

РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ СОИ НА ИНОКУЛЯЦИЮ СЕМЯН И РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Москвичев А.Ю.¹, (✉) Агапова С.А.²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

Волгоград, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия

Волгоград, Россия

(✉) e-mail: sveta-sxi@rambler.ru

Цель исследования – выявить реакцию растений сои на инокуляцию семян при разных режимах орошения (влажность не ниже 80% НВ в слоях 0,4 и 0,6 м, дифференцированный по фазам роста и развития водный режим на уровне 70–80–70% НВ в слоях 0,4 и 0,6 м) в условиях Нижнего Поволжья. Объект исследования – посевы сои сорта Волгоградка 2 селекции Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия (ВНИИОЗ). Эксперимент проводили в 2021 и 2022 гг. на опытном поле ВНИИОЗ. В качестве инокулянта использовали препарат Геостим Фит Г производства компании Биотехагро (г. Тимашевск, Краснодарский край) в концентрации 5–10 л/га. Для внекорневой подкормки применяли биопрепараты, природный минерал билатор и фунгицид Колосаль Про. На основании полученных данных установлено, что максимальный прирост продуктивности (132%) получен при инокуляции семян перед посевом на варианте с уровнем влажности почвы 80% НВ. При дифференцированном водном режиме продуктивность составила 129% по сравнению с необработанным контролем. Из средств, применяемых в период вегетации для борьбы с патогенами, предпочтение следует отдать биопрепаратам. Объем собранного зерна был максимальным (3,87 т/га) в контрольном варианте при влажности почвы 80% НВ и использовании инокуляции семян. Второй результат по продуктивности показал вариант с применением природного минерала билатор (3,38 т/га), минимальная урожайность (2,86 т/га) зафиксирована в случае использования химического препарата Колосаль Про. Расчет экономической эффективности показал выгодность обработки посевов сои биопрепаратами. Научная новизна исследования состоит в том, что в ходе его проведения впервые для условий Нижнего Поволжья определена эффективность возделывания сои с учетом влияния сразу нескольких факторов: водный режим почвы, предпосевная обработка семян инокулянтами, обработка растений в период вегетации для борьбы с патогенами.

Ключевые слова: соя, режимы орошения, сорт Волгоградка 2, инокуляция, продуктивность, биопрепараты, билатор, химические средства защиты растений

REACTION OF SOYBEAN PLANTS TO SEED INOCULATION AND DIFFERENT IRRIGATION REGIMES OF LIGHT CHESTNUT SOILS OF THE LOWER VOLGA REGION

Moskvichev A.Yu.¹, (✉) Agapova S.A.²

¹Volgograd State Agricultural University

Volgograd, Russia

²All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture

Volgograd, Russia

(✉) e-mail: sveta-sxi@rambler.ru

The purpose of the research is to find out the reaction of soybean plants to seed inoculation under different irrigation regimes (humidity not lower than 80% MWC (minimum water capacity) in the layers 0,4 and 0,6 m, differentiated by stages of growth and development water regime at the level of 70-80-70% MWC in the layers 0,4 and 0,6 m) in the Lower Volga region conditions. The object of the study is soybean crops of the Volgogradka 2 variety selected by the All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture (VNIIOZ). The experiment was conducted in 2021 and 2022 on the experimental field of VNIIOZ. Geostim Fit G produced by Biotechagro (Timashevsk, Krasnodar Territory) was used as

an inoculant at a concentration of 5-10 l/ha. For foliar feeding biopreparations, natural mineral bilator and fungicide Kolosal Pro were used. Based on the data obtained, it was found that the maximum increase in productivity (132%) was obtained by seed inoculation before sowing in the variant with a soil moisture level of 80% MWC. With differentiated water treatment, the productivity was 129% compared to the untreated control. Of the agents used during the growing season to control pathogens, preference should be given to biopreparations. The volume of the harvested grain was maximum (3.87 t/ha) in the control variant with soil moisture of 80% MWC and the use of seed inoculation. The second result in terms of productivity showed the variant with the use of natural mineral bilator (3.38 t/ha), the minimum yield (2.86 t/ha) was recorded in the case of using the chemical agent Kolosal Pro. The calculation of economic efficiency showed the profitability of soybean crops treatment with biological preparations. The scientific novelty of the study is that in the course of its implementation for the first time for the conditions of the Lower Volga region the efficiency of soybean cultivation was determined taking into account the influence of several factors at once: soil water regime, seed pre-sowing treatment with inoculants, treatment of plants during vegetation to control pathogens.

