

В.А. Свирина ✉

В.Г. Черногаев

Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, Рязань, Россия

✉ svirina-vera@mail.ru

Поступила в редакцию: 05.02.2025

Одобрена после рецензирования: 09.04.2025

Принята к публикации: 24.04.2025

© Свирина В.А., Черногаев В.Г.

Vera A. Svirina ✉

Vitaly G. Chernogaev

The Institute of Seed Production and Agrotechnologies — branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Ryazan, Russia

✉ svirina-vera@mail.ru

Received by the editorial office: 05.02.2025

Accepted in revised: 09.04.2025

Accepted for publication: 24.04.2025

© Svirina V.A., Chernogaev V.G.

Интенсивная технология возделывания сои на основе использования бактериальных и минеральных удобрений

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты трехлетних исследований по влиянию микробиологических удобрений и регулятора роста на продуктивность и качество сои в условиях Рязанской области. Изучались предпосевная обработка семян бактериальным препаратом «Нитрагин КМ, СП», предпосевная обработка семян и внекорневая подкормка по фазам развития микробиологическим препаратом «Органит N, Ж», кремнийсодержащим регулятором роста «АпаСил, П». Показано, что применение биопрепаратов «Нитрагин КМ, СП» (0,08 кг/га, норма) + «Органит N» (1,5 л/га) (обработка семян), «Органит N, Ж» (2 л/га) (опрыскивание в фазу ветвления) + «Органит N, Ж» (2 л/га) (опрыскивание в фазу бутонизации) совместно с применением минеральных удобрений способствует повышению урожайности, улучшению элементов структуры сои. Достоверно подтверждается усиление деятельности микроорганизмов в образовании диоксида углерода (CO₂) на всех вариантах с биопрепаратами. В течение всего периода исследований применение биологических препаратов оказало выраженное положительное влияние на увеличение урожайности сои на 0,31–0,50 т/га по сравнению с контролем без обработки. В среднем за годы проведенных исследований (2022–2024 гг.) с применением биопрепаратов наибольшая урожайность сои отмечена на варианте № 3, где урожай составил 3,12 т/га, что превышает значение контрольного варианта на 19,1%. При использовании биопрепаратов масса семян с одного растения увеличилась на 1,3–2,0 г. Самый высокий показатель отмечен на вариантах № 3 и № 4 — по 8,3 г. В опытных вариантах № 3 и № 4 сформировались более крупные и выполненные зерна (масса 1000 семян сои) — 153,9–153,5 г соответственно. Масса 1000 семян в варианте № 3 увеличилась на 8,5 г по сравнению с вариантом без обработки.

Ключевые слова: соя, биопрепараты, микробиологические препараты, урожайность, минеральные удобрения, плодородие

Для цитирования: Свирина В.А., Черногаев В.Г. Интенсивная технология возделывания сои на основе использования бактериальных и минеральных удобрений. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 112–118.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-112-118>

Intensive technology of soybean cultivation based on the use of bacterial and mineral fertilizers

ABSTRACT

The results of three years of research on the effect of microbiological fertilizers and growth regulators on soybean productivity and quality in the Ryazan region are presented. The pre-sowing treatment of seeds with the bacterial preparation “Nitragin KM, SP”, pre-sowing treatment of seeds and foliar top dressing according to the phases of development with the microbiological preparation “Organit N, Zh”, the silicon-containing growth regulator “ApaSil, P”. It was shown that the use of biologics “Nitragin KM, SP” (0.08 kg/ha, norm) + “Organit N” (1.5 l/ha) (seed treatment), “Organit N, Zh” (2 l/ha) (spraying in the branching phase) + “Organit N, Zh” (2 l/ha) (spraying in the budding phase) together with the use of mineral fertilizers helps to increase yields, improvement of soy structural elements.

The increased activity of microorganisms in the formation of carbon dioxide (CO₂) in all variants with biological products is reliably confirmed. During the entire study period, the use of biological preparations had a pronounced positive effect on an increase in soybean yield by 0.31–0.50 t/ha compared with the control without treatment. On average, over the years of research (2022–2024) using biologics, the highest yield of soybeans was noted in option No. 3, where the yield was 3.12 t/ha, which exceeds the value of the control option by 19.1%. When using biologics, the weight of seeds from one plant increased by 1.3–2.0 g. The highest indicator was noted in variants No. 3 and No. 4 — 8.3 g each. In experimental variants No. 3 and No. 4, larger and more complete grains (weight of 1000 soybean seeds) were formed — 153.9–153.5 g, respectively. The weight of 1,000 seeds in variant No. 3 increased by 8.5 g compared to the untreated variant.

