Научная статья
УДК 631.81.095.337:633.34
doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_177

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОХИМИКАТА НА ОСНОВЕ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ЭКО-СП НА ПОСЕВАХ СОИ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Лазарев, Ж.Н. Минченко, А.Я. Башкатов
Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

Аннотация. Представлены результаты лабораторных и полевых опытов по изучению эффективности использования агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП при возделывании сои на черноземных почвах Курской области. Установлено, что обработка семян сои гуминовым препаратом ЭКО-СП способствовала повышению энергии прорастания семян на 4%, лабораторной всхожести — на 3% и оказывала стимулирующее действие на рост проростков. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га увеличивало активность бобово-ризобиального симбиоза, способствовало повышению количества азотфиксирующих клубеньков на 11,5 шт./растение, массы клубеньков — на 1,16 г/растение, количества фиксированного азота воздуха — на 27,0 кг/га в сравнении с контрольным вариантом. При использовании ЭКО-СП на посевах сои количество бобов с 1-го растения увеличивалось на 1,7 шт., количество зерен в бобе — на 0,2 шт., масса зерна с 1-го растения — на 1,41 г, масса 1000 зерен — на 3,4 г, что способствовало увеличению урожайности зерна сои на 5,1 ц/га или на 21,5%, повышению содержания протеина в зерне на 1,9%, жира — на 0,9%. При расчете экономической эффективности установлено, что использование гуминового препарата ЭКО-СП при возделывании сои было экономически выгодно. Внесение ЭКО-СП в дозе 2,5 л/г под предпосевную культивацию, а также двукратная обработка посевов в дозе 1,2 л/га в фазе 3 и 6-го тройчатого листа обеспечивало получение условно чистого дохода 70404 руб./га, при себестоимости 1 ц зерна сои равной 1305,42 руб. и уровне рентабельности 187,3%. Учитывая существенное снижение затрат из-за внесения агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП в баковых смесях с пестицидами, экономическая эффективность использования этого препарата была еще выше.

Ключевые слова: соя, агрохимикат на основе гумусовых веществ ЭКО-СП, симбиотическая деятельность клубеньковых бактерий, урожайность, структура урожая, белок, жир, экономическая эффективность

Original article

THE EFFICIENCY OF ECO-SP AGROCHEMICAL BASED ON HUMUS SUBSTANCES APPLIED IN SOYBEANS UNDER THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF KURSK REGION

V.I. Lazarev, Zh.N. Minchenko, A.Ya. Bashkatov
Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

Abstract. The results of laboratory and field experiments to study the efficiency of the applied agrochemicals based on ECO-SP humus substances in soybean cultivation under the conditions of chernozem soils of Kursk region are presented. It was found that the treatment of soybean seeds with ECO-SP increased the germination energy of seeds by 4%, laboratory germination by 3%, and had a stimulating effect on the growth of seedlings. The application of the ECO-SP preparation for pre-sowing cultivation at a rate of 2.5 l/ha and double treatment of the crops in the phase of the 3rd triplet leaf at a rate of 1.2 l/ha and that of the 6th triplet leaf at a rate of 1.2 l/ha increased the activity of legume-rhizobial symbiosis, contributed to an increase in the number of nodules by 11.5 pcs /plant, the mass of nitrogen-fixing nodules by 1.16 g/plant, the amount of fixed nitrogen in the air by 27.0 kg/ha in comparison with the control variant. When using the ECO-SP preparation in soybeans, the number of beans per plant increased by 1.7 pcs., the number of grains per bean by 0.2 pcs., the weight of grain per plant by 1.41 g, the weight of 1000 grains by 3.4 g. This contributed to an increase in soybean yield by 5.1 centner/ha, or by 21.5%, increased the protein content in the grain by 1.9%, fat by 0.9%. Calculations of economic efficiency showed that the application of the preparation ECO-SP in soybeans was economically profitable. The application of the preparation ECO-SP for pre-sowing cultivation at a rate of 2.5 l/ha and double treatment of the crops in the phase of the 3rd triple leaf at a rate of 1.2 l/ha + treatment of the crops in the phase of the 6th triple leaf at a rate of 1.2 l/ha provided 70,404 rubles/ha of conditionally net income, with the cost of 1 kg of grain equal to 1,305.42 rubles and the level of profitability 187.3%. Taking into account the significant reduction in costs due to the application of agrochemicals based on ECO-SP humus substances in tank mixtures with pesticides, economic efficiency of applied preparation was even higher.

