Научная статья
УДК 633.34:631.5
DOI 10.26897/0021-342X-2026-2-32-44

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Продукционный процесс сортов сои в зависимости от предпосевной обработки семян

Алан Юрьевич Алборов[1], Лариса Жураповна Басиева[2], Асланбек Хасанович Козырев[3]✉, Валентина Батырбековна Цугкиева[4], Элеонора Александровна Цагараева[5]

[1]Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия
[2]Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Владикавказского научного центра РАН, с. Михайловское, Россия

✉**Автор, ответственный за переписку:** ironlag@mail.ru

Аннотация
С целью научного обоснования приемов возделывания перспективных сортов сои и совершенствования компонентов адаптивной технологии ее возделывания проведены полевые эксперименты в условиях черноземов выщелоченных предгорной зоны РСО-Алания, характеризующейся как лесостепь с умеренно влажным климатом. Объектом исследований служили скороспелые сорта сои Барс и Ирбис. Для предпосевной обработки семян применяли: ризоторфин (штамм 643б), микроэлементы (Mo, Mn, Se), регуляторы роста (эпин, пектин). В ходе исследований применялись классические методы организации опытов, фенологических наблюдений и статистической обработки получаемой информации. Установлено, что предпосевная обработка семян сои препаратами «Эпин» и «Пектин» создает благоприятные условия для развития бобоворизобиального симбиоза и способствует формированию симбиотического аппарата на 19,7…50,4% больше, чем при использовании только традиционного инокулята. При совместном применении с ризоторфином масса активных клубеньков достигала 384,8…403,5 кг/га по препарату «Эпин» и 354,8…358,6 кг/га по препарату «Пектин», что на 49…62 и 33…50% соответственно лучше показателей контрольных вариантов. Наибольшая ассимилирующая поверхность листьев была сформирована в агроценозах сои с использованием на фоне ризоторфина препаратов пектина (43,1…46,1 тыс. м²/га), и особенно – эпина (49,1…50,6 тыс. м²/га). Эффект от применения пектина составил 22,3…23,8%, от эпина – 35,0…42,5%. Сорт Барс выгодно отличался размерами фотосинтетического потенциала, превышающими показатели сорта Ирбис на 22,8…31,2%. Максимальная симбиотическая и фотосинтетическая активность посевов в варианте «Ризоторфин + эпин» обеспечила формирование урожая семян в 2,35…2,46 т/га, что на 36,7…42,4% выгодно отличает его от контрольных вариантов. Среди сортотипов сои значительное преимущество проявил сорт Барс, показавший на 4,7…10,3% большую семенную продуктивность.

Ключевые слова
соя, ризоторфин, регулятор роста, микроэлементы, симбиотическая активность, фотосинтез, урожайность

Для цитирования
Алборов А.Ю., Басиева Л.Ж., Козырев А.Х., Цугкиева В.Б. и др. Продукционный процесс сортов сои в зависимости от предпосевной обработки семян // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии.* 2026. № 2. С. 32–44.

Production process of soybean varieties depending on the pre-sowing seed treatment

Alan Yu. Alborov[1], Larisa Zh. Basieva[2], Aslanbek Kh. Kozyrev[3]✉, Valentina B. Tsugkieva[4], Eleonora A. Tsagaraeva[5]

[1]Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia
[2]North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – Branch of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Mikhaylovskoe Vlg., Russia

✉**Corresponding author:** ironlag@mail.ru

Abstract
Field experiments were conducted in the leached chernozem soils of the foothill zone of the Republic of North Ossetia–Alania (characterized as a forest-steppe with a moderately humid climate) to scientifically substantiate cultivation techniques for promising soybean varieties and improve components of adaptive cultivation technology. The research objects were early-ripening soybean varieties Bars and Irbis. For pre-sowing seed treatment, the following were used: rizotorphin (strain 643b), microelements (Mo, Mn, Se), and growth regulators (Epin, Pectin). Classic methods of experiment design, phenological observations, and statistical data processing were applied during the study. It was found that pre-sowing soybean seed treatment with Epin and Pectin creates favourable conditions for the development of legume-rhizobial symbiosis and contributes to the formation of a symbiotic apparatus by 19.7–50.4% more compared to traditional inoculant alone. When combined with Rizotorfin, the mass of active nodules reached 384.8–403.5 kg/ha with Epin and 354.8–358.6 kg/ha with Pectin, surpassing control variants by 49–62% and 33–50%, respectively. The largest assimilating leaf surface was formed in soybean agrocenoses using Pectin (43.1–46.1 thousand m²/ha) and especially Epin (49.1–50.6 thousand m²/ha) against the background of Rizotorphin. The effect of Pectin application was 22.3–23.8%, and that of Epin – 35.0–42.5%. The Bars variety demonstrated a photosynthetic potential 22.8–31.2% higher than the Irbis variety. Maximum symbiotic and photosynthetic activities of crops in the Rizotorphin + Epin treatment ensured the formation of 2.35–2.46 t/ha of seed yield, outperforming control variants by 36.7–42.4%. Among the soybean cultivars, the Bars variety showed a significant advantage, achieving 4.7–10.3% higher seed productivity.

