

Научная статья

УДК 633.853.52:631.81

EDN DLUBGC

DOI: 10.22450/19996837_2022_2_47

Семенная продуктивность сои при применении некорневых многофункциональных комплексов

Наталья Батбековна Рафальская

Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Амурская область, Благовещенск, Россия, rnb0676@mail.ru

Аннотация. Разработка эффективных приёмов, обеспечивающих биологизацию возделывания сои, имеет теоретическое и практическое значение при формировании устойчиво стабильных и максимально продуктивных агроэкосистем. В настоящей работе отражены результаты полевых исследований по выявлению влияния применения некорневых многофункциональных биоконплексов на морфометрические, хозяйственные признаки растений, формирование семенной продуктивности посева сои сорта Китросса в условиях Приамурья. Определена эффективность применения многофункционального удобрительного комплекса, усиливающего продукционные процессы растений и оптимизирующего их питание, а также биофитонцидного комплекса, активизирующего фотосинтез и накопление сухого вещества. Рассмотрена роль инокуляции семян высокоактивным штаммом ризобий сои. Приведены результаты изучения некорневого использования биоконплексов, рассматриваемых на сое в различных композициях, включая применение на семенах и растениях, а также совместно; при предпосевной инокуляции семян и без неё; на неудобренном и удобренном фонах. Агроприёмы, включающие инокуляцию семян применяемым штаммом, предпосевную обработку семян и посева удобрительным комплексом Спартан + Нутри-Файт РК и биофитонцидным комплексом Белый Жемчуг Соя в рекомендуемых дозировках и регламентах обеспечивают формирование урожая сои до 3 т/га.

Ключевые слова: соя, сорт, некорневые комплексы, морфометрические показатели, урожайность

Для цитирования: Рафальская Н. Б. Семенная продуктивность сои при применении некорневых многофункциональных комплексов // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 2 (62). С. 47–56. doi: 10.22450/19996837_2022_2_47.

Original article

Soybean seed productivity when using foliar multifunctional complexes

Natalya B. Rafalskaya

Federal Scientific Center "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean", Amur region, Blagoveshchensk, Russia, rnb0676@mail.ru

Abstract. The development of effective methods that ensure the biologization of soybean cultivation is of theoretical and practical importance in the formation of completely stable and most productive agroecosystems. This paper reflects the results of field studies to identify the impact of the use of foliar multifunctional biocomplexes on the morphometric, economic characteristics of plants, the formation of seed productivity of the soybean variety Kitrossa in the conditions of the Amur region. The effectiveness of the use of a multifunctional fertilizer complex on soybean, which enhances the production processes of plants and optimizes their nutrition, as well as a biophytoncide complex that activates photosynthesis and the accumulation of dry matter, has been determined. The role of seed inoculation with a highly active strain of soybean rhizobia is considered. The results of studying the foliar use of biocomplexes considered on soybeans in

various compositions, including the use on seeds and plants, as well as jointly; with pre-sowing inoculation of seeds and without it; on unfertilized and fertilized backgrounds. Agricultural practices, including inoculation of seeds with the applied strain, pre-sowing treatment of seeds and sowing with Spartan + Nutri-Fight RK fertilizer complex and Belyi Zhemchug Soya biophytocide complex in recommended dosages and regulations, ensure the formation of a soybean yield of up to 3 t/ha.

Keywords: soybean, variety, foliar complexes, morphometric parameters, crop productivity

For citation: Rafalskaya N. B. Semennaya produktivnost' soi pri primeneniі nekornevnyh mnogofunkcional'nyh kompleksov [Soybean seed productivity when using foliar multifunctional complexes]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 2 (62): 47–56. (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2022_2_47.

Введение. Соя, являясь важнейшей белково-масличной культурой, способна накапливать в своих семенах 37–42 % массовой доли белка, 19–22 % масла и до 30 % углеводов. По аминокислотному составу соевый белок очень близок к белку куриных яиц. Соевое масло, относясь к легкоусвояемым, содержит жирные кислоты, не вырабатываемые организмом человека и животных. Соя, благодаря своему химическому составу, широко используется в качестве продовольственной, кормовой, технической культуры. Она является в дальневосточном земледелии обязательным компонентом полевых зерно-соевых севооборотов и обеспечивает достаточно высокую экономическую эффективность отрасли.

Несмотря на снижение доли Дальневосточного федерального округа в территориальной структуре производства сои, в абсолютных величинах объём её сбора в макрорегионе растёт. За десять лет производство сои увеличилось почти в два раза до 1,5 млн. т в 2020 г.