Key words: soybeans, biological products, microbiological preparations, yield, mineral fertilizers, fertility

For citation: Svirina V.A., Chernogaev V.G. Intensive technology of soybean cultivation based on the use of bacterial and mineral fertilizers. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 112–118 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-112-118>

Введение/Introduction

Одним из важных элементов биологического земледелия в контексте влияния на процессы трансформации органического вещества следует считать применение биопрепаратов и стимуляторов роста, которые снижают фитотоксичность, стимулируют симбиотическую деятельность, фиксируют атмосферный азот, переводя его в формы, пригодные для потребления растением, повышают биологическую активность и продуктивность сои.

Об актуальности и практической значимости данного направления говорит то, что в настоящее время имеются данные многочисленных исследований о положительном влиянии биопрепаратов на урожайность как небобовых, так и бобовых растений [1–5].

Микроорганизмы, осуществляя трансформацию растительных остатков и участвуя в формировании структуры почвы, образовании гумуса и его минерализации, играют важную роль в почвообразовании и сохранении плодородия [6]. Для того чтобы вырастить экологически чистую продукцию, во многих странах широко внедряют в сельскохозяйственное производство биопрепараты [7].

Производство сои активно развивается по всему миру, особенно в России. Урожай семян сои зависит от влияния целого ряда факторов, таких как норма высева, *pH* почвы, погодные условия и сортовые особенности [8–11].

Успех возделывания сельскохозяйственной культуры определяется такими составляющими, как получение полноценных всходов, создание для растений благоприятных условий питания и увлажнения, защита от неблагоприятных условий. Решающий фактор — правильный выбор сорта [12].

Важным элементом технологии возделывания сои является способ обработки почвы, что значительно сказывается на урожайности [13]. Один из агроприемов, направленных на повышение урожая семян сои, — правильный выбор оптимального срока высева, который должен соответствовать биологическим особенностям не только культуры, но и сорта [14]. Какой будет урожайность, во многом зависит от метеорологических условий вегетационного периода [15].

Основной фитосанитарной безопасностью посевов сои, как, впрочем, и других культур, являются высокая культура земледелия и выстраивание агротехнических мероприятий с таким расчетом, чтобы они, положительно влияя на культурные растения, уничтожающе действовали на вредные организмы. Такой подход необходим при планировании всей технологической схемы выращивания сои [16–18]. Активность азотфиксации коррелирует с фазой

развития растений: усиление ее начинается с момента появления проростков растений, достигает максимума к периоду цветения и резко снижается после уборки урожая [19].

Цель исследований — оценить влияние эффективности комплексного действия биопрепаратов на фоне применения минеральных удобрений на урожайность сои и экономическую эффективность.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены в 2022–2024 гг. в рамках государственного задания № FGUN-2022-0013 «Разработать новые генотипы сельскохозяйственных культур и создать сорта на основе изучения селекционного материала для использования в агрономических машинных технологиях возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур» по теме «Выявить реакцию новых сортов на современные формы удобрений и пестицидов» на опытном участке ИСА — филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ на территории Рязанской области.

В качестве опытной культуры выбран и утвержден перспективный сорт сои Георгия селекции ИСА: раннеспелый, оптимален для климатических условий региона и гарантированно вызревает на семена в Рязанской области.

Объект исследований — соя Георгия.

Биологические препараты: «Нитрагин КМ», сыпучий инокулянт; микробиологический препарат «Органик N» (Bionovatic, Россия), кремнийсодержащий регулятор роста «АпаСил, П» («Фосагро», Россия) — предназначены для предпосевной обработки семян, опрыскивания растений сои по вегетации; фунгицидный протравитель «Тирада, СК» (Avgust, Россия), инсектицидный протравитель «Табу, ВСК» (Avgust, Россия).

Изучение биопрепаратов проводили на темно-серой лесной почве.

Почва участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по механическому составу. Содержание гумуса по Тюрину¹ в пахотном горизонте составляло 3,2%, подвижного фосфора по Кирсанову² — 187 мг/кг почвы, обменного калия по Кирсанову³ — 148 мг/кг почвы, *pH* солевой вытяжки⁴ — 5,3 ед., общего азота⁵ — 0,20%. Гидролитическая кислотность по Каппену⁶ — 2,61 мг-экв / 100 г почвы.

Предшественник — яровая пшеница.