Keywords: soybeans, agrochemicals based on humus substances ECO-SP, symbiotic activity of nodule bacteria, yield, yield formula, protein, fat, economic efficiency

Введение

В последние годы при нехватке производственных ресурсов и стабильном росте цен на энергоносители в хозяйствах Курской области предпочтение отдается культурам и технологиям их возделывания, требующих наименьших энергозатрат. В связи с этим большой интерес представляет увеличение посевов сои — продовольственной, технической и кормовой культуры, имеющей важное значение в условиях белкового дефицита [1, 2]. В сравнении с зерновыми злаковыми культурами зерно сои содержит в 2-3 раза больше белковых веществ, что обеспечивает высокий выход переваримого протеина и незаменимых аминокислот [3].

Увеличение посевной площади под сою в Курской области наблюдается с каждым годом. Если в 2010-2015 гг. площади посева сои в области составляли 36-40 тыс. га, то уже в 2016 г. — 136, в 2017 г. — 173, в 2018 г. — 216, в 2019 г. — 281, в 2020 г. — 265, в 2021 г. — 277 тыс. га. Средняя урожайность сои по области колебалась от 17,0 ц/га в 2019 г. до 21,7 ц/га в 2020 г., а валовый сбор зерна сои в 2019 и 2020 гг. составил 600000 и 553000 т соответственно (рис. 1).

© Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Башкатов А.Я., 2022

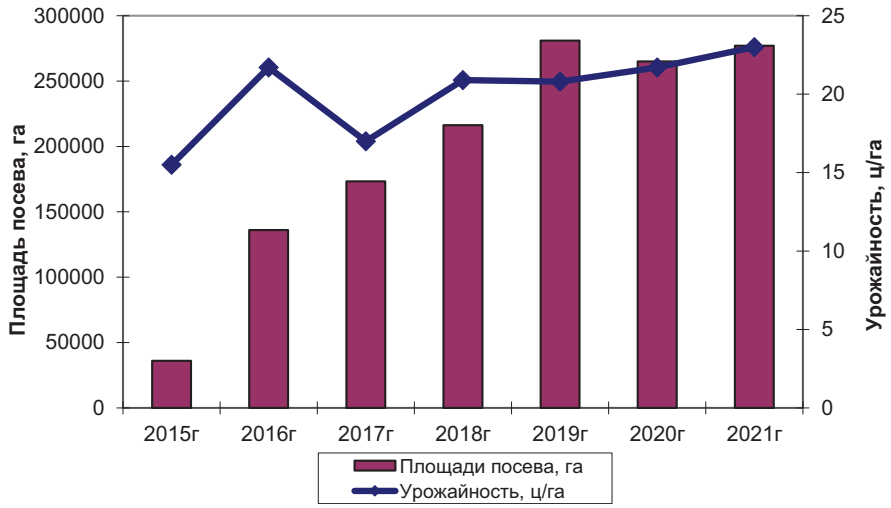

Рисунок 1. **Динамика площадей посева и урожайности сои в Курской области**
Figure 1. **Dynamics of soybean acreage and yield in Kursk region**

В некоторых районах Курской области, таких как Беловский, Суджанский, Золотухинский, Большесолдатский, урожайность сои в последние годы превышает среднеобластное значение и колеблется в пределах 21,4-29,7 ц/га. Это свидетельствует о достаточных резервах в повышении уровня урожайности и роста валовых сборов зерна этой ценной зернобобовой культуры. Обеспечить стабильное получение высоких урожаев высококачественной сои возможно лишь путем внедрения в производство агротехнологий возделывания нового поколения, в которых органично объединяются в единое целое принципы интенсификации, биологизации и ресурсосбережения [4, 5, 6].

Основными элементами технологий возделывания сои, направленными на увеличение урожайности качественной продукции, являются: использование скороспелых и ультраскороспелых, высокопродуктивных сортов, адаптированных к условиям их возделывания, внедрение эффективных систем защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, ресурсосберегающих способов обработки почвы, научно обоснованной системы удобрения [7, 8]. Таким образом, разработка технологий возделывания сои, основанных на учете особенностей сортовой агротехники, адаптация их к почвенно-климатическим условиям возделывания, являются весьма актуальной задачей и широко востребованы среди сельхозтоваропроизводителей.

Учитывая постоянный рост цен на минеральные удобрения и средства защиты растений, сельхозтоваропроизводители вынуждены искать иные пути повышения урожайности сои — возделывать ее по агротехнологиям нового поколения. Основой таких технологий является широкое использование биологических препаратов, регуляторов роста и бактериальных удобрений, позволяющих повышать иммунитет растений к наиболее опасным возбудителям болезней, применение которых с экономической точки зрения становится более выгодным и экологически безопасным [9, 10, 11].