Семенная продуктивность посевов сои в Дальневосточном федеральном округе составляет 1,38 т/га, в Амурской области – 1,37 т/га, что находится в пределах рентабельности её производства. Повышение урожайности и увеличение производства сои напрямую зависит от применения новейших технологий возделывания перспективных сортов [2, 15].

Основные посевные площади в Приамурье занимают сорта селекции Всероссийского научно-исследовательского института сои, единственного в России специализированного научного центра. Потенциальная продуктивность этих сортов составляет от 2,5 до 3,5 т/га. Сорта сои местной селекции наиболее адаптированы к сложным почвенно-климати-

ческим условиям региона, для которого характерны резко переменный гидро-термический режим, сезонно-мерзлотные гидроморфные почвы, резкая амплитуда колебаний дневных и ночных температур воздуха в период вегетации, раннее наступление заморозков, высокий природный инфекционный фон.

Несмотря на то, что соя, являясь весьма пластичным растением, имеет огромный ареал распространения, максимальную урожайность способны формировать сорта с высокими адаптационными качествами [3, 10]. Реализация потенциальной биологической урожайности сортов в таких условиях возможна с применением агробиотехнологических приёмов, обеспечивающих максимальную активизацию продукционных процессов растений сои.

Такая биологизация интенсификационных процессов в системе агроландшафтного земледелия сопряжена с более активным управлением адаптивными реакциями основных биотических компонентов агробиоценоза, коими являются культивируемые сорта, с целью обеспечения высокой продуктивности и экологической устойчивости ценоза, а также ресурсоэкономичности и рентабельности возделывания культуры.

В настоящее время использование физиологически активных веществ как одного из основных элементов биологизированных технологий позволяет повысить урожайность сои на 10–15 % за счёт мобилизации иммунных систем растений и интенсификации обменных процессов ростостимулирующего, защитного и антистрессового действия [11].

Для сои важно применение биологически активных веществ (БАВ) в качестве регуляторов роста растений, обеспечива-

ющих одновременно регуляцию ростовых, генеративных и корнеобразовательных процессов.

Особенно актуально в условиях общей тенденции экологически обоснованного производства безопасных продуктов питания использование в растениеводстве БАВ, содержащие в своём составе гуминовые вещества (ГВ) [7, 8, 14, 21], которые по своей экологической значимости занимают центральное место в составе почвенного органического вещества и являются одним из основных звеньев функционирования устойчивых агроэкосистем.

Таким образом, создание эффективных биологизированных приёмов возделывания сои, учитывающих сортовые особенности на фоне современного «химического» земледелия, имеет большое теоретическое и практическое значение и, безусловно, актуально при конструировании продуктивных и устойчивых агробиоценозов. В тоже время эффективность воздействия физиологически активных веществ на растения, выраженная повышением их биологической продуктивности, может быть обусловлена правильным подбором линейки препаратов и качественным нанесением их на растительные объекты путём обработки семян или посевов [1, 16, 17, 18, 19].

Так как энергичные обменные процессы у семян активизируются вскоре после помещения их в условия, благоприятные для роста и развития, обработку посевного материала необходимо проводить непосредственно перед посевом [5, 6, 12, 13, 20, 23]. В этом случае инициируется активный рост проростков, в результате чего усиливается развитие, жизнеспособность и продуктивность растений. Инокуляция семян сои также является биопредпосевной обработкой [23]. Помимо дополнительного обеспечения растений азотным питанием за счёт эффективных штаммов симбиотических азотфиксирующих бактерий, участвующих в образовании клубеньков на поверхности корневой системы, она приводит к активизации начальных ростовых процессов [9].

Кроме того, при оптимизации условий, обеспечивающих усиление метаболических процессов растительных организмов в поле, чрезвычайно важным является внесение препаратов, включающих жизненно важные для растений элементы в

виде некорневой подкормки в периоды максимальной отзывчивости на неё растений и проявляющейся в повышении урожайности посевов.

Целью работы явилось изучение влияния некорневых многофункциональных комплексов, применяемых на семенах, растениях и совместно, на формирование семенной продуктивности сои.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проведены в рамках выполнения государственных научных исследований на базе Федерального научного центра «Всероссийского научно-исследовательского института сои (тема № 0820–2019–0006).

