

Формирование продуктивности сои сорта Журавушка при использовании биопрепаратов и гербицидов в условиях Приамурья

А. Е. ГРЕТЧЕНКО, М. П. МИХАЙЛОВА, Ю. О. СЕРЕБРЕННИКОВА

Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Игнатьевское ш., 19, Благовещенск, Амурская обл., 675027, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили с целью изучения влияния применения биопрепаратов (БиоФиш и БиоАльго) и гербицидов (Стратос Ультра и Бизон) на урожайность и качество формируемых семян среднеспелого сорта сои Журавушка. Работу выполняли в 2020–2022 гг. в южной части Амурской области. Схема опыта включала следующие варианты: без обработки – контроль; Стратос Ультра и Бизон (обработка вегетирующих растений); БиоФиш (обработка семян); БиоФиш (обработка семян) + Стратос Ультра и Бизон (обработка вегетирующих растений); БиоФиш (обработка семян) + БиоАльго (обработка вегетирующих растений); БиоФиш (обработка семян) + Стратос Ультра и Бизон (обработка вегетирующих растений). В среднем за 3 года предпосевная обработка семян биопрепаратом БиоФиш оказала воздействие на все показатели роста, развития и продуктивности сои. В сравнении с контролем, в этом варианте лабораторная всхожесть повысилась на 5 %. Наибольшее в опыте количество сохранившихся к уборке растений сои отмечено при обработке семян БиоФиш и вегетирующих растений гербицидами Стратос Ультра и Бизон – 96 % против 91 % в контроле. Применение биопрепаратов БиоФиш и БиоАльго оказало стимулирующий эффект, при котором, независимо от варианта, количество бобов в расчете на 1 растение увеличилось, относительно контроля, на 2,3...7,0 шт., семян – на 6,4...15,1 шт., массы семян – на 1,16...2,83 г. Урожайность сои на фоне гербицидов Стратос Ультра и Бизон оставалась практически такой же, как и в контрольном варианте (соответственно 2,46 и 2,50 т/га), при обработке семян перед посевом препаратом БиоФиш она возрастала до 2,93...3,09 т/га ($HCP_{05}=0,41$ т/га), тогда как эффекта от применения БиоАльго не наблюдали. Установлена средняя корреляционная связь урожайности сорта сои Журавушка с количеством выпавших осадков за вегетационный период ($r = 0,62$).

Ключевые слова: соя (*Glycine max* (L.) Merrill), качество семян, сохранность, структура урожая, урожайность, предпосевная обработка семян, биопрепарат.

Сведения об авторах: А. Е. Гретченко, научный сотрудник (e-mail: polli.596@mail.ru); М. П. Михайлова, старший научный сотрудник; Ю. О. Серебренникова, младший научный сотрудник.

Для цитирования: Гретченко А. Е., Михайлова М. П., Серебренникова Ю. О. Формирование продуктивности сои сорта Журавушка при использовании биопрепаратов и гербицидов в условиях Приамурья // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 6. С. 55–60. doi: 10.53859/02352451_2023_37_6_55.

Formation of the productivity of soybean variety Zhuravushka using biological products and herbicides under the conditions of the Amur region

A. E. Gretchenko, M. P. Mikhailova, Yu. O. Serebrennikova

Federal Scientific Center «All-Russian Research Institute of Soybean Breeding», Ignat'evskoe sh., 19, Blagoveshchensk, Amurskaya obl., 675027, Russian Federation