Важное место среди биологических удобрений и стимуляторов роста растений в настоящее время занимают гуминовые препараты. Гуматы представляют собой группу естественных высокомолекулярных веществ, которые, благодаря специфике своего строения и физико-химическим свойствам, обладают высокой физиологической активностью. Они не обладают токсичными, канцерогенными и мутагенными свойствами и не характеризуются эмбриологической активностью. Гуминовые препараты способствуют активизации метаболизма и размножения полезной почвенной микрофлоры, повышению защитных свойств растений против действия неблагоприятных физических (жара, холод), химических (тяжелые металлы, радионуклиды, засоление) и биологических (грибные, бактериальные, вирусные болезни) факторов, в результате способствуют формированию высоких урожаев сельскохозяйственных культур [12, 13, 14].

В число таких биоудобрений входит препарат ЭКО-СП**,** производимый на основе гумусовых веществ из растительного сырья (низинного торфа), содержащий в своем составе: гуминовые и фульвокислоты, растительные гормоны, амино- и простые органические кислоты, микроэлементы в легкоусвояемой (хелатной) форме, полезную почвенную микрофлору. ЭКО-СП является индуктором иммунитета растений, обладает адаптогенными свойствами, способствует антистрессовой устойчивости растений к заболеваниям и неблагоприятным условиям среды, обладает высокой химической чистотой и растворимостью, повышает урожайность и качество продукции. Препарат используется для обработки семян и внекорневой обработки растений на всех этапах вегетации (от обработки семян до дополнительных подкормок после перенесенного растениями стресса).

Цель, материалы и методика проведения исследований

Целью настоящего исследования являлось определение эффективности использования агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП при возделывании сои в почвенно-климатических условиях Курской области.

В 2019-2021 гг. в лаборатории технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель ФГБНУ «Курский ФАНЦ» был заложен опыт по изучению эффективности применения агрохимиката ЭКО-СП на посевах сои. Исследования проводились в трехпольном зерновом севообороте со следующим чередованием культур: яровой ячмень — соя — яровая пшеница. Схема опыта содержала следующие варианты: 1. Контроль (без обработок препаратом); 2. Внесение препарата ЭКО-СП в дозе 2,5 л/га под предпосевную культивацию; 3. Внесение препарата ЭКО-СП в дозе 2,5 л/га под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га.

Почва опытного участка — чернозем типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава на карбонатном лессовидном суглинке. При закладке полевого опыта содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое составляло 5,3%, щелочногидролизуемого азота — 69,0 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) — 8,8 и 14,5 мг/кг соответственно, реакция почвенной среды слабокислая — pH 5,4.

Варианты в опыте располагались систематически в один ярус, в трехкратной повторности. Площадь учетной делянки — 200 м^2.

Технология возделывания сои соответствовала общепринятой для хозяйств Центрально-Черноземного региона. Сорт сои — Казачка, норма посева — 0,6 млн всхожих семян/га, способ посева — рядовой (ширина междурядий 15 см), фон минерального питания **—** $N_{30}P_{30}K_{30}$. Уборка и учет урожая проводились самоходным комбайном «Сампо-500» прямым комбайнированием. Пересчет урожая проводился на 100%-ю чистоту и 12%-ю влажность зерна. Для определения структуры урожая за 1-2 дня до начала уборки сои с каждой делянки отбирались по 4 сноповых образца. После просушки снопов определялось: количество бобов с 1-го растения; количество зерен в 1-м бобе; масса зерна с 1-го растения; масса 1000 зерен.

Количество общего азота в корнях и надземной массе сои определялось по Кьельдалю. В образцах зерна сои определялось содержание белка и жира на анализаторе зерна «Infratec™1241». Натура зерна определялась по ГОСТ-10840-76, масса 1000 зерен **—** по ГОСТ-10842-76. Экономическая эффективность применения агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП рассчитывалась по общепринятой методике. Для обработки экспериментальных данных применялся дисперсионный метод математического анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Помимо полевых исследований в лабораторных условиях определялось влияния препарата ЭКО-СП на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои по ГОСТ 12038-84.

Метеорологические условия в годы проведения эксперимента были типичными для условий Курской области и характеризовались теплой и засушливой погодой. Среднесуточная температура вегетационного периода сои (май-сентябрь) 2019, 2020 и 2021 гг. была, соответственно, на 1,3, 1,4 и 1,1°С выше нормы при сумме осадков равной 72,3, 74,7 и 86,7% от среднего многолетнего их количества (288 мм).

