

agkoy pshenitsy pervogo-chetvertogo pokoleniy / L.V. Volkova // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2019. – No. 20 (3). – S. 207-218.

7. Kapko, T.N. Izuchenie nasledovaniya dliny steblya myagkoy yarovoy pshenitsy v topkrossnykh skreshchivaniyakh / T.N. Kapko // Problemy i perspektivy agrarnoy nauki v Rossii (posvyashchaetsya 135-letiyu so dnya rozhdeniya A.I. Stebuta). Sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov, GNU NIISKh Yugo-Vostoka Ros-selkhozakademii, 14-16 marta 2012 g., Saratov. – S. 39-43.

8. Saakyan, G.A. Vliyanie mezhgenotipicheskoy konkurentsii na izmenchivost i nasleduemost kolichestvennykh priznakov ozimoy myagkoy pshe-nitsy / G.A. Saakyan // Biologicheskii zhurnal Ar-menii. – 1987. – T. 40, No. 2. – S. 110-116.

9. O nasledovanii i nasleduemosti nekotorykh kolichestvennykh priznakov ozimoy pshenitsy / G.A.Saakyan [i dr.] // Biologicheskii zhurnal Arme-nii. – 1986. – T. 39, No. 12. – S. 1015-1016.

10. Orlyuk, A.P. Otsenka kachestva zerna ozimoy myagkoy pshenitsy na rannikh etapakh sel-eksii / A.P. Orlyuk, V.A. Zhuzha // Plant Breeding and Seed Production. – 2006. - Vol. XII, No. 1-2. – P. 15-21.

11. Seleksionno-geneticheskie podkhody v otsenke perspektivnosti gibridnykh populyatsiy ozimoy tverdoy pshenitsy na kachestvo / N.E. Samofalova [i dr.]. // Zernovoe khozyaystvo Rossii. – 2018. – No. 6 (60). – S. 42-46.

12. Paterson, A.H., Damon, S., Hewitt, J., et al. (1991). Mendelian Factors Underlying Quantitative Traits in Tomato: Comparison across Species, Generations, and Environments. *Genetics*. 127: 181-97.

13. Molekulyarnye markery v populyatsionnoy genetike kulturnykh rasteniy: monografiya / Yu.V Chesnokov, N.V. Kocherina, V.M. Kosolapov. – Moskva: OOO «Ugreshskaya Tipografiya», 2019. – 200 s.

14. Rokitskiy, P.F. Biologicheskaya statistika / P.F. Rokitskiy. – Minsk: «Vysheyschaya shkola», 1967. – 328 s.

15. Nizamani, M.M., Nizamani, F., Rind, R., et al. (2020). Heritability and genetic variability estimates in F3 populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pure and Applied Biology*. 9. 352-368. 10.19045/bspab.2020.90040.

16. Kashif, M., Khaliq, I. (2004). Heritability, Correlation and Path Coefficient Analysis for Some Metric Traits in Wheat. *International Journal of Agriculture & Biology*. 6 (1): 138-142.



УДК 635.655:33:57.083.223

С.В. Жаркова, О.В. Манылова  
S.V. Zharkova, O.V. Manylova

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНОКУЛЯНТОВ НА СОЕ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

### THE EFFECTIVENESS OF INOCULANTS IN SOYBEAN CROPS IN THE FOREST-STEPPE OF THE OB RIVER AREA

**Ключевые слова:** соя, урожайность, экономическая эффективность, симбиотическая азотфиксация, инокулянт, чистый доход, рентабельность, себестоимость.

Проводится оценка эффективности применения предпосевной инокуляции семян сои препаратами симбиотических азотфиксаторов разных производителей. Соя играет ведущую роль в решении проблемы обеспечения населения белком, так как является зернобобовой культурой, имеющей в семенах наибольшее его содержание. Сегодня соя занимает одно из ведущих мест в мировом земледелии. За последние 20 лет

площади посевов культуры увеличились почти в 1,5 раза, по данным ФАОСТАТ в 2018 г. они составляли более 120 млн га. Ведущими производителями семян сои являются Аргентина, США и Бразилия, замыкают пятерку лидеров Индия и Китай. В Алтайском крае посеы сои в 2019 г. занимали около 150 тыс. га, в среднем по краю урожайность составила 1,27 т/га. Больше всего соей засеяно площади в Зональном и Смоленском районах, 11260 и 15758 га соответственно. Наибольшая урожайность 2,27 т/га была получена в Советском районе. Важное место среди них занимает предпосевная обработка семян препаратами-инокулянтами на основе симбиотических азототрофов,

которые обеспечивают растение связанным молекулярным азотом, что служит хорошей альтернативой внесению азотных удобрений под сою. В среднем за два года исследований наибольшая урожайность была получена на варианте с применением препарата «Хайкоут Супер» – 2,66 т/га. Наибольший условный чистый доход хозяйство получает при применении самого дорогого инокулянта Хайкоут Супер. Наибольший уровень рентабельности на варианте с Ризоторфином (PCLЦ).