Keywords: soybeans, irrigation regimes, Volgogradka 2 variety, inoculation, productivity, biologics, bilator, chemical plant protection products

Для цитирования: Москвичев А.Ю., Агапова С.А. Реакция растений сои на инокуляцию семян и режимы орошения светло-каштановых почв в условиях Нижнего Поволжья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 5. С. 13–21. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-5-2>

For citation: Moskvichev A.Yu., Agapova S.A. Reaction of soybean plants to seed inoculation and different irrigation regimes of light chestnut soils of the Lower Volga region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 5, pp. 13–21. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-5-2>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В нынешних экономических условиях большое значение приобретают ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур [1]. Так, одним из самых экономичных и доступных способов снабжения растений азотом в период вегетации является симбиотическая фиксация азота воздуха [2]. В этой связи теоретический и практический интерес представляет разработка агротехнических приемов, увеличивающих активность симбиотической азотфиксации, повышающих урожайность и белковую продуктивность бобовых культур [3]. Например, новые сорта сои, выращиваемые с использованием инновационных агротехнических приемов, способны давать не менее 3 т семян с 1 га [4]. Одним из основных агротехнических приемов, применяемых при возделывании сои, служит инокуляция семян азотфиксирующими бактериями [5, 6].

В настоящее время во всем мире возрастают требования к качеству сельхозпродукции [7], поэтому для ее получения применяют экологически безопасные методы, например бактеризацию семян азотфиксирующими бактериями [8, 9].

Соя – одна из важнейших белково-масличных культур, используемая в пищевой и технической промышленности, а также в производстве кормов и животноводстве [10, 11]. Содержание масла в ее семенах составляет свыше 20%, белка – не менее 40%. Соевый белок отличается высокой физиологической ценностью и богатым аминокислотным составом¹. Благодаря этому зерно сои является полноценным продуктом для восполнения энергетических и белковых потребностей человека и животных [12, 13].

Цель исследования – определение эффективности и степени влияния инокуляции семян на растения сои при разных ре-

¹Ибрагимов А.Д. Соя – уникальная белково-масличная культура // Инновационный подход в стратегии развития АПК России: сб. материалов науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. Махачкала, 2018. С. 40–44.

жимах орошения почвы в условиях Нижнего Поволжья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2021 и 2022 гг. на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия. Объект исследования – посевы сои скороспелого сорта Волгоградка 2² [14].

Опыт предполагал изучение двух водных режимов почвы:

1. Поддержание дифференцированного 70–80–70%-го уровня НВ (наименьшей влагоемкости) при глубине увлажнения (*h*) 0,4 и 0,6 м по схеме: в период от посева до конца ветвления растений – 70% НВ в слое 0,4 м, от начала цветения до конца налива зерна – 80% НВ в слое 0,4 м, от конца налива до полной спелости – не ниже 70% НВ в слое 0,6 м.

2. Поддержание предполивного порога влажности почвы на уровне не ниже 80% НВ в слое 0,4 м в период от посева до конца ветвления, 0,6 м – от начала цветения до полной спелости зерна³.

На основе этих режимов орошения изучали эффективность инокуляции семян сои смесью биологических компонентов в следующей концентрации: Геостим Фит Г – 5–10 л/га, Импровер – 20 мл/т, Гелиос Супер – 1–2 л/т. В качестве контроля использовали вариант без инокуляции семян и без обработки вегетирующих растений, а также с инокуляцией, но без обработки. На фоне инокуляции семян и использования описанных выше режимов орошения рассматривали возможность внекорневого применения различных по природе препаратов: биопрепаратов (Геостим Фит Ж, концентрация 1–2 л/га + БФТИМ, 2–4 л/га + Импровер, 50 мл/100 л раствора + Гумэл Люкс, 1 л/га + Гелиос Бор Молибден, 0,7–2,0 л/га), природного минерала билатор и фунгицида Колосаль Про.

