

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-1-33-39>

УДК 631.46:633.34:631.67



## ДЕЙСТВИЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН СОИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ОРОШАЕМОЙ СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

С.А. Агапова<sup>1✉</sup>, А.Ю. Москвичев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова; 400002, Волгоградская область, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9, Россия

<sup>2</sup> Волгоградский государственный аграрный университет; 400002, Волгоградская область, г. Волгоград, Университетский пр-кт, 26, Россия

**Аннотация.** Основная цель исследований заключалась в определении биологической активности почвы путем изучения интенсивности разложения льняного материала на изучаемых вариантах опыта. Именно такое использование инокулянта выбранной ценной зернобобовой культуры значительно увеличивает биологическую активность, находящихся в ней микроорганизмов, характерных для светло-каштановой почвы. Такое применение способствует обогащению почвы своеобразными бактериями, которые усиливают фиксацию азота из атмосферы и превращают его в доступные легкоусвояемые формы. Наблюдения проводились с 2022 по 2023 гг. на орошаемой светло-каштановой почве опытной станции «Орошаемая» (Волгоградская область, пос. Водный). Было рассмотрено два режима увлажнения почвы, по которым проводилась оценка эффективности посевной обработки семян сои комплексом бактериальных азотфиксирующих компонентов в сравнении с необработанным вариантом опыта (контроль). Полученные итоги таких наблюдений убедительно доказывают, что предпосевная обработка посевного материала биологическими компонентами действует положительно на биоту изучаемого профиля почвы. Данные по биологической активности почвы коррелируют с урожайностью и качеством собранного зерна при условии поддержания предположенного порога влажности на уровне 80% от наименьшей влагоемкости. Постоянное увлажнение почвы на уровне 80% НВ при выращивании сои с проведением предпосевной инокуляции семян позволяет получить урожай зерна в течение двух лет исследований на уровне 2,85 т/га с повышенными показателями качества зерна, где содержание общего азота составляет 5,04%, фосфора – 0,90%, калия – 2,15%, сырого жира – 21,21%, а содержание клетчатки – 9,74%.

**Ключевые слова:** предпосевная инокуляция семян, соя, урожайность, качество семян, орошение, биологическая активность

**Формат цитирования:** Агапова С.А., Москвичев А.Ю. Действие инокуляции семян на биологическую активность орошаемой светло-каштановой почвы Нижнего Поволжья // Природообустройство. 2025. № 1. С. 33-39. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-1-33-39>

Scientific article

## THE EFFECT OF SEED INOCULATION ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF IRRIGATED LIGHT CHESTNUT SOIL IN THE LOWER VOLGA REGION

S.A. Agapova, A.Yu. Moskvichev

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, a branch of the A.N. Kostyakov Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation; 9 Timiryazev St., Volgograd, 400002, Volgograd Region, Russia

<sup>2</sup> Volgograd State Agrarian University; 26 Universitetskiy Prospekt, Volgograd, 400002, Volgograd Region, Russia

**Abstract.** The main purpose of this study was to determine the biological activity of the soil by studying the intensity of decomposition of flax material in the studied experimental variants. It is precisely this use of inoculant, a selected valuable leguminous crop, that significantly increases the biological activity of the microorganisms present in it, characteristic of light chestnut soil. This application helps enrich the soil with peculiar bacteria that enhance nitrogen fixation from the atmosphere and turn it into accessible, easily digestible forms. **Materials and methods.** Our observations were carried out from 2022 to 2023 on irrigated light chestnut soil at the experimental station “Irrigated” (Volgograd region, village Water). Two soil moisture regimes were considered, according to which the effectiveness of soybean seed treatment with a complex of bacterial nitrogen-fixing components was evaluated in comparison with the untreated version of the experiment (control). **Results.** The obtained results of such observations

convincingly prove that pre-sowing treatment of seed material with biological components has a positive effect on the biota of the studied soil profile. Data on the biological activity of the soil correlate with the yield and quality of the harvested grain, provided that the pre-irrigation moisture threshold is maintained at 80% of the lowest moisture capacity. **Conclusions.** Constant moistening of the soil at the level of 80% HB when growing soybeans with pre-sowing inoculation of seeds makes it possible to obtain a grain harvest within two years of research at the level of 2.85 t/ha with increased grain quality indicators, where the total nitrogen content is 5.04%; phosphorus – 0.90%; potassium – 2.15%; crude fat – 21.21%, and fiber content is 9.74%.

