

## ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Оригинальная научная статья

УДК 633.34:661.152.5:631.8

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-4-46-51>



### Эффективность жидких борных микроудобрений в технологии возделывания сои

Марина Федоровна Крылова, Вадим Александрович Крылов,  
Ольга Гавриловна Волобуева, Сергей Леонидович Белопухов

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия

Автор, ответственный за переписку: Вадим Александрович Крылов; [kryloff.vadim2015@yandex.ru](mailto:kryloff.vadim2015@yandex.ru)

#### Аннотация

В настоящее время соя приобретает большое значение как высокопродуктивная белковая и маргинальная культура. Посевные площади под соей в нашей стране ежегодно увеличиваются. Решающую роль в получении стабильных и качественных урожаев сои играют применяемые агротехнологии. Исследования проводили с целью определения эффективности жидких борных микроудобрений Изагри Бор и Лебозол Бор в технологии возделывания сои сорта Бирюза. В результате проведенного производственного опыта в условиях Орловской области на темно-серой лесной почве установлена положительная роль борных микроудобрений на продуктивность сои. Некорневая обработка микроудобрениями сои в фазу бутонизации способствовала изменению структуры урожая, повышению количества бобов на одно растение и массы 1000 семян. Выявлено влияние жидких борных микроудобрений на урожайность сои в результате проведения механизированной уборки культуры. Отмечается увеличение урожайности сои на 3,6-3,8 ц/га по отношению к контролю. В опытах под влиянием листовых удобрений улучшилось качество продукции. Инструментальные методы анализа помогли установить, что применение Изагри Бор и Лебозол Бор способствовало увеличению содержания белка и жира в зерне сои на 1,5-2,5% по отношению к варианту без обработки.

#### Ключевые слова

соя, бор, жидкие микроудобрения, урожайность, качество продукции, некорневая обработка, возделывание сои, применение микроудобрений в возделывании сои

#### Для цитирования

Крылова М.Ф., Крылов В.А., Волобуева О.Г., Белопухов С.Л. Биологическая эффективность жидких борных микроудобрений в технологии возделывания сои // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 4. С. 46-51. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-4-46-51>

## PLANT PHYSIOLOGY AND PHYTOCHEMISTRY

Research article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-4-46-51>



### Efficiency of liquid boron microfertilizers in soybean cultivation technology

Marina F. Krylova, Vadim A. Krylov, Olga G. Volobueva, Sergey L. Belopukhov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Corresponding author: Vadim A. Krylov; [kryloff.vadim2015@yandex.ru](mailto:kryloff.vadim2015@yandex.ru)

#### Abstract

Nowadays, soybean is gaining great importance as a high-yielding protein and margin crop. The soybean area in our country is increasing every year. The applied agro-technologies play a crucial role in obtaining stable and high quality soybean yields. Studies were conducted to determine the effectiveness of liquid boron microfertilizers Izagri Bor and Lebozol Bor in the technology of soybean cultivation of Biryuz variety. The results of the conducted production experiment on dark gray forest soil in the conditions of the Oryol Region established the positive role of boron microfertilizers on the soybean productivity of soybeans. The foliar treatment of soybean with microfertilizers in the budding phase contributed to the change in the yield structure, increase in the number of beans per plant and Thousand Seed Weight. The effect of liquid boron microfertilizers on soybean yield as a result of mechanized harvesting of the crop was revealed. An increase

in soybean yield by 3.6-3.8 c/ha over the control was observed. In the experiments with foliar fertilizers, the quality of the products improved. Instrumental analysis showed that the use of Izagri Bor and Lebozol Bor contributed to an increase of 1.5-2.5% in the protein and fat content of the soybean grain compared to the non-treated variety.

### Keywords

soybean, boron, liquid microfertilizers, yield, product quality, foliar treatment, soybean cultivation, use of microfertilizers in soybean cultivation

### Conflict of interests

The authors declare no relevant conflict of interests.