Объектами исследований являлись семена и растения районированного среднеспелого сорта Китросса. Тип роста – полудетерминантный. Куст – прямостоячий, количество ветвей ограничено, высота растений 71–97 см. Лист – трёхлисточковый, ланцетовидный, узкий с заострённым кончиком.

В качестве предметов исследования использовали:

- 1) некорневой минеральный комплекс Спартан, 0,1 % + Нутри-Файт РК;
- 2) биофитонцидный комплекс Белый Жемчуг Соя;
- 3) штамм ризобий *Sinorhizobium fredii* ТБ-643 [23].

Спартан – кондиционер для рабочего раствора. Он оптимизирует его жёсткость, повышает проникновение действующих веществ или питательных элементов применяемых препаратов, улучшает смачивание и дождестойкость, усиливает адгезию.

Нутри-Файт РК (фосфит калия, фосфора – 28 %, калия – 26 %) – многофункциональное некорневое минеральное удобрение, активизирующее вторичный обмен веществ. Способствует росту корней, улучшает поступление питательных веществ в растение за счёт мобилизации их из почвы. Повышает иммунитет, жизнеспособность и стрессоустойчивость растительного организма.

Белый Жемчуг Соя – суспензия гуматов и природных минералов с добавлением морских кораллов, вулканического пепла, дигидрокверцетина и тритерпеноидов. Активизирует процесс фотосинтеза, накопление сухого вещества, способствует по-

вышению азотфиксирующей способности растения. Создаёт биомеханический барьер внешнему патогенному воздействию. Обладает репеллентными свойствами.

Штамм ризобий Sinorhizobium fredii ТБ-643 – высокоактивный штамм клубеньковых бактерий сои, усиливающий симбиотическую азотфиксацию.

Схема опыта. Полевые опыты проводили в период 2019–2021 гг. на луговой черноземовидной почве южной зоны Амурской области, тяжёлой по гранулометрическому составу с содержанием гумуса 4,2–4,5 %, NH_4 – 19–28, NO_3 – 30–36 P_2O_5 – 49–52, K_2O – 130–170 мг/кг почвы, кислотностью – 5,2; объёмной массой – 1,02–1,09 г/см³, пористостью – 44–46 %.

Погодные условия вегетационных периодов, имея некоторые отклонения от среднесезонных показателей метеосредств, способствовали избыточному почвенному увлажнению в отдельные периоды роста и развития растений. Однако, в целом они соответствовали биологии культуры и были в общем благоприятны для её произрастания и формирования достаточно высокой семенной продуктивности.

Общая площадь делянки составила 22 м², учётная – 18 м². Повторность – четырёхкратная. Дозы внесения препаратов из расчёта на семена – на одну тонну, на растения – на один гектар:

1) Спартан, 0,1 %, Нутри-Файт РК на семена – 0,4 л, на растения – 0,75 л;

2) Белый Жемчуг Соя на семена и на растения – 1,0 л;

3) штамм *Sinorhizobium fredii* ТБ-643 на семена 1,0 л бактериальной суспензии.

Рабочий раствор готовили из расчёта 10 л на 1 т семян, 200 л на 1 га посева. Внесение Спартан + Нутри-Файт РК производили двукратно по растениям (фаза второго – третьего тройчатого листа и через 12–14 суток); Белый Жемчуг Соя однократно в фазу второго – третьего тройчатого листа. Внесение препаратов осуществлялось вручную ранцевым опрыскивателем.

Агротехника включала: отвальную вспашку на глубину 18–20 см в качестве основной обработки с последующим дискованием; ранневесеннее боронование почвы с целью закрытия почвенной влаги; две предпосевные культивации; посев

семян из расчёта 450–500 тыс. всхожих семян на один гектар с последующим прикатыванием почвы; внесение в фазу первого – третьего тройчатого листа баковой смеси гербицидов Корсар + Миура в дозах 2,0 и 1,0 литров на гектар соответственно. В качестве минеральных удобрений, вносимых в почву, использовали смесь аммиачной селитры и аммофоса.

Учёт урожая проводился методом сплошного обмолота растений с учётной площади делянки. Отбор растений на биометрию – по 25 растений с делянок всех повторений опыта.

Использованная схема опыта представлена в таблице 1.

Результаты и обсуждение. Физиологически активные биорегуляторы жизнедеятельности растений, воздействуя на них и участвуя в регуляции роста, развития и формирования продуктивных органов, могут изменять характер влияния в зависимости от окружающих условий произрастания растений, в частности фона минерального питания, особенностей поступления питательных элементов и других факторов [4]. В связи с этим, изучение БАВ для применения на конкретной культуре с учётом её биологии, в определённых условиях возделывания с нужным регламентом является одним из основных показателей, определяющих эффективность используемых препаратов.