Abstract. The research aimed to study the effect of the use of biological products (BioFish and BioAlgo) and herbicides (Stratos Ultra and Bison) on the yield and quality of the formed seeds of the mid-season soybean variety Zhuravushka. The work was carried out in 2020–2022 in the southern part of the Amur region. The experimental design included the following options: without treatment – control; Stratos Ultra and Bison (treatment of vegetative plants); BioFish (seed treatment); BioFish (seed treatment) + Stratos Ultra and Bison (treatment of vegetative plants); BioFish (seed treatment) + BioAlgo (treatment of vegetative plants); BioFish (seed treatment) + Stratos Ultra and Bison (treatment of vegetative plants). On average, for 3 years, pre-sowing treatment of seeds with the BioFish biological product had an impact on all indicators of soybean growth, development and productivity. In comparison with the control, in this variant, the laboratory germination increased by 5%. The largest number of soybean plants preserved for harvesting in the experiment was observed when treating BioFish seeds and vegetative plants with Stratos Ultra and Bison herbicides – 96% versus 91% in control. The use of biopreparations BioFish and BioAlgo had a stimulating effect, in which, regardless of the variant, the number of beans per 1 plant increased, relative to the control, by 2.3–7.0 pieces, seeds – by 6.4–15.1 pieces, seed weight – by 1.16–2.83 g. The yield of soybeans against the background of herbicides Stratos Ultra and Bison remained almost the same as in the control variant (2.46 and 2.50 t/ha respectively), when treated seeds before sowing with BioFish, it increased to 2.93–3.09 t/ha ($HCP_{05}=0.41$ t/ha), while no effect from the use of BioAlgo was observed. An average correlation was established between the yield of the soybean variety Zhuravushka and the amount of precipitation during the growing season ($r = 0.62$).

Keywords: soybean (*Glycine max* (L.) Merrill); seed quality; viability; crop structure; yield; pre-sowing seed treatment; biological product.

Author Details: A. E. Gretchenko, research fellow (e-mail: polli.596@mail.ru); M. P. Mikhailova, senior research fellow; Yu. O. Serebrennikova, junior research fellow.

For citation: Gretchenko AE, Mikhailova MP, Serebrennikova YuO [Formation of the productivity of soybean variety Zhuravushka using biological products and herbicides under the conditions of the Amur region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023;37(6):55–60. Russian. doi: 10.53859/02352451_2023_37_6_55.

Проблема дефицита пищевого и кормового белка актуальна в мировой экономике. Решение проблемы возможно путем увеличения валового сбора высокобелковых культур, среди которых первостепенное положение занимает соя. Соя – важнейшая белково-масличная культура, роль которой возрастает благодаря эффективному использованию в различных отраслях.

На Дальнем Востоке сконцентрировано около 70 % посевов сои, где лидирующие позиции занимает Амурская область (33 %). Почвенно-климатические условия Амурской области всецело соответствуют биологическим потребностям сои. Необходимо лишь уточнение технологий возделывания, то есть способов посева, отзывчивости сортов на внесение мине-

ральных удобрений, необходимых и достаточных мер борьбы с сорняками.

Один из главных факторов, оказывающих негативное воздействие на рост и развитие сои, а в последующем на урожайность и качество продукции культуры выступают сорные растения. Сорняки оказывают влияние на свойства почв (физические и биологические), режимы агрофитоценозов (водно-воздушный, тепловой, световой и др.), а также на баланс элементов питания. Вредоносность сорняков зависит, прежде всего, от видового состава и запаса их семян в почве, времени появления всходов, по отношению к культуре, и метеорологических условий окружающей среды в период вегетации [1, 2, 3]. На начальной стадии онтогенеза растения сои развиваются медленно и плохо конкурируют с сорняками за элементы питания, влагу и свет. Этот период для культуры представляется критическим и, как следствие, потери урожая могут достигать 80 %. Кроме того, сорняки служат базой для создания благоприятных условий развития и распространения вредителей и болезней на культурных растениях. Они затрудняют и удорожают уход за посевами и проведение уборочных работ. В этой связи борьба с сорной растительностью выступает необходимым элементом технологии выращивания сои. Снижение конкуренции сорняков возможно с использованием агротехнического, биологического и химического методов [4].

