06	16.06	28.06	28.08
5	2.05	10.05	23.05	27.05	2.06.	8.06	16.06	28.06	28.08
2025 г.									
1	5.05	19.05	28.05	3.06	7.06	18.06	25.06	13.07	8.09
2	5.05	18.05	26.05	1.06	5.06	16.06	23.06	11.07	10.09
3	5.05	18.05	26.05	1.06	5.06	16.06	23.06	11.07	10.09
4	5.05	18.05	26.05	1.06	5.06	16.06	23.06	11.07	10.09
5	5.05	18.05	26.05	1.06	5.06	16.06	23.06	11.07	10.09

Варианты: 1 – контроль (б/о); 2 – Органит Ризо, 2л/т (эталон); 3 – Азотовит, 3 л/т; 4 – Фосфатовит, 3 л/т; 5 – Флоразот, 2 л/т.

Таким образом, использование различных биопрепаратов способствовало удлинению активной вегетации сои на 2 дня за счёт опережения ранних и средних фаз развития при отсрочке наступления спелости. Данный сдвиг фенологического ритма создаёт дополнительные условия для формирования более развитого симбиотического аппарата и накопления ассимилятов, что потенциально способствует увеличению элементов структуры урожая и повышению урожайности. Кроме того, использование различных препаратов приводит к формированию более развитой вегетативной массы и корневой системы растений (рис. 1, 2).



Контроль Органит Ризо Азотовит Фосфатовит Флоразот

Рис. 1**.** Влияние обработки семян сои микробиологическими препаратами на рост и развитие растений; фаза формирования бобов (2025 г.)



Контроль Органит Ризо Азотовит Фосфатовит Флоразот

Рис. 2. Влияние инокуляции семян сои микробиологическими препаратами на рост и развитие растений, перед уборкой (2025 г.)

Эффективность бобово-ризобиального симбиоза напрямую определяется величиной симбиотического аппарата растения. Для оценки этого параметра чаще всего используют количественные и весовые показатели клубеньков на одно растение (общее число клубеньков и их суммарную массу).

Возделывание сои в севообороте опытного участка в течение двух ротаций создало условия для формирования в почве многочисленной местной популяции клубеньковых бактерий на корнях растений контрольного варианта. Это в свою очередь привело к тому, что различия по числу клубеньков между контрольным и опытными вариантами оказались менее выраженными. Тем не менее обработка семян сои микробиологическими препаратами продемонстрировала отчётливое положительное влияние, в опытных вариантах достоверно увеличивались как количество клубеньков на корневой системе растений, так и их суммарная масса (табл. 2).

2. Количество и масса клубеньков на корнях сои в фазе плодообразования при обработке семян микробиологическими препаратами

Обработка семян	Число клубеньков				Масса клубеньков, г/растение			
	2023 г.	2024 г.	2025 г.	среднее	2023 г.	2024 г.	2025 г.	среднее
1. Контроль, без обработки семян	26,2	12,8	27,4	22,1	1,02	0,47	1,09	0,86
2. Органит Ризо, 2 л/т (эталон)	44,5	21,8	46,5	37,6	1,73	0,80	1,86	1,46
3. Азотовит, 3 л/т	45,2	22,2	47,1	38,2	1,76	0,83	1,88	1,49
4. Фосфатовит, 3 л/т	40,2	19,5	41,9	33,9	1,56	0,72	1,67	1,32
5. Флоразот, 2 л/т	42,8	20,7	45,8	36,4	1,66	0,84	1,84	1,45
$НСР_{05}$	1,26	1,18	1,32	1,25	0,26	0,33	0,31	0,30

Установлено, что количество и масса клубеньков находились в прямой зависимости от гидротермических условий вегетационного периода сои. В оптимальных условиях 2023 и 2025 г. количество клубеньков с одного растения в контрольном варианте было в 2 раза больше, чем в засушливых условиях 2024 г. В рамках исследования проведена дифференциация применяемых препаратов по механизму действия. Это позволило оценить вклад каждого типа воздействия на формирование симбиотического аппарата на корнях сои. Применение как специфических инокулянтов на основе брадиризобий (Органит Ризо и Флоразот), так и неспецифических ризосферных микробиологических препаратов (Азотовит и Фосфатовит) достоверно повышало показатели развития симбиотического аппарата относительно контроля ($НСР_{05}$ подтверждает значимость различий).