Схема опыта включала четыре варианта. Контролем в опыте служил вариант без обработки (табл. 1).

Повторность — четырехкратная.

Норма высева семян — 800 тыс. всхожих семян на 1 га.

¹ ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

² ГОСТ 26951 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.

³ ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

⁴ ГОСТ 26483-85 Приготовление солевой вытяжки и определение ее *pH* по методу ЦИНАО.

⁵ ГОСТ Р 58596-2019 Почвы. Методы определения общего азота.

⁶ ГОСТ 26212-91 Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Experience scheme

Исследуемая система	Применяемые препараты
Вариант № 1	Контроль (без обработок)
Вариант № 2	«Органин N, Ж» — 1,5 л/т (обработка семян) + «Органин N, Ж» — 2,0 л/га (опрыскивание в фазу ветвления) + «Органин N, Ж» — 2,0 л/га (опрыскивание в фазу бутонизации)
Вариант № 3	«Нитрагин KM, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N, Ж» — 1,5 л/т (обработка семян) + «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазу ветвления) + «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазу бутонизации)
Вариант № 4	«Нитрагин KM, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N, Ж» — 1,5 л/т (обработка семян) + «АпаСил» — 0,05 кг/т (обработка семян) + «Органин N, Ж» — 2 л/га + «АпаСил, П» — 0,1 кг/га (опрыскивание в фазу ветвления) + «Органин N, Ж» — 2 л/га + «АпаСил, П» — 0,1 кг/га (опрыскивание в фазу бутонизации)

Площадь обрабатываемой делянки — 50 м².

Агротехника опыта: ранневесеннее боронование, предпосевная культивация, посев сои во II декаде мая сеялкой СЗ-5,4А («Белинсксельмаш», Россия) с транспортным устройством.

Сложные удобрения (НРК)₆₀ вносили под предпосевную культивацию. Семена сои обрабатывали изучаемыми препаратами непосредственно перед посевом из расчета 10 л рабочего раствора на 1 т семян. Регуляторы роста и микробиологическое удобрение вносили ручным опрыскивателем в фазу ветвления и фазу бутонизации из расчета 200 л/га рабочего раствора. Гербициды «Корсар, ВК» (1,6 л/га) + «Фабриан, ВДГ» (0,1 кг/га) + «Миура, КЭ» (0,8 л/га) вносили фоном по всем вариантам опыта опрыскивателем ОН-600 из расчета 200 л/га рабочего раствора.

Настения опрыскивали в период вегетации (в фазе ветвления и в фазе бутонизации) по схеме опыта при помощи ранцевого опрыскивателя.

В течение вегетации наблюдали за ростом и развитием растений. Подсчет густоты стояния растений проводили дважды — при полных всходах и перед уборкой на 1 м².

Урожай убирали в фазе созревания бобов. Урожайность определяли по фактически убранному валу семян с учетной площади. Перед уборкой проводили отбор растений для структурного анализа урожая. Учет урожая проводили поделочно-весовым методом. Определяли элементы структуры урожая и качества семян сои за 3 года⁷.

В лабораторных условиях в каждом единичном образце определяли число растений, высоту растений, число бобов на растении, число семян с одного растения (шт.), массу семян с одного растения, массу 1000 семян по ГОСТ 12042⁸.

Структуру и величину урожая учитывали по методике ГСИ⁹. Математическую обработку полученных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову¹⁰.

Биологическую активность почвы определяли методом льяных полотен (определение выделения диоксида углерода из почвы по методу В.И. Штатнова)¹¹.

Экономическую эффективность рассчитывали согласно утвержденным методикам¹²⁻¹⁴.

Агроклиматические условия за годы исследований различались и оказывали влияние на формирование уровня урожайности сои (табл. 2).

Условия 2022 года отличались колебаниями температурного режима и превышением среднесезонных показателей в мае на 0,8 °С, в июне на 4,5 °С, в июле на 5,2 °С и неравномерным выпадением осадков (табл. 2). В мае осадки превысили среднесезонную норму на 9,6 мм. ГТК в мае — 1,24, в июне — 0,83. В июне — августе наблюдался дефицит осадков. В июле — августе ГТК составил 0,22–0,16 соответственно.

В 2023 году температура мая незначительно превысила среднесезонную на 3,3 °С, но наблюдался дефицит осадков (ниже среднесезонной нормы на 31,1 мм). В июне среднесуточная

Таблица 2. Метеорологические условия вегетационного периода (май — август) в период исследований (2022–2024 гг.)