Геостим Фит Г – микробиологический биодеструктор растительных остатков с

мощными фунгицидными свойствами, применяемый для ускорения процессов разложения растительных остатков в поверхностном слое почвы, подавления развития фитопатогенов, стимулирования роста и развития растений. В состав препарата входят сапрофитный гриб *Trichoderma viride*, ассоциативные азотфиксирующие бактерии *Azomonas agilis* и *Azotobacter chroococcum*. Преимущества препарата Геостим:

- 1) защищает растения от широкого круга грибных болезней;
- 2) улучшает структуру почвы;
- 3) повышает урожайность;
- 4) безопасен для растений, животных и человека;
- 5) не приводит к санитарному загрязнению почвы, воздушной и водной среды;
- 6) способствует лучшему усвоению минерального питания растениями.

Бактерицид БФТИМ содержит бактерии *Bacillus amyloliquefaciens* КС-2 и их метаболиты. Препарат применяют для обработки семян. Рабочий раствор готовят непосредственно перед использованием, допускается совмещение с гербицидами, инсектицидами, химическими фунгицидами и микроудобрениями. Преимущества БФТИМ:

- 1) эффективно защищает от грибных и бактериальных заболеваний;
- 2) оказывает ростостимулирующее действие, укрепляет иммунный статус растений;
- 3) допускается совмещение с химическими пестицидами в баковых смесях в интегрированных системах защиты растений;
- 4) не вызывает привыкания у фитопатогенов;
- 5) не приводит к санитарному загрязнению почвы, воздушной и водной среды;
- 6) применяется в любую фазу развития растений, срок ожидания 1 день;
- 7) безвреден для человека, животных, птиц, рыб и насекомых.

Билатор – инновационное высокоэффективное комплексное средство, стимулиру-

²Пат. № 11288, Российская Федерация. Селекционное достижение «Сорт сои Волгоградка 2» / Толоконников В.В., Канцер Г.П., Кружилин И.П., Мелихов В.В., Таранов М.И., Овчинников А.С., Новиков А.А., Кошкарлова Т.С., Иленева С.В., Чамурлиев Г.О.; заявители Волгоградский государственный аграрный университет, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия; опубл. 20.10.2020.

³Иванов А.Л., Кулик К.Н. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 г.: монография. Волгоград, 2009. 302 с.

ющее рост и развитие растений. Препарат представляет собой водно-суспензионный концентрат хлористого технического наноструктурированного магния. Применяется для инкрустации семян, внекорневой обработки бобовых, зерновых и масличных культур. Билятор способствует:

- 1) повышению урожайности сельскохозяйственных культур;
- 2) увеличению всхожести и энергии прорастания;
- 3) образованию мощной корневой системы;
- 4) подавлению развития возбудителей болезней;
- 5) усилению засухо- и морозоустойчивости растений;
- 6) повышению сопротивляемости вредителям.

Колосаль Про – двухкомпонентный системный фунгицид, обеспечивающий длительную защиту зерновых, сахарной свеклы, винограда, рапса, сои, гороха и других культур от целого комплекса болезней. В состав препарата входят тебуконазол (200 г/л) и пропиконазол (300 г/л). Преимущества Колосаль Про следующие:

- 1) широкий спектр подавляемых патогенов;
- 2) высокая проникающая способность;
- 3) быстрота фунгицидного действия;
- 4) отличные системные свойства;
- 5) длительный период защиты.

Данные препараты использовали при обнаружении болезней и вредителей на растениях сои до периода созревания бобов.