Keywords
soybean, Rhizotorphine, growth regulator, trace elements, symbiotic activity, photosynthesis, yield

For citation
Alborov A.Yu., Basieva L.Zh., Kozyrev A.Kh., Tsugkieva V.B. et al. Production process of soybean varieties depending on the pre-sowing seed treatment. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy.* 2026;(2):32–44.

Введение
Introduction

Повышение эффективности производства зерновых бобовых культур является важным звеном в решении проблемы импортозамещения в различных сферах АПК России. Ценное высокопитательное сырье как для пищевой

промышленности, так и в сфере кормопроизводства, бобовые растения являются ключевым фактором в успешном развитии сельскохозяйственной отрасли [1-3]. Насыщение севооборотов бобовым компонентом, помимо увеличения белковой продуктивности агроценозов, имеет и большое агротехнические значение. Уникальная способность в симбиозе с ризосферными микроорганизмами фиксировать молекулярный азот из атмосферы позволяет не только производить дешевый и экологически чистый белок, но и, обогащая почву этим элементом, снижать химическую нагрузку на агроэкосистемы в виде сокращения вносимых объемов минеральных азотных удобрений [4-6].

Современные экономические реалии диктуют требования по возделыванию высокоэффективных сельскохозяйственных культур комплексного использования. Одним из лидеров, отвечающих на высокие запросы промышленности, по праву считается соя, обладающая целым рядом преимуществ [7, 8]. Высокое содержание белка и жира, во многом за счет относительно дешевых биологических механизмов питания растений, обогащение почвы симбиотически фиксированными формами азота, широкое и многогранное использование в пищевой и перерабатывающей отраслях промышленности придают исследованиям агротехники сои особую актуальность и, несомненно, вызывают научный и практический интерес [9, 10].

Регионы Центрального Предкавказья отличаются значительной пестротой почвенных и климатических ресурсов. Увеличение высоты над уровнем моря с севера на юг образовало обратную вертикальную зональность, что привело к формированию на относительно маленькой территории всех природных зон, встречающихся на просторах России. Данное обстоятельство вынуждает исследователей изучать, разрабатывать и совершенствовать технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур применительно к каждым конкретным экологическим условиям [11, 12].

Цель исследований: разработка научно обоснованных приемов возделывания перспективных сортов сои и совершенствование компонентов адаптивной технологии ее возделывания в условиях предгорной зоны РСО-Алания.

На обсуждение в статье вынесены вопросы формирования агроценозов сои в зависимости от предпосевной обработки семян препаратами различного происхождения.

Методика исследований

Research method

Экспериментальную работу проводили в период с 2022 по 2024 гг. в условиях предгорной зоны Центрального Предкавказья, характеризующейся как лесостепь с умеренно влажным климатом. Агроклиматические условия в период проведения исследований отличались своей неоднородностью. В 2022 и 2023 гг. погодные условия оказались недостаточно благоприятными. В первые месяцы 2022 г., и особенно в июне, наблюдался избыток влаги, что привело к чрезмерному росту растений и задержке их вегетации. В 2023 г. ситуация была иной: весна выдалась засушливой, а лето – относительно умеренным, однако август был засушливым, что отразилось на состоянии растений. В условиях 2024 г. климатические условия были близкими к оптимальным, что соответствовало средним многолетним показателям.

Почвы опытного участка были представлены черноземом выщелоченным, среднесуглинистым, среднемощным, с диапазоном содержания гумуса в почве 4,5…6,0%; диапазоном реакции среды пахотного слоя почвы pHсол 5,9…6,3; концентрацией легкогидролизуемого азота 80 мг/кг, подвижного фосфора – 90 мг/кг, обменного калия – 150 мг/кг.

Исследования были проведены на опытном поле учебно-научно-производственного отдела Горского государственного аграрного университета, что обеспечило комплексность и системность в оценке признаков и потенциала перспективных сортов.

Схема опыта: 1. Контроль (без обработки). 2. Ризоторфин (фон). 3. Фон + Mo + Mn. 4. Фон + эпин. 5. Фон + пектин. 6. Фон + селен.

