

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И РАСТЕНИЙ СОИ ИНОКУЛЯНТАМИ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМИ УДОБРЕНИЯМИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ

Е.А. ДУБИНКИНА, А.В. ШАБАЛКИН, кандидат экономических наук
М.Р. МАКАРОВ, аспирант

ТАМБОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ИМЕНИ. И.В. МИЧУРИНА»,
E-mail: dubinkina1961@mail.ru

В статье изложены результаты исследования 2019-2022 гг. по изучению влияния инокуляции семян, а также предпосевной обработки семян и листовой подкормки вегетирующих растений сои в фазе 6-8 листьев микробиологическими удобрениями на продуктивность и хозяйственно ценные признаки культуры в условиях Центрально-Черноземного региона. Наиболее высокий урожай – 2,45 т/га (в среднем за 4 года) получен на варианте с применением инокуляции семян совместно с обработкой семян и вегетирующих растений микробиологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит. Прибавка урожая на данном варианте составила 0,71 т/га или 40,8%. Отмечено положительное влияние совместного применения биологического протравителя с микробиологическими удобрениями и инокулянтom в композиционной смеси на количественные признаки элементов продуктивности. За счет их применения отмечалось повышение сохранности растений к концу вегетации, увеличивалась масса 1000 семян и улучшались показатели качества зерна сои. Содержание сырого протеина в зерне сои в более высоком количестве наблюдалось на вариантах с обработкой семян инокулянтom (28,7-29,6%). Наибольшая разница по сравнению с контролем отмечена на варианте: Азотовит + Фосфатовит (обработка семян и растений) + Нитрофорс Ж, она составила 2,3%. Наибольший сбор белка и жира в урожае сои был получен на вариантах с обработкой семян инокулянтom, максимально – на варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит) (обработка семян и растений), он составил 0,73 т/га и 0,61 т/га соответственно. Использование инновационных препаратов обеспечило снижение себестоимости семян сои на 1500-3640 руб/т, увеличение прибыли от 6200 до 18050 руб/га и уровня рентабельности от 17 до 47,3%.

Ключевые слова: соя; сырой протеин; сырой жир; протравливание семян; инокуляция; микробиологические удобрения; урожайность.

Для цитирования: Дубинкина Е.А., Шабалкин А.В., Макаров М.Р. Изучение обработки семян и растений сои инокулянтами и микробиологическими удобрениями в Центральном Черноземье. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):50-58. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-50-58

STUDY OF THE TREATMENT OF SOYBEAN SEEDS AND PLANTS WITH INOCULANTS AND MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS IN THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

E.A. Dubinkina, A.V. Shabalkin, M.R. Makarov

TAMBOV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE –
BRANCH OF THE I.V. MICHURIN FEDERAL RESEARCH CENTER

Abstract: *The article presents the results of a 2019-2022 study on the effect of seed inoculation, as well as pre-sowing seed treatment and foliar feeding of vegetative soybean plants in the 6-8 leaf phase with microbiological fertilizers on productivity and economically valuable crop traits in the conditions of the Central Black Earth region. The highest yield – 2.45 t/ha (on average for 4 years) was obtained on the variant with the use of seed inoculation together with the treatment of seeds and vegetating plants with microbiological fertilizers Azotovit and Phosphatovit. The yield increase in this variant was 0.71 t/ha or 40.8%. The positive effect of the combined use of a biological dresser with microbiological fertilizers and inoculants in a composite mixture on the quantitative characteristics of productivity elements was noted. Due to their use, an increase in the safety of plants by the end of the growing season was noted, the weight of 1000 seeds increased and the quality indicators of soybean seeds improved. The content of crude protein in soy grain in a higher amount was observed in variants with seed treatment with inoculant (28.7-29.6%). The greatest difference compared to the control was noted on the variant: Azotovite + Phosphatovite (seeds and plants treatment) + Nitroforce Zh, it was 2.3%. The largest collection of protein and fat in the soybean harvest was obtained on variants with seed treatment with inoculant, the maximum - on the variant Background + (Azotovite + Phosphatovite) (seeds and plants treatment), it was 0,73 t/ha and 0,61 t/ha, respectively. The use of innovative preparations ensured a reduction in the cost of soybean seeds by 1500-3640 rubles/ton, an increase in profit from 6200 to 18050 rubles/ha and a level of profitability from 17 to 47,3%.*

Keywords: soy; crude protein; crude fat; seed dressing; inoculation; microbiological fertilizers; productivity.