**Keywords:** pre-sowing inoculation of seeds, soybeans, yield, seed quality, irrigation, biological activity

**Format of citation:** Agapova S.A., Moskvichev A.Yu. The effect of seed inoculation on the biological activity of irrigated light chestnut soil in the Lower Volga region // Prirodoobutrojstvo. 2025. No. 1. P. 33-39. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-1-33-39>

**Введение.** Аграрное производство составляет одну из основных отраслей экономики России, и важным компонентом этой отрасли является производство сои [1]. Соя – это одна из самых распространенных и востребованных сельскохозяйственных культур в мире, которая используется в пищевой, кормовой и технической промышленности. Однако, как и любое другое растение, соя нуждается в определенных условиях для своего успешного роста и развития [2, 3].

Почва является одним из основных элементов, влияющих на рост и развитие в жизни растений. Почва является жизненно важным ресурсом для растений, которая обогащает растения элементами питания, а также водой и воздухом. Кроме того, почва является основой для развития корневой системы растений, которая обеспечивает их устойчивость к внешним воздействиям [4, 5]. Однако в условиях современного сельского хозяйства почва может подвергаться различным негативным воздействиям – таким, как эрозия, загрязнение химическими веществами и деградация биологической активности. В связи с этим важно разрабатывать и использовать методы, способствующие улучшению состояния почвы и успешному развитию сельскохозяйственных культур [6].

Одним из таких приемов в технологии возделывания важнейшей зернобобовой культуры – сои – является инокуляция семян [7, 8]. Инокуляция семян сои представляет собой процесс введения в почву или нанесение на семена микроорганизмов рода *Rizobium*, которые способны образовывать симбиотическую азотфиксирующую ассоциацию с корневой системой растений сои [9].

Кроме того, инокуляция семян сои помогает улучшить структуру почвы и ее водно-воздушный режим. Благодаря увеличению биологической активности почвы растения получают лучший доступ к минеральным веществам и воде,

что способствует более эффективному росту и развитию [10, 11].

Использование предпосевной обработки семян сои такими препаратами в орошаемом земледелии может стать одним из ключевых шагов к повышению продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур [12, 13].

Биологическую активность орошаемой светло-каштановой почвы можно значительно усилить благодаря процессу инокуляции. Взаимодействие микроорганизмов в почве и корней сои приводит к увеличению биологической активности, что способствует повышению урожайности и качества почвы.

**Цель исследований:** измерение интенсивности биоты в почве путем оценки скорости разложения тканевого материала в различных вариантах исследований.

**Материалы и методы исследований.** В 2022-2023 гг. проводились наблюдения за использованием малоизученных элементов в технологии возделывания сои. Был выбран сорт селекции ВНИИОЗ – Волгоградка 2, посев которой прошел во второй половине мая. Место проведения исследований – орошаемая светло-каштановая почва Нижней Волги.

Исследования включали в себя два ключевых фактора: изучение режимов орошения почвы и предпосевную обработку семян.

Экспериментальная схема включает в себя фактор А – водный режим. Первый тип режима основывается на поддержании благоприятного уровня влажности почвы на протяжении основных фаз роста и развития растений, где от начала посева и до конца ветвления глубина увлажнения составляет 0,4 м, уровень влажности поддерживается на уровне 70% от наименьшей влагоемкости (НВ). От начала цветения до завершения налива зерна глубина увлажнения увеличивается до 0,6 м, а уровень влажности находится в пределах 80% от НВ. В последующем

от завершения налива зерна и до его спелости влажность в исследуемом горизонте не опускается ниже 70% НВ.

Второй тип водного режима основывается на поддержании более высокого уровня влажности в период всего вегетационного периода. Так, от посева до конца ветвления влажность почвы находится в пределах 80% НВ в слое 0,4 м. Этот период важен для активного роста корневой системы и формирования вегетативной массы. Во второй период вегетации (цветение-полная спелость) – 80% НВ на глубину увлажнения почвенного профиля почвы 0,6 м.