Общая площадь делянок составила 2363 м², делянок I порядка – 1182 м², II порядка – 393, III порядка – 98,25 м². Почва опытного участка светло-каштановая тяжелосуглинистая, характеризующаяся небольшой мощностью гумусового слоя (0–0,28 м, содержание гумуса 1,3–1,4%). Реакция почвенного раствора слабощелочная, рН водной вытяжки 7,2–7,7. По содержанию элементов питания почвы отличаются низкой обеспеченностью азотом, средней – подвижным фосфором и повышенной – обменным калием. Плотность естественного сложения почвы в среднем для расчетных слоев 0–0,4 и 0–0,6 м составляет 1,38 и 1,43 т/м³ соответственно. Показатели порозности по слоям варьируют от 46,64 до 51,59%. Способ по-

сева широкорядный с междурядьями 0,7 м. Посев проводили во II декаде мая с применением сеялки Mater Makk при норме высева 600 тыс. всхожих семян/га.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Перед комбайновой (массовой) уборкой урожая осуществляли отбор снопов, вели учет биологической урожайности с 1 м². В результате анализа отобранных снопов определяли основные параметры структуры урожая: масса зерна с одного растения, масса 1 тыс. зерен, высота прикрепления нижнего боба (см. табл. 1), а также количество бобов на одном растении, число зерен в бобах и масса одного растения.

Представленные в табл. 1 данные доказывают преимущество уровня увлажнения почвы не ниже 80% НВ в слоях 0,4 и 0,6 м.

Кроме того, по двум выбранным водным режимам выявлено превосходство обработки семян инокулянтом по сравнению с вариантами без инокуляции. Различия по параметрам структуры урожая наблюдались на делянках II порядка при использовании средств защиты растений в период вегетации. Так, при поддержании дифференцированного водного режима почвы (70–80–70% НВ в слоях 0,4 и 0,6 м) в варианте без инокуляции и без обработки масса зерна с одного растения была минимальной и составила в среднем 3,79 г, масса 1 тыс. зерен – 102,5 г. Наилучшие показатели (5,48 и 133,03 г соответственно) получены при использовании биопрепаратов, несколько меньшие – при применении билатора (4,85 и 124,03 г) и фунгицида (4,34 и 111,50 г). Аналогичная картина наблюдалась по варианту с дифференцированным режимом орошения и инокуляцией семян. При этом наибольшие значения массы зерна с одного растения и массы 1 тыс. зерен зафиксированы при использовании биопрепарата (8,22 и 144,03 г), наименьшие – при применении фунгицида (5,58 и 118,75 г).

При поддержании предполивного порога влажности на уровне не ниже 80% НВ в слоях 0,4 и 0,6 м в контрольном варианте (без инокуляции и без обработки) масса зерен с одного растения оказалась равной 6,03 г, масса 1 тыс. зерен – 116,85 г. При ис-

Табл. 1. Влияние изучаемых факторов на структуру урожая сои сорта Волгоградка 2
Table 1. The influence of the studied factors on the structure of the soybean crop of the Volgogradka 2 variety

Вариант опыта			Масса зерна с одного растения, г			Масса 1 тыс. зерен, г			Высота прикрепления нижнего боба, м		
			2021 г.	2022 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	Среднее
70–80–70% НВ, $h = 0,4$ и $0,6$ м	Без инокуляции	Контроль	3,80	3,78	3,79	101,20	103,80	102,50	0,10	0,13	0,12
		Биопрепарат	5,52	5,44	5,48	131,80	134,25	133,03	0,12	0,16	0,14
		Билатор	4,88	4,82	4,85	122,70	125,35	124,03	0,11	0,15	0,13
		Фунгицид	4,36	4,31	4,34	110,50	112,50	111,50	0,10	0,13	0,12
	С инокуляцией	Контроль	5,46	5,31	5,39	110,30	113,20	111,75	0,11	0,14	0,13
		Биопрепарат	8,19	8,24	8,22	141,95	146,10	144,03	0,13	0,17	0,15
		Билатор	6,74	6,69	6,72	130,60	134,30	132,45	0,12	0,15	0,14
		Фунгицид	5,60	5,56	5,58	115,20	122,30	118,75	0,11	0,14	0,13
80% НВ, $h = 0,4$ и $0,6$ м	Без инокуляции	Контроль	6,00	6,05	6,03	119,10	114,60	116,85	0,11	0,15	0,13
		Биопрепарат	8,30	8,29	8,30	149,00	144,90	146,95	0,13	0,18	0,16
		Билатор	7,10	7,02	7,06	138,60	133,80	136,20	0,13	0,16	0,15
		Фунгицид	6,80	6,65	6,73	126,90	120,45	123,68	0,11	0,15	0,13
	С инокуляцией	Контроль	7,20	7,29	7,25	132,90	131,25	132,08	0,11	0,16	0,14
		Биопрепарат	10,30	10,21	10,26	157,00	155,90	156,45	0,14	0,19	0,17
		Билатор	9,00	8,96	8,98	148,10	144,95	146,53	0,12	0,18	0,15
		Фунгицид	7,60	7,49	7,55	139,70	137,90	138,80	0,11	0,17	0,14