Одним из основных условий эффективности химического метода борьбы с сорняками выступает подбор гербицидов с таким расчетом, чтобы спектр их действия как можно точнее совпадал с видовым разнообразием сорняков. То есть, для определения целесообразности применения того или иного гербицида в конкретных условиях засоренности, одной из важнейших характеристик служит его токсичность для отдельных видов сорняков. Сегодня на посевах сои разрешены к применению 25 действующих веществ гербицидов разного спектра действия и их смесей. Однако известно, что некоторые гербициды вызывают стрессовое состояние растений сои, особенно при несвоевременном применении, нарушениях регламентов обработок, неблагоприятных погодных условиях, ослабленных посевах и чувствительных сортах [5, 6].

Исследования, проведенные в ФНЦ ВНИИ сои, по влиянию глифосатсодержащего гербицида Ураган Форте (глифосат в виде калийной соли), в зависимости от сроков применения, на энергию прорастания, лабораторную всхожесть и силу роста семян сои среднеспелого сорта Нега 1 показали, что применение этого гербицида оказало токсическое действие на посевные качества семян сои. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть были ниже, чем в контрольном варианте на 2...14 и 2...9 % соответственно. При определении силы роста семян сои сорта Нега 1 установлено угнетающее последствие изучаемого препарата на первоначальный рост: длина 10-дневных проростков была на 1,9...11,2 см меньше контрольных [7, 8].

Приоритетным направлением современных агротехнологических разработок выступает создание экологически безопасных удобрений, стимуляторов роста, что позволяет снизить пестицидную нагрузку на окружающую среду и повысить экологическую безопасность [9, 10]. С целью увеличения урожайности, обеспечения культурных растений элементами питания, борьбы с биотическими патогенными

факторами в последние годы активно используются инновационные подходы, базирующиеся на биологически ориентированных системах [11, 12, 13].

В последнее время широко используются методы предпосевной обработки семян биологическими препаратами, которые повышают адаптивный потенциал сельскохозяйственных растений к воздействию стресс-факторов. Эти вещества природного происхождения применяются в качестве дополнительного агротехнического средства с целью повышения интенсивности прорастания семян, управления ростом и развитием растений, увеличения урожая, улучшения его качества и сокращения потерь при уборке. Так, исследованиями во ВНИИ сои в 2016–2019 гг. установлено, что использование биопрепарата ЭкстраКор для предпосевной обработкой семян обеспечило повышение их лабораторной всхожести на 5 %, в сравнении с контролем без обработки, а также прибавку биологической урожайности сорта сои МК 100 0,34 т/га при урожайности в контроле 2,44 т/га [14].

Цель исследований – изучение влияния применения биопрепаратов (БиоФиш и БиоАльго) и гербицидов (Стратос Ультра и Бизон) на урожайность и качество формируемых семян среднеспелого сорта сои Журавушка.

Условия, материалы и методы. Полевые опыты проводили в 2020–2022 гг. в ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (с. Садовое Тамбовского района Амурской области). Почва опытного участка – луговая черноземовидная, тяжелая по гранулометрическому составу. Содержание гумуса – 2,3...2,7 %, pH – 5,4 ед., содержание аммонийного азота – 20...40 мг/кг, нитратного – 30...70 мг/кг, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – 50...80 и 170...200 мг/кг соответственно. Плотность почвы – 1,02...1,10 г/см³, пористость – 43,8 %.

Схема опыта включала следующие варианты: 1) дистиллированная вода (обработка семян и вегетирующих растений) – контроль; 2) дистиллированная вода (обработка семян) + Стратос Ультра и Бизон (обработка вегетирующих растений); 3) БиоФиш (обработка семян) + дистиллированная вода (обработка вегетирующих растений); 4) БиоФиш (обработка семян) + Стратос Ультра и Бизон (обработка вегетирующих растений); 5) БиоФиш (обработка семян) + БиоАльго (обработка вегетирующих растений); 6) БиоФиш (обработка семян) + БиоАльго (обработка вегетирующих растений) + Стратос Ультра и Бизон (обработка вегетирующих растений).