Обработка семян включала в себя два варианта (Фактор В): контроль (необработанные семена) и обработка семян биологическими препаратами. В качестве препаратов использовались Геостим Фит Г (5-10 л/т), Импровер (20 мл/т), Гелиос Супер (1-2 л/т). Эти препараты обладают различными биологически активными веществами, которые оказывают положительное влияние на основные этапы роста и развитие растений, тем самым повышая их устойчивость к заболеваниям и вредителям, а также улучшая усвоение питательных веществ.

Новый препарат Геостим Фит марки Г – микробиологическое удобрение широкого спектра действия с фунгицидными и стимулирующими свойствами. В основе препарата – 8 видов живых полезных микроорганизмов (*Chaetomium globosum*, *Trichoderma viride*, *Bacillus megaterium*, *Azospirillum brasilense*, *Rhizobium leguminosarum*, *Mesorhizobium ciceri*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Bacillus subtilis*) и их метаболитов. Акцент сделан на преобладание определенных видов микроорганизмов, поэтому Геости Фит марки Г решает разные задачи: разложение пожнивных остатков; увеличение доступности почвенного питания; защита семян и вегетирующих растений от фитопатогенов; инокуляция семян азотфиксирующими бактериями; фиксация атмосферного азота и почвенного фосфора. Препарат положительно влияет на рост и развитие некорневой подкормки.

Импровер ВР – адьювант-смачиватель. Он применяется для улучшения растекания рабочего раствора биопрепаратов, пестицидов и агрохимикатов на поверхности обрабатываемых объектов.

Гелиос Супер – жидкое минеральное удобрение для предпосевной обработки семян. Препарат стимулирует рост и развитие корневой системы и надземной части растений сои, увеличивает всхожесть, ускоряет прорастание семян, повышает жизнеспособность всходов, обеспечивает прорастающие семена азотным питанием,

устраняет признаки дефицита элементов питания, увеличивает азотфиксирующую активность клубеньковых бактерий, повышает устойчивость к засухе, морозам, заболеваниям, повышает урожайность.

Биологическая активность почвы изучалась методом закладки льняного полотна на глубину промачивания до 60 см. Этот метод позволяет оценить количество микроорганизмов в почве, что является ключевым показателем плодородия. Льняные полотна, помещенные в почву, обеспечивают среду для развития микроорганизмов, что позволяет изучить их активность. Посев сои был произведен широкорядным способом с междурядьем 0,7 м и нормой высева 600 тыс. шт. семян на 1 га. Повторность полевого опыта – трехкратная. Размещение делянок в опыте – рендомизированное.

Почва опытного участка – светло-каштановая, характеризуется тяжелосуглинистой текстурой. Мощность гумусового слоя составляет 0,00-0,28 м, содержание гумуса в этом слое почвы – от 1,3 до 1,4%. Реакция почвенного раствора слабощелочная, рН водной вытяжки колеблется в пределах от 7,2 до 7,7. Уровень питательных элементов в почве показывает низкое содержанием азота, умеренное содержание фосфора и высокое содержание калия. Плотность естественного сложения почвы для слоев 0,0-0,4 и 0,0-0,6 м составляет 1,38 и 1,43 т/м<sup>3</sup> соответственно. Значения порозности варьируются от 46,64 до 51,59% в разных слоях.

**Результаты и их обсуждение.** В результате наблюдений была определена скорость разложения льняного полотна в зависимости от его размещения по профилю (15, 30 и 45 дней). По истечении этого срока полотна выкапывались и анализировались по изучаемым вариантам опыта.

Биологическая активность светло-каштановой почвы в наших наблюдениях на двух водных режимах почвы осуществлялась путем закладки тканевого материала на глубину 0,6 м. Было выбрано три срока определения с экспозицией: 15, 30 и 45 суток. По истечении указанных сроков полотна выкапывались и подвергались дальнейшим определениям в лабораторных условиях. Для удобства полотна подразделялись на три горизонта по профилю почвы: пахотный (0,00-0,20 м); подпахотный (0,20-0,40 м); глубокий (0,40-0,60 м).

На двух водных режимах почвы были заложены делянки, где изучали эффективность предпосевной инокуляции семян сои и варианты без применения обработок (рис. 1, 2).