Среди специфических инокулянтов наиболее выраженный эффект продемонстрировали Органит Ризо (2 л/т, эталон) и Флоразот (2 л/т); в среднем за три года число клубеньков на растение, масса клубеньков существенно превышали контрольные значения.

В группе неспецифических ризосферных препаратов максимальные показатели отмечены при использовании Азотовита (3 л/т). Фосфатовит (3 л/т), несмотря на несколько меньший эффект по сравнению с Азотовитом, оставался статистически значимым относительно контроля.

Таким образом, специфические инокулянты на основе *Bradyrhizobium* и неспецифические ризосферные препараты на основе *Beijerinckia fluminensis* и *Paenibacillus mucilaginosus* способствовали усилению образования клубеньков у сои в условиях Курской области. При этом в рамках проведённого эксперимента наибольшую эффективность по совокупности показателей продемонстрировал препарат Азотовит, незначительно опередивший по массе и количеству клубеньков остальные варианты, включая эталонный инокулянт (рис. 3).


1. Контроль (без обработок семян)


2. Органит Ризо (обработка семян)


3.Азотовит (обработка семян)


4. Фосфатовит (обработка семян)


5.Флоразот (обработка семян)

Рис. 3. Корневая система сои с клубеньками в вариантах с обработкой семян микробиологическими препаратами; фаза плодообразования (2025 г.)

Основными структурными компонентами, определяющими урожайность зерна сои, выступают количество бобов на одном растении, озернённость боба (число зёрен в одном бобе) и масса 1000 зёрен.

Результаты показали, что обработка семян как специфическими инокулянтами, так и неспецифическими ризосферными микроорганизмами способствовала улучшению структурных показателей урожая сои.

В группе специфических инокулянтов препарат Флоразот (2 л/т) практически не уступал эталонному варианту с Органит Ризо (2 л/т).

Среди неспецифических ризосферных препаратов наиболее сбалансированные показатели продемонстрировал Азотовит (3 л/т). Препарат Фосфатовит (3 л/т) также оказал положительное влияние на элементы структуры урожая. Таким образом, в диапазоне опытных вариантов значения по отдельным элементам структуры урожая варьировали незначительно. Полученные данные представлены в таблице 3.

Статистическая обработка ($НСР_{05}$) показала дифференцированное влияние препаратов на структуру урожая сои. Достоверный эффект выявлен только по массе 1000 зёрен – её значимо увеличили Органит Ризо (+1,9 г), Фосфатовит (+1,4 г) и Флоразот (+1,8 г). По количеству бобов эффект отмечен лишь на предельном уровне значимости (Азотовит и Флоразот). По озёрнённости боба и массе зерна с 1 растения статистически значимых различий не зафиксировано.

3. Влияние обработки семян микробиологическими препаратами на элементы структуры урожая сои (в среднем за 2023-2025 г.)

Обработка семян	Число бобов с 1 растения	Озернённость 1 боба, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
1. Контроль, без обработки семян	15,7	2,20	3,93	113,9
2. Органит Ризо, 2 л/т	16,1	2,23	4,18	115,8
3. Азотовит, 3 л/т	16,2	2,22	4,13	114,6
4. Фосфатовит, 3 л/т	15,9	2,22	4,08	115,3
5. Флоразот, 2 л/т	16,2	2,21	4,17	115,7
$НСР_{05}$	0,5	0,06	0,4	0,9

Помимо элементов структуры урожая, исследования охватывали и морфологические параметры растений, имеющие важное агрономическое значение. В частности, оценивали высоту стебля и прикрепления нижних бобов – показатель, критически значимый при механизированной уборке. При применении микробиологических удобрений высота стебля варьировала, что отражает стабильный, хотя и умеренный, стимулирующий эффект инокуляции на линейный рост растений. Различия между группами препаратов по этому параметру не носили выраженного характера, что позволяет говорить о схожем ростостимулирующем потенциале как специфических, так и неспецифических биопрепаратов в условиях проведённого эксперимента (табл. 4).