### For citation

Krylova M.F., Krylov V.A., Volobueva O.G., Belopukhov S.L. Efficiency of liquid boron microfertilizers in soybean cultivation technology. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(4):46-51. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-4-46-51>

## Введение Introduction

Соя (*Glycine max* (L.) Merrill) – одна из основных сельскохозяйственных культур в мире, которая имеет популярность благодаря высокому содержанию белка. В среднем содержание белка в зерне сои изменяется в пределах 35-45%. Ее возделывают в качестве пищевой, кормой и технической культур [1, 2].

Посевные площади под соей в РФ из года в год увеличиваются. Так, общая посевная площадь под данную культуру в 2015 г. составила 2,1 млн га, в 2020 г. – 2,9 млн га, в 2024 г. – 4,3 млн га, и по предварительным данным, посевы в 2025 г. прогнозируются на уровне чуть более 5 млн га. Стоит отметить, что география сои на сегодняшний день достаточно широка, и если раньше ведущие позиции по объему площадей занимал Дальний Восток, в частности, Амурская область, то теперь фокус сместился в Центрально-Черноземную зону – более 1,5 млн га. Орловская область является не исключением в этом отношении. В 2024 г. посевные площади в Орловской области под сою составили 197 тыс. га, или на 30% больше по сравнению с предыдущим годом<sup>1</sup>.

Значительная роль в управлении продуктивностью сои отводится агротехнологиям. Научно обоснованное и адаптивное применение различных сортов, средств химических средств растений, удобрений, рострегулирующих веществ, обработки почв и т.д. позволяет минимизировать риски, связанные с неблагоприятными факторами, и получить наибольший выход продукции с единицы площади с высоким содержанием белка [3-6]. Поскольку соя относится к бобовым культурам, она предъявляет особые требования к элементам питания, которые принимают участие в азотном обмене [7-9]. Одним из таких элементов является бор. Он играет существенную роль в процессах оплодотворения, прорастания пыльцы, оттока ассимилянтов, образования клубеньков. Однако

усвоение бора соей из почвы не всегда происходит должным образом.

**Цель исследований:** определение эффективности жидких борных микроудобрений Изagri Бор и Лебозол Бор в технологии возделывания сои сорта Бирюза.

## Методика исследований Research method

Изучение эффективности жидких борных микроудобрений на сое проводилось в условиях Орловской области Орловского района, д. Козлы, на базе ГК(Ф)ХИП Кулешов Юрий Николаевич (координаты участка: 52.781054, 36.008663). Агрометеорологические условия в сезоне 2024 г. складывались благоприятно для роста и развития сои. Количество выпавших осадков с июня по сентябрь составило 249,1 мм, что характерно для среднемноголетних показателей. Наибольшее количество осадков выпало в III декаде июня и II декаде июля. Наименьшее количество осадков отмечалось в августе. В мае температура атмосферного воздуха была выше на 4 °С по сравнению со среднемноголетней температурой. В остальные месяцы весовые отклонения в температуре атмосферного воздуха не выявлены.

Почва участка – темно-серая лесная среднесуглинистая. Почвообразующие и подстилающие породы – оглеенные покровные суглинки (пятна оглеения встречаются с глубины 75 см). Склон – юго-западной экспозиции крутизной 0-3°. Рельеф участка выровненный. Агрохимические характеристики почвы: рН солевой вытяжки – 5,6-5,8; гидролитическая кислотность – 2,2 мг-экв/100 г почвы, гумуса – 3,8%; содержание элементов питания в почве, мг/кг почвы: среднее содержание легкогидролизуемого азота – 42,9; повышенное содержание (по Чирикову) подвижного фосфора – 127,7, обменного калия – 155,5.

Агротехника опытного участка типична для данного региона. Дата сева культуры – 18.05.2024 г. Норма высева – 700 тыс/га. Глубина заделки семян – 3-4 см. В опыте использовался сорт сои Бирюза. Предшественником являлась озимая пшеница. Обработка почвы включала в себя осеннее лущение стерни и боронование почвы весной с последующей предпосевной культивацией. При посеве вносились удобрения азофоска марки

<sup>1</sup> Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2024 году (предварительные данные): Бюллетень. <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>.

16:16:16 в дозе  $N_{24}P_{24}K_{24}$ . В качестве защитных мероприятий от вредных организмов была проведена гербицидная обработка смесью препаратов Нексус, ВР + Трейсер, КЭ. Уборка культура проведена механизированным способом при помощи комбайна ACROS585.