пользовании различных препаратов в период вегетации данные показатели были незначительно выше по сравнению с контрольными значениями. В контрольном варианте с инокуляцией средняя величина указанных параметров структуры урожая составила 7,25 и 132,08 г соответственно. При проведении инокуляции и обработки наивысшими оказались показатели варианта с использованием биопрепаратов – 10,26 и 156,45 г. Обработка посевов природным минералом билатор и химическими средствами защиты растений дала промежуточные результаты между контролем и применением биопрепаратов.

Высота прикрепления нижнего боба также различалась по вариантам опыта, но все-таки разница была несущественной и находилась в пределах 0,12–0,17 м.

Итогом любого исследования в сельскохозяйственной практике служит определение наиболее значимого параметра – продуктивности изучаемой культуры. Именно по ее величине оценивают эффективность действия каких-либо факторов.

Из табл. 2 видно, что в варианте с дифференциацией водного режима и глубины увлажнения почвы по фазам роста и развития растений сои (70–80–70% НВ, $h = 0,4$ и $0,6$ м) без инокуляции семян и листовой обработки наблюдалась минимальная урожайность, которая за два года исследований составила в среднем 1,43 т/га. При обработке семян инокулянтном и вегетирующих растений биопрепаратом продуктивность увеличивалась, достигнув 2,78 т/га.

Табл. 2. Продуктивность сои сорта Волгоградка 2 на различных вариантах
Table 2. Volgogradka 2 soybean variety productivity on different options

Вариант опыта			Урожайность, т/га			Прибавка	
			2021 г.	2022 г.	Среднее	т/га	%
70–80–70% НВ, $h = 0,4$ и $0,6$ м	Без инокуляции	Контроль	1,44	1,42	1,43	–	–
		Биопрепарат	2,12	1,99	2,06	0,63	44,10
		Билатор	1,87	1,76	1,82	0,39	27,30
		Фунгицид	1,66	1,61	1,64	0,21	14,70
	С инокуляцией	Контроль	1,95	1,86	1,91	–	–
		Биопрепарат	2,71	2,85	2,78	0,87	45,60
		Билатор	2,49	2,38	2,44	0,53	27,70
		Фунгицид	2,09	2,01	2,05	0,14	7,30
80% НВ, $h = 0,4$ и $0,6$ м	Без инокуляции	Контроль	2,15	2,14	2,15	–	–
		Биопрепарат	2,93	2,78	2,86	0,71	33,00
		Билатор	2,61	2,53	2,57	0,42	19,50
		Фунгицид	2,29	2,31	2,30	0,15	7,00
	С инокуляцией	Контроль	2,77	2,67	2,72	–	–
		Биопрепарат	3,90	3,84	3,87	1,15	42,30
		Билатор	3,42	3,34	3,38	0,66	24,30
		Фунгицид	2,91	2,81	2,86	0,14	5,10

Примечание. 2021 г.: НСР₀₅ А = 0,19, НСР₀₅ В = 0,11, НСР₀₅ С = 0,09, НСР₀₅ АВС = 0,16; 2022 г.: НСР₀₅ А = 0,20, НСР₀₅ В = 0,12, НСР₀₅ С = 0,10, НСР₀₅ АВС = 0,16

При поддержании водного режима почвы на уровне 80% НВ в слоях 0,4 и 0,6 м и сочетании инокуляции семян с листовой подкормкой биопрепаратом была получена максимальная урожайность, которая за два года составила в среднем 3,87 т/га, что на 1,15 т/га больше по сравнению с необработанным контролем.