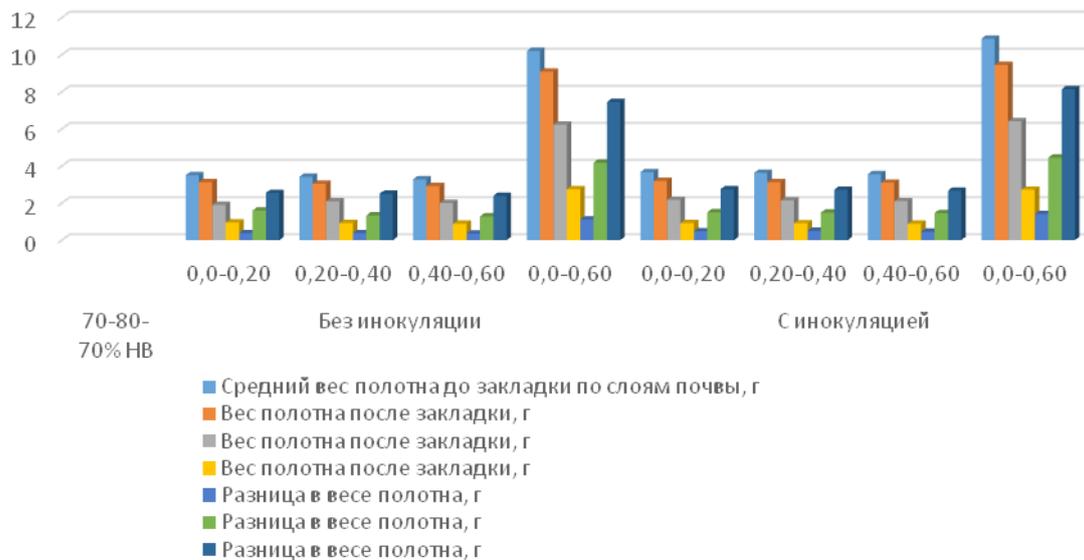


Рис. 1. Исследование влияния предпосевной инокуляции семян на процесс разложения полотна по горизонтам почвы при дифференцированном режиме орошения за 2022-2023 гг.

Fig. 1. Study of the effect of pre-sowing inoculation of seeds on the process of decomposition of the canvas along the soil horizons under a differentiated irrigation regime for 2022-2023

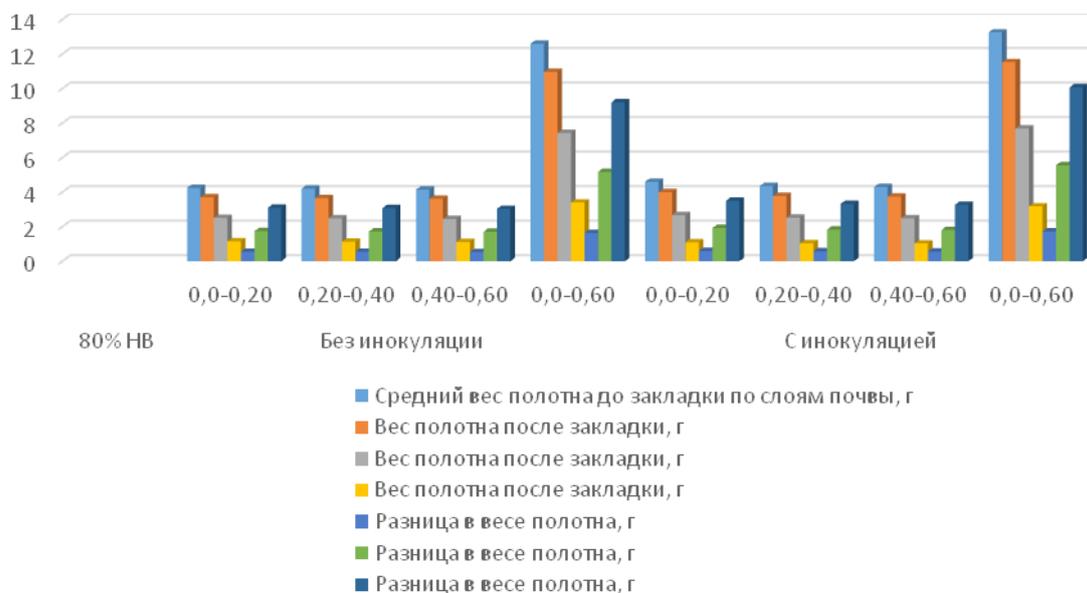


Рис. 2. Исследование влияния предпосевной инокуляции семян на процесс разложения полотна по горизонтам почвы при постоянном водном режиме за 2022-2023 гг.