Главная зерновая бобовая культура мирового земледелия - соя культурная, является важным источником продовольственных, кормовых ресурсов и биологическим фиксатором азота атмосферы [1]. Возделывание культуры сои наряду с ее высокой рентабельностью производства, широкой востребованностью у товаропроизводителей и потребителей является одним из эффективных экологических путей решения развития органической стратегии страны путем использования потенциала симбиотической фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями из воздуха и мобилизации его в почвенных запасах [2].

Возрастающая доля поставляемой на мировой рынок сои обеспечивается как увеличением посевной площади, так и ростом урожайности [3]. Вместе с тем в силу своих биологических особенностей зерновые бобовые культуры в сравнении с колосовыми не всегда обеспечивают высокую и устойчивую урожайность, особенно зерна. Средняя урожайность сои остается невысокой – 1,4-1,5 т/га, как в целом по России, так и в Центральном ФО [4].

Отечественное земледелие, функционирующее в условиях резкого сокращения внесения минеральных удобрений, весьма 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 [5]. Фиксация азота воздуха происходит в процессе симбиоза бобовых с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium* за счет световой энергии, аккумулированной растениями. В зависимости от конкретного вида культуры и условий окружающей среды способность к биологическому связыванию азота у зернобобовых культур составляет от 50 до 200 кг на гектар в год [6].

С целью экологизации производства продукции растениеводства, особое внимание уделяется микробиологическим удобрениям, обогащающим почву азотом и позволяющим переводить труднодоступные для растений формы питательных веществ в легкоусвояемые. К таким относятся Азотовит и Фосфатовит.

Азотовит, в состав которого входят живые клетки и споры бактерий *Azotobacter chroococcum*, обладает азотфиксирующими свойствами. Фосфатовит содержит живые клетки и споры бактерий *Bacillus mucilaginosus*, превращающие нерастворимые соединения

фосфора и калия в доступную для растений форму, также эти бактерии по своей природе защищают растение от грибковых заболеваний.

Микробиологические удобрения создают оптимальные условия для питания, роста и развития растений, оказывают стимулирующее действие на их иммунную систему, повышают сопротивляемость патогенной микрофлоре и стрессовым факторам. Для растений они являются микробиологическими инокулянтами [7].

Материал и методы исследования

Тамбовская область занимает северо-восточную часть Центрально-Черноземного региона. Климат области умеренно континентальный, с устойчивой зимой и преобладанием теплой, нередко полусухого характера погоды в летний период. Область относится к зоне неустойчивого увлажнения, о чем свидетельствует гидротермический коэффициент (ГТК) 0,9-1,1. Годовая сумма осадков составляет 475-500 мм, из них 60-70% выпадает за теплый период года, нередко засухи и суховеи, их вероятность в мае достигает 70%, в июне – 50%, июле – 60% [8].

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_{сол.}) – 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 проводились на опытном участке отдела семеноводства Тамбовского НИИСХ. Полевые опыты закладывали по общепринятой методике с учетной площадью 10 м² в трехкратной повторности рядовым способом при соблюдении принятой в Тамбовской области технологии возделывания сои. Объект исследований – скороспелый сорт сои краснодарской селекции Аванта. Норма высева сои – 900 тыс. всхожих зерен на 1 га. Посев проводили в лучшие агротехнические сроки (5-15 мая) сеялкой ССФК -10 в агрегате с трактором Т-16. Опытные участки во время вегетации обрабатывали с помощью ОПР-10 (опрыскиватель пневматический ранцевый). Учет урожая сои проводили поделяночно комбайном «Сампо-500».

Биохимический анализ семян сои проводили в аналитической лаборатории ТНИИСХ. Сырой жир определяли по методике С.В. Рушковского (1965), сырой протеин – фотоколориметрическим методом определения азота с реактивом Неслера [9]. Математическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

В работе использованы следующие препараты:

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, действующим веществом 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.

Нитрофорс 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, ведь остаток этого элемента в почве значительный. Минеральные удобрения этого не обеспечивают.