Table 2. Meteorological conditions of the growing season (May — August) during the research period (2022–2024)

Месяц	Температура, °С			Осадки, мм		
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Май	13,4	15,9	14,6	49,6	8,9	41,8
Июнь	21,5	19,8	21,9	40,7	35,5	35,5
Июль	24,0	21,2	24,6	16,0	82,4	14,5
Август	25,5	22,8	23,6	12,8	22,6	13,2

⁷ Методические указания: Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / М.А. Вишнякова, Т.В. Буравцева, С.В. Булынец и др. Санкт-Петербург. 2010; 140.

⁸ ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

⁹ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. М.: Колос. 2019; 329.

¹⁰ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985; 385.

¹¹ Васильев И.П. Земледелие: практикум : учебное пособие / И.П. Васильев. М.: ИНФРА-М. 2019; 1: 424.

¹² Методические рекомендации по определению общего экономического эффекта от использования результатов НИОКР в АПК / Г.А. Полуни, А.В. Гарист, Р.И. Князева. М.: РАСХН. 2007; 32.

¹³ В.Г. Сычев, О.А. Шаповал, И.М. Можарова и др. Методические указания по регистрационным испытаниям новых форм удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание. М.: Росинформагротех. 2016; 216.

¹⁴ Приказ Минсельхоза РФ от 06.06.2003 № 792 «Об утверждении Методических рекомендаций по бухгалтерскому учету затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в сельскохозяйственных организациях». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_59524/ (дата обращения: 12.03.2025).

температура незначительно превысила среднемноголетнюю. В I и II декадах месяца наблюдался дефицит количества осадков — на 13,8 мм и 17,2 мм ниже среднемноголетней нормы. В III декаде выпало 31,5 мм, что выше среднемноголетней на 11,5 мм, но за месяц в целом наблюдался дефицит в 19,5 мм.

Июль отличился обилием осадков: наблюдалось превышение среднемноголетней нормы на 18,4 мм. Температура июля превышала среднемноголетнюю на 2,4 °С. Август был жарким и сухим: дефицит осадков составил 32,4 мм; температурный режим превышал среднемноголетний показатель на 5,7 °С.

В 2024 году наблюдался недостаток влаги в мае, температура превысила среднемноголетнюю на 2,0 °С. I декада июня выдалась жаркой и сухой: при среднемесячной температуре июня 19,8 °С превышение составило 8,3 °С; осадков было меньше среднемноголетней нормы на 11,0 мм. Во II декаде выпало осадков 58,4 мм, что на 40,4 мм выше среднемноголетней нормы.

В июле сложились благоприятные условия для роста и развития сои. Температура была выше среднемноголетней на 5,8 °С, осадков выпало 101,3 мм, что выше среднемноголетней нормы на 37,3 мм.

В августе сложились благоприятные погодные условия для качественной и своевременной уборки зернобобовых культур. Среднемесячная температура воздуха составляла 22,1 °С, небольшие осадки выпали лишь в I декаде — 13,0 мм.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Всхожесть и густота стояния растений — существенные показатели развития посева. Лучший результат (по количеству всходов) при предпосевной обработке биопрепаратами находился в пределах 78–80 шт/м². В результате применения биопрепаратов полевая всхожесть увеличилась в варианте № 4 на 11% по сравнению с контролем без обработки (72 шт/м²).

Анализ сохранности растений сои сорта Георгия показал, что по всем вариантам опыта наблюдалась хорошая сохранность. В среднем за 3 года по вариантам с биопрепаратами сохранность растений превышала контрольный вариант на 1,9–4,8%. Самый высокий процент сохранности растений к уборке отмечен в варианте № 3 при использовании препарата «АпаСил, П» в дозе 0,05 кг/т семян (обработка семян) и по вегетации растений в фазу ветвления и в фазу бутонизации в дозе 0,1 кг/га и составил 98,4% (табл. 3).

Анализ высоты растений сои свидетельствует о том, что предпосевная обработка и опрыскивание по фазам развития усиливают ростовые процессы.

По результатам трехлетних испытаний выявлено, что каждый из изучаемых вариантов с биопрепаратами положительно повлиял на рост и развитие сои (табл. 4).