Обработку семян БиоФишем проводили в день посева при дозе препарата 20 мл/т и расходе рабочего раствора – 10 л/т. Обработку вегетирующих растений сои гербицидами Бизон (д.в. бентазон) в дозе 1,5 л/га и Стратос Ультра (д.в. циклоксимид) в дозе 1 л/га и биопрепаратом БиоАльго в дозе 5 мл/га проводили в фазе тройчатосложного листа при расходе рабочего раствора 200 л/га.

Действующим веществом препарата БиоФиш служит полиненасыщенная жирная кислота природного происхождения – арахидоновая кислота, которая активизирует иммунитет и жизнедеятельность растений. Входящие в состав биопрепарата БиоФиш гуматы – высокомолекулярные соединения, способствующие увеличению урожайности. Комплексное воздействие препарата стимулирует фотосинтез, развитие корневой и надземной массы растений. БиоФиш – высокоэффективный природный, анти-

Таблица 1. Метеорологические данные за вегетационный период сои сорта Журавушка

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С				Количество осадков, мм			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее многолетнее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее многолетнее
Май	13,5	11,9	11,9	12,4	72,5	96,1	61,0	39,0
Июнь	17,0	20,2	19,5	18,8	140,0	57,1	100,0	85,0
Июль	24,1	23,4	23,4	21,5	42,7	104,2	38,0	106,0
Август	18,2	18,8	18,8	19,2	175,2	194,2	121,0	103,0
Сентябрь	14,0	14,2	13,1	12,4	110,3	35,9	39,0	66,0

стрессовый адаптоген, который способен мобилизовать защитные силы растений, повышает всхожесть, энергию прорастания семян, а также позволяет существенно сократить применение минеральных удобрений. Иммуностимулятор БиоАльго – продукт из высококачественного органического концентрата морских бурых водорослей северных широт с высоким содержанием микроэлементов, гормонов растительного происхождения, аминокислот и витаминов. Выступая биостимулятором, антистрессантом с фунгицидным, бактерицидным, инсектицидным действиями, обеспечивает устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды [8].

Объект исследований – среднеспелый сорт сои Журавушка селекции ВНИИ сои. Включен в Государственный реестр селекционных достижений в 2018 г. Потенциальная урожайность сорта – 3,31 т/га, содержание в семенах белка до 38,5 %. Сорт устойчив к пониженным температурам в период прорастания, переувлажнению и засухе, грибным и бактериальным болезням, что важно для его выращивания в условиях муссонного климата Дальнего Востока. Общая площадь делянки опыта – 11,25 м², учетная – 2,25 м², повторность 4-кратная. Расположение делянок – блочно-рэндомизированное. Применяемая агротехника возделывания: безотвальное рыхление в 2 следа культиватором КПЭ-3,8 на глубину 10...15 см, ранневесеннее боронование, внесение почвенного гербицида. Посев сои проводили вручную в оптимальные сроки – 26 мая в 2020 г.; 28 мая в 2021 г.; 27 мая в 2022 г. Способ посева широкоярусный, ширина междурядий 45 см, норма высева 47...50 шт. всхожих семян на 1 м². Уборка сои – ручная, обмолот снопов – на стационарной молотилке. Посевные качества семян (энергия прорастания и лабораторная всхожесть) определяли в соответствии с действующими методиками по ГОСТ 12038-84, массу 1000 семян – по ГОСТ 12042-80. В отобранных образцах семян сои определяли содержание белка, жира, аминокислотный и жирнокислотный состав с использованием инфракрасного сканера FOSS NIR System 5000. Статистическую обработку полученных данных выполняли методом дисперсионного анализа (Б. А. Доспехов, 1979) в программе STATISTICA 10.