Семена сои перед посевом обрабатывали: ризоторфином на основе активных штаммов ризобий 643б в количестве 200 г на гектарную норму семян; микроэлементами Mo, Mn и Se в концентрации 0,5% в.р. в виде сульфата марганца, молибдата аммония и селената натрия; регуляторами роста – эпином с концентрацией 0,0025% в.р. и пектином с концентрацией 0,05% в.р. Все водные растворы использовали в норме 2 л/ц семян.

Полевые опыты проводили в 4-кратной повторности с рендомизированным размещением вариантов. Посев семян проводили рядовым способом (45 см), общая площадь делянки – 36 м^2, учетная площадь – 20,4 м^2. Предшествующей культурой была озимая пшеница.

В ходе полевых исследований изучали скороспелые сорта сои «Барс» и «Ирбис» (оригинатор – Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта).

Предмет исследований – симбиотический и фотосинтетический аппараты посевов сои и закономерности их формирования, а также биологическая урожайность агроценозов в условиях предгорной зоны РСО-Алания.

Полевые опыты проводили согласно общепринятым методикам. Статистическая обработка полученных результатов произведена методом дисперсионного анализа с использованием программного пакета Microsoft Office 2010.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Размеры симбиотического аппарата бобовых культур и активность его функционирования являются важными показателями, характеризующими соответствие экологических факторов среды требованиям биологии культуры и микроорганизмов. Функциональная связь между растениями и микроорганизмами, сформировавшаяся в результате длительного процесса коэволюции, требует комплексного подхода к изучению. Эти взаимосвязи представляют собой динамическую систему, которая чутко реагирует на любые изменения в экосистеме [13, 14].

Проведенные исследования показали, что формирование симбиотического аппарата происходило во всех вариантах опыта независимо от инокуляции семян активными штаммами ризобий. Данный факт указывает на наличие в почве опытного участка аборигенных штаммов азотфиксирующих бактерий, несмотря на отсутствие посевов бобовых трав в предшествующие несколько лет. В случае отсутствия инокуляции формирование клубеньков происходило благодаря спонтанным штаммам ризобий. Это связано прежде всего с тем, что соя является традиционным представителем агроэкосистем в данном регионе.

Предварительная инокуляция семян ризоторфином (фон) позволила ускорить процесс формирования клубеньков во всех вариантах в среднем на 1…3 дня. При использовании биостимулятора «Эпин» на фоне применения ризоторфина продолжительность симбиотических отношений у сорта Барс в разные годы составила 56…91 суток, а у растений сорта Ирбис – 50…80 суток. В посевах контрольного варианта длительность симбиоза была на 1…6 суток меньше.

Масса и количество клубеньков на корнях бобовых растений – показатели, которые позволяют оценить размеры симбиотического аппарата (табл. 1, рис. 1).

В ходе исследований было выявлено, что все варианты предпосевной обработки семян продемонстрировали существенный прирост количества клубеньков. Совместное использование ризоторфина с эпином во все фазы развития растений имело максимальное превосходство по данному показателю. Преимущество над контрольными вариантами достигало 86,4…105,1% у сорта Барс и 111,4…136,1% у сорта Ирбис. При этом следует отметить, что эффект только от применения эпина составил 45,5…83,1 и 65,7…83,9% соответственно по сортам Барс и Ирбис, тогда как ризоторфин (вариант 2) продемонстрировал прибавку от 22,0 до 53,0%.

Таблица 1

Количество активных клубеньков на корнях сои в зависимости от предпосевной обработки семян, среднее за 3 года, млн шт/га

Table 1

Number of active nodules on soybean roots depending on the pre-sowing seed treatment, average for 3 years, million pcs/ha

Сорт (фактор А)	Варианты опыта (фактор В)	Фазы развития растений			
		Третий тройчатый лист	Бутониза-ция-цветение	Начало налива семян	Полный налив семян
Барс	1. Контроль	4,4	10,5	11,8	0
	2. Ризоторфин (фон)	6,2	14,0	14,4	0
	3. Фон + Mo + Mn	6,7	15,5	15,9	0
	4. Фон + эпин	8,2	20,8	24,2	0
	5. Фон + пектин	7,0	16,6	19,8	0
	6. Фон + селен	6,2	15,1	15,5	0
Ирбис	1. Контроль	3,5	8,3	9,3	0
	2. Ризоторфин (фон)	5,1	12,7	13,6	0
	3. Фон + Mo + Mn	5,6	13,3	15,4	0
	4. Фон + эпин	7,4	19,6	21,4	0
	5. Фон + пектин	6,1	16,0	18,0	0
	6. Фон + селен	5,6	11,7	14,6	0
$НСР_{05}$ (*A*) $НСР_{05}$ (*B*) $НСР_{05}$ (*AB*)		*0,09* *0,08*	*0,49* *1,28* *1,59*	*0,62* *1,17* *1,53*	

Пектин, представляющий собой хорошую питательную среду для микроорганизмов, в том числе азотфиксирующих, продемонстрировал существенный эффект в формировании и развитии клубеньков на корнях растений, уступив лишь показателям 4-го варианта. Превосходство над контрольными вариантами по количеству клубеньков составило 59,1…74,3%, при этом эффект только от пектина достигал 18,2…28,6% в зависимости от сортотипа сои.