Полученные нами в условиях вегетационных периодов 2019–2021 гг. результаты показали эффективность изучаемых некорневых комплексов, выраженную повышением величины значений показателей биометрии соевых растений.

При использовании некорневых комплексов на сое в различных сочетаниях (с применением на семенах и растениях, при инокуляции семян и без неё, на удобренном фоне и с внесением в почву $\text{N}_{30}\text{P}_{60}$), установлена тенденция повышения высоты растений в сравнении с контрольными вариантами. Достоверно возросла высота прикрепления нижнего боба, количества бобов и семян на растении (табл. 2).

Особенно, что очень важно при формировании урожая сои, отмечено существенное повышение показателей индивидуальной продуктивности растений, выраженных количеством семян, сформированных растением, а также значений

Таблица 1 – Схема опыта

| Вариант | Обработка | |
|---|-----------|----------|
| | семян | растений |
| 1. Контроль I – без обработки | – | – |
| 2. Контроль II – (N ₃₀ P ₆₀ в почву) | – | – |
| 3. Спартан + Нутри-Файт РК + + Sinorhizobium fredii ТБ-643 | + | – |
| 4. Спартан + Нутри-Файт РК + + Sinorhizobium fredii ТБ-643 | – | + |
| 5. Белый Жемчуг Соя (N ₃₀ P ₆₀ в почву) | + | – |
| 6. Белый Жемчуг Соя (N ₃₀ P ₆₀ в почву) | – | + |
| 7. Белый Жемчуг Соя (N ₃₀ P ₆₀ в почву) | + | + |
| 8. Спартан + Нутри-Файт РК + + Белый Жемчуг Соя | + | + |

массы одной тысячи семян, характеризующей их крупность.

Учёт урожая сои показал, что его уровень в пересчёте на один гектар посева в контрольном варианте (без препаратов и удобрений) составлял около 2 т (табл. 3).

Предпосевное внесение в почву минеральных удобрений в дозе N₃₀P₆₀, предусмотренное схемой опыта в контроле II, способствовало повышению урожайности сои в среднем за три года на 15 % до 2,28 т/га.

Комбинации изучаемых комплексов при различных регламентах их применения (на семенах, растениях и совместно) относительно контрольных вариантов в различной степени повышали продуктивность посева сои. Величина прибавок урожая в среднем за три года была существенной и составляла в сравнении с контролем I от 0,44 т/га (22,2 %) до 0,88 т/га (44,4 %), контролем II от 0,14 т/га (6,1 %) до 0,58 т/га (25,4 %). Использование биофитонцидного комплекса на фоне почвенного внесения N₃₀P₆₀ оказалось менее эффективным при формировании урожая сои в сравнении с применением некорневого удобрительного комплекса.

Высокая эффективность в повышении урожайности сои установлена при применении некорневого удобрительного комплекса Спартан + Нутри-Файт РК на инокулированных штаммом Sinorhizobium fredii ТБ-643 семенах и по посеву с величиной, составившей 2,82 т/га.

Применение биофитонцидного комплекса Белый Жемчуг Соя было наиболее эффективно, с семенной продуктивностью

посева 2,86 т/га, при его использовании на семенах и вегетирующих растениях на фоне предпосевного внесения в почву N₃₀P₆₀.

Совместное применение изучаемых комплексов Спартан + Нутри-Файт РК и Белый Жемчуг Соя, включающее предпосевную обработку ими семян и внесение по посеву, обеспечивало формирование урожая с величиной 2,82 т/га и достоверную в среднем за три года прибавку, составившую относительно контроля I – 42,4 % и контроля II – 23,7 %.

Выводы. В результате исследований экспериментально установлено положительное влияние изучаемых некорневых многофункциональных комплексов на активизацию образования морфометрических признаков растений сои сорта Китросса. Изучаемые агробιοкомплексы, стимулируя формирование наиболее ценных хозяйственных признаков, обеспечивают реализацию высокой потенциальной продуктивности сорта.

Установлены агроприёмы возделывания сои, обеспечивающие наиболее высокую эффективность в повышении урожайности культуры, которые включают инокуляцию семян штаммом Sinorhizobium fredii ТБ-643, предпосевную обработку семян и вегетирующих растений многофункциональным удобрительным комплексом Спартан + Нутри-Файт РК и биофитонцидным комплексом Белый Жемчуг Соя в рекомендуемых дозировках и регламентах применения.