Вегетационный период 2020 г. характеризовался неустойчивым температурным режимом, переувлажнением почвы в отдельные

фазы развития растений сои. Все три декады июня по температурному режиму были ниже среднеемноголетних значений на 0,7...2,9 °С. В июле среднеемноголетняя температура превышала климатическую норму на 2,6 °С, что ускорило накопление тепла. Агрометеорологические условия августа (фаза образования – налива бобов) были крайне сложными. По температурному режиму три декады были ниже нормы на 0,2...1,3 °С. Во второй декаде августа сохранялась неустойчивая дождливая погода, количество выпавших осадков превышало среднеемноголетнее почти в три раза – 96 и 35 мм соответственно, вследствие чего растения сои частично находились в угнетенном состоянии. Большое количество осадков обусловило переувлажнение почвы. Количество осадков, выпавших в сентябре превышало норму на 40 %, несмотря на то что температурный режим этого месяца отличался от нормы в положительную сторону – 14,0 и 12,4 °С соответственно (табл. 1).

Погодные условия 2021 г. были удовлетворительными, но имели отклонения от среднеемноголетних показателей. Сумма осадков, выпавшая за вегетационный период сои, составляла 509 мм, что превысило среднеемноголетние значения на 68 мм. Выпадение осадков было неравномерным, избыточным увлажнением почвы характеризовались май и август, когда превышение среднеемноголетней нормы составило 57,1 и 91,2 мм соответственно. Агрометеорологические условия августа отличались преимущественно теплой и дождливой погодой. Сумма выпавших осадков за месяц превысила климатическую норму, что способствовало повышенной распространённости фитопатогенов и снижению качества урожая.

Метеорологические условия вегетационного периода 2022 г. по температуре воздуха и выпавшим

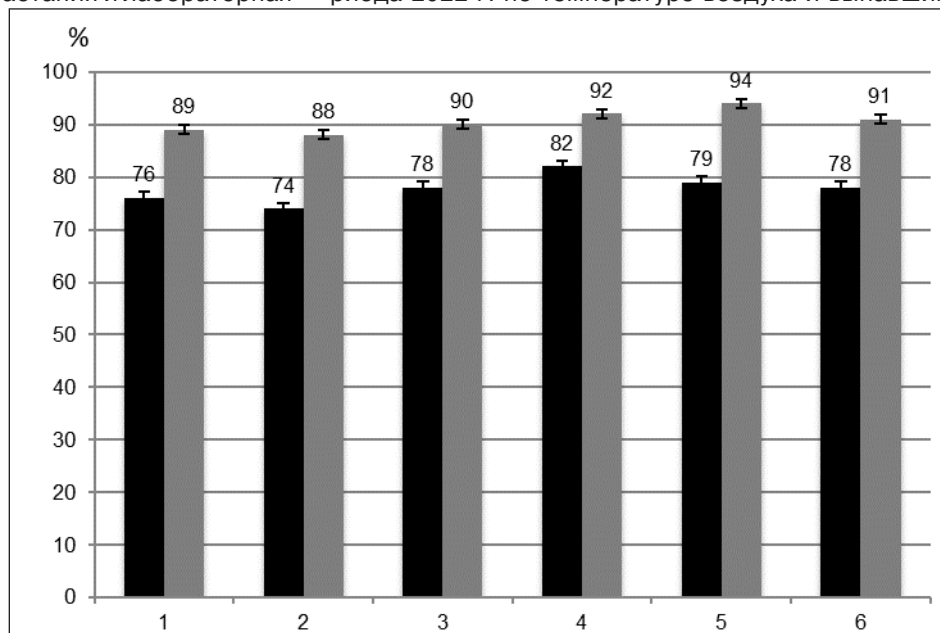


Рис. 1. Влияние препарата БиоФиш на посевные качества семян сои сорта Журавушка (среднее за 2020–2022 гг.): ■ – энергия прорастания, %; ■ – лабораторная всхожесть, %.