Таблица 3. Густота стояния растений сои Георгия и их сохранность к уборке (среднее за 2022–2024 гг.)
Table 3. Density of soybean plants of the Georgy and their survival rate for harvesting (average for 2022–2024)

№	Вариант	Количество растений по всходам, шт/м ²	Количество растений перед уборкой, шт/м ²	Сохранность растений к уборке, %
1	№ 1 (контроль)	72	66	91,7
2	№ 2	78	73	93,6
3	№ 3	79	76	96,2
4	№ 4	80	79	98,4

Таблица 4. Высота растений сои Георгия по фазам развития в зависимости от обработок инокулянтом и стимуляторами роста, см (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 4. Height of Georgy soybean plants by development phases depending on treatments with inoculant and growth stimulants, cm (average for 2022–2024)

Вариант	Ветвление	Цветение	% к предыдущей фазе	Образование бобов	% к предыдущей фазе
№ 1 (контроль)	52,0	58,8	13,0	64,3	9,3
№ 2	53,8	72,1	26,9	83,0	15,1
№ 3	55,3	74,8	35,3	88,9	18,9
№ 4	53,7	70,3	30,9	82,3	17,1
HCP ₀₅	0,53	0,26	–	0,44	–

К фазе образования бобов интенсивность роста сои ослабевает по отношению к предыдущей фазе (цветения). Основной прирост пришелся на фазу цветения, где увеличение высоты на вариантах с биопрепаратами составило 26,9–35,3%. В фазу образования бобов прирост колебался от 9,3 до 18,9%. Наиболее отзывчивым на увеличение роста растений сои оказался вариант № 3 (инокулянт + микробиологический препарат), где превышение высоты растений составило 18,9% по сравнению с контролем.

Внесение биологических препаратов оказывает влияние и на развитие микробиологических процессов в почве. Биологическая активность почвы, определенная по интенсивности разложения льняного полотна в фазу образования бобов, варьировала по вариантам от 20,3 до 42,5% (табл. 5).

Достоверно подтверждается усиление деятельности микроорганизмов в образовании диоксида углерода (CO₂) на всех вариантах с биопрепаратами. Лучшие показатели отмечены на вариантах № 3 с внесением инокулянта + биологического препарата на фоне минеральных удобрений (187,2 мг CO₂/м²·ч) и № 4 (инокулянт + биологический препарат с добавлением регулятора роста растений) — 163,2 мг CO₂/м²·ч, что на 66,9% и 45,6%, соответственно, больше, чем на варианте без биопрепаратов (112,0 мг CO₂/м²·ч).

Таблица 5. Интенсивность выделения диоксида углерода из почвы в слое 0–30 см (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 5. Intensity of carbon dioxide emission from the soil in the 0–30 cm layer (average for 2022–2024)

Вариант	Разложение льняного полотна — образование бобов сои, %	Выделение диоксида углерода (CO ₂) — образование бобов	
		мг CO ₂ /м ² ч	± к контролю, %
№ 1 (контроль)	20,3	112,1	–
№ 2	34,3	148,9	32,9
№ 3	42,5	187,2	66,9
№ 4	39,7	163,2	45,6
НСП ₀₅	0,21	0,51	–

Известно, что повышение урожайности культуры обусловлено усилением репродуктивных процессов. По результатам трехлетних испытаний выявлено, что каждый из изучаемых вариантов с применением биопрепаратов положительно повлиял на основные элементы структуры урожая. Основными элементами, из которых складывается продуктивность сои, являются количество бобов на растении, масса семян с растения, масса 1000 семян и др.

Таблица 6. Влияние биопрепаратов на формирование структуры урожая сои (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 6. The influence of biopreparations on the formation of the soybean crop structure (average for 2022–2024)

Вариант	Количество растений, шт/м ²	Количество бобов на растении, шт.	Количество семян с одного растения, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г
№ 1 (контроль)	67,0	18,5	33,8	6,3	145,4
№ 2	75,5	22,0	45,5	7,6	147,6
№ 3	76,0	23,0	48,8	8,3	153,9
№ 4	76,5	23,9	46,5	8,3	153,5
НСП ₀₅	1,09	0,21	0,09	0,23	0,28

Таблица 7. Урожайность сои сорта Георгия при применении биопрепаратов (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 7. The yield of soybean variety Georgy when using biopreparations (average for 2022–2024)

Вариант	Урожайность сои, т/га			Средняя, т/га	Прибавка	
	2022 г.	2023 г.	2024 г.		за три года, т/га	%
№ 1 (контроль)	2,31	3,16	2,46	2,62	–	100
№ 2	2,56	3,68	2,82	2,98	0,36	113,7
№ 3	2,52	4,10	2,94	3,12	0,50	119,1
№ 4	2,71	3,62	2,64	2,93	0,31	111,8
НСП ₀₅	1,9	0,12	0,09	–	–	–