Применение ризоторфина совместно с микроэлементами Mo и Mn увеличило численность клубеньков на корнях на 34,7…65,6%. При этом эффект только от микроэлементов оценивается в 7,2…19,4% в зависимости от сорта и фазы развития растений. Эффективность микроэлемента Селен в опыте варьировала от –12,0 до +10,8%, однако данные статистического анализа не подтвердили значимых воздействий.

В разрезе сортотипов сои преимущество по количеству клубеньков на корнях растений имел сорт Барс во все фазы развития и при всех способах обработки семян.

Анализируя динамику изменения количества клубеньков, прослеживали тенденцию интенсивного их нарастания до фазы бутонизации-цветения, после чего темпы прироста замедляются к фазе начала налива семян. С началом процессов созревания семян происходит уменьшение ассимиляционной площади листьев ввиду их естественного усыхания, что приводит к резкому сокращению оттока продуктов фотосинтеза от надземной части к корням и клубенькам. Вследствие этого начинается процесс отмирания клубеньков, и к фазе полного налива семян их количество сокращается до нуля. Данная закономерность отмечалась на всех вариантах опыта.

Масса клубеньков является более точным показателем, отражающим размеры симбиотического аппарата бобовых, так как в данном случае учитывается разноразмерность клубеньков (рис. 1).

Как следует из диаграммы, общая картина между вариантами опыта имеет те же закономерности, что и по количеству клубеньков. Минимальные уровни отмечались на контрольных вариантах; ризоторфин показал существенную прибавку в размере 11,8…12,9%. Микроэлементы (Mo, Mn, Se) увеличили массу клубеньков в сравнении со 2-м вариантом (ризоторфин) еще на 2,3…12,9%, однако данный эффект нельзя назвать существенным. Значимое преимущество над фоном проявили препараты «Пектин» (19,7…37,7%) и «Эпин» (36,3…50,4%).

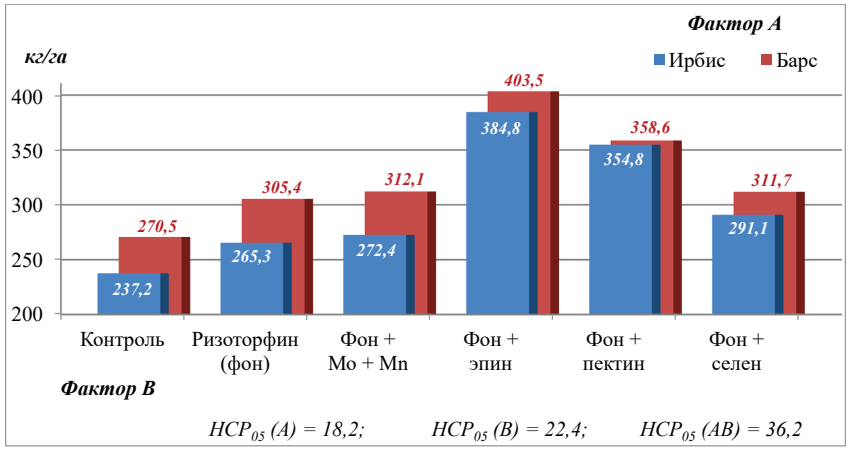

Рис. 1. Масса активных клубеньков на корнях сои в фазу начала налива семян, среднее за 3 года, кг/га

Figure 1. Weight of active nodules on soybean roots at the beginning of seed filling stage, average over 3 years, kg/ha

Анализируя массу клубеньков в разрезе сортотипов сои, выявили, что преимущество также имел сорт Барс, однако в последних двух вариантах различия с сортом Ирбис находились в пределах ошибки опыта.

Функцией массы клубеньков и продолжительности их функционирования служит показатель симбиотического потенциала. Согласно результатам исследований посевы сорта Барс продемонстрировали высокий симбиотический потенциал, который варьировался по годам исследований в пределах от 13,8 до 22,6 тыс. кг × дней/га, у сорта Ирбис – в пределах от 9,9 до 18,2 тыс. кг × дней/га соответственно. В разрезе применяемых способов обработки семян данный показатель в среднем за 3 года был наиболее высоким в варианте «Фон + эпин», составив 18407 и 16130 кг × дней/га соответственно сортам Барс и Ирбис.