**Keywords:** *soybean, yielding capacity, economic efficiency, symbiotic nitrogen fixation, inoculant, net profit, profitability, prime cost.*

This paper evaluates the efficiency of pre-sowing inoculation of soybean seeds with symbiotic nitrogen fixation preparations of different manufacturers. The soybean plays a leading role in solving the problem of providing the population with protein since it is a leguminous crop that has the highest protein content in seeds. Today, soybean is one of the leading crops in the world agriculture. Over the past 20

years, the areas under this crop increased almost 1.5 times; according to the FAOSTAT data, in 2018, they occupied over 120 million hectares. The leading producers of soybean seeds are Argentina, the USA and Brazil; India and China close the top five. In the Altai Region, in 2019, soybean crops occupied about 150 thousand ha with the average yield of 1.27 t ha across the Region. The largest areas under soybean are located in the Zonalniy and Smolenskiy Districts, 11,260 and 15,758 ha, respectively. The highest yield of 2.27 t ha was obtained in the Sovetskiy District. The key attention is paid to the pre-sowing seed treatment with inoculants based on symbiotic rhizobacteria which provide the plant with bound molecular nitrogen and this is used as an alternative to applying nitrogen fertilizers to soybeans. On two-year average, the highest yield was obtained in the variant with the use of the HiCoat® Super inoculant and amounted to 2.66 t ha. The farm receives the largest provisional net profit when using the most expensive inoculant, HiCoat® Super. The highest level of profitability was reached in the variant with the use of the Rizotoffin (RAC).

**Жаркова Сталина Владимировна**, д.с.-х.н., доцент, проф. каф. общего земледелия, растениеводства и защиты растений, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: stalina\_zharkova@mail.ru.

**Маньилова Ольга Васильевна**, к.с.-х.н., доцент, доцент каф. общего земледелия, растениеводства и защиты растений, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: miledidi@list.ru.

**Zharkova Stalina Vladimirovna**, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of General Agriculture, Crop Farming and Plant Protection, Altai State Agricultural University. E-mail: stalina\_zharkova@mail.ru.

**Manylova Olga Vasilyevna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of General Agriculture, Crop Farming and Plant Protection, Altai State Agricultural University. E-mail: miledidi@list.ru.

## Введение

Пищевая, перерабатывающая, комбикормовая и животноводческая сферы промышленности весьма заинтересованы в постоянно увеличивающемся размере получения белка из растений. Соя играет ведущую роль в решении проблемы обеспечения населения белком, так как является зернобобовой культурой, имеющей в семенах наибольшее его содержание. Содержание белка в семенах сои варьирует в пределах 36-47% [1, 2]. Сегодня соя занимает одно из ведущих мест в мировом земледелии. За последние 20 лет площади посевов культуры увеличились почти в 1,5 раза, по данным ФАОСТАТ в 2018 г. они составляли более 120 млн га. Ведущими производителями семян сои являются Аргентина, США и Бразилия, замыкают пятерку лидеров Индия и Китай (рис.) [3].

Основные посевы сои в России находятся в Дальневосточном ФО – около 1360,0 тыс. га посевных площадей. Сибирский ФО по посевным площадям сои занимает 4-е место в рейтинге

регионов России, производящих сою – 199,2 тыс. га.

В Алтайском крае посевы сои в 2019 г. занимали около 150 тыс. га, в среднем по краю урожайность составила 1,27 т/га. Больше всего соей засеяно площади в Зональном и Смоленском районах, 11260 и 15758 га соответственно. Наибольшая урожайность 2,27 т/га была получена в Советском районе [3, 4].

Интенсивное накопление белка в семенах сои обусловлено ее способностью к симбиотической азотфиксации. Этот процесс оказывает положительное влияние не только на рост и развитие культуры, но и улучшает условия произрастания последующих культур севооборота. Введение сои в севооборот разрывает цикл развития патогенной микрофлоры, формирующейся в севооборотах с большим насыщением зерновыми культурами [2, 5].