Результаты и обсуждение

Результаты проведенных лабораторных исследований показали, что обработка семян сои агрохимикатом на основе гумусовых веществ ЭКО-СП в дозе 0,3 л/т способствовала

повышению энергии прорастания (на 3-й день проращивания) — на 4%, лабораторной всхожести семян (на 7-й день проращивания) — на 3% в сравнении с контрольным вариантом, а в дальнейшем оказывала стимулирующее действие на рост проростков зерна сои (рис. 2, табл. 1).

Внесение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП в почву под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га обеспечивало повышение полевой всхожести семян сои на 3,5%, способствовало лучшему росту и развитию растений, образованию более мощной вегетативной массы и корневой системы в сравнении с контрольным вариантом (табл. 2).

Важной биологической особенностью сои является усвоение азота воздуха в симбиозе с клубеньковыми бактериями (Rhizobiales). Соя, будучи новой культурой в Центральном Черноземье, нуждается в обязательной инокуляции активными штаммами вирулентных клубеньковых бактерий. Эффективность бобово-ризобиального симбиоза зависит от величины и активности симбиотического аппарата. Чаще всего в качестве этих показателей используют количество и массу клубеньков на одно растение [15].

Наблюдения за симбиотической деятельностью растений в годы проведения эксперимента показали, что использование препарата ЭКО-СП при возделывании сои создавало оптимальные условия для нормальной жизнедеятельности клубеньковых бактерий на корнях растений. Это, в свою очередь, увеличивало активность бобово-ризобиального симбиоза, способствовало повышению количества и массы азотфиксирующих клубеньков на растениях сои (табл. 3).

Внесение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП под культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га повышало количество клубеньков на 11,5 шт./растение, массу азотфиксирующих клубеньков — на 1,16 г/растение в сравнении с контрольным вариантом (рис. 3).

Расчеты количества фиксированного азота по коэффициенту Хопкинса-Питерса [15] показали, что в результате симбиотической деятельности клубеньковых бактерий за вегетационный период соя связывает от 65,1 до 92,1 кг/га азота, что на 50-60% удовлетворяет потребность растений в нем. Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои активизировало симбиотическую деятельность клубеньковых бактерий и способствовало повышению количества фиксированного азота растениями сои (табл. 4).