Предпосевная обработка семян микроэлементами и биостимуляторами роста на фоне использования ризоторфина позволяла растениям более эффективно усваивать азот из атмосферы. В ходе исследований было выявлено, что при использовании варианта «Фон + эпин» фиксировалось максимальное количество азота из атмосферы. При этом показатель азотфиксации у обоих сортов был в 1,6 раза выше, чем в контрольных вариантах, составив 95,5 кг/га по сорту Барс и 78,4 кг/га по сорту Ирбис.

Симбиотическая активность бобовых агроценозов прямо коррелирует с показателями фотосинтеза. Механизм биологической азотфиксации является достаточно энергоемким, и при слабой активности фотосинтетических процессов симбионты испытывают недостаток как в продуктах фотосинтеза, так и в биологически фиксированных формах азота [15].

Ассимилирующая поверхность листьев в контрольных вариантах сформировала площади от 32,0 тыс. м^2/га у сорта Ирбис до 35,4 тыс. м^2/га у сорта Барс (табл. 2).

Активизация процессов симбиотической азотфиксации за счет предпосевной инокуляции семян ризоторфином увеличивала площадь листовой поверхности на 7,9…10,9%. Применение микроэлементов дополнительно увеличивало эффект: молибден и марганец – на 7,1…7,5%; селен – на 4,0…11,9%.

Наибольшая ассимилирующая поверхность листьев была сформирована в агроценозах сои с использованием на фоне ризоторфина препарата «Пектин» (43,1…46,1 тыс. м^2/га), и особенно препарата «Эпин» (49,1…50,6 тыс. м^2/га). Эффект от применения пектина составлял 22,3…23,8%, от эпина – 35,0…42,5%.

Закономерности, отмеченные при анализе площади листьев, сохранились и в показателях фотосинтетического потенциала (ФП). Минимальные размеры ФП отмечались в контрольных вариантах, максимальные – в варианте с совместным применением ризоторфина и эпина: 2155,5 и 3223,3 тыс. м^2 × дней/га в посевах сорта Барс и 1682,8…2598,7 тыс. м^2 × дней/га в посевах сорта Ирбис.

Анализируя фотосинтетический потенциал по сортотипам сои, выяснили, что выгодно отличился сорт Барс с размерами ФП, на 22,8…31,2% выше показателей сорта Ирбис; при этом статистическая обработка полученных данных подтвердила их значимость.

Чистая продуктивность фотосинтеза в исследованиях варьировала по сортам и вариантам опыта в пределах 2,70…3,19 г/м^2 в сутки. Значимые различия зафиксированы лишь по варианту с применением пектина на фоне ризоторфина в посевах сорта Барс. По другим вариантам существенного действия изучаемых факторов не выявлено. В разрезе сортотипов сои сорт Ирбис имел лучшие показатели ЧПФ, чем у сорта Барс.

Конечным результатом продукционных процессов в агроценозах является урожайность. Установлено, что в естественных условиях (контроль) посевы сорта Ирбис сформировали урожайность семян 1,65 т/га, сорта Барс – на 0,15 т/га, или на 9,1%, больше (рис. 2).

Таблица 2

Показатели фотосинтетической деятельности посевов сои, среднее за 3 года

Table 2

Indicators of photosynthetic activity of soybean crops, average over 3 years

Сорт (фактор А)	Варианты опыта (фактор В)	Фазы развития растений		
		Площадь листьев, тыс. м²/га	ФП, $\frac{\text{тыс. м}^2 \times \text{дней}}{\text{га}}$	ЧПФ, г/м² в сутки
Барс	1. Контроль	35,4	2155,5	2,88
	2. Ризоторфин (фон)	38,2	2486,1	2,91
	3. Фон + Mo + Mn	40,7	2649,9	2,70
	4. Фон + эпин	50,6	3223,3	2,88
	5. Фон + пектин	46,1	2899,1	3,04
	6. Фон + селен	39,6	2518,3	2,94
Ирбис	1. Контроль	32,0	1682,8	3,12
	2. Ризоторфин (фон)	35,5	1895,5	3,15
	3. Фон + Mo + Mn	37,9	2066,1	2,98
	4. Фон + эпин	49,1	2598,7	3,07
	5. Фон + пектин	43,1	2287,0	3,09
	6. Фон + селен	39,3	2050,3	3,19
$НСР_{05}$ (А) *$НСР_{05}$ (В)* *$НСР_{05}$ (АВ)*		*0,42* *0,69* *0,88*	*218,2* *186,4* *322,5*	*0,09* *0,14* *0,18*

Предпосевная инокуляция семян активным штаммом ризобий (2-й вариант) увеличила сбор семян на 0,13…0,16 т/га, или на 7,9…8,9%. Эффект от использования микроэлементов, как молибдена и марганца, так и селена, был практически идентичным независимо от сорта и составил 0,07…0,08 т/га, или 4,2…4,4%. Однако согласно статистической обработке данный эффект являлся значимым только в отношении контрольных вариантов.