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

В исследованиях проводилась обработка семян совместно с протравителем Респекта (1 л/т) микробиологическими удобрениями Азотовит (4-5 л/т) и Фосфатовит (4-5 л/т). Рассматривались варианты с инокуляцией семян сои Нитрофорсом (2 л/т) и без инокуляции. Во время вегетации применялась внекорневая подкормка растений сои в фазе 6-8 листьев

микробиологическими удобрениями Азотовит (0,8 л/га) и Фосфатовит (0,8 л/га). За контроль принят вариант – обработка семян сои протравителем Респекта (1 л/т).

Схема опыта: 1 – Респекта (обработка семян) – фон; 2 - Фон + инокулянт; 3 - Фон + Азотовит (обработка семян) + Азотовит (обработка растений); 4 - Фон + (Азотовит (обработка семян) + инокул.) + Азотовит (обработка растений); 5 - Фон + Фосфатовит (обработка семян) + Фосфатовит (обработка растений); 6 - Фон + (Фосфатовит (обработка семян + инокул.) + Фосфатовит (обработка растений)); 7 - Фон + (Азотовит (обработка семян) + Фосфатовит (обработка семян)) + (Азотовит (обработка растений) + Фосфатовит (обработка растений)); 8 - Фон + (Азотовит (обработка семян) + Фосфатовит (обработка семян) + инокул.) + (Азотовит (обработка растений) + Фосфатовит (обработка растений)).

Результаты и обсуждение

Соя – довольно засухоустойчивая культура. В течение некоторого времени она переносит без особых повреждений засуху, но очень чувствительна к недостатку влаги в период набухания, прорастания семян и появления всходов, а также требует высокой обеспеченности влагой в период цветения – бобобразовании и особенно в периоды формирования бобов – налива семян (расход воды растениями в данные периоды составляет 30,8-39,4% от общего количества за вегетацию) [2].

Характеризуя гидротермические условия 2019-2022 годов, необходимо отметить, что дефицит влаги был отмечен на протяжении всех трех лет (2019 год – 59,4%, 2020 год – 40,1%, 2021 год – 62,5%, 2022 год – 81,8%), однако характер распределения осадков в течение вегетационного периода был различен.

Если в мае и июне 2019 года температура воздуха превышала среднемноголетние показатели, а количество осадков было значительно ниже нормы и растения были несколько угнетены, то в июле в фазу образования бобов и налива семян температурный режим был несколько снижен, а количество осадков оказалось на уровне среднемноголетнего показателя (61,6 мм).

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

Наиболее стрессовыми для возделывания сои были условия 2021 года, которые характеризовались недостаточным количеством осадков в критические по водопотреблению фазы вегетации сои, так в июле и августе осадков выпало ниже нормы на 42,5 и 39,3 мм, а температура оказалась выше среднемноголетних показателей на 2,5°C и 4,6°C соответственно. ГТК июля составил 0,15; августа – 0,08. Большее количество осадков выпало в первые два месяца вегетации – 105,8 мм, выше нормы на 12,6 мм, что и создало благоприятные условия для формирования симбиотического аппарата.

Температура весенне-летнего периода 2022 года оказались выше среднемноголетних значений на 1,2°C, осадков же выпало на 45,2 мм ниже нормы. Летние месяцы вегетационного периода оказались довольно экстремальными для развития растений. ГТК июня составил 0,22; августа – 0,08. В июле в период цветения, образования и роста плодов выпало 55,2 мм осадков, что благоприятствовало формированию урожая сои (табл. 1).

Таблица 1.

Гидротермические условия вегетационного периода сои, 2019-2022 гг.

Годы	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	Май-сентябрь	Средне-многолетняя	Отклонение	Май-сентябрь	Средне-многолетние	Отклонение
2019	17,1	16,5	+ 0,6	150,2	253,0	- 102,8
2020	17,5	16,5	+ 1,0	101,4	253,0	- 151,6
2021	18,5	16,5	+ 2,0	158,2	253,0	- 94,8
2022	17,7	16,5	+1,2	207,0	253,0	- 46,0

Как зернобобовая соя является средообразующей культурой из-за ее способности к симбиотической активности, эффективность которой зависит как от наличия благоприятных почвенно-климатических условий, так и от адаптивных агроприемов [10].