Улучшение морфологических и структурных показателей растений в опытных вариантах закономерно способствовало росту урожайности сои. Анализ урожайности сои за период исследований показал, что среди специфических ризобиальных инокулянтов наиболее высокую продуктивность обеспечил препарат Органит Ризо (2 л/т). Близкий по эффективности результат продемонстрировал препарат Флоразот. Это свидетельствует о высокой результативности именно специфической инокуляции активными штаммами клубеньковых бактерий в условиях Курской области (табл. 5).

В группе ризосферных микробиологических препаратов (действующих через формирование благоприятной микрофлоры в прикорневой зоне и косвенное улучшение питания растений) эффект был несколько менее выраженным.

4. Влияние обработки семян микробиологическими препаратами на биометрические показатели растений сои (в среднем за 2023-2025 г.)

Обработка семян	Высота, см	
	стебля	прикрепления нижнего боба
1. Контроль, без обработки семян	91,3	14,6
2. Органит Ризо, 2 л/т (эталон)	93,2	15,7
3. Азотовит, 3 л/т	92,7	15,3
4. Фосфатовит, 3 л/т	91,4	14,8
5. Флоразот, 2 л/т	92,8	15,2

Таким образом, ризосферные препараты также способствовали повышению продуктивности культуры, однако их вклад в формирование урожая оказался ниже по сравнению со специфическими инокулянтами. Статистическая оценка результатов подтвердила достоверность выявленных различий, прибавки урожайности во всех опытных вариантах существенно превышают порог наименьшей существенной разности. При этом различия между вариантами также оказались статистически значимыми. Органит Ризо достоверно превосходил Фосфатовит во все годы исследований.

5. Влияние обработки семян микробиологическими препаратами на урожайность сои

Вариант	Урожайность, т/га			Средняя урожайность, т/га	Прибавка	
	2023 г.	2024 г.	2025 г.		т/га	%
1. Контроль, без обработки семян	2,64	2,03	2,41	2,36	-	100
2. Органит Ризо, 2 л/т (эталон)	2,75	2,12	2,66	2,51	0,15	106,3
3. Азотовит, 3 л/т	2,72	2,09	2,63	2,48	0,12	105,1
4. Фосфатовит, 3 л/т	2,69	2,07	2,60	2,45	0,09	103,8
5. Флоразот, 2 л/т	2,74	2,10	2,65	2,50	0,14	105,9
$НСР_{05}$	0,02	0,01	0,03	0,02		

Совокупность полученных данных подтверждает целесообразность применения обработки семян биопрепаратами. При этом наибольшая эффективность достигается при использовании специфических ризобиальных инокулянтов.

В среднем за годы проведения исследований обработка семян сои инокулянтами Органит Ризо (эталон) и Флоразот обеспечила наиболее выраженный рост содержания белка и жира. В варианте с Органит Ризо концентрация белка была выше на 3,9 % относительно контроля, жира - на 4,7 %. Препарат Флоразот также способствовал

повышению качества семян сои: содержание белка увеличилось на 3,6 %, жира - на 5,6%. При этом все указанные приросты превышают $НСР_{05}$, что подтверждает статистическую достоверность эффекта (табл. 6).

6. Влияние обработки семян различными микробиологическими препаратами на качество семян сои (в среднем за 2023-2025 г.)

Обработка семян	Содержание, %		Натура зерна, г/л
	белок	жир	
1. Контроль, без обработки семян	33,6	23,4	766
2. Органит Ризо, 2 л/т (эталон)	34,9	24,5	768
3. Азотовит, 3 л/т	35,0	24,4	767
4. Фосфатовит, 3 л/т	34,3	24,6	769
5. Флоразот, 2 л/т	34,8	24,7	768
$НСР_{05}$	0,5	0,4	-

Несколько менее выраженное влияние на питательную ценность урожая оказало применение ризосферных микробиологических препаратов. Азотовит обеспечил максимальное в группе содержание белка (+4,2 % к контролю), уровень жира увеличился на 4,3 %, данные различия также достоверны. В варианте с Фосфатовитом прирост белка был умеренным (+2,1 %), а прирост содержания жира составил 5,1%, что статистически достоверно.