Существенный прирост к биологической урожайности семян у обоих сортов был получен при использовании эпина и пектина на фоне инокуляции семян ризоторфином. Пектин способствовал росту продуктивности на 23,9…25,5% в сравнении с контролем, а эпин позволил достигнуть максимальной продуктивности агроценозов сои в исследованиях – 2,35…2,46 т/га, что на 36,7…42,4% выгодно отличает его от контрольных вариантов. Среди сортотипов сои значимое преимущество проявил сорт Барс, показавший на 4,7…10,3% большую семенную продуктивность в сравнении с сортом Ирбис.

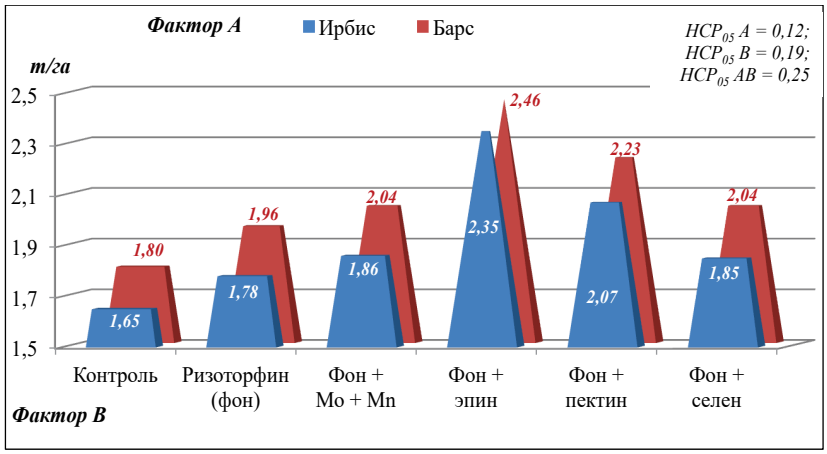

Рис. 2. Биологическая урожайность семян сои в зависимости от предпосевной обработки семян, среднее за 3 года, т/га

Figure 2. Biological seed yield of soybeans depending on pre-sowing seed treatment, average over 3 years, t/ha

Выводы

Conclusions

1. Предпосевная обработка семян сои регуляторами роста при совместном применении с ризоторфином увеличила массу активных клубеньков до 384,8…403,5 кг/га с препаратом «Эпин» и до 354,8…358,6 кг/га с препаратом «Пектин», что на 49…62 и 33…50% соответственно лучше показателей контрольных вариантов.

2. Наибольшая ассимилирующая поверхность листьев была сформирована в агроценозах сои с использованием на фоне ризоторфина препарата «Пектин» (43,1…46,1 тыс. м^2/га), и особенно – препарата «Эпин» (49,1…50,6 тыс. м^2/га). Эффект от применения пектина составил 22,3…23,8%, от эпина – 35,0…42,5%. Сорт Барс выгодно отличался размерами фотосинтетического потенциала, превышающими показатели сорта Ирбис на 22,8…31,2%.

3. Максимальная симбиотическая и фотосинтетическая активность посевов в варианте «Ризоторфин + эпин» обеспечили формирование 2,35…2,46 т/га урожая семян, что на 36,7…42,4% выгодно отличает его от контрольных вариантов. Среди сортотипов сои значительное преимущество проявил сорт Барс, показавший на 4,7…10,3% большую семенную продуктивность.