Главным условием активного усвоения азота воздуха бобовыми культурами является наличие в почве специфичных активных штаммов клубеньковых бактерий. Специфичными для сои являются бактерии вид «*Bradyrhizobium japonicum*». В местах традиционного соеосеяния в почве имеются спонтанные активные штаммы клубеньковых бактерий для сои. В новых районах соеосеяния их нет, поэтому необходимо применять специфичные для сои заводские штаммы. В России принято проводить перед посевом инокуляцию семян бобовых культур заводскими штаммами клубеньковых бактерий. Проникая в корень бобового растения клубеньковые бактерии интенсивно размножаются, резко увеличивая свою численность, а после разрушения клубеньков они переходят в почву. Благодаря этому при повторном посеве бобовая культура может формировать активный симбиоз с клубеньковыми бактериями без инокуляции семян заводским штаммом ризобий [11].

Количество клубеньков в вариантах без инокуляции семян в фазе цветения по вариантам изменялось от 7,8 до 9,9 штук на растение, а с инокуляцией – от 14,9 до 21,1 штук на растение. Сильнее других реагировал на инокуляцию вариант Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР)). Количество клубеньков у него возросло на 13,3 шт/раст., по сравнению с контролем и составило 21,1 шт/раст. или 15,6 млн. шт/га. В среднем на вариантах с инокуляцией количество клубеньков было выше на 9,6 шт/раст, чем на вариантах без инокуляции. Уровень образования азотфиксирующих клубеньков на корневой системе сои повысился в среднем по вариантам на 107,9 % по сравнению с контрольными вариантами без инокуляции, а в пересчете на гектар с учетом густоты стояния растений разница составила 7,4 млн. шт/га (табл. 2).

Наиболее высокий уровень образования азотфиксирующих клубеньков на корневой системе сои отмечен в 2021 году – от 13,2 до 23,5 шт/раст. по вариантам.

Таблица 2

Влияние инокуляции и микробиологических удобрений на формирование симбиотического аппарата сои, 2019-2022 гг

Варианты опыта	Обр-ка семян инокулянтами	Кол-во клубеньков, шт/раст	Кол-во клубеньков, млн. шт/га
Фон	не обр.	7,8	4,91
Фон	инокул.	14,9	10,1
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	9,6	6,43
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	20,8	15,2
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	8,1	5,35
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	16,9	12,2
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС + ОР))	не обр.	9,9	6,73
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	инокул.	21,1	15,6

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Использование микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита способствовало улучшению условий роста и развития растений сои.

Количество растений сои к периоду полной спелости в среднем составило в контроле 63 шт/м², а при совместном использовании микробиологических удобрений – 74 шт/м².

Масса 1000 зерен была выше на всех вариантах с обработкой семян сои Нитрофорсом Ж. Более высоким данный показатель оказался на варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР)) с инокуляцией семян, он составил 154,8 г. Прибавка по сравнению с контролем составила 10,1 г. Выделился также вариант Фон + Азотовит (ОС+ОР) с инокуляцией семян с массой 1000 семян 154,0 г.

Анализ снопового образца показал, что высота растений на вариантах с обработкой семян и растений сои различными препаратами превосходила варианты без инокуляции (от 0,7 до 3,7%). Наибольшая высота стеблей была отмечена на варианте с обработкой семян инокулянтом совместно с Азотовитом и Фосфатовитом (ОС+ОР) – 70 см.

Количество бобов и число семян на растении, определяют величину урожая. По количеству бобов на растении отличились варианты: Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР) с инокуляцией семян – 21,4 шт.; Фон + Фосфатовит (ОС + ОР) – 20,7 шт.

По количеству семян на растении отмечен вариант Фон + Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР) – 43,2 шт. Значимый результат по данному показателю отмечен на варианте с инокуляцией семян перед посевом: Фон + Азотовит (ОС + ОР) – 41,4 шт. (табл. 3).

Таблица 3

Элементы структуры урожая сои в зависимости от применения препаратов, среднее за 2019-2022 гг.