Натура зерна во всех опытных вариантах незначительно варьировала и не демонстрировала выраженной зависимости от применяемых препаратов.

Таким образом, применение микробиологических препаратов способствовало улучшению качественных характеристик семян сои. Наибольший и статистически достоверный эффект по содержанию белка и жира отмечен для специфических ризобиальных инокулянтов, в том числе для эталонного препарата Органит Ризо и препарата Азотовит. Вариант с Фосфатовитом характеризовался более низким показателем по белку при сохранении достоверного роста содержания жира.

Экономическая оценка применения микробиологических препаратов показала, что их эффективность определяется совокупным воздействием нескольких факторов: способностью повышать урожайность культуры, стоимостью препаратов и рекомендуемыми нормами их внесения. Использование данных агротехнических приёмов позволило увеличить урожайность сои на 0,09-0,15 т/га. Это, в свою очередь, привело к росту стоимости валовой продукции на 3600-6000 руб./га и обеспечило увеличение условного чистого дохода и уровня рентабельности.

Детальный анализ экономических показателей по отдельным препаратам выявил следующую закономерность. Наилучшие результаты продемонстрировал эталонный препарат Органит Ризо при норме внесения 2 л/т. Он обеспечил максимальный условно чистый доход и достиг самого высокого уровня рентабельности.

Близкие, но несколько сниженные показатели зафиксированы при применении препарата Флоразот (2 л/т). Таким образом, в группе специфических инокулянтов, направленных на формирование симбиотической азотфиксации, подтверждена высокая экономическая целесообразность их использования.

При использовании Азотовита (3 л/т) условно чистый доход и рентабельность были достаточно высокими, но уступали эталонному варианту по экономической отдаче. Наименьшую экономическую эффективность продемонстрировал Фосфатовит. Таким образом, в группе ризосферных препаратов по экономической эффективности Азотовит существенно превосходит Фосфатовит по ключевым показателям (табл. 7).

7. Экономические показатели применения микробиологических препаратов для обработки семян сои (в среднем за 2023-2025 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость, руб/т	Условный чистый доход, руб/га	Рентабельность, %
1. Контроль (б/о)	2,36	94400	42316	17930,50	52084	123,1
2. Органит Ризо, 2 л/т (эталон)	2,51	100400	42616	16978,48	57784	135,6
3. Азотовит, 3 л/т	2,48	99200	42466	17123,38	56734	133,6
4. Фосфатовит, 3 л/т	2,45	98000	42466	17333,06	55534	130,8
5. Флоразот, 2 л/т	2,50	100000	42816	17126,40	57184	133,6

Совокупность полученных данных свидетельствует о том, что применение микробиологических препаратов экономически оправдано, однако степень рентабельности напрямую зависит от механизма действия и индивидуальных характеристик конкретного препарата.

Выводы. Результаты проведенных исследований показали, что предпосевная обработка семян сои микробиологическими препаратами в условиях Курской области достоверно повышает продуктивность культуры: прибавка урожайности составила 0,09-0,15 т/га относительно контроля. Наибольшую эффективность продемонстрировали специфические инокулянты – Органит Ризо и Флоразот (урожайность 2,51 и 2,50 т/га соответственно). Среди ризосферных препаратов лучшим по комплексу показателей оказался Азотовит (2,48 т /га).

Применение препаратов улучшило качество зерна, содержание белка увеличилось на 2,1-4,2 %, жира – на 4,3-5,6 % (различия статистически значимы). При этом натура зерна существенно не изменилась.