Далее рассмотрим экономическую эффективность исследуемого агроприема. Экономическая эффективность – результат воздействия изучаемых факторов в денежном выражении, определяемый сопоставлением общих затрат со стоимостью всего урожая (прибавка). При расчете экономической эффективности следует учитывать следующие показатели: стоимость полученного урожая, затраты на покупку, доставку и применение средств защиты растений. В итоговый показатель общих затрат необходимо включить затраты на уборку и доработку дополнительного урожая, полученного в результате применения средств защиты растений. В нашем

случае стоимость полученного в 2022 г. урожая составила 35 р./кг, цена биопрепаратов – 905 р., билатора – 150 р., фунгицида – 1391 р.

Анализ экономической эффективности показал, что применение инокуляции семян на изучаемых вариантах водного режима почвы является экономически выгодным агроприемом (см. табл. 3). Так, при 70–80–70% НВ в слоях 0,4 и 0,6 м рентабельность находилась в пределах 98,2–148,1%, без инокуляции показатели были ниже – 33,5–84,0%, в контрольном варианте величина данного параметра варьировала от 148,3 до 238,3% и от 96,5 до 150,2% соответственно.

Все это сказалось на себестоимости продукции. При дифференцированном водном режиме в варианте без инокуляции семян она составила от 19,0 до 26,2 тыс. р./т, в варианте с инокуляцией – от 14,1 до 19,3 тыс. р./т. При 80% НВ по слоям 0,4 и 0,6 м себестоимость в вариантах без инокуляции колебалась от 14,0 до 17,8 тыс. р./т, в вариантах с инокуляцией – от 10,3 до 14,1 тыс. р./т.

Табл. 3. Оценка экономической эффективности использования изучаемых режимов орошения и препаратов при возделывании сои сорта Волгоградка 2 (2021, 2022 гг.)

Table 3. Assessment of economic efficiency of the studied irrigation regimes and preparations in the cultivation of the Volgogradka 2 soybean variety (2021, 2022)

Показатель	Без инокуляции				С инокуляцией			
	Контроль	Биопрепарат	Билаттор	Фунгицид	Контроль	Биопрепарат	Билаттор	Фунгицид
<i>Дифференцированный водный режим почвы: 70–80–70% НВ, h = 0,4 и 0,6 м</i>								
Урожайность, т/га	1,43	2,06	1,82	1,64	1,91	2,78	2,44	2,05
Цена реализации, кг/р.	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Стоимость валовой продукции, тыс. р./га	50,05	72,1	63,7	57,4	66,85	97,3	85,4	71,75
Затраты средств, тыс. р./га	37,48	39,11	38,40	39,38	37,52	39,22	38,44	39,42
Себестоимость зерна, тыс. р./т	26,2	19,0	21,1	24,0	19,3	14,1	15,8	19,2
Чистый доход, тыс. р./га	12,57	32,99	25,30	18,03	29,33	58,08	46,96	32,33
Уровень рентабельности, %	33,5	84,4	65,9	45,8	78,2	148,1	122,1	82,0
<i>Контрольный водный режим почвы: 80% НВ, h = 0,4 и 0,6 м</i>								
Урожайность, т/га	2,15	2,86	2,57	2,3	2,72	3,87	3,38	2,86
Цена реализации, кг/р.	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Стоимость валовой продукции, тыс. р./га	75,25	100,1	89,95	80,5	95,2	135,45	118,3	100,1
Затраты средств, тыс. р./га	38,3	40,0	39,22	40,2	38,3	40,0	39,3	40,2
Себестоимость зерна, тыс. р./т	17,8	14,0	15,3	17,5	14,1	10,3	11,6	14,1
Чистый доход, тыс. р./га	36,95	60,10	50,72	40,30	56,86	95,41	79,03	59,86
Уровень рентабельности, %	96,5	150,2	129,3	100,3	148,3	238,3	201,3	148,8

ВЫВОДЫ

1. В условиях Нижнего Поволжья предпосевная инокуляция семян и обработка вегетирующих растений сои биологическими препаратами способствуют снижению поражаемости болезнями и вредителями.