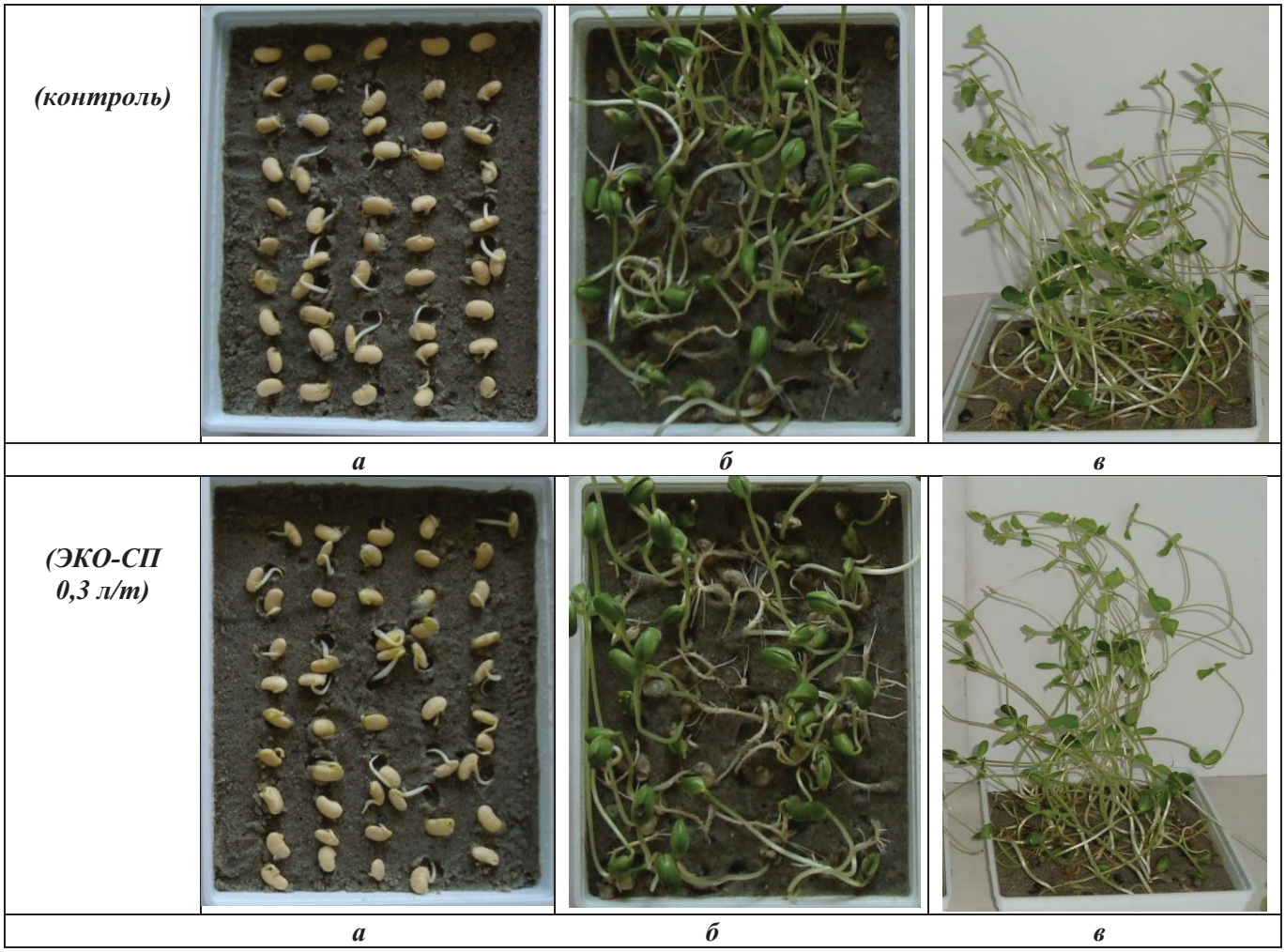

Рисунок 2. **Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои (а — на 3-й день, б — на 7-й день, в — на 14-й день проращивания)**
Figure 2. **Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the germination energy and laboratory germination of soybean seeds (а — on day 3, б — on day 7, в — on day 14 of germination)**

Таблица 1. **Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои**
Table 1. **Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the germination energy and laboratory germination of soybean seeds**

Вариант опыта	Энергия прорастания (на 3-й день проращивания), %	Лабораторная всхожесть, (на 7-й день проращивания), %
1. Контроль (без обработки препаратами)	86	91
2. ЭКО-СП, обработка семян, 3 л/т	90	94

Таблица 2. **Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на полевую всхожесть семян сои (2019-2021 гг.)**
Table 2. **Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the field germination of soybean seeds (2019-2021)**

Вариант опыта	Число взошедших растений на 1 м²	Полевая всхожесть, %
1. Контроль	54,2	90,3
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	56,3	93,8

Таблица 3. **Влияние препарата ЭКО-СП на количество и массу клубеньков на корнях сои (фаза плодообразования) (2019-2021 гг.)**
Table 3. **Effect of the preparation on ECO-SP humus substances on the number and weight of nodules on soybean roots (fruit formation stage) (2019-2021)**

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт.	Масса клубеньков, г
1. Контроль	24,5	0,73
2. ЭКО-СП (2,5 л/га) под культивацию	34,7	1,68
3. ЭКО-СП (2,5 л/га) под культивацию + обработка посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	36,0	1,89

Контроль | *ЭКО-СП под культивацию*

Рисунок 3. **Влияние препарата ЭКО-СП на развитие растений сои и образование азотфиксирующих клубеньков (2021 г.)**
Figure 3. **Effect of the preparation ECO-SP on the development of soybean plants and the formation of nitrogen-fixing nodules (2021)**

Таблица 4. **Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на количество фиксированного азота симбиотическим аппаратом на корнях сои (2019-2021 гг.)**
Table 4. **Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the amount of nitrogen fixed by the symbiotic apparatus on soybean roots (2019-2021)**

Вариант опыта	Количество общего азота в корнях и надземной массе сои, %	Количество фиксированного азота воздуха, кг/га
1. Контроль	1,03	65,1
2. ЭКО-СП (2,5 л/га) под культивацию	1,18	85,3
3. ЭКО-СП (2,5 л/га) под культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа (1,2 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	1,20	92,1

Самые низкие показатели азофиксации были получены в контрольном варианте — 65,1 кг/га. Внесение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га увеличивало количество фиксированного азота воздуха до 85,3 кг/га. Наиболее высокое количество фиксированного азота растениями сои (92,1 кг/га) отмечалось в варианте с внесением препарата ЭКО-СП в дозе 2,5 л/га под культивацию и двукратной обработкой посевов этим препаратом в фазе 3-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га и фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га.

Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои оказывало положительное влияние на элементы структуры урожая. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га повышало количество бобов с одного растения сои на 1,3 шт., (в контрольном варианте — 18,9 шт.), количество зерен в бобе — на 0,1 шт. (в контрольном варианте — 1,9 шт.), массу зерна с одного растения — на 0,63 г (в контрольном варианте — 4,22 г), массу 1000 зерен — на 2,5 г (в контрольном варианте — 117,7 г). В варианте с внесением препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и двукратной обработкой посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа количество бобов с одного растения сои увеличивалось на 1,7 шт., количество зерен в бобе — на 0,2 шт., масса зерна с одного растения — на 1,41 г, масса 1000 зерен — на 3,4 г (табл. 5).