Таблица 2. Аминокислотный состав белка в семенах сои сорта Журавушка после обработки БиоФиш

Вариант	Общий белок, %				
	всего	в том числе аминокислоты			
		лизин	гистидин	валин	метил гистидин
1	36,57±0,62	6,24±0,11	3,81±0,96	6,38±0,99	2,36±0,01
2	37,98±0,78	6,16±0,11	2,71±0,98	5,37±0,86	2,15±0,10
3	36,37±0,12	6,28±0,15	3,50±0,79	6,42±0,94	2,32±0,22
4	38,04±0,20	6,17±0,16	3,62±0,78	5,56±0,88	2,24±0,15
5	36,73±0,80	6,34±0,20	3,42±0,89	6,79±0,99	2,44±0,24
6	37,14±0,14	6,13±0,15	3,09±0,08	5,43±0,82	2,26±0,12

осадкам имели некоторые отклонения от средне-многолетней нормы, но в целом растения сои были хорошо обеспечены теплом и влагой. Температурный режим в мае был неустойчивым, с большим контрастом температур – отмечены отрицательные аномалии среднесуточной температуры воздуха. Температурный фон июня и июля был выше нормы на 0,7 °C и 1,1 °C соответственно. Осадки в июне были преимущественно ливневого характера, превысив многолетнюю норму на 15 мм. Июль был теплее обычного. Сумма выпавших осадков за июль составила 32 % климатической нормы. Преобладание по-

(обработка вегетирующих растений) без использования гербицидов.

Анализ белковой продуктивности и качества протеина семян сои сорта Журавушка показал, что применение препаратов БиоФиш и БиоАльго при обработке семян и вегетирующих растений способствовало повышению содержания общего белка. Наибольшее его содержание отмечено в варианте с совместным использованием биопрепаратов для обработки семян и вегетирующих растений при гербицидной обработке, превысившее контроль на 1,5 % (табл. 2).

Таблица 3. Влияние биопрепаратов и гербицидов на количественный и качественный состав жира в семенах сои сорта Журавушка (среднее за 2020–2022 гг.), %

Вариант	Жир	Ненасыщенные жирные кислоты			
		линоленовая	линолевая	олеиновая	стеариновая
1	20,11±0,97	10,30±0,19	52,01±0,47	21,70±0,96	3,75±0,04
2	19,50±0,12	10,17±0,19	51,36±0,12	24,14±0,89	3,65±0,17
3	20,02±0,01	10,38±0,26	51,83±0,44	20,50±0,80	3,76±0,09
4	20,00±0,61	10,19±0,27	51,70±0,07	23,25±0,79	3,70±0,10
5	19,64±0,40	10,49±0,35	52,01±0,37	20,37±0,94	3,71±0,10
6	20,68±1,06	10,12±0,26	51,99±0,07	24,10±0,99	3,66±0,03

ложительных температур в течение вегетационного периода и достаточная влагообеспеченность почвы способствовали равномерному созреванию и получению высокого урожая семян сои.

В целом погодные условия 2020–2022 гг. были достаточно благоприятными для сои как в целом, так и в критические периоды ее онтогенеза, соответствуя биологии культуры, и при достаточно высоком уровне агротехники не снижали семенную продуктивность посева.

Результаты и обсуждение. В среднем за три года исследований энергия прорастания полученных семян по изучаемым вариантам изменялась от 74 до 82 %, при этом наибольшую величину этого показателя отмечали в варианте с предпосевной обработкой семян биопрепаратом и обработкой вегетирующих растений гербицидами (рис. 1).

Лабораторная всхожесть семян в вариантах с применением биопрепарата БиоФиш увеличилась на 6 % относительно гербицидной обработки. Наибольшую лабораторную всхожесть (94 %) имели семена, полученные в посевах с использованием препаратов БиоФиш (обработка семян) и БиоАльго

В зависимости от применения биопрепаратов и гербицидов изменялся аминокислотный состав изучаемого сорта сои, который характеризовался относительно невысоким содержанием некоторых незаменимых аминокислот, их доля в белковом комплексе составляла 16,39...18,99 %, в том числе: гистидина – 2,7...3,8 %, лизина – 6,1...6,3 %, валина – 5,4...6,8 %, метилгистидина – 2,1...2,4 %.