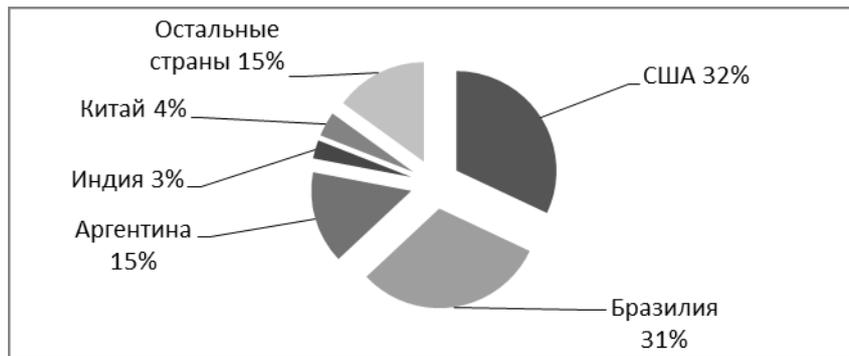


Рис. Страны-лидеры по объемам производства сои в мире (по данным ФАОСТАТ)

Высокие показатели урожайности культуры возможны при соблюдении всех агротехнических приемов. Очень важное место среди них занимает предпосевная обработка семян препаратами-инокулянтами на основе симбиотических азототрофов, которые обеспечивают растение связанным молекулярным азотом, что служит хорошей альтернативой внесению азотных удобрений под сою [5, 6]. При симбиотической азотфиксации отсутствует выделение диоксида азота в атмосферу, нет загрязнения почвы и получаемой продукции нитратами, что наблюдается при внесении азотных удобрений. Количество усвоенного агроценозом азота зависит от вида растения и его продуктивности.

Обобщение и анализ результатов многих исследований показывают, что зерновые бобовые культуры могут симбиотически связывать азота 20-80 кг/га, бобовые многолетние травы, например, люпиновый боборизобиальный симбиотический аппарат, при благоприятных условиях могут фиксировать до 103-199 кг/га азота, а такие культуры, как клевер и люцерна накапливают до 100-350 кг/га [7, 8].

Соя оставляет после себя до 100 кг/га азота в органической форме, который будет постепенно переходить в минеральную форму. Часть фиксированного элемента отчуждается из почвы с убранным урожаем, но при этом с пожнивными остатками в почве остается еще достаточное его количество.

Ещё более 100 лет назад применялась предпосевная инокуляция семян, за это время формы препаратов симбиотических азотфиксаторов изменились. Первоначально инокулянты представляли собой смесь почвы с бактериальной суспензией, затем стали применять в качестве носителя стерили-

зованные сыпучие субстраты: торф, вермикулит, перлит, цеолит, древесная и кокосовая стружка. Все больше и больше в настоящее время распространяются жидкие препаративные формы биопрепаратов: пасты, гели, жидкости.

Ограничивающим фактором для более широкого применения инокуляции в практике выращивания бобовых является сложность в использовании и получении, а также дороговизна штаммов бактерий. Поддержание жизнеспособности активных штаммов является весьма трудным и сложным процессом.

Считается, что наиболее перспективной, технологичной и экономичной препаративной формой является жидкая бактериальная суспензия, которая обогащается питательными веществами и различными технологическими добавками. В этом случае исключается трудоемкий этап упаковки, стерилизации и инокуляции твердофазных субстратов.

**Целью** работы было провести оценку эффективности ризобиальных препаратов разных производителей при предпосевной обработке семян сои.

#### Условия, методы и объекты исследований

Исследования проводили в условиях лесостепи Приобья в 2018-2019 гг. Опыты были заложены полевые. Площадь учетной делянки 1 га, повторность 4-кратная. Почва опытного участка – чернозёмы обыкновенные, средне-мощные. Содержание гумуса – 5,9-6,0%, рН в районе расположения делянок – 7,0. Погодные условия в период проведения исследований были благоприятны для роста и развития растений. Закладку опыта, сопутствующие наблюдения провели руководствуясь методическими указаниями [9-11].

В качестве объекта исследований использовали сорт сои Грация. Предмет исследования: Ризоторфин (СПБ) – инокулянт в жидкой препаративной форме производства фирмы Экос, Санкт-Петербург; Ризоторфин (РСЦ) – инокулянт в жидкой препаративной форме производства Россельхозцентра по Алтайскому краю; Хайкоут Супер – инокулянт в жидкой препаративной форме производства фирмы БАСФ.