Важнейшим морфологическим признаком сои, определяющим возможность и эффективность механизированной уборки, является высота растений и особенно высота прикрепления нижних бобов. Использование агрохимиката ЭКО-СП на посевах сои оказывало положительное влияние на эти показатели. Средняя высота стебля растений сои, возделываемой в контрольном варианте, составила 97,4 см, а высота прикрепления нижнего боба — 21,9 см. Внесение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП под предпосевную культивацию повышало высоту растений сои на 2,9 см, а высоту прикрепления нижнего боба — на 0,9 см. В варианте с внесением препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и двукратной обработкой посевов сои в фазе 3 и 6-го тройчатого листа высота прикрепления нижнего боба к растению сои составила 23,4 см, или на 1,5 см выше, чем в контрольном варианте.

Увеличение показателей структуры урожая, в вариантах с использованием агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП, обеспечило более высокую урожайность сои. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га способствовало повышению урожайности сои на 3,4 ц/га, или на 14,3% в сравнении с контролем (23,7 ц/га) (табл. 6).

Наиболее высокую урожайность сои (28,8 ц/га) обеспечивало внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов этим препаратом в фазе 3-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га и фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га. Прибавка урожая по сравнению с контролем составила 5,1 ц/га или 21,5%.

Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП при возделывании сои оказывало существенное влияние

Таблица 5. **Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на элементы структуры урожая сои (2019-2021 гг.)**
Table 5. **Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the elements of the soybean yield formula (2019-2021)**

Вариант опыта	Длина стебля, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Количество бобов с 1 растения, шт.	Количество зерен с 1 растения, шт.	Вес зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
1. Контроль	97,4	21,9	18,9	1,9	4,22	117,7
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	100,3	22,8	20,2	2,0	4,85	120,2
3. ЭКО-СП (2,5 л/га) под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа (1,2 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	100,8	23,4	20,6	2,1	5,23	121,1

Таблица 6. **Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на урожайность сои (2019-2021 гг.)**
Table 6. **Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on soybean yield (2019-2021)**

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
1. Контроль	23,7		
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	27,1	3,4	14,3
3. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа (1,2 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	28,8	5,1	21,5
$НСР_{05}$	0,71		

Таблица 7. **Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на качество зерна сои (2019-2021 гг.)**
Table 7. **Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the quality of soybean seeds (2019-2021)**

Вариант опыта	Содержание, %		Натура зерна, г/л
	белок	жир	
1. Контроль	35,5	22,1	727,2
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	37,2	22,8	733,0
3. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа (1,2 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	37,4	23,0	734,0

Таблица 8. **Экономическая эффективность использования агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои (2019-2021 гг.)**
Table 8. **Economic efficiency of applying agrochemicals based on ECO-SP humus substances in soybeans (2019-2021)**

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость, руб./ц	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
1. Контроль	23,7	88875	35208	1485,56	53667	152,4
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), под культивацию	27,1	101625	36212	13362,24	65413	180,6
3. ЭКО-СП (2,5 л/га), под культивацию + (1,2 л/га) в фазе 3-го тройчатого листа + (1,2 л/га) в фазе 6-го тройчатого листа	28,8	108000	37596	1305,42	70404	187,3

на качество зерна. Так, внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию повышало содержание белка в зерне на 1,7%, содержание жира — на 0,7% в сравнении с контролем. Более высокое содержание белка и жира в зерне получено в варианте с внесением препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и двукратной обработкой посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа. Содержание белка в этом варианте повышалось на 1,9%, жира — на 0,9% в сравнении с контролем (табл. 7).

При расчете экономической эффективности использования препарата ЭКО-СП на посевах сои за основу были приняты следующие показатели: стоимость препарата ЭКО-СП — 240 руб./л; урожайность сои в контрольном варианте и по вариантам опыта — фактическая, полученная методом взвешивания; цена 1 т зерна сои — 37500 руб. (средняя закупочная цена зерна сои за 2020-2021 гг.)

Расчеты экономической эффективности показали, что использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои было экономически выгодно (табл. 8).

Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га повышало урожайность сои на 3,4 ц/га, увеличивая тем самым стоимость валовой продукции на 12750 руб./га. Величина условно чистого дохода составила 65413 руб./га, себестоимость 1 ц зерна — 13362,24 руб., уровень рентабельности — 180,6%.