Таблица 8. Экономическая эффективность применения элементов технологии на сое (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 8. Economic efficiency of using technology elements on soybeans (average for 2022–2024)

Вариант	Затраты на пестициды, руб/га	Урожайность, т/га	Дополнительный урожай, т/га	Стоимость дополнительного урожая, руб.	Условно чистый доход, руб/га
№ 1 (контроль)	–	2,62	–	–	–
№ 2	2994	2,98	0,36	12 600	9606
№ 3	3994	3,12	0,50	17 500	14 106
№ 4	4039	2,93	0,31	10 850	6811

При использовании биопрепаратов масса семян с одного растения увеличилась на 1,3–2,0 г. Самый высокий показатель отмечен в вариантах № 3 и № 4 — по 8,3 г. В опытных вариантах № 3 и № 4 сформировались более крупные и выполненные семена сои — масса 1000 семян составила 153,9–153,5 г соответственно. Масса 1000 семян в варианте № 3 увеличилась на 8,5 г по сравнению с вариантом без обработки (табл. 6).

Независимо от года исследований применение биологических препаратов оказало выраженное положительное влияние на увеличение урожайности сои (на 0,31–0,50 т/га) по сравнению с контролем без обработки (табл. 7).

В среднем за годы проведения исследований (2022–2024 гг.) более высокая урожайность сои по сравнению с контрольным вариантом без обработки биологическими препаратами была получена в варианте № 3 («Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг/га (норма семян) + «Органит N, Ж» — 1,5 л/т (обработка семян) + «Органит N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазе ветвления) + «Органит N, Ж» — 2,0 л/га (бутонизация) и составила 3,12 т/га. Урожайность на контроле — 2,62 т/га, то есть превышение 19,1%.

Наибольший условно чистый доход отмечен в варианте № 3: «Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органит N» — 1,5 л/т (обработка семян), «Органит N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазе ветвления) + «Органит N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазу бутонизации) — 14 106 руб/га (табл. 8).

Стоимость 1 т семян сои — 35 тыс. руб. Стоимость 1 л, кг препаратов (данные на 2024 г.): «Нитрагин КМ, СП» — 5000 руб., «Органит N, Ж» — 700 руб., «АпаСил, П» — 4120 руб., «Тирада, СК» — 1890 руб., «Табу, ВСК» — 6750 руб.

Выводы/Conclusions

Для стабильного повышения продуктивности сои на темносерой лесной тяжелосуглинистой почве целесообразно применять обработку семян биопрепаратами и их сочетаниями по вегетации в фазы ветвления и бутонизации.

В среднем за годы проведенных исследований (2022–2024 гг.)

с применением биопрепаратов наибольшая урожайность сои отмечена в варианте с использованием: «Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N» — 1,5 л/т (обработка семян), «Органин N, Ж» — 2,0 л/га + «Органин N, Ж» — 2,0 л/га (опрыскивание в фазы ветвления и бутонизации) (3,12 т/га, в других опытных вариантах — 2,93–2,98 т/га). Такое повышение урожайности обусловлено усилением репродуктивных процессов.

Обработка семян бактериальными препаратами в опытном варианте («Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N» — 1,5 л/т и

опрыскивание («Органин N, Ж» — 2,0 л/га + «Органин N, Ж» — 2,0 л/га) по вегетации привело к увеличению семян с одного растения до 8,3 г, на контроле — 6,3 г. Масса 1000 семян сои — 153,9 г, что выше контроля на 8,5 г.

Наибольший условно чистый доход на дополнительный урожай получен в варианте с применением биопрепаратов «Нитрагин КМ, СП» — 0,08 кг / 1 га (норма) + «Органин N» — 1,5 л/т (обработка семян), «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазе ветвления) + «Органин N, Ж» — 2 л/га (опрыскивание в фазу бутонизации) — 14 106 руб/га.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ в рамках госзадания № FGUN-2022-0013 «Разработать новые генотипы сельскохозяйственных культур и создать сорта на основе изучения селекционного материала для использования в агрономических машинных технологиях возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур».