### Результаты исследований

Полученные данные по элементам структуры урожая и урожайности сои показали, что предпосевная инокуляция семян препаратом «Ризоторфин» положительно влияет на рост продуктивности культуры (табл. 1). Ведущим показателем в определении урожайности является густота стояния растений перед уборкой. В наших исследованиях наибольшим он был на варианте с применением Ризоторфина производства РСЦ в среднем за два года исследований, однако он не является основополагающим, а продуктивность растений всегда будет складываться из ряда показателей. Более высокие растения с наибольшей высотой прикрепления бобов развивались также на этом варианте, превышение над контролем составило 7,5 и 1,8 см соответственно, что

может быть обусловлено большей густотой стояния растений на этом варианте.

По показателям количество семян и масса семян с одного растения выделился вариант с обработкой препаратом «Хайкоут Супер». Большая площадь питания для одного растения способствовала формированию боковых побегов и увеличению массы 1000 семян, что в конечном итоге позволило получить наибольшую продуктивность. В среднем за 2 года исследований урожайность составила 2,66 т/га, что на 11,8% превышает данный показатель на варианте с обработкой семян препаратом «Ризоторфин» (СПБ) и на 0,05 т/га превышает урожайность на варианте с обработкой препаратом «Ризоторфин» (РСЦ), что меньше НСР<sub>05</sub>, в пределах ошибки опыта. Однако для производителя решающим моментом будет все-таки экономическая эффективность вводимого элемента технологии.

Экономическая эффективность использования инокулянтов, способных заменить применение азотных удобрений, примерно равна, а в некоторых случаях даже превышает экономическую эффективность внесения удобрений под сою, а также проявляется положительное влияние на следующую культуру севооборота и её обеспеченность азотом.

Таблица 1

*Влияние предпосевной инокуляции семян на элементы продуктивности и урожайность сои*

Вариант опыта	Густота стояния перед уборкой, шт/м <sup>2</sup>	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Количество ветвей первого порядка, шт.	Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество семян в бобе, шт.	Количество семян на 1 растении, шт.	Масса семян на 1 растение, г	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
Ризоторфин (СПБ) (контроль)	37,8	69,3	15,6	0,88	22,5	2,46	53,8	6,32	118,4	2,38
Ризоторфин (РСЦ)	49,4	76,8	17,4	0,79	19,1	2,49	45,7	5,29	113,5	2,61
Хайкоут Супер	37,8	71,5	14,2	1,10	22,1	2,45	53,9	7,04	126,7	2,66
НСР <sub>05</sub> , т/га	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26

**Экономическая эффективность применения инокулянтов на сое, среднее 2018-2019 гг.**

Вариант	Стоимость семян с 1 га, руб.		Материально-денежные затраты на 1 га, руб.		Условно чистый доход с 1 га, руб.		Уровень рентабельности, %	Себестоимость 1 т семян, руб.
	всего	дополнительной продукции	всего	дополнительной продукции	всего	дополнительной продукции		
Ризоторфин (СПБ) (контроль)	59500	-	20049	-	39451	-	196,8	8424
Ризоторфин (РСЦ)	65250	5750	19782	-267	45468	6017	229,8	7579
Хайкоут Супер	66500	7000	20543	+495	45957	6505	223,7	7723

Стоимость препаратов-инокулянтов различалась, а затраты на внесение были одинаковыми. Средняя закупочная цена на сою в 2018, 2019 гг. составляла 25000 руб/т. Наибольшая стоимость семян получена на варианте с применением инокулянта Хайкоут Супер (66500 руб/га), на варианте с применением инокулянта Ризоторфин (РСЦ) стоимость продукции меньше на 1250 руб. в сравнении с наибольшим показателем (табл. 2).

Оценка материально-денежных затрат при возделывании сои показала, что изучаемый элемент технологии – инокуляция в общей совокупности затрат составил от 0,6% (Ризоторфин РСЦ) до 3,8% (Хайкоут Супер).

Сравнивая показатели доходности, видим, что наибольший условный чистый доход хозяйство получает при применении препарата «Ризоторфин» (РСЦ). Здесь же наибольший уровень рентабельности – 229,8%, что на 33,0% превышает этот показатель при применении препарата «Ризоторфин» (СПБ) и на 6,1% при применении препарата «Хайкоут Супер».

### Заключение

Применение предпосевной инокуляции на сое является эффективным и рентабельным. Наибольший уровень рентабельности и наименьшую себестоимость продукции

предприятие получает при предпосевной обработке семян ризобияльным препаратом «Ризоторфин» (РСЦ) – 229,8% и 7579 руб/т соответственно.