Таблица 2 – Морфометрические показатели растений сои сорта Китросса в зависимости от использования изучаемых некорневых многофункциональных комплексов (средние значения за 2019–2021 гг.)

| Вариант | Высота растения, см | Высота прикрепления нижнего боба, см | Количество, штук на одно растение | | Масса семян с одного растения, г | Масса 1 000 семян, г |
|---|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------|----------------------------------|----------------------|
| | | | бобов | семян | | |
| Контроль I (без удобрений и препаратов) | 91 | 18 | 26 | 51 | 8,2 | 157,6 |
| Контроль II (N ₃₀ P ₆₀ в почву) | 95 | 20 | 28 | 56 | 9,0 | 157,7 |
| Спартан + Нутри-Файт РК + + Штамм <i>Sinorhizobium fredii</i> ТБ-643 (обработка семян) | 97 | 18 | 30 | 60 | 9,7 | 157,7 |
| Спартан + Нутри-Файт РК + + Штамм <i>Sinorhizobium fredii</i> ТБ-643 (обработка семян и растений) | 102 | 20 | 29 | 59 | 11,1 | 172,7 |
| Белый Жемчуг Соя (N ₃₀ P ₆₀ в почву, обработка семян) | 100 | 20 | 32 | 57 | 10,5 | 163,2 |
| Белый Жемчуг Соя (N ₃₀ P ₆₀ в почву, обработка растений) | 103 | 22 | 31 | 56 | 10,5 | 167,1 |
| Белый Жемчуг Соя (N ₃₀ P ₆₀ в почву, обработка семян и растений) | 102 | 21 | 30 | 62 | 10,7 | 167,7 |
| Спартан + + Нутри-Файт РК + + Белый Жемчуг Соя (обработка семян и растений) | 104 | 21 | 31 | 57 | 10,9 | 171,9 |
| НСР ₀₅ , см, штук, г | – | 2 | 3 | 3 | 1,3 | 9,7 |

Таблица 3 – Влияние изучаемых некорневых многофункциональных комплексов на урожайность сои сорта Китросса (среднее за 2019–2021 гг.)

| Вариант | Урожайность, т/га | Прибавка относительно контроля I | | Прибавка относительно контроля II | |
|--|-------------------|----------------------------------|------|-----------------------------------|-----|
| | | т/га | % | т/га | % |
| Контроль I (без удобрений и препаратов) | 1,98 | – | – | – | – |
| Контроль II (N ₃₀ P ₆₀ в почву) | 2,28 | 0,32 | 15,2 | – | – |
| Спартан + Нутри-Файт РК + + Штамм <i>Sinorhizobium fredii</i> ТБ-643 (обработка семян) | 2,42 | 0,44 | 22,2 | 0,14 | 6,1 |

Продолжение таблицы 3

| Вариант | Урожайность, т/га | Прибавка относительно контроля I | | Прибавка относительно контроля II | |
|---|----------------------|--|------|---|------|
| | | т/га | % | т/га | % |
| Спарган + Нутри-Файт РК + + Штамм <i>Sinorhizobium fredii</i> ТБ-643 (обработка семян и растений) | 2,82 | 0,84 | 42,4 | 0,54 | 23,7 |
| Белый Жемчуг Соя (N ₃₀ P ₆₀ в почву, обработка семян) | 2,63 | 0,65 | 32,8 | 0,35 | 15,4 |
| Белый Жемчуг Соя (N ₃₀ P ₆₀ в почву, обработка растений) | 2,66 | 0,68 | 34,3 | 0,38 | 16,7 |
| Белый Жемчуг Соя (N ₃₀ P ₆₀ в почву, обработка семян и растений) | 2,86 | 0,88 | 44,4 | 0,58 | 25,4 |
| Спарган+ Нутри-Файт РК + + Белый Жемчуг Соя (обработка семян и растений) | 2,82 | 0,84 | 42,4 | 0,54 | 23,7 |
| НСР ₀₅ , т/га | 0,23 | – | – | – | – |