Эффективность препарата ЭКО-СП при внесении его под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратной обработке посевов в фазе 3-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га возрастала: величина условно чистого дохода составила 70404 руб./га, себестоимость 1 ц зерна — 1305,42 руб., уровень рентабельности — 187,3%. Учитывая существенное снижение затрат из-за внесения препарата ЭКО-СП в баковых смесях с пестицидами, экономическая эффективность использования препарата была еще выше.

Заключение

Результаты испытаний агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП свидетельствуют о его высокой эффективности при возделывании сои. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га способствовали увеличению урожайности сои на 5,1 ц/га, повышению содержание протеина в зерне — на 1,9%, жира — на 0,9%. Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои было экономически выгодно, благодаря высокой эффективности препарата, невысокой его стоимости и малых доз внесения.

Список источников

1. Нагорный В.Д., Ляшко М.У. Соя: биология и агротехника. М.: Библио-Глобус, 2018. С. 418.
2. Кривошлыков К.М., Рощина Е.Ю., Козлова С.А. Анализ состояния и развития производства сои в мире и России // Масличные культуры. 2016. Вып. 3 (167). С. 64-69.
3. Лукин С.В., Селюкова С.В. Агроэкологическая оценка микроэлементного состава растений сои // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 6. С. 34-36.
4. Федотов В.А., Гончаров С.В., Столяров О.В. и др. Соя в России. М.: Агролига России, 2013. С. 432.
5. Завалин А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 9-11.
6. Аллахвердиев С.Р., Ерошенко В.И. Современные технологии в органическом земледелии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 1-1. С. 76-79.
7. Муравьев А.А. Результаты сравнительного изучения сортов сои белгородской селекции в условиях Белгородской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 10-1. С.116-121. URL: https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11873 (дата обращения: 31.01.2022).
8. Чекмарев П.А., Лукин С.В. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области // Земледелие. 2014. № 8. С. 3-6.
9. Аллахвердиев С.Р., Атик А., Донмез Ш., Расулова Д.А., Аббасова З.И., Зейналова Э.М., Гани-заде С.И. Оценка биологической активности препарата «Байкал ЭМ 1» на растениях различных таксономических групп // Биологические препараты: сельское хозяйство, экология. М., 2010. С. 12-16.
10. Оказова З.П. Биопрепараты в современном земледелии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=11713 (дата обращения: 31.01.2022).
11. Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Башкатов А.Я. Агроэкологическое обоснование применения комплексных удобрений с микроэлементами при возделывании яровой мягкой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 3. С. 153-159.
12. Якименко О.С., Терехова В.А., Пукальчико М.А., Горленко М.В., Попов А.И. Сравнение двух интегральных биотических индексов при оценке эффективности воздействия гуминовых препаратов в модельном эксперименте // Почвоведение. 2019. № 7. С. 781-792.
13. Бачиева В.С., Шефер Ю.С., Болнова С.В. Влияние удобрений на основе гуминовых кислот на урожайность и качество семян сои // Труды Костромской ГСХА. Кострома, 2016. С. 6-11.
14. Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Зиангирова Л.М. Испытание гуминовых препаратов на сое в условиях Приморского края // Вестник КрасГАУ. 2020. № 10. С. 42-50.
15. Трепачев Е.П., Атрашкова Н.А., Хабарова А.И. Биологический азот в земледелии Нечерноземной зоны СССР. М.: Колос, 1970. С. 76.