FUNDING

The materials were prepared as part of the grant of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task No. FGUN-2022-0013 "To develop new genotypes of agricultural crops and create varieties based on the study of breeding material for use in agronomic machine technologies for the cultivation, storage and processing of agricultural crops".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Захарова М.Н., Рожкова Л.В., Свирина В.А., Черногаев В.Г. Влияние элементов технологии на урожайность сои сорта Георгия в Рязанской области. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2023; (5): 18–21. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/5/18-21>
- Новиков А.В., Васин В.Г., Вершинина О.В. Возделывание нута при применении удобрений и стимуляторов роста в условиях сухостепной зоны Среднего Поволжья. *Плодородие*. 2018; (3): 4–8. <https://www.elibrary.ru/xqheax>
- Урянян Г.Р. Применение биопрепаратов для успешного возделывания сои в России. *Вестник современных исследований*. 2019; (2–12): 82–84. <https://www.elibrary.ru/yzywhb>
- Дериглазова Г.М., Семененко Е.А. Влияние биопрепаратов на рост и развитие гороха в почвах различных типов. *Мелиорация и гидротехника*. 2024; 14(4): 322–336. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-4-322-336>
- Анохин Н.П., Гуреева Е.В., Овсянникова М.В., Маркова В.Е. Опыт и перспективы возделывания сои в Рязанской области. Инновации в сельском хозяйстве и экологии. *Материалы III Международной научно-практической конференции*. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. 2025; 7–10. <https://www.elibrary.ru/ifukhp>
- Чуян Н.А., Дюкарева Г.М., Брескина А.А. Микробиологическая активность чернозема типичного при возделывании сельскохозяйственных культур по агробиотехнологии. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2024; (5): 62–69. <https://doi.org/10.31857/S2500208224050138>
- Чуян Н.А., Брескина Г.М., Окунева А.А. Влияние биологизации земледелия на продуктивность зернопропашного севооборота. *Земледелие*. 2023; (3): 12–16. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-3-12-16>
- Гуреева Е.В. Влияние погодных факторов и плотности посева на формирование продуктивности сои в Центральном Нечерноземье. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022; (5): 9–12. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/5/9-12>
- Головина Е.В., Беляева Р.В. Симбиотическая деятельность и формирование урожая люпина узколистного и сои в контрастных погодных условиях. *Земледелие*. 2022; (6): 31–36. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-31-36>
- Шабалдас О.Г., Есаулко А.Н., Власова О.И., Вольтерс И.А. Фотосинтетическая активность посевов сои в зависимости от сорта в условиях Центрального Предкавказья. *Земледелие*. 2022; (8): 31–34. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-8-31-34>

REFERENCES

- Zakharova M.N., Rozhkova L.V., Svirina V.A., Chernogaev V.G. Influence of the technology elements on the soybean Georgia's variety yield in the Ryazan region. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2023; (5): 18–21 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/5/18-21>
- Novikov A.V., Vasin V.G., Verzhinina O.V. Cultivation of chick-pea at use of fertilizers and growth factors in the conditions of a sukhostepny zone of Central Volga area. *Plodородие*. 2018; (3): 4–8 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xqheax>
- Uryanyan G.R. The use of biological products for the successful cultivation of soybeans in Russia. *Vestnik sovremennykh issledovaniy*. 2019; (2–12): 82–84 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yzywhb>
- Deriglazova G.M., Semenenko E.A. The influence of biopreparations on the growth and development of peas in different types of soils. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2024; 14(4): 322–336 (in Russian). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-4-322-336>
- Anokhin N.P., Gureeva E.V., Ovsyannikova M.V., Markova V.E. Experience and prospects of soybean cultivation in the Ryazan region. *Innovations in agriculture and ecology. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference*. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2025; 7–10 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ifukhp>
- Chuyan N.A., Dyukareva A.A., Breskina G.M. Microbiological activity of typical chernozem in cultivation of agricultural crops using agrobiotechnology. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2024; (5): 62–69 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500208224050138>
- Chuyan N.A., Breskina G.M., Okuneva A.A. The influence of biologization of agriculture on the productivity of grain-rowed crop rotation. *Zemledelie*. 2023; (3): 12–16 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-3-12-16>
- Gureeva E.V. Weather conditions and seeding density influence on soybean productivity in the Central Nonblack Soil zone. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2022; (5): 9–12 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/5/9-12>
- Golovina E.V., Belyaeva R.V. Symbiotic activity and crop formation in blue lupine and soybeans under contrasting weather conditions. *Zemledelie*. 2022; (6): 31–36 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-31-36>
- Shabalidas O.G., Esaulko A.N., Vlasova O.I., Volters I.A. Photosynthetic activity of soybean crops depending on the variety under the conditions of the Central Fore-Caucasus. *Zemledelie*. 2022; (8): 31–34 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-8-31-34>