Список источников

1. Алексеева А. С., Потатуркина-Нестерова Н. И. Механизмы положительного влияния ризобактерий на жизнедеятельность растений // Научное обозрение. Биологические науки. 2015. № 1. С. 30–31.
2. Башкатов А. Я., Минченко Ж. Н., Солосенков П. А. Инновационные взгляды на современную технологию возделывания сои в Курской области : практическое руководство. Курск : Призма, 2019. 44 с.
3. Белявская Л. Г., Белявский Ю. В., Диянова А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. № 4. 2018. С. 42–48.
4. Вильдфлуш И. Р. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии : рекомендации. Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. 48 с.
5. Влияние препарата Корнеплюс на урожайность стручковой фасоли / Д. В. Маслак, И. А. Гринева, И. Н. Феклистова [и др.] // Биологически активные препараты для растениеводства: научное обоснование – рекомендации – практические результаты : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 22 октября 2020 г.). Минск : Белорусский государственный университет, 2020. С. 106–108.
6. Ермаков Е. И., Попов А. И. Некорневая обработка растений гуминовыми веществами как экологически гармоничная корректировка продуктивности и устойчивости агроэкосистем // Вестник Российской сельскохозяйственной академии. 2003. № 4. С. 7–11.
7. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М. : Изд-во ВНИИА, 2005. 302 с.
8. Микробные препараты в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур / В. В. Волкогон, С. Б. Димова, К. И. Волкогон [и др.] // Биологически активные препараты для растениеводства: научное обоснование – рекомендации – практические результаты : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 22 октября 2020 г.). Минск : Белорусский государственный университет, 2020. С. 48–50.
9. Мухина М. Т. Влияние регуляторов роста растений комплексного действия на фоне азотно-фосфорных удобрений на урожайность и качество сои в условиях Краснодарского края : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2017. 34 с.
10. Наумкин В. Н., Наумкина Л. А., Кубарев П. И. Экологические основы адаптивного растениеводства // Достижения науки и техники АПК. 2006. № 1. С. 47–48.

11. Перспективы применения биологически активных веществ в посевах сои // Агропромышленная газета юга России. URL: <https://www.agropromyug.com/v-rastenievodstve/661-perspektivy-primeneniya-biologicheskii-aktivnykh-veshchestv-v-posevakh-soi-2.html> (дата обращения: 01.02.2022).
12. Попов А. И. Гуминовые препараты – эффективное средство биологической коррекции минерального питания сельскохозяйственных культур, их роста и развития // Агро-Пилот: информационно-аналитический бюллетень Комитета по сельскому хозяйству Правительства Ленинградской области. 2002. № 18, 19. С. 23–41.
13. Попов А. И., Ватутина И. А. Концептуальная модель действия органо-минерального удобрения на продукционный процесс растений // Биологически активные препараты для растениеводства: научное обоснование – рекомендации – практические результаты : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 22 октября 2020 г.). Минск : Белорусский государственный университет, 2020. С. 128–130.
14. Сабирова Т. П., Сабиров Р. А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3. С. 18–22.
15. Соя в России и мире: производство, внутреннее потребление и внешнеторговый оборот // Восточный центр государственного планирования. URL: <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/2021/11> (дата обращения: 14.01.2022).
16. Bashan Y., Holguin G., Bashan L. E. Azospirillum – plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances (1997–2003) // Canadian Journal of Microbiology. 2004. Vol. 50. P. 521–577.
17. Dascaluc A. The use of systemic approach for obtaining and practical application of biostimulants in agriculture // Биологически активные препараты для растениеводства: научное обоснование – рекомендации – практические результаты : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 22 октября 2020 г.). Минск : Белорусский государственный университет, 2020. С. 61–63.
18. Dascaluc A., Ivanova R., Arpentin Gh. Systemic approach in determining the role of bioactive compounds // Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents, Strategies to counter biological damage. Series: NATO Science for Peace and Security. Series A: Chemistry and Biology. Dordrecht : Springer, 2013. P. 121–131.
19. David G. Chandrasehar P. N. Pseudomonas fluorescens: A Plant-Growth-Promoting Rhizobacterium (PGPR) With Potential Role in Biocontrol of Pests of Crops, New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering // Crop Improvement Through Microbial Biotechnology. MA : Elsevier, 2018, P. 221–243.
20. Lavicoli A. Induced systemic resistance in Arabidopsis thaliana in response to root inoculation with Pseudomonas fluorescens CHA0 // Molecular Plant Microbe Interaction. 2003. Vol. 16. P. 851–859.
21. O’Callaghan M. Microbial inoculation of seed for improved crop performance: issues and opportunities // Applied Microbiology And Biotechnology. 2016. Vol. 100. P. 5729–5746.
22. Scholla M., Elkan G. H. Rhizobium fredii sp. a fast growing species that effectively nodulates soybeans // International Journal of Systematic Bacteriology. 1984. Vol. 34. P. 484–486.
23. Zubareva K. Yu., Prudnikova E. G. The influence of biopreparations on the initial growth processes of soybean seeds // Вестник аграрной науки. 2020. № 5. С. 33–38.