2. Исходя из результатов проведенных исследований, лучшим следует признать следующий вариант: водный режим почвы 80% НВ в слоях 0,4 и 0,6 м + инокуляция семян перед посевом (Геостим Фит Г, концентрация 5–10 л/га + Импровер, 20 мл/т + Гелиос Супер, 1–2 л/т) + листовая обработка биопрепаратами (Геостим Фит Ж, концентрация 1–2 л/га + БФТИМ, 2–4 л/га + Импровер, 50 мл/100 л раствора + Гумэл Люкс, 1 л/га + Гелиос Бор Молибден, 0,7–2,0 л/га). На основе данного варианта удалось получить максимальную урожайность 3,87 т/га при рентабельности 238,0%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайдученко А.Н., Сюмак А.В., Коротенко Б.А. Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от применяемых технологий // Земледелие. 2017. № 2. С. 23–25.

2. Niewiadomska A., Sulewska H., Wolna-Maruwka A., Ratajczak K., Waraczewska Z., Budka A. The influence of biostimulants and foliar fertilizers on the process of biological nitrogen fixation and the level of soil biochemical activity in soybean (*Glycine max* L.) cultivation // Applied ecology and environmental research. 2019. N 17 (5). P. 12649–12666.

3. Бельшикина М.Е. Проблема производства растительного белка и роль зерновых бобовых культур в ее решении // Природообустройство. 2018. № 2. С. 65–73.

4. Курсанова Е.В., Цуканова З.Р., Васильчиков А.Г., Чекалин Е.И. Оценка влияния инокуляции семян на урожайность сои в Орловской области // Вестник аграрной науки. 2017. № 4 (67). С. 62–68. DOI: 10.15217/48484.

5. Васильчиков А.Г., Акулов А.С. Управление вегетацией перспективных сортообразцов сои путем применения высокоэффективных инокулянтов // Земледелие. 2018. № 4. С. 19–22.

6. Saranraj P., Al Tawaha A., Sivasakthivelan P. Diversity and evolution of Bradyrhizobium communities relating to Soybean cultivation: A review // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. T. 788. N 1. P. 12208.