Обработка жидкими борными удобрениями культуры проводилась в фазу бутонизации. В опыте использовался прицепной опрыскиватель Amazone UX 5200 Super. Удобрения вносились отдельно от пестицидных обработок. Норма рабочего раствора составила 200 л/га. В качестве борных удобрений были выбраны продукты компаний ООО «Изагри» и ООО «Лебозол». Норма применения микроудобрений – 1 л/га. Тип опыта – производственный, размер опытной делянки составлял 0,5 га. Закладка опыта и проведение учетов выполнялись согласно общепринятым методикам [10, 11]. Для определения структуры урожая сои на каждом варианте опыта были отобраны растительные образцы с 1 м<sup>2</sup> в 5-кратной повторности. Качественные показатели зерна определяли при помощи инфракрасного анализатора марки Spectra Star <sup>TM</sup>XT. Результаты исследований обработаны при помощи программного пакета Microsoft Office Excel.

## Результаты и их обсуждение

### Results and discussion

Анализ полученных данных помог установить, что применение жидких борных микроудобрений оказало положительное влияние на структуру урожая сои (табл. 1).

Число бобов на одном растении увеличивалось в сравнении с контролем на варианте Изагри Бор на 10%, а Лебозол Бор – 14%. Число зерен в бобе существенно не изменялось по вариантам опыта, значения находились на уровне 2 шт. Фолиарная обработка удобрениями сои повлияла на массу 1000 семян. На контрольном участке масса семян составила 141,2 г, в то время как на опытных вариантах масса 1000 семян была выше и составила 149,8-151,5 г. Учет биологической урожайности сои перед уборкой культуры позволил выявить, что наименьшая урожайность в опыте отмечалась на варианте без обработки – 28,73 ц/га. Одновременно с этим на вариантах с применением борных микроудобрений биологическая урожайность увеличилась на 3,3-4,0 ц/га по сравнению с контрольным участком.

Проведение листовых обработок микроудобрениями повлияло на урожайность

Таблица 1

#### Структура урожая сои в зависимости от применения жидких борных микроудобрений

Вариант	Число бобов на 1 растении, шт.	Число зерен в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га
Контроль (без обработки)	20,91	2,10	141,2	28,73
Изагри Бор	23,03	2,17	151,5	32,03
Лебозол Бор	23,86	2,12	149,8	32,77
НСР05	1,63	0,18	5,3	1,15

Table 1

#### Soybean yield structure depending on the application of liquid boron microfertilizers

Option	Number of beans per plant, pcs.	Number of grains in a bean, pcs.	Thousand Seed Weight, gr	Biological yield, c/ha
Control (without treatment)	20.91	2.10	141.2	28.73
Izagri Bor	23.03	2.17	151.5	32.03
Lebozol Bor	23.86	2.12	149.8	32.77
LSD05	1.63	0.18	5.3	1.15

сои. На варианте без обработки урожайность сои зафиксирована на уровне 26,8 ц/га. Применение борных микроудобрений Изагри Бор и Лебозол Бор достоверно повысило урожайность культуры (табл. 2). В опытных вариантах урожайность сои повысилась в среднем на 3,7 ц/га, или на 13,8%. Между опытными вариантами разница в урожайности не отмечалась.

Применение борсодержащих микроудобрений оказало положительное влияние на улучшение качественных показателей зерна сои (табл. 3).

Отмечено увеличение содержания протеина на 2,5%, жира – на 1,5-2% от применения Изагри Бор и Лебозол Бор. Показатели содержания клетчатки (5,8-6,2%) и золы (6,2-6,4) изменялись незначительно по всем вариантам опыта.