Список источников

1. Воронов С.И., Зеленев А.В. Современные технологии адаптивно-ландшафтного земледелия в реализации генетического потенциала зерновых и зернобобовых культур // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*: *Наука и высшее профессиональное образование*. 2024. № 1 (73). С. 21–31. https://doi.org/10.32786/2071-9485-2024-01-02

2. Сазонова И.А., Бычкова В.В., Ерохина А.В., Молчанов А.В. и др. Потенциал зернобобовых культур как высокобелкового компонента в кормопроизводстве // *Аграрный научный журнал*. 2024. № 8. С. 103–107. https://doi.org/10.28983/asj.y2024i8pp103-107

3. Юлдыбаев И.Р., Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П. Сравнительная оценка урожайности зерна и зеленой массы зернобобовых культур в условиях Южной лесостепи Республики Башкортостан // *Зерновое хозяйство России*. 2024. Т. 16, № 2. С. 13–20. https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-91-2-13-20

4. Муралев С.Г., Володина Е.Н., Белкин Я.Г. Влияние жидких комплексных минеральных удобрений, содержащих макро- и микроэлементы, на структуру урожая и урожайность зернобобовых культур // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2024. № 5 (401). С. 553–556. https://doi.org/10.55186/25876740_2024_67_5_553

5. Постников П.А., Цепилова М.В. Продуктивность и энергетическая эффективность севооборотов с различным насыщением зерновыми и зернобобовыми культурами // *Пермский аграрный вестник*. 2024. № 1 (45). С. 33–40. https://doi.org/10.47737/2307-2873_2024_45_33

6. Bekuzarova S.A., Kozyrev S.G., Kozyrev A.H., Lushchenko G.V. et al. Current method in the selection of legume grasses. *IOP Conf. Ser.*: *Earth Environ. Sci.* 2021;677:42003. https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042003

7. 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. С. 18–21. https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/5/18-21

8. Галиченко А.П., Фокина Е.М. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ сои // *Аграрный вестник Урала*. 2022. № 7 (222). С. 16–25. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25

9. Гладышева О.В., Свирина В.А., Черногаев В.Г. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество сои в Нечерноземье // *Плодородие*. 2024. № 4 (139). С. 74–78. https://doi.org/10.25680/S19948603.2024.139.17

10. Тедеева В.В., Тедеева А.А. Урожайность посевов сои в зависимости от применения биопрепаратов // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2024. № 110. С. 183–189. https://doi.org/10.21515/1999-1703-110-183-189

11. Тедеева В.В., Тедеева А.А. Влияние минеральных удобрений на симбиотическую активность посевов сои // *Вестник КрасГАУ*. 2024. № 3 (204). С. 51–58. https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-3-51-58

12. Farniyev A.T., Kozyrev A.Kh., Sabanova A.A., Kokoyev Kh.P. The role of biopreparations and their tank mixtures in increasing disease resistance and productivity of soybean. *Volga Region Farmland*. 2019;(4(4)):58-62. https://doi.org/10.26177/VRF.2020.4.4.012

13. Шабалдас О.Г., Дорожко Г.Р., Власова О.И., Вайцеховская С.С. Симбиотическая активность в посевах и продуктивность сои в зависимости от обработки семян биопрепаратами на черноземе обыкновенном // *Земледелие*. 2023. № 8. С. 32–36. https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-8-32-36

14. Головина Е.В., Леухина О.В. Влияние некорневых подкормок на фотосинтетическую деятельность, симбиотическую активность и продуктивность новых сортов сои // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. № 1 (45). С. 40–49. https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-1-40-49

15. Головина Е.В., Леухина О.В. Экзогенная регуляция симбиотической деятельности новых сортов сои в условиях ЦЧР // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024. № 2 (50). С. 30–39. https://doi.org/10.24412/2309-348X-2024-2-30-39

References

1. Voronov S.I., Zelenev A.V. Modern technologies of adaptive-landscape farming in the realization of the genetic potential of grain and leguminous crops. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex*: *Science and Higher Education*. 2024;(1(73)):21-31. (In Russ.) https://doi.org/10.32786/2071-9485-2024-01-02

2. Sazonova I.A., Bychkova V.V., Erokhina A.V., Molchanov A.V. et al. The potential of leguminous crops as a high-protein component in feed production. *The Agrarian Scientific Journal*. 2024;(8):103-107. (In Russ.) https://doi.org/10.28983/asj.y2024i8pp103-107

3. Yuldybaev I.R., Davletov F.A., Gainullina K.P. Comparative estimation of grain productivity and green mass of leguminous crops in the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan. *Grain Economy of Russia*. 2024;16(2):13-20. (In Russ.) https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-91-2-13-20

4. Muralev S.G., Volodina E.N., Belkin Ya.G. Influence of liquid complex mineral fertilizers containing macro- and microelements, on crop structure and yield of leguminous crops. *Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaistvennyi Zhurnal*. 2024;(5(401)):553-556. (In Russ.) https://doi.org/10.55186/25876740_2024_67_5_553

5. Postnikov P.A., Tsepilova M.V. Productivity and energy efficiency of crop rotations with different saturation with grain and legume crops. *Perm Agrarian Journal*. 2024;(1(45)):33-40. (In Russ.) https://doi.org/10.47737/2307-2873_2024_45_33