References

1. Alekseeva A. S., Potaturkina-Nesterova N. I. Mekhanizmy polozhitel'nogo vliyaniya rizobakterij na zhiznedeyatel'nost' rastenij [Mechanisms of the positive effect of rhizobacteria on the vital activity of plants]. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki. – Scientific review. Biological sciences*, 2015; 1: 30–31 (in Russ.).
2. Bashkatov A. Ya., Minchenko Zh. N., Solosenkov P. A. *Innovacionnyye vzglyady na sovremennuyu tekhnologiyu vozdeleyvaniya soi v Kurskoj oblasti: prakticheskoe rukovodstvo [Innovative views on modern soybean cultivation technology in the Kursk region: a practical guide]*, Kursk, Prizma, 2019, 44 p. (in Russ.).

3. Belyavskaya L. G., Belyavsky Yu. V., Diyanova A. A. Ocenka ekologicheskoy stabil'nosti i plastichnosti sortov soi [Assessment of ecological stability and plasticity of soybean varieties]. *Zernobovoye i krupyanye kul'tury. – Legumes and groats crops*, 2018; 4: 42–48 (in Russ.).
4. Wildflush I. R. *Primenenie mikroudobrenij i regulyatorov rosta v intensivnom zemledelii: rekomendacii [Application of micro fertilizers and growth regulators in intensive agriculture: recommendations]*, Gorki, Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2015, 48 p. (in Russ.).
5. Maslak D. V., Grineva I. A., Feklistova I. N., Lomonosova V. A., Skakun T. L., Russkikh I. A. [et al.]. Vliyanie preparata Korneplyus na urozhajnost' struchkovej fasoli [The effect of Korneplus on the yield of green beans]. Proceedings from Biologically active preparations for crop production: scientific justification – recommendations – practical results: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (22 oktyabrya 2020 g.) – International Scientific and Practical Conference*. (PP. 106–108), Minsk, Belorusskij gosudarstvennyj universitet, 2020 (in Russ.).
6. Ermakov E. I., Popov A. I. Nekornevaya obrabotka rastenii guminovymi veshchestvami kak ekologicheski garmonichnaya korektirovka produktivnosti i ustoichivosti agroekosistem [Foliar treatment of plants with humic substances as an ecologically harmonious adjustment of the productivity and sustainability of agroecosystems]. *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Bulletin of the Russian Agricultural Academy*, 2003; 4: 7–11 (in Russ.).
7. Zavalin A. A. *Biopreparaty, udobreniya i urozhai [Biologicals, fertilizers and crops]*, Moskva, VNIIA, 2005, 302 p. (in Russ.).
8. Volkogon V. V., Dimova S. B., Volkogon K. I., Sidorenko V. P., Shtan'ko N. P., Lutsenko N. V. [et al.]. Mikrobnye preparaty v tekhnologiyakh vyrashchivaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Microbial preparations in technologies for growing crops]. Proceedings from Biologically active preparations for crop production: scientific justification – recommendations – practical results: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (22 oktyabrya 2020 g.) – International Scientific and Practical Conference*. (PP. 48–50), Minsk, Belorusskij gosudarstvennyj universitet, 2020 (in Russ.).
9. Mukhina M. T. Vliyanie regulyatorov rosta rastenii kompleksnogo deistviya na fone azotno-fosfornyx udobrenij na urozhainost' i kachestvo soi v usloviyakh Krasnodarskogo kraja [Influence of plant growth regulators of complex action against the background of nitrogen-phosphorus fertilizers on the yield and quality of soybeans in the conditions of the Krasnodar Territory]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moskva, 2017, 34 p. (in Russ.).
10. Naumkin V. N., Naumkina L. A., Kubarev P. I. Ekologicheskie osnovy adaptivnogo rastenievodstva [Ecological foundations of adaptive crop production]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 2006; 1: 47–48 (in Russ.).
11. Perspektivy primeneniya biologicheski aktivnykh veshchestv v posevakh soi [Prospects for the use of biologically active substances in soybean crops]. *Agropromyug.com* Retrieved from <https://www.agropromyug.com/v-rastenievodstve/661-perspektivy-primeneniya-biologicheski-aktivnykh-veshchestv-v-posevakh-soi-2.html> (Accessed 01 February 2022) (in Russ.).
12. Popov A. I. Guminovye preparaty – effektivnoe sredstvo biologicheskoi korektsii mineral'nogo pitaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur, ikh rosta i razvitiya [Humic preparations are an effective means of biological correction of the mineral nutrition of agricultural crops, their growth and development]. *Agro-Pilot: informacionno-analiticheskij byulleten' Komiteta po sel'skomu hozyajstvu Pravitel'stva Leningradskoj oblasti. – Agro-Pilot: information and analytical bulletin of the Committee on Agriculture of the Government of the Leningrad Region*, 2002; 18, 19: 23–41 (in Russ.).
13. Popov A. I., Vatutina I. A. Konceptual'naya model' dejstviya organo-mineral'nogo udobreniya na produkcionnyj process rastenij [Conceptual model of the action of organo-mineral fertilizer on the production process of plants]. Proceedings from Biologically active preparations for crop production: scientific justification – recommendations – practical results: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (22 oktyabrya 2020 g.) – International Scientific and Practical Conference*. (PP. 128–130), Minsk, Belorusskij gosudarstvennyj universitet, 2020 (in Russ.).