Таблица 2

**Влияние жидких борных микроудобрений на урожайность сои**

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к контролю, %
Контроль (без обработки)	26,8	–	–
Изагри Бор	30,6	3,8	14,2
Лебозол Бор	30,4	3,6	13,4
НСР05	1,2	–	–

Table 2

**Effect of liquid boron microfertilizers on soybean yields**

Option	Yield, c/ha	Increase to the control, c/ha	Increase to the control, %
Control (without treatment)	26.8	–	–
Izagri Bor	30.6	3.8	14.2
Lebozol Bor	30.4	3.6	13.4
LSD05	1.2	–	–

Таблица 3

**Влияние жидких борных микроудобрений на качественные показатели зерна сои**

Вариант	Белок, %	Клетчатка, %	Жир, %	Зола, %
Контроль (без обработки)	38,15±0,62	6,23±0,34	19,15±0,37	6,43±0,42
Изагри Бор	40,66±0,35	5,81±0,42	19,15±0,37	6,15±0,35
Лебозол Бор	40,53±0,51	5,75±0,29	19,15±0,36	6,21±0,38

Table 3

**Effect of liquid boron microfertilizers on quality indicators of soybean grain**

Option	Protein, %	Fiber, %	Fat, %	Ash, %
Control (without treatment)	38.15±0.62	6.23±0.34	19.15±0.37	6.43±0.42
Izagri Bor	40.66±0.35	5.81±0.42	19.15±0.37	6.15±0.35
Lebozol Bor	40.53±0.51	5.75±0.29	19.15±0.36	6.21±0.38

**Выводы**

**Conclusions**

Результаты испытаний жидких борных микроудобрений показали, что однократная обработка сои в фазу бутонизации является эффективным приемом. Использование коммерческих микроудобрений Изагри Бор и Лебозол Бор способствовало повышению общей урожайности

до 3,8 ц/га относительно контрольных значений. Помимо количественных показателей, использование борных микроудобрений оказало влияние на качественные показатели сои, увеличилось содержание белка (около 2,5%) и жира (около 2%). Таким образом, для реализации генетической продуктивности сои рекомендуется проведение листовых обработок растений жидкими борными микроудобрениями Изагри Бор и Лебозол Бор.

**Список источников**

1. Малашонок А.А., Пашина Л.Л. *Стратегия развития соевого подкомплекса Амурской области: Монография / ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои. Ижевск: ООО «ПРИНТ». 2022. 161 с. EDN: OKERBA*
2. Нагорный В.Д., Ляшко М.У. *Биология и агротехника сои: Монография. М.: Библио-Глобус, 2018. 418 с. <https://doi.org/10.18334/9785907063075>*
3. Волобуева О.Г. Повышение эффективности бобово-ризобияльного симбиоза при участии биопрепарата и регуляторов роста // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022. № 3 (43). С. 26-32. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2022-3-26-32>
4. Лыгин А.В., Белов Д.А., Крылов В.А., Крылова М.Ф. Влияние фунгицидных протравителей и инокулянта на продуктивность сои в условиях производственного опыта // *Земледелие*. 2023. № 4. С. 44-47. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-4-44-47>
5. Савенков В.П. Условия минерального питания сои в плодосменном севообороте при различных приемах и системах основной обработки почвы лесостепи ЦФО России // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 1 (57). С. 64-69. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-1-64-69>
6. Тишков Н.М., Махонин В.Л., Носов В.В. Урожайность и качество урожая сои в зависимости от способов и доз применения удобрений // *Масличные культуры*. 2019. № 4 (180). С. 53-60. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2019-4-180-53-60>

**References**

1. Malashonok A.A., Pashina L.L. *Strategy for the development of the soybean subcomplex of the Amur Region: a monograph. Izhevsk, Russia: OOO PRINT, 2022:161. (In Russ.)*
2. Nagorniy V.D., Lyashko M.U. *Biology and agricultural technology of soybeans: a monograph. Moscow, Russia: Biblio-Globus, 2018:418. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/9785907063075>*
3. Volobueva O.G. Improving the efficiency of legume-rhizobium symbiosis with the participation of a biological product and growth regulators. *Legumes and Groat Crops*. 2022;3(43):26-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2022-3-26-32>
4. Lygin A.V., Belov D.A., Krylov V.A., Krylova M.F. Influence of fungicidal protectants and inoculant on soybean productivity under the conditions of a production experiment. *Zemledelie*. 2023;4:44-47. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-4-44-47>
5. Savenkov V.P. The conditions of soybean mineral nutrition in crop rotations in case of different methods and systems of primary soil tillage in the forest-steppe of the Centre of Russia. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022;1(57):64-69. (In Russ.) <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-1-64-69>
6. Tishkov N.M., Makhonin V.L., Nosov V.V. Soybean seed yield and yield quality depending on the fertilizers doses and application methods. *Oil Crops*. 2019;4(180):53-60. (In Russ.) <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2019-4-180-53-60>