6. Bekuzarova S.A., Kozyrev S.G., Kozyrev A.H., Lushchenko G.V. et al. Current method in the selection of legume grasses. *IOP Conf. Ser.*: *Earth Environ. Sci.* 2021;677:42003. https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042003

7. 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. Influence of technology elements on the yield of George soybeans in the Ryazan region. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2023;(5):18-21. (In Russ.) https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/5/18-21

8. Galichenko A.P., Fokina E.M. Meteorological effects in formation of the yield of soybean varieties bred by ARSRI of Soybean. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022;(7(222)):16-25. (In Russ.) https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25

9. Gladysheva O.V., Svirina V.A., Chernogaev V.G. Influence of biological products on the productivity and quality of soybeans in the Non-Black Earth Region. *Plodorodie*. 2024;(4(139)):74-78. (In Russ.) https://doi.org/10.25680/S19948603.2024.139.17

10. Tedeeva V.V., Tedeeva A.A. Soybean crops yield depending on the biological products application. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024;(110):183-189. (In Russ.) https://doi.org/10.21515/1999-1703-110-183-189

11. Tedeeva V.V., Tedeeva A.A. Mineral fertilizers influence on the soybean crops symbiotic activity. *Bulletin of KSAU*. 2024;(3(204)):51-58. (In Russ.) https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-3-51-58

12. Farniyev A.T., Kozyrev A.Kh., Sabanova A.A., Kokoyev Kh.P. The role of biopreparations and their tank mixtures in increasing disease resistance and productivity of soybean. *Volga Region Farmland*. 2019;(4(4)):58-62. https://doi.org/10.26177/VRF.2020.4.4.012

13. Shabaldas O.G., Dorozhko G.R., Vlasova O.I., Vajcehovskaja S.S. Symbiotic activity in crops and productivity of soybean depending on seed treatment with biological products on ordinary chernozem. *Zemledelie*. 2023;(8):32-36. (In Russ.) https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-8-32-36

14. Golovina E.V., Leukhina O.V. Influence of foliar feeding on photosynthetic and symbiotic activity and productivity of new soybean varieties. *Legumes and Groat Crops*. 2023;(1(45)):40-49. (In Russ.) https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-1-40-49

15. Golovina E.V., Leukhina O.V. Exogenous regulation of symbiotic activity of new soybean varieties in the conditions of the Central Chernozem Region. *Legumes and Groat Crops*. 2024;(2(50)):30-39. (In Russ.) https://doi.org/10.24412/2309-348X-2024-2-30-39

Сведения об авторах

Алан Юрьевич Алборов, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»; 362040, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37; e-mail: agrofak_ae@gorskigau.com

Лариса Жураповна Басиева, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры землеустройства и экологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»; 362040, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37; e-mail: alagirka@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0003-0718-9056

Асланбек Хасанович Козырев, д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтного земледелия, Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»; 363110, РСО-Алания, Пригородный район, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1; e-mail: ironlag@mail.ru; https://orcid.org/0000-0003-2790-7895

Валентина Батырбековна Цугкиева, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»; 362040, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37; e-mail: tsugkieva.valya@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0003-2960-8266

Элеонора Александровна Цагараева, д-р биол. наук, доцент, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»; 362040, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37; e-mail: eleonorazag@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-1624-737X

Information about the authors

Alan Yu. Alborov, postgraduate student, Gorsky State Agrarian University; 37 Kirova St., Vladikavkaz, 362040, Russian Federation; e-mail: agrofak_ae@gorskigau.com

Larisa Zh. Basieva, CSc (Ag), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Land Management and Ecology, Gorsky State Agrarian University; 37 Kirova St., Vladikavkaz, 362040, Russian Federation; e-mail: alagirka@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0003-0718-9056

Aslanbek Kh. Kozyrev, DSc (Ag), Professor, Chief Research Associate at the Department of Adaptive Landscape Agriculture, North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – Branch of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences; 1 Williams St., Mikhaylovskoe Vlg., Prigorodny District, Republic North Ossetia–Alania, 363110, Russian Federation; e-mail: ironlag@mail.ru; https://orcid.org/0000-0003-2790-7895

Valentina B. Tsugkieva, DSc (Ag), Professor, Head of the Department of Agricultural Production and Processing Technology, Gorsky State Agrarian University; 37 Kirova St., Vladikavkaz, 362040, Russian Federation; e-mail: tsugkieva.valya@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0003-2960-8266

Eleonora A. Tsagaraeva, DSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Natural Sciences, Gorsky State Agrarian University; 37 Kirova St., Vladikavkaz, 362040, Russian Federation; e-mail: eleonorazag@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-1624-737X