Fig. 2. Study of the effect of pre-sowing inoculation of seeds on the process of decomposition of the canvas along the soil horizons under a constant water regime for 2022-2023

Полученные данные показывают, что биологическая активность почвы снижается вниз по профилю, и наибольшие ее значения были отмечены по пахотному слою почвы на всех исследуемых вариантах. При этом варианты без инокуляции имели больший вес полотна, чем на вариантах с инокуляцией, по этим двум водным режимам почвы.

В процессе нахождения ткани в почве ее масса уменьшалась в зависимости от времени нахождения: 15, 30 и 45 дней. Явное отличие в массе льняной ткани было зафиксировано

при максимальном сроке (45 дней), когда наблюдалось почти полное ее разложение. Полученные результаты, касающиеся изменений в массе закладываемого материала, указывают на значительную интенсивность изменений в его весовых характеристиках.

Наименьшие весовые утраты в интервале 0,00-0,60 м составили 7,45 г на варианте с режимом орошения 70-80-70% NB без предварительной обработки семян. А на варианте с проведением инокуляции при этом же режиме почвы разница в весе между закладкой и извлечением

ткани составила 8,14 г. При поддержании постоянной величины уровня влажности почвы 80% НВ на варианте без использования обработки семян разница в массе по окончании 45-дневного нахождения экспозиции в почве составила 9,20 г. Максимальное отличие в весе, равное 10,04 г, было зафиксировано на том же варианте водного режима почвы, но с инокуляцией семян.

Исходя из веса материала, заложенного в почву, можно определить степень разложения полотно в профиле светло-каштановой почвы на выбранных вариантах эксперимента.

Анализируя уровень разложения материала на основе имеющихся данных (15, 30 и 45 суток), следует отметить, что степень разложения за первый период нахождения полотно в почве составляла от 11 до 13%. Во время второго срока

наблюдений значение разложения полотно увеличилось и уже находилось в пределах от 39 до 42%, а на третьем этапе достигало 73-76%. Все это говорит о том, что процесс разложения такого полотно активно осуществлялся на участках с проведением инокуляции семян при поддержании влажности почвы на уровне до 80% НВ, где в среднем по слою 0,0-0,6 м достигал своего максимума в 44,29%.

Произошедшие изменения в биологической активности почвы, отраженной на полотно, полностью совпадают с результатами продуктивности по изучаемым вариантам опыта.

Исходя из приведенных данных (рис. 4), следует отметить, что уровень урожайности полученного зерна в 2022 г. заметно уступал уровню продуктивности в 2023 г. ввиду более благоприятных

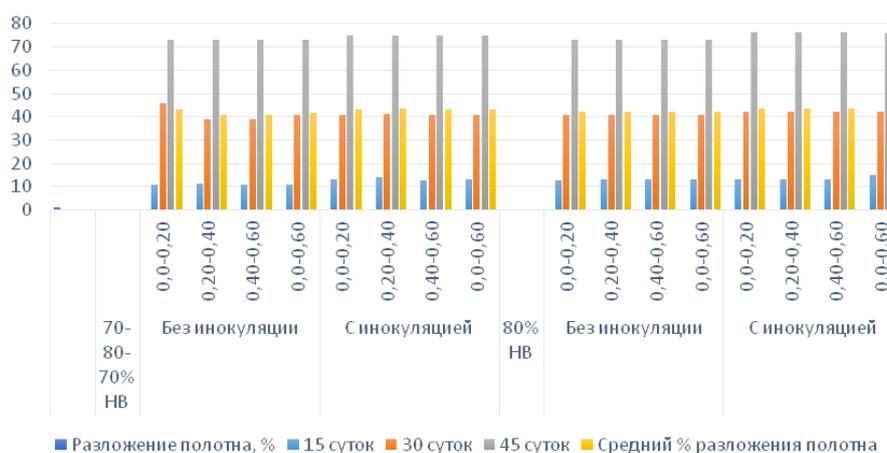


Рис. 3. Степень разложения ткани по почвенному профилю по исследуемым вариантам опыта за 2022-2023 гг.