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Масса 1000 зерен, г	Высота раст., см	Кол-во бобов на раст. шт.	Количество семян на растении, шт	Количество растений на 1 м ² , шт.
Фон	не обр.	144,7	66,8	17,5	32,4	63
Фон	инокул.	150,4	67,3	19,3	36,3	68
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	148,2	67,4	19,5	38,0	67
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	154,0	69,8	20,1	41,4	73
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	146,4	66,8	18,5	36,2	66
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	151,0	68,1	20,7	38,2	72
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС + ОР))	не обр.	148,2	67,5	19,5	38,0	68
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	инокул.	154,8	70,0	21,4	43,2	74

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Применение инокулянта и микробиологических удобрений для обработки семян и растений способствовало увеличению урожайности сои, которая варьировала от 1,99 т/га до 2,45 т/га, прибавка урожая составила от 0,25 до 0,71 т/га по сравнению с контрольным вариантом Фон (Респекта – 1 л/т).

В среднем за 4 года исследований вариант Фон + инокуляция семян превосходит по урожайности контроль на 0,32 т/га, а наибольшее увеличение урожайности отмечено варианте: Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + инокулянт совместно с листовой обработкой растений сои, который превосходит вариант без инокуляции на 0,14 т/га. При этом по сравнению с контролем (1,74 т/га) прибавка урожая на данном варианте составила 0,71 т/га или 40,8%. То есть действие микробиологических удобрений усиливается благодаря совместной обработке семян сои протравителем и инокулянтом.

Значительные результаты отмечены на варианте Фон + Азотовит (ОС+ОР) с инокуляцией семян. Здесь прибавка к контролю составила 0,61 т/га или 35,0% (табл. 4).

При возделывании сои основными показателями для оценки качества семян являются содержание в них сырого протеина и жира. В среднем за четыре года содержание белка в зерне сои в более высоком количестве наблюдалось на вариантах с обработкой семян инокулянтом (28,7-29,6%). Наибольшая разница по сравнению с контролем отмечена на варианте Фон + ((Азотовит + Фосфатовит) (ОС+ОР)) + инокулянт, которая составила 2,3%. 2020 год оказался наиболее благоприятный для накопления сырого протеина, содержание его в семенах составило от 28,3 до 32,2% по вариантам.

Таблица 4

Влияние обработки инокулянтами и микробиологическими удобрениями на урожайность сои

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Урожайность, т/га					Прибавка к контролю, т/га
		2019	2020	2021	2022	Среднее	
Фон	не обр.	1,69	1,95	1,81	1,52	1,74	-
Фон	инокул.	1,97	2,10	1,92	2,25	2,06	0,32
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	2,48	2,15	2,03	1,80	2,11	0,37
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	2,63	2,40	2,07	2,30	2,35	0,61
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	2,08	2,10	2,05	1,75	1,99	0,25
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	2,32	2,30	2,10	2,28	2,25	0,51
Фон + (Азотовит+ Фосфатовит ОС+ОР))	не обр.	2,36	2,25	2,05	2,05	2,31	0,57
Фон + (Азотовит+ Фосфатовит ОС+ОР))	инокул.	2,65	2,55	2,17	2,45	2,45	0,71
НСР ₀₅		0,14	0,17	0,13	0,21	0,16	

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Содержание жира в семенах сои не зависело от применения препаратов и колебалось от 23,5 до 24,9% по различным вариантам.

Важными показателями, характеризующими сою как ценную кормовую культуру, являются также сбор сырого протеина и жира с единицы площади. Сбор белка и жира напрямую зависит от его содержания и уровня урожайности [5].

Наибольший сбор белка и жира в урожае сои был получен на вариантах с обработкой семян инокулянтами, максимально – на варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР)) + инокулянт, он составил 0,73 т/га и 0,61 т/га соответственно (табл. 5).

Таблица 5

Содержание сырого протеина и жира в зерне сои и сбор с 1 га, среднее за 2019-2022 гг.

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Содержание белка в семенах, %	Содержание жира в семенах, %	Сбор белка с 1 га, т/га	Сбор жира с 1 га, т/га
Фон	не обр.	27,3	24,1	0,47	0,42
Фон	инокул.	29,1	23,7	0,60	0,49
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	27,6	24,3	0,58	0,51
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	28,9	23,5	0,68	0,55
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	28,3	23,6	0,56	0,47
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	28,7	24,3	0,65	0,54
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС + ОР))	не обр.	28,5	24,7	0,66	0,57
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	инокул.	29,6	24,9	0,73	0,61