### Библиографический список

1. Минкевич, И. А. Растениеводство / И. А. Минкевич. – Москва: Высшая школа, 1965. – 534 с. – Текст: непосредственный.
2. Зеленцов, С. В. Перспективы селекции высокобелковых сортов сои: моделирование механизмов увеличения белка в семенах (сообщение 1) / С. В. Зеленцов, Е. В. Мошненко. – Текст: непосредственный // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2010. – Вып. 2 (166). – С. 34-41.
3. Посевные площади и валовой сбор сои в мире: статистические данные. – Текст: электронный // Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций: официальный сайт. – URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC/visualize> (дата обращения: 12.06.2020).
4. Посевные площади и валовой сбор урожая сельскохозяйственных культур в Алтайском крае. 2019: статистический бюллетень / Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике

Алтай. – Барнаул, 2020. – 112 с. – Текст: непосредственный.

5. Быков, Е. С. Эффективность применения ризобийных препаратов на сое / Е. С. Быков, С. В. Жаркова, О. В. Манылова. – Текст: непосредственный // Перспективные технологии в области производства, хранения и переработки продукции растениеводства: материалы IX Международной дистанционной научно-практической конференции молодых ученых: научные труды СКФНЦСВВ (23 сентября – 21 октября 2019 г.). – 2019. – Т. 26. – С. 120-122.

6. Манылова, О. В. Применение препарата Ризоторфин на посевах сои / О. В. Манылова, С. В. Жаркова, Е. С. Быков. – Текст: непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 7 – С. 49-53.

7. Васильева, Е. А. Симбиотическая и азотфиксирующая способность люпина в зависимости от факторов интенсификации / Е. А. Васильева, Л. И. Ялович. – Текст: непосредственный // Вестник АГАУ. – 2010. – № 7 (69). – С. 29-30.

8. Елисеева, Н. С. Формирование симбиотического аппарата зернобобовых культур в одновидовых и поливидовых посевах / Н. С. Елисеева, А. В. Банкрутенко. – Текст: непосредственный // Вестник НГАУ. – 2014. – Т. 1, № 30. – С. 19-24.

9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. – Москва, 1988. – 122 с. – Текст: непосредственный.

10. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / составители: Н. И. Корсаков [и др.]. – Ленинград: ВИР, 1975. – 59 с. – Текст: непосредственный.

11. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва, 1989. – 64 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Minkevich, I.A. Rasteniyevodstvo / I.A. Minkevich. – Moskva: Vysshaya shkola, 1965. – 534 s.

2. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Perspektivy seleksii vysokobelkovykh sortov soi: modelirovanie

mekhanizmov uvelicheniya belka v semenakh (soobshchenie 1) // Maslichnye kultury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kultur. – 2010. – Vyp. 2 (166). – S. 34-41.

3. Posevnye ploshchadi i valovoy sbor soi v mire: statisticheskie dannye // Prodovolstvennaya i selskokhozyaystvennaya organizatsiya Obedinennykh Natsiy [ofitsialnyy sayt]. – URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC/visualize> (data obrashcheniya: 12.06.2020).

4. Posevnye ploshchadi i valovoy sbor urozha-ya selskokhozyaystvennykh kultur v Altayskom krae. 2019: Stat. byul. / Upravlenie Federalnoy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Altayskomu kra-ju i Respublike Altay. – Barnaul, 2020. – 112 s.

5. Bykov E.S., Zharkova S.V., Manylova O.V. Effektivnost primeneniya rizobialnykh preparatov na soe // Nauchnye trudy SKFNTsSVV. Perspektivnye tekhnologii v oblasti proizvodstva, khraneniya i pererabotki produktsii rasteniyevodstva (Materialy IX Mezhdunarodnoy distantsionnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, 23 sentyabrya - 21 oktyabrya 2019 goda). – Т. 26. – 2019. – S.120-122

6. Manylova O.V., Zharkova S.V., Bykov E.S. Primenenie preparata Rizotorfin na posevakh soi // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. – 2019. – No. 7. – S. 49-53.

7. Vasileva E.A., Yalovik L.I. Simbioticheskaya i azotfiksiruyushchaya sposobnost lyupina v zavisimosti ot faktorov intensivatsii // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – No. 7 (69). – S. 29-30.

8. Eliseeva N.S., Bankrutenko A.V. Formirovanie simbioticheskogo apparata zernobobovykh kultur v odnovidovykh i polividovykh posevakh // Vestnik NGAU. – 2014. – No. 30. – Т. 1. – S. 19-24.

9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur / Tekhnologicheskaya otsenka zemovykh, krupyanykh i zernobobovykh kultur. – Moskva, 1988. – 122 s.

10. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kolleksii zemovykh bobovykh kultur / sost. N. I. Korsakov [i dr.]. – Leningrad: VIR, 1975. – 59 s.

11. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. – Moskva, 1989. – 64 s.