Fig. 3. The degree of tissue decomposition by soil profile according to the studied variants of the experiment for 2022-2023

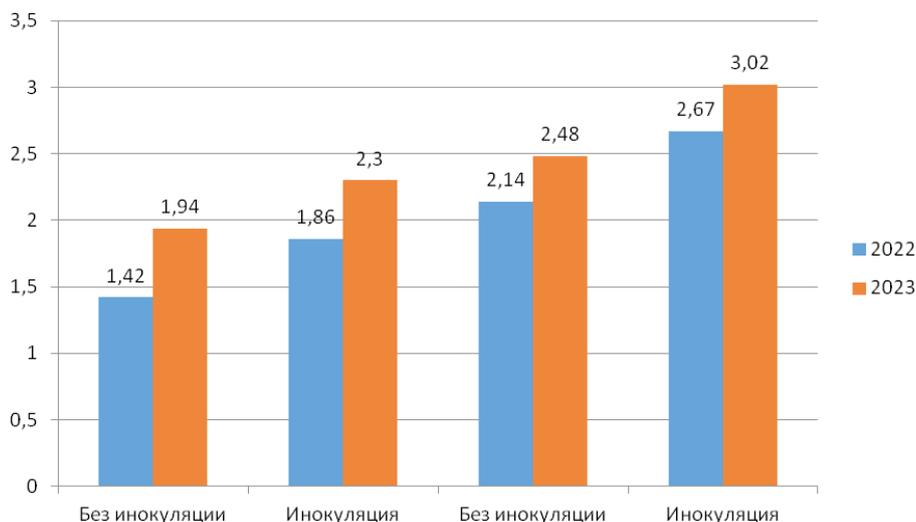


Рис. 4. Действие предпосевной инокуляции на продуктивность зерна сои при двух уровнях влажности почвы в период с 2022 по 2023 гг.

Fig. 4. Effect of pre-sowing inoculation on soybean grain productivity at two levels of soil moisture in the period from 2022 to 2023

условий роста и развития сои. При поддержании предполивного порога влажности на уровне 80% НВ имел некоторые положительные моменты по сравнению с дифференцированным. Однако по обоим водным режимам почвы наглядно просматривается преимущество предпосевной обработки семян биологическими инокулянтами. Полученные данные по продуктивности сои в целом за два года составляют: при дифференцированном водном режиме на необработанном варианте сбор зерна сои был получен на уровне 1,68 т/га, в то время как при проведении инокуляции семян – 2,08 т/га. При постоянном водном режиме с поддержанием предполивного порога влажности до 80% НВ по вариантам опыта она увеличилась от 2,31 до 2,85 т/га.

Анализируя полученные значения качества зерна сои (табл. 1), необходимо подчеркнуть, что отмеченные показатели полностью совпадают с урожайностью зерна. Максимальные результаты этих значений были отмечены при поддержании НВ не ниже 80% и при осуществлении допосевной инокуляции семян. Исходя из этого несколько худшие качественные значения были получены при переменном водном режиме – 70-80-70% НВ без инокуляции, которые составили: N общ. – 4,15%; P – 0,81%; K – 2,08%; сырой жир – 20,59%; клетчатка – 8,24%. А наилучшим показал себя вариант с постоянным режимом орошения (80% НВ) и инокуляцией семян, который достигал: N общ. – 5,04%; P – 0,90%; K – 2,15%; сырой жир – 21,21%; клетчатка – 9,74%.

Таблица 1. Качественные показатели зерна сои по изучаемым факторам за два года 2022-2023 гг.

Table 1. Qualitative indicators of soybean grain by the factors studied for two years 2022-2023

Изучаемые варианты <i>Studied options</i>		N общ., % <i>N total, %</i>	P, %	K, %	Сырой жир, % <i>Crude fat, %</i>	Клетчатка, % <i>Fiber content, %</i>
70-80-70% НВ	без инокуляции / <i>without inoculation</i>	4,15	0,81	2,08	20,59	8,24
	с инокуляцией / <i>with inoculation</i>	4,27	0,84	2,13	20,95	8,80
80% НВ	без инокуляции / <i>without inoculation</i>	4,78	0,86	2,13	21,00	9,09
	с инокуляцией / <i>with inoculation</i>	5,04	0,90	2,15	21,21	9,74

### Выводы

На основании полученных опытных данных следует отметить наибольшую эффективность предпосевной обработки семян сои биологическими препаратами, которые оказывают благоприятное действие на биологическую активность почвенного горизонта светло-каштановой почвы.