11. Свирина В.А., Черногаев В.Г. Влияние минерального питания и предшественников на урожайность и качество семян сои в звене севооборота. *Аграрная наука*. 2024; (3): 124–128. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-124-128>
12. Синеговский М.О. Возделывание сои в России в современных условиях. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2024; (5): 11–16. <https://doi.org/10.31857/S2500208224050037>
13. Левина А.Н. Продуктивность растений сои сорта Китросса в зависимости от формирования репродуктивных органов. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2024; (3): 34–37. <https://doi.org/10.31857/S2500208224030076>
14. Веневцев В.З., Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Влияние систем защиты на фитосанитарное состояние посевов и урожайность ярового ячменя сорта Яромир в условиях Рязанской области. *Зерновое хозяйство России*. 2019; (5): 62–67. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-62-67>
15. Нафиков М.М., Смирнов С.Г., Краснов А.В., Шашкаров Л.Г. Особенности применения способов обработки почвы при возделывании сои в лесостепной зоне. *Аграрная наука*. 2024; (4): 70–74. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-70-74>
16. Лукьянчук Л.М., Дега Л.А., Хасбиуллина О.И. Регуляторы роста и биопрепараты в защите сои от церкоспороза. *Защита и карантин растений*. 2018; (9): 23–24. <https://www.elibrary.ru/xzigmh>
17. Синяшин О.Г., Шаповал О.А., Шулаева М.М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве. *Плодородие*. 2016; (5): 38–42. <https://www.elibrary.ru/wrvzr>
18. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В., Семеренко С.А., Махонин В.Л. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей). *Масличные культуры*. 2023; (1): 33–52. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52>
19. Калининская Т.А. Методы выделения и культивирования азотфиксирующих ассоциаций. *Микробиология*. 1967; 36(2): 345–349.
11. Svirina V.A., Chernogaev V.G. Influence of mineral nutrition and predecessors on the yield and quality of soybean seed in the crop rotation link. *Agrarian science*. 2024; (3): 124–128 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-124-128>
12. Sinegovsky M.O. Soybean cultivation in Russia under modern conditions. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2024; (5): 11–16 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500208224050037>
13. Levina A.N. Productivity of the Kitrossa soybean variety depends on reproductive organs formation. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2024; (3): 34–37 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500208224030076>
14. Venetsev V.Z., Zakharova M.N., Rozhkova L.V. The impact of protection systems on phytosanitary condition of sowings and productivity of the spring barley variety “Yaromir” in the Ryazan region. *Grain Economy of Russia*. 2019; (5): 62–67 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-62-67>
15. Nafikov M.M., Smirnov S.G., Krasnov A.V., Shashkarov L.G. Features of the application of soil cultivation methods in the cultivation of soybeans in the forest-steppe zone. *Agrarian science*. 2024; (4): 70–74 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-70-74>
16. Lukiyanchuk L.M., Dega L.A., Khasbiullina O.I. Growth regulators and biopreparations in protection of soybean from cercosporosis. *Plant protection and quarantine*. 2018; (9): 23–24 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xzigmh>
17. Sinyashin O.G., Shapoval O.A., Shulaeva M.M. Innovative plant growth regulators in agricultural production. *Plodородie*. 2016; (5): 38–42 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wrvzr>
18. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Trunova M.V., Semerenko S.A., Makhonin V.L. Methodology of agricultural and chemical investigations in experiments with oil crops (Report I. Experiments with soybean). *Oil Crops*. 2023; (1): 33–52 (in Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52>
19. Kalininskaya T.A. Methods for isolation and study of nitrogen fixing microbial associations. *Mikrobiologiya*. 1967; 36(2): 345–349 (in Russian).

ОБ АВТОРАХ**Вера Алексеевна Свирина**

старший научный сотрудник
svirina-vera@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0007-7250-4143>

Виталий Геннадьевич Черногаев

младший научный сотрудник
tchernogaeff@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0006-0195-3462>

Институт семеноводства и агротехнологий — филиал
Федерального научного агроинженерного центра ВИМ,
ул. Парковая, 1, с. Подвьязь, Рязанская обл., 390502,
Россия

ABOUT THE AUTHORS**Vera Alekseevna Svirina**

Senior Researcher
svirina-vera@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0007-7250-4143>

Vitaly Gennadievich Chernogaev

Junior Researcher
tchernogaeff@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0006-0195-3462>

The Institute of Seed Production and Agrotechnologies —
branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
1 Parkovaya Str., Podvyaze, Ryazan region, 390502,
Russia