Экономическая оценка подтвердила целесообразность использования биопрепаратов, рентабельность в опытных вариантах достигала 130,8-135,6 % по сравнению с 123,1 % на контроле. Максимальные чистый доход (57 784 руб/га) и рентабельность (135,6 %) получены при применении Органит Ризо. Флоразот продемонстрировал высокую экономическую отдачу – чистый доход 57 184 руб/га при рентабельности 133,6 %, что приближает его к эталонному препарату.

Таким образом, микробиологические препараты – эффективный приём повышения урожайности и качества сои в условиях чернозёмных почв Курской области. При выборе препарата целесообразно ориентироваться на его механизм действия и совокупные агрономические и экономические показатели.

Литература

1. *Тихонович И.А., Борисов А.Ю., Васильчиков А.Г. и др.* Специфичность микробиологических препаратов для бобовых культур и особенности их производства // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2012. - № 3. - С.11-17.

2. *Тихонович И.А. Завалин А.А.* Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения

эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в РФ// Плодородие. - 2016. - № 5. - С. 28-31.
3. *Бушнева Н.А.* Эффективность совместного применения инокулянтов и фунгицидов при обработке семян сои // Масличные культуры. - 2019. - №. 4. - С. 119-123.
4. *Wei W., Guan D., Ma M. et al.* Long-term fertilization coupled with rhizobium inoculation promotes soybean yield and alters soil bacterial community composition // Frontiers in Microbiology. 2023. Vol. 14. Art. 1161983. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1161983.
5. *Чернов Т.И., Железова А.Д.* Динамика микробных сообществ почвы в различных диапазонах времени (обзор) // Почвоведение. - 2020. - № 5. - С. 590–600.
6. *Баймиев А. Х., Коряков И. С., Акимова Е. С., Владимирова А. А. и др.* Оптимизация поиска высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий для инокуляции бобовых растений // Сельхозбиология, S-h biol, Sel-hoz biol, Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, Agricultural Biology. 2023. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-poiska-vysokoeffektivnyh-shtammov-klubenkovyh-bakteriy-dlya-inokulyatsii-bobovyh-rasteniy (дата обращения: 22.05.2026).
7. *Moretti L. G., Lazarini E., Bossolani J. W., et al.* Can Additional Inoculations Increase Soybean Nodulation and Grain Yield? // Agronomy Journal. – 2018. – Vol. 110, № 2. – P. 715–721. – DOI: 10.2134/agronj2017.09.0540.
8. *Завалин А. А., Соколов О. А., Шмырёва Н. Я.* Экология азотфиксации / А. А. Завалин, О. А. Соколов, Н. Я. Шмырёва. – М.: РАН, 2019. 250, с. – ISBN 978-5-907036-03-1.
9. *Хамоков Х.А.* Активность симбиотической деятельности растений сои // Аграрная наука. - 2014. - № 5. - С. 18-20.
10. *Головина, Е.В.* Влияние инокуляции на продукционный процесс сортов сои при различной влагообеспеченности /Е.В. Головина, В.И. Зотикова // Земледелие. - 2010. - № 8. - С. 41- 43.