Значения биологической активности почвы на исследуемых делянках полностью

совпадают с продуктивностью зерна сои и его качеством.

За два года наблюдений наилучшим вариантом следует признать постоянный водный режим орошения почвы (80% НВ) с проведением допосевной инокуляции семян сои. Все это позволяло достичь продуктивности зерна сои на уровне 2,85 т/га с достижением высоких значений параметров качества зерна.

### Список использованных источников

- Грядунова Н.В. Зернобобовые культуры в экономике России / Грядунова Н.В., Зотиков В.И. и др. // Земледелие. 2014. № 4. С. 6-8.
- Бельшкينا М.Е. Рост и развитие сортов сои северного экотипа в зависимости от влияния лимитирующих факторов вегетационного периода / М.Е. Бельшкينا, Т.П. Кобозева, Е.В. Гуреева // Аграрный научный журнал. 2020. № 9. С. 4-9. DOI: 10.28983/asj.y2020i9pp4-9.
- Board J.E., Kahlon C.S. Soybean Yield Formation: What Controls It and How It Can Be Improved, Soybean Physiology and Biochemistry, Prof. Hany El-Shemy (Ed.) 2011. 488 p.
- Дорохов А.С. Производство сои в Российской Федерации: основные тенденции и перспективы развития / А.С. Дорохов, М.Е. Бельшкينا, К.К. Большева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (47). С. 25-33. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-3-25-33.
- Волобуева О.Г. Повышение эффективности бобово-ризобияльного симбиоза при участии

### References

- Gryadunova N.V. Leguminous crops in the Russian economy / V.I. Zotikov, N.V. Gryadunova, V.I. Zotikov [et al.] // Agriculture. 2014. No. 4. P. 6-8.
- Belyshkina M.E. Growth and development of soybean varieties of the northern ecotype depending on the influence of limiting factors of the growing season / M.E. Belyshkina, T.P. Kobozeva, E.V. Gureeva // Agrarian Scientific Journal. 2020. No. 9. P. 4-9. DOI 10.28983/asj.y2020i9pp4-9.
- Board J.E. Soybean Yield Formation: What Controls It and How It Can Be Improved, Soybean Physiology and Biochemistry, Prof. Hany El-Shemy (Ed.)/J.E.Board C.S. Kahlon. 2011. 488 p.
- Dorokhov A.S. Soybean production in the Russian Federation: main trends and development prospects / A.S. Dorokhov, M.E. Belyshkina, K.K. Bolsheva // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2019. No. 3(47) P. 25-33. DOI 10.18286/1816-4501-2019-3-25-33.
- Volobueva O.G. Improving the efficiency of legume-rhizobial symbiosis with the participation of a biological product and growth regulators / O.G. Volobueva

биопрепарата и регуляторов роста // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 3 (43). С. 26-32. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-3-26-32.

6. Москвичев А.Ю. Биологическая активность почвы в связи с предпосевной инокуляцией семян сои на двух режимах орошения светло-каштановой почвы / А.Ю. Москвичев, С.А. Агапова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 4 (72). С. 49-58. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-04.

7. Лыгин А.В. Влияние фунгицидных протравителей и инокулянта на продуктивность сои в условиях производственного опыта / А.В. Лыгин, Д.А. Белов, В.А. Крылов, М.Ф. Крылова // Земледелие. 2023. № 4. С. 44-47. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-4-44-47.

8. Агафонов О.М., Шабалдас О.Г. Применение бактериальных удобрений и стимуляторов роста при выращивании сои в условиях восточной зоны Краснодарского края. Ставрополь: Издательство «АГРУС», 2020. 136 с.

9. Балакай Г.Т. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области / Г.Т. Балакай, С.А. Селицкий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 3 (35). С. 80-97.

10. Бородычев В.В. Особенности применения минеральных удобрений при возделывании сои при орошении в условиях Нижнего Поволжья / В.В. Бородычев, Н.М. Лытов // Плодородие. 2015. № 1 (82). С. 33-35.