7. Муравьев А.А., Демидова А.Г. Урожай и качество семян сортов сои в лесостепи Центрально-Черноземного региона на разнородных фонах // Земледелие. 2018. № 3. С. 22–25. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10304.
8. Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Васин Е.А. Взаимодействие ризобияльных бактерий с растениями сои сортов приморской селекции // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2019. № 3 (205). С. 48–54.
9. Васин В.Г., Саньев Р.Н., Васин А.В., Бурунов А.Н., Просандеев Н.А., Трифонов Д.И. Применение микроудобрительных смесей и биопрепаратов при возделывании сои // Агротехнический вестник. 2019. № 2. С. 47–52. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10027.
10. Шабалкин А.В., Дубинкина Е.А. Соя – перспективная высокоурожайная культура // Сахарная свекла. 2022. № 1. С. 34–37.
11. Шабалкин А.В., Дубинкина Е.А., Беляев Н.Н. Влияние обработки семян и вегетирующих растений сои микробиологическими удобрениями на урожайность и качество продукции в условиях Центрально-Черноземного региона // Аграрная Россия. 2020. № 9. С. 12–16.
12. Васильчиков А.Г., Гурьев Г.П. Изучение эффективности различных форм микробных препаратов для инокуляции сои // Земледелие. 2017. № 3. С. 3–4.
13. Петровский А.С., Каракотов С.Д. Микробиологические препараты в растениеводстве: альтернатива и партнерство // Защита и карантин растений. 2017. № 2. С. 14–18.
14. Толоконников В.В., Кошкарлова Т.С. Новый сорт сои Волгоградка 2 // Научный журнал Российского научно-исследовательского института проблем мелиорации. 2021. Т. 11. № 1. С. 14–23. DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-14-23.
1. Gaiduchenko A.N., Sumak A.V., Korotenko V.A. Economic efficiency of soybean cultivation depending on applied technologies. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2017, no. 2, pp. 23–25. (In Russian).
2. Niewiadomska A., Sulewska H., Wolna-Maruwka A., Ratajczak K., Waraczewska Z., Budka A. The influence of biostimulants and foliar fertilizers on the process of biological nitrogen fixation and the level of soil biochemical activity in soybean (*Glycine max* L.) cultivation. *Applied ecology and environmental research*, 2019, no. 17 (5), pp. 12649–12666.
3. Belyshkina M.E. Problem of production of vegetable protein and role of grain legumes in its decision. *Prirodoobustroystvo = Environmental Engineering*, 2018, no. 2, pp. 65–73. (In Russian).
4. Kirsanova E.V., Tsukanova Z.R., Vasilchikov A.G., Chekalin E.I. Evaluation of the effect of seed inoculation on soybean yields in the Orel region. *Vestnik Agrarnoi Nauki = Bulletin of Agrarian Science*, 2017, no. 4 (67), pp. 62–68. (In Russian). DOI: 10.15217/48484.
5. Vasil'chikov A.G., Akulov A.S. Management of the growing season of promising soybean varieties by using highly effective inoculants. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2018, no. 4, pp. 19–22. (In Russian).
6. Saranraj P., Al Tawaha A., Sivasakthivelan P. Diversity and evolution of Bradyrhizobium communities relating to Soybean cultivation: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021, vol. 788, no. 1, p. 12208.
7. Murav'ev A.A., Demidova A.G. Yield and grain quality of soybean varieties in the forest-steppe of the central chernozem region against backgrounds with different fertilization. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2018, no. 3, pp. 22–25. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10304.
8. Butovets E.S., Lukyanchuk L.M., Vasin E.A. Interaction of rhizobial bacteria with plants of soybean varieties developed in Primorsky Krai. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk = Vestnik of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2019, no. 3 (205), pp. 48–54. (In Russian).
9. Vasin V.G., Saniev R.N., Vasin A.V., Burunov A.N., Prosandeev N.A., Trifonov D.I. Microfertilizers and biopreparations application for soya cultivation. *Agrokhimicheskiy vestnik = Agrochemical Herald*, 2019, no. 2, pp. 47–52. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10027.
10. Shabalkin A.V., Dubinkina E.A. Soybeans is a perspective high cost-effective culture. *Sakhar-naya sviokla = Sugar beet*, 2022, no. 1, pp. 34–37. (In Russian).
11. Shabalkin A.V., Dubinkina E.A., Belyaev N.N. Influence of processing of soybean seeds and

- vegetating plants with microbiological fertilizers on yield and product quality in the Central Black Earth region. *Agrarnaya Rossia = Agrarian Russia*, 2020, no. 9, pp. 12–16. (In Russian).
12. Vasilchikov A.G., Guryev G.P. Investigation of efficiency of different forms of microbial preparations for soybean inoculation. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2017, no. 3, pp. 3–4. (In Russian).
 13. Petrovsky A.S., Karakotov S.D. Microbiological preparations in crop production: Alternative and partnership. *Zaschita i karantin rasteniy = Plant Protection and Quarantine*, 2017, no. 2, pp. 14–18.
 14. Tolokonnikov V.V., Koshkarova T.S. New soya variety Volgogradka 2. *Nauchniy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii = Land Reclamation and Hydraulic Engineering*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 14–23. (In Russian). DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-14-23.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Москвичев А.Ю., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

✉ **Агапова С.А.**, младший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 400002, Волгоград, ул. Тимирязева, 9; e-mail: sveta-sxi@rambler.ru

AUTHOR INFORMATION

Alexander Yu. Moskvichev, Doctor of Science in Agriculture, Professor

✉ **Svetlana A. Agapova**, Junior Researcher; **address:** 9, Timiryazev St., Volgograd, 400002, Russia; e-mail: sveta-sxi@rambler.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 28.12.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 10.02.2023
Дата публикации / Published 20.06.2023