References
1.Tikhonovich I.A., Borisov A.Yu., Vasilchikov A.G. and others. The specificity of microbiological preparations for legumes and the peculiarities of their production // Leguminous and cereal crops. 2012. No. 3. pp.11-17 (in Russian).
2. Tikhonovich I.A. Zavalin A.A. Prospects for the use of nitrogen-fixing and phytostimulating microorganisms to increase the efficiency of the agro-industrial complex and improve the agroecological situation in the Russian Federation. Fertility. 2016. No. 5. pp. 28-31(in Russian).
3. Bushneva N.A. The effectiveness of the combined use of inoculants and fungicides in the processing of soybean seeds // Oilseeds. 2019. Issue 4 (180). pp. 119-123(in Russian).
4. Wei W., Guan D., Ma M. et al. Long-term fertilization coupled with rhizobium inoculation promotes soybean yield and alters soil bacterial community composition // Frontiers in Microbiology. 2023. Vol. 14. Art. 1161983. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1161983.
5. Chernov T.I., Zhelezova A.D. Dynamics of soil microbial communities in various time ranges (review) // Soil Science. 2020. No. 5. pp. 590-600 (in Russian).
6. Baymiev A. Kh., Koryakov I. S., Akimova E. S., Vladimirova A. A., Matniyazov R. T., Baymiev A. H. Optimization of the search for highly effective nodule bacteria strains for inoculation of legumes // Agricultural biol., Agricultural biology, S-h biol, Sel-hoz biol, Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, Agricultural Biology. 2023. No.5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-poiska-vysokoeffektivnyh-shtammov-klubenkovyh-bakteriy-dlya-inokulyatsii-bobovyh-rasteniy (date of request: 05/22/2026) (in Russian).
7. Moretti L. G., Lazarini E., Bossolani J. W., et al. Can Additional Inoculations Increase Soybean Nodulation and Grain Yield? // Agronomy Journal. – 2018. – Vol. 110, № 2. – P. 715–721. – DOI: 10.2134/agronj2017.09.0540.
8. Zavalin A. A., Sokolov O. A., Shmyreva N. Ya. Ecology of nitrogen fixation / A. A. Zavalin, O. A. Sokolov, N. Ya. Shmyreva ; Russian Academy of Sciences, All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov. Moscow: RAS, 2019. - 250 p.: ill., tab. – ISBN 978-5-907036-03-1 (in Russian).
9. Khamokov H.A. Activity of symbiotic activity of soybean plants // Agrarian science. 2014. № 5. pp. 18-20 (in Russian).
10. Golovina, E.V. The effect of inoculation on the production process of soybean varieties with different moisture availability /E.V. Golovina, V.I. Zotikova // Agriculture, 2010. № 8. pp. 41-43 (in Russian).

EFFICACY OF BIOLOGICAL PRODUCTS IN SOYBEAN CULTIVATION IN THE KURSK REGION

Zh.N. Minchenko, V.I. Lazarev,
Kursk Federal Agrarian Scientific Center, ul. KarlaMarxa., 70b, Kursk, 305021
Russian Federation
E-mail: minchenko.knii@mail.ru

The results of three-year field trials (2023-2025) conducted at the Kursk FANC Federal State Budgetary Institution to assess the effect of microbiological preparations on the yield and quality of Osmon soybeans in the Kursk region are presented. The objects of the study were specific inoculants (Organite Rhizo, Florazote) and rhizospheric microbiological preparations (Azotovite, Phosphatovite). The soil of the experimental site is typically thick, heavy loamy chernozem with a humus content of 5.5% in the arable layer, alkali hydrolyzable nitrogen – 70 mg/kg, mobile forms of phosphorus and potassium (according to Chirikov) – 89 mg/ kg and 160 mg/kg, respectively, the reaction of the soil medium is slightly acidic – pH 5.6. It was found that the pre-sowing seed treatment with microbiological preparations significantly enhanced the formation of the symbiotic apparatus of soybeans, the number and mass of nodules on the plant significantly exceeded the control values (HCP05 confirms the significance of the differences). A significant increase in yield was revealed, the increase was 0.09-0.15 t/ha relative to the control. Specific inoculants demonstrated the greatest effectiveness, Rhizo organite provided a yield of 2.51 t/ha, Florazote – 2.50 t/ha. Rhizosphere preparations also contributed to productivity growth (Azotovite – 2.48 t/ha, Phosphatovite – 2.45 t/ha), but their effect was slightly lower. Biologics improved grain quality, protein content increased by 2.1-4.2%, fat – by 4.3-5.6% (the differences are statistically significant). The economic assessment showed an increase in profitability to 130.8-135.6% against 123.1% in the control. The maximum net income (57,784 rubles/ha) and profitability (135.6%) were obtained using Organit Rizo, Florazot demonstrated similar indicators (57,184 rubles/ha, 133.6%), which confirms its high economic feasibility.
Keywords: soy (Glycine max), Rhizo organite, Florazote, Azotovite, Phosphatovite, typical chernozem, symbiotic apparatus, productivity, grain quality, economic efficiency.