11. Бельшккина М.Е. Проблема производства растительного белка и роль зерновых бобовых культур в ее решении // Природобустройство. 2018. № 2. С. 65-73. DOI: 10.26897/1997-6011/2018-2-65-73.

12. Мухаметханова С.С. Сорты сои Нижневолжской селекции / С.С. Мухаметханова, В.В. Толоконников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2 (70). С. 247-256. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-28.

13. Biological nitrogen fixation (BNF) by legume crops in Yeurope/J.A. Baddeley S. Jones, C.F. Ye Topp C.A. Watson, J. Helming, F.L. Stoddard. – Text: electronic // Legume Futures Report 1.5. 2013: Available at: URL: <http://www.legumefutures.de>. (In English).

#### Об авторах

**Светлана Александровна Агапова**, младший научный сотрудник; <https://orcid.org/0000-0001-5159-6578>; [sveta-sxi@rambler.ru](mailto:sveta-sxi@rambler.ru)

**Александр Юрьевич Москвичев**, д-р с.-х. наук, профессор; <https://orcid.org/0000-0002-9309-2885>; [moskvichev56@bk.ru](mailto:moskvichev56@bk.ru)

#### Критерии авторства / Criteria of authorship

Агапова С.А., Москвичев М.Ю. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

#### Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare that there is no conflict of interest

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 02.08.2024

Одобрена после рецензирования / Approved after peer review 15.11.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 15.11.2024

// Legumes and cereals. 2022. No. 3(43). P. 26-32. DOI 10.24412/2309-348X-2022-3-26-32.

6. Moskvichev A.Y. Biological activity of the soil in connection with the pre-sowing inoculation of soybean seeds in two irrigation modes of light chestnut soil / A.Y. Moskvichev, S.A. Agapova // Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and higher professional education. 2023. No. 4(72). P. 49-58. DOI 10.32786/2071-9485-2023-04-04.

7. Lygin A.V., Belov D.A., Krylov V.A., Krylova M.F. Influence of fungicidal mordants and inoculant on soybean productivity in conditions of production experience // Agriculture. 2023. No. 4. P. 44-47. DOI 10.24412/0044-3913-2023-4-44-47.

8. Agafonov O.M. The use of bacterial fertilizers and growth stimulants in soybean cultivation in the eastern zone of the Krasnodar Territory / O.M. Agafonov, O.G. Shabaldas. Stavropol: AGRUS Publishing House, 2020. 136 p. ISBN 978-5-9596-1626-7.

9. Balakai G.T. Yield of soybean varieties during irrigation by sprinkling and drip irrigation systems in the Rostov region / G.T. Balakai, S.A. Selitsky // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. 2019. No. 3 (35). pp. 80-97.

10. Borodychev V.V. Features of the use of mineral fertilizers in soybean cultivation during irrigation in the conditions of the Lower Volga region / V.V. Borodychev, N.M. Lytov // Fertility. 2015. No. 1(82). P. 33-35.

11. Belyshkina M.E. The problem of vegetable protein production and the role of grain legumes in its solution / M.E. Belyshkina // Prirodobustrojstvo. 2018. No 2. P. 65-73. DOI 10.26897/1997-6011/2018-2-65-73

12. Mukhametkhanova S.S. Soybean varieties of the Lower Volga breeding / S.S. Mukhametkhanova, V.V. Tolokonnikov // Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and higher professional education. 2023. No. 2(70). P. 247-256. DOI 10.32786/2071-9485-2023-02-28.

13. Biological nitrogen fixation (BNF) by legume crops in Yeurope/J.A. Baddeley S. Jones, C.F. Ye Topp C.A. Watson, J. Helming, F.L. Stoddard. – Text: electronic // Legume Futures Report 1.5. 2013: Available at: URL: <http://www.legumefutures.de>. (In English).

#### Authors Information

**Svetlana A. Agapova**, Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-5159-6578>; [sveta-sxi@rambler.ru](mailto:sveta-sxi@rambler.ru)

**Alexander Y. Moskvichev**, Doctor of Agricultural Sciences Sci., Professor; <https://orcid.org/0000-0002-9309-2885>; [moskvichev56@bk.ru](mailto:moskvichev56@bk.ru)

Agapova S.A., Moskvichev M.Yu. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. They have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

All the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. All authors are equally responsible for violations in the field of ethics of scientific publications.