7. Крылова М.Ф., Волобуева О.Г., Белопухов С.Л., Крылов В.А. Эффективность сочетаний различных видов удобрений в технологии возделывания нута (ОБЗОР) // *Агрохимический вестник*. 2024. № 4. С. 85-90. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2024-4-016>

8. Синеговская В.Т., Ануфриева И.В., Урюпина А.А. Влияние обеспеченности растений минеральным азотом на развитие симбиотического аппарата и урожайность сои // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34, № 6. С. 28-32. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10605>

9. Спицына С.Ф., Третьяков М.А. Влияние фосфора, калия, азота и микроэлементов на урожайность сои // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2004. Т. 16, № 2. С. 112-116. EDN: PFAHPH

10. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. *Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами*: Монография. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. 538 с. EDN: KGEQYQ

11. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*: Учебник. 5-е изд. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN: ZJQBUD

7. Krylova M.F. Volobueva O.G., Belopukhov S.L., Krylov V.A. Efficiency of different types of fertilizers in chickpea cultivation technology. *Agrochemical Herald*. 2024;4:85-90. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2024-4-016>

8. Sinegovskaya V.T., Anufrieva I.V., Uryupina A.A. The influence of the provision of plants with mineral nitrogen on the development of the symbiotic apparatus and soybean yield. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2020;34(6):28-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10605>

9. Spitsyna S.F., Tretyakov M.A. Influence of phosphorus, potassium, nitrogen and microelements on soybean yield. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2004;2(16):112-116. (In Russ.)

10. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Semerenko S.A. *Methodology of agrotechnical research in experiments with pine field crops*. Krasnodar, Russia: Prosveshchenie-Yug, 2022:538. (In Russ.)

11. Dospekhov B.A. *Methods of field experiment*. 5th ed. Moscow, Russia: Agropromizdat, 1985:351. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Марина Федоровна Крылова**, аспирант кафедры микробиологии и иммунологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127343, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: [mari-masalova@yandex.ru](mailto:mari-masalova@yandex.ru)

**Вадим Александрович Крылов**, кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, кафедры микробиологии и иммунологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127343, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: [kryloff.vadim2015@yandex.ru](mailto:kryloff.vadim2015@yandex.ru)

**Ольга Гавриловна Волобуева**, доктор с.-х. наук, профессор кафедры микробиологии и иммунологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127343, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: [ovolobueva@rgau-msha.ru](mailto:ovolobueva@rgau-msha.ru)

**Сергей Леонидович Белопухов**, доктор с.-х. наук, профессор кафедры химии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127343, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: [SBelopuhov@rgau-msha.ru](mailto:SBelopuhov@rgau-msha.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4473-4466>

#### Information about the authors

**Marina F. Krylova**, Postgraduate Student of the Department of Microbiology and Immunology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: [mari-masalova@yandex.ru](mailto:mari-masalova@yandex.ru)

**Vadim A. Krylov**, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, Department of Microbiology and Immunology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: [kryloff.vadim2015@yandex.ru](mailto:kryloff.vadim2015@yandex.ru)

**Olga G. Volobueva**, DSc (Ag), Professor at the Department of Microbiology and Immunology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: [ovolobueva@rgau-msha.ru](mailto:ovolobueva@rgau-msha.ru)

**Sergey L. Belopukhov**, DSc (Ag), Professor at the Department of Chemistry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: [SBelopuhov@rgau-msha.ru](mailto:SBelopuhov@rgau-msha.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4473-4466>

Статья поступила в редакцию 19.11.2024  
Одобрена после рецензирования 23.12.2024  
Принята к публикации 26.12.2024

The article was submitted to the editorial office  
November 19, 2024  
Approved after reviewing December 23, 2024  
Accepted for publication December 26, 2024