References

1. Nagornyi, V.D., Lyashko, M.U. (2018). *Soya: biologiya i agrotekhnika* [Soybeans: biology and cultivation]. Moscow, Biblio-Globus Publ., p. 418.
2. Krivoshlykov, K.M., Roshchina, E.Yu., Kozlova, S.A. (2016). Analiz sostoyaniya i razvitiya proizvodstva soi v mire i Rossii [Analysis of the state and development of soybean production over the world and in Russia]. *Maslichnye kul'tury*, issue 3 (167), pp. 64-69.
3. Lukin, S.V., Selyukova, S.V. (2017). Agroehkologicheskaya otsenka mikroehlementnogo sostava rastenii soi [Agroecological assessment of microelement composition of soybean plants]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 31, no. 6, pp. 34-36.
4. Fedotov, V.A., Goncharov, S.V., Stolyarov, O.V. i dr. (2013). *Soya v Rossii* [Soybeans in Russia]. Moscow, Agroliga Rossii, p. 432.
5. Zavalin, A.A. (2011). Primenenie biopreparatov pri vozdelyvanii polevykh kul'tur [Application of biopreparations in field crop cultivation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 8, pp. 9-11.
6. Allakhverdiev, S.R., Eroshenko, V.I. (2017). Sovremennye tekhnologii v organicheskom zemledelii [Modern technologies in organic agriculture]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanii* [International journal of applied and fundamental research], no. 1-1, pp. 76-79.
7. Murav'ev, A.A. (2017). Rezul'taty sravnitel'nogo izucheniya sortov soi belgorodskoi selektsii v usloviyakh Belgorodskoi oblasti [Results of comparative studying of soybean varieties of Belgorod breeding under the conditions of Belgorod Region]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanii* [International journal of applied and fundamental research], no. 10-1, pp. 116-121. Available at: https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11873 (accessed: 31.01.2022).
8. Chekmarev, P.A., Lukin, S.V. (2014). Itogi realizatsii programmy biologizatsii zemledeliya v Belgorodskoi oblasti [Results of implementing the program of biologization of agriculture in Belgorod Region]. *Zemledelie*, no. 8, pp. 3-6.
9. Allakhverdiev, S.R., Atik, A., Donmez, Sh., Rasulova, D.A., Abbasova, Z.I., Zeinalova, Eh.M., Gani-zade, S.I. (2010). Otsenka biologicheskoi aktivnosti preparata «Baikal EHM 1» na rasteniyakh razlichnykh taksonomicheskikh grupp [Assessment of biologicalactivity of the preparation "Baikal EM 1" on plants of various taxonomic groups]. In: *Biologicheskie preparaty: sel'skoe khozyaistvo, ehkologiya* [Biological preparations: agriculture, ecology]. Moscow, pp. 12-16.
10. Okazova, Z.P. (2013). Biopreparaty v sovremennom zemledelii [Biopreparations in modern agriculture]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], no. 6. Available at: https://science-education.ru/ru/article/view?id=11713 (accessed: 31.01.2022).
11. Lazarev, V.I., Minchenko, Zh.N., Bashkatov, A.Ya. (2020). Agroehkologicheskoe obosnovanie primeneniya kompleksnykh udobrenii s mikroehlementami pri vozdelyvanii yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh chernozemnykh pochv Kurskoi oblasti [Agroecological substantiation of the application of complex fertilizers with micronutrients in the cultivation of spring common wheat on chernozem soils of Kursk Region]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ehkologiya* [Theoretical and applied ecology], no. 3, pp. 153-159.
12. Yakimenko, O.S., Terekhova, V.A., Pukal'chiko, M.A., Gorlenko, M.V., Popov, A.I. (2019). Sravnenie dvukh integral'nykh bioticheskikh indeksov pri otsenke ehffektivnosti vozdeistviya guminovykh preparatov v model'nom ehksperimente [Comparison of two integral biotic indexesin assessingthe efficiency of the impact of humic preparations in a model experiment]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 7, pp. 781-792.
13. Bachieva, V.S., Shefer, Yu.S., Bolnova, S.V. (2016). Vliyanie udobrenii na osnove guminovykh kislot na urozhainost' i kachestvo semyan soi [Effect of fertilizers based on humic acidson soybean yield and seed quality]. *Trudy Kostromskoi GSKHA* [Proceedings of the Kostroma State Agricultural Academy]. Kostroma, pp. 6-11.
14. Butovets, E.S., Luk'yanchuk, L.M., Ziangirova, L.M. (2020). Ispytanie guminovykh preparatov na soe v usloviyakh Primorskogo kraya [Testing humic preparations in soybeans under the conditions of Primorski Krai]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 10, pp. 42-50.
15. Trepachev, E.P., Atrashkova, N.A., Khabarova, A.I. (1970). *Biologicheskii azot v zemledelii Nechernozemnoi zony SSSR* [Biological nitrogen in agriculture of Non-Chernozemic Area of the USSR]. Moscow, Kolos Publ., p. 76.

Информация об авторах:

Лазарев Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2931-8560, vla190353@yandex.ru

Минченко Жанна Николаевна, научный сотрудник лаборатории технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4352-6013, minchenko.knii@mail.ru

Башкатов Александр Яковлевич, старший научный сотрудник лаборатории технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9340-0622, bashkatov.aleck@yandex.ru

Information about the authors:

Vladimir I. Lazarev, doctor of agricultural sciences, professor, head of the laboratory of the technologies of field crops cultivation and agroecological assessment of lands, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2931-8560, vla190353@yandex.ru

Zhanna N. Minchenko, researcher of the laboratory of the technologies of field crops cultivation and agroecological assessment of lands, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4352-6013, minchenko.knii@mail.ru

Alexander Ya. Bashkatov, senior researcher of the laboratory of the technologies of field crops cultivation and agroecological assessment of lands, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9340-0622, bashkatov.aleck@yandex.ru

✉ **minchenko.knii@mail.ru**