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Соя – высокорентабельная коммерческая культура. По доходности соя приближается к подсолнечнику и при урожайности в 15 ц/га рентабельность ее производства может достигать 200%, а потенциал сои позволяет получать и более высокие урожаи [12]. Стоимость продукции по вариантам составила 52,2-73,5 тыс. руб./га, а чистая прибыль – 22,41-40,46 тыс. руб./га. Использование инновационных препаратов позволило снизить себестоимость семян на 1,5-3,64 тыс. руб/т и увеличить уровень рентабельности на 17-47,3% по сравнению с контрольным вариантом. Максимальная прибыль – 40,46 тыс. руб/га при

уровне рентабельности 122,5% получена на варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС + ОР)) с инокуляцией семян (табл. 6).

Таблица 6

Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от применения адаптивных агроприемов

Вариант	Инокуляция семян	Стоимость продукции, тыс руб/га	Производственные затраты, тыс. руб/га	Прибыль, тыс. руб/га	Себестоимость, т. руб/т	Рентабельность, %
Фон	не обр.	52,2	29,79	22,41	17,12	75,2
Фон	инокул.	61,8	30,86	30,94	14,98	100,3
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	63,3	31,71	31,59	15,03	99,6
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	70,5	32,50	38,00	13,83	116,9
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	59,7	31,09	28,61	15,62	92,0
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	67,5	31,89	35,61	14,17	111,7
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	не обр.	69,3	32,25	37,05	13,96	114,9
Фон + (Азотовит + Фосфатовит ОС+ОР))	инокул.	73,5	33,04	40,46	13,48	122,5

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Заключение

Таким образом, в результате четырехлетних исследований по изучению влияния комплексного применения предпосевной обработки семян сои инокулянтом Нитрофорс Ж (2 л/т) и микробиологическими препаратами Азотовит (4,5 л/т) + Фосфатовит (4,5 л/т) с использованием листовых подкормок в фазе 6-8 листьев теми же препаратами в дозе по 0,8 л/га, выявлено, что данные препараты обеспечивают достоверную прибавку урожайности на 0,71 т/га или 40,8%, за счет увеличения количества бобов с растения на 3,9 шт., количества семян с растения на 10,8 шт. и массы 1000 семян на 10,1 г.

Оценка агроэкономической эффективности микробиологических удобрений для предпосевной обработки семян и листовых подкормок подтверждает целесообразность их использования для создания оптимальных условий питания, роста и развития растений, повышения качества продукции.

Использование адаптивных агроприемов обеспечивает снижение себестоимости семян сои на 1,5-3,64 тыс. руб/т и увеличение прибыли от 6,2 до 18,0 тыс. руб/га и уровня рентабельности – от 17 до 47,3%.

Литература

1. Белявская Л.Г., Рыбальченко А.М. Скрининг коллекции сои по скороспелости и продуктивности в условиях Левобережной лесостепи Украины // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 1 (29) – С. 63-69.
2. Зотиков В.И., Зубарева К.Ю., Варламов Н.В. Отзывчивость различных сортов сои на применение органоминеральных удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2 (42). – С. 5-15. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-5-15
3. Маржохова М.Х., Кашукоев М.В. Эффективность некорневой подкормки сои микроудобрениями // Масличные культуры. 2022. – Выпуск 2 (190). – С. 77-88.
4. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С. 4-10. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008
5. Парахин Н.В., Осин А.А., Осина В.С. Влияние двойной инокуляции на симбиоз, азотфиксацию, продуктивность и качество семян сои // Вестник ОрелГАУ, – 2008. – № 3 (12). – С. 2-4.
6. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства // Зернобобовые и крупяные культуры, 2016. - № 1 (17), - С. 6-13.

7. Беляев Н.Н., Дубинкина Е.А. Эффективность микробиологических удобрений при обработке семян и растений сои на Северо-Востоке ЦЧР // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2019. – № 2 (30). – С. 67-71. DOI:10.24411/2309-348X-2019-11091
8. Иванова О.М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе // Агротехнический вестник. – 2012. – № 5. – С. 44-47.
9. Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина, Москва: Стандартинформ, 2011, 16 с.
10. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Адаптивная технология возделывания сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 4 (12). – С. 108-113.
11. Храмой В.К., Бурлаков К.С. Влияние инокуляции семян на формирование симбиотического аппарата и развитие растений сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Материалы Международной научной конференции «Агробиотехнология - 2021», Москва, 24-25 ноября 2021. – 1321 с.
12. Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Гераськин А.И., Воронцов В.А., Мустафин, И.И., Дубинкина Е.А., Беляев Н.Н. и др. // Система земледелия нового поколения Тамбовской области. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., – 2016. – 439 с.