14. Sabirova T. P., Sabirov R. A. Vliyanie biopreparatov na produktivnost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [The influence of biological products on the productivity of agricultural crops]. *Vestnik APK Verhnevolzh'ya. – Bulletin of the agro-industrial complex of the Upper Volga region*, 2018; 3: 18–22 (in Russ.).

15. Soya v Rossii i mire: proizvodstvo, vnutrennee potreblenie i vneshnetorgovyi oborot [Soybeans in Russia and in the world: production, domestic consumption and foreign trade turnover]. *Vostokgosplan.ru* Retrieved from <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/2021/11> (Accessed 14 January 2022) (in Russ.).

16. Bashan Y., Holguin G., Bashan L. E. Azospirillum – plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances (1997–2003). *Canadian Journal of Microbiology*, 2004; 50: 521–577.

17. Dascalu A. The use of systemic approach for obtaining and practical application of biostimulants in agriculture. Proceedings from Biologically active preparations for crop production: scientific justification – recommendations – practical results: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (22 oktyabrya 2020 g.) – International Scientific and Practical Conference*. (PP. 61–63), Minsk, Belorusskij gosudarstvennyj universitet, 2020.

18. Dascalu A., Ivanova R., Arpentin Gh. Systemic approach in determining the role of bioactive compounds. In.: *Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents, Strategies to counter biological damage. Series: NATO Science for Peace and Security. Series A: Chemistry and Biology*, Dordrecht, Springer, 2013, P. 121–131.

19. David G. Chandrasehar P. N. Pseudomonas fluorescens: A Plant-Growth-Promoting Rhizobacterium (PGPR) With Potential Role in Biocontrol of Pests of Crops, New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering. In: *Crop Improvement Through Microbial Biotechnology*, MA, Elsevier, 2018, P. 221–243.

20. Lavicoli A. Induced systemic resistance in Arabidopsis thaliana in response to root inoculation with Pseudomonas fluorescens CHA0. *Molecular Plant Microbe Interaction*, 2003; 16: 851–859.

21. O'Callaghan M. Microbial inoculation of seed for improved crop performance: issues and opportunities. *Applied Microbiology And Biotechnology*, 2016; 100: 5729–5746.

22. Scholla M., Elkan G. H. Rhizobium fredii sp. a fast growing species that effectively nodulates soybeans. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 1984; 34: 484–486.

23. Zubareva K. Yu., Prudnikova E. G. The influence of biopreparations on the initial growth processes of soybean seeds. *Vestnik agrarnoj nauki. – Bulletin of Agrarian Science*, 2020; 5: 33–38.

© Рафальская Н. Б., 2022

Статья поступила в редакцию 24.03.2022; одобрена после рецензирования 08.04.2022; принята к публикации 18.05.2022.

The article was submitted 24.03.2022; approved after reviewing 08.04.2022; accepted for publication 18.05.2022.

Информация об авторах

Рафальская Наталья Батрбековна, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои, rnb0676@mail.ru

Information about authors

Natalya B. Rafalskaya, Senior Researcher, Federal Scientific Center “All-Russian Scientific Research Institute of Soybean”, rnb0676@mail.ru