References

1. Belyavskaya L.G., Rybalchenko A.M. Skringing kollektzii soi po skorospelosti i produktivnosti v usloviyakh Levoberezhnoi lesostepi Ukrainy [Screening of soybean collection by precocity and productivity in the conditions of the Left-bank forest-steppe of Ukraine] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 1 (29), pp. 63-69. (In Russian)
2. Zotikov V.I., Zubareva K.Yu., Varlamov N.V. Otvychivost' razlichnykh sortov soi na primeneniye organomineral'nykh udobrenii [Responsiveness of various soybean varieties to the use of organomineral fertilizers]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no. 2 (42), pp. 5-15. (In Russian)
3. Marzhokhova M.Kh., Kashukoev M.V. Effektivnost' nekornevoi podkormki soi mikroudobreniyami [The effectiveness of foliar fertilization of soybeans with micronutrients. Maslichnye kul'tury]. 2022, Issue 2 (190), pp. 77-88. (In Russian)
4. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V. Razvitie proizvodstva zernobobovykh kul'tur v Rossiiskoi Federatsii [Development of leguminous crops production in the Russian Federation]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 2 (26), pp. 4-10. (In Russian)
5. Parakhin N.V., Osin A.A., Osina V.S. Vliyanie dvoynoi inokulyatsii na simbioz, azotfiksatsiyu, produktivnost' i kachestvo semyan soi [The effect of double inoculation on symbiosis, nitrogen fixation, productivity and quality of soybean seeds]. *Bulletin of the OrelGAU*, 2008, no. 3 (12), pp. 2-4. (In Russian)
6. Zotikov V.I., Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Naumkin V.V. Zernobobovye kul'tury - vazhnyi faktor ustoichivogo ekologicheskii orientirovannogo sel'skogo khozyaistva [Leguminous crops are an important factor of sustainable ecologically oriented agriculture]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 1 (17), pp. 6-13. (In Russian)
7. Belyaev N.N., Dubinkina E.A. Effektivnost' mikrobiologicheskikh udobrenii pri obrabotke semyan i rastenii soi na Severo-Vostoke TsChR [The effectiveness of microbiological fertilizers in the processing of soybean seeds and plants in the North-East of Central Chernozem Region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 2 (30), pp. 67-71. (In Russian)
8. Ivanova O.M. Otsenka vliyaniya azotnykh udobrenii na produktivnost' sortov ozimoi pshenitsy na tipichnom chernozeme [Assessment of the effect of nitrogen fertilizers on the productivity of winter wheat varieties on typical chernozem]. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2012, No. 5, pp. 44-47. (In Russian)
9. Mezghosudarstvennyi standart. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya sodержaniya azota i syrogo proteina [Interstate standard. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for determination of nitrogen content and crude protein], Moscow: Standartinform, 2011, 16 p. (In Russian)
10. Akulov A.S., Vasilchikov A.G. Adaptivnaya tekhnologiya vozdelvaniya soi [Adaptive technology cultivation of soybeans]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no. 4 (12), pp. 108-113. (In Russian)
11. Khramoi V.K., Burlakov K.S. Vliyanie inokulyatsii semyan na formirovaniye simbioticheskogo apparata i razvitie rastenii soi v usloviyakh Tsentral'nogo raiona Nechernozemnoi zony [The influence of seed inoculation on the formation of the symbiotic apparatus and the development of soybean plants in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone]. Materials of the International Scientific Conference "Agrobiotechnology - 2021", Moscow, November 24-25, 2021, 1321 p.
12. Vislobokova L.N., Skorochkin Yu.P., Geraskin A.I., Vorontsov V.A., Mustafin, I.I., Dubinkina E.A., Belyaev N.N., et al. Sistema zemledeliya novogo pokoleniya Tambovskoi oblasti [The system of agriculture of the new generation of the Tambov region]. Tambov: Publishing house of Pershin R.V., 2016, 439 p. (In Russian)