Содержание жира в семенах сои сорта Журавушка варьировало в пределах от 19,5 до 20,7 % в зависимости от применения препаратов БиоФиш и БиоАльго. Применение гербицидов по вегетирующим

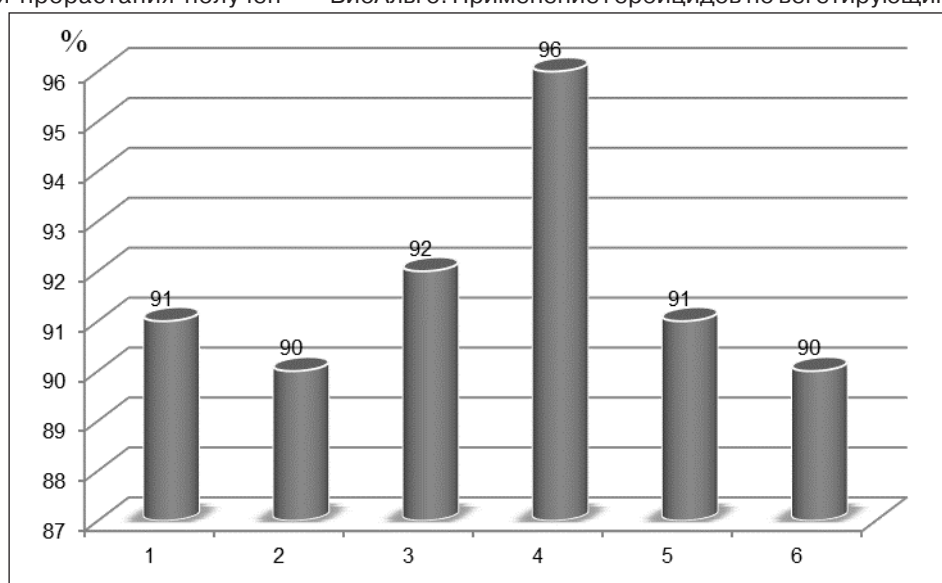


Рис. 2. Сохранность растений сои сорта Журавушка перед уборкой (средняя за 2020–2022 гг.), %.

Таблица 4. Биометрические показатели растений и урожайность сои сорта Журавушка в зависимости от применения биопрепаратов и гербицидов (среднее за 2020–2022 гг.)

Вариант	Количество, шт./раст.		Масса семян с 1 растения, г	Биологическая урожайность, т/га	
	бобов	семян		всего	прибавка
1	21,0	40,1	7,37	2,50	-
2	21,0	40,6	7,64	2,46	-0,04
3	28,0	55,2	10,19	3,09	0,59
4	23,3	46,6	8,56	2,93	0,43
5	23,6	46,5	8,53	2,70	0,20
6	23,6	46,5	8,55	2,72	0,22
НСР ₀₅	2,5	5,6	1,14	0,41	-
F _{факт}	5,6	5,1	-	5,20	-
F _{теор}	2,9	2,9	-	3,55	-

растениям сои привело к снижению содержания жира на 0,61 %, по сравнению с контролем (табл. 3).

Совместное применение биопрепаратов для обработки семян и вегетирующих растений сои способствовало повышению содержания жира в семенах на 0,57 % по отношению к контролю, и на 1,18 % – относительно гербицидной обработки. По содержанию и соотношению полиненасыщенных жирных кислот (линолевой и линоленовой) не отмечено существенной разницы в вариантах с применением препаратов БиоФиш и БиоАльго относительно контроля.

Одним из важнейших элементов, определяющих урожайность зерна, считается количество продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке. Предпосевная обработка семян сои сорта Журавушка препаратом БиоФиш и обработка вегетирующих растений гербицидами способствовала увеличению сохранности растений на 5 % относительно контроля (рис. 2).

Количество бобов в расчете на одно растение и число семян в бобе – наиболее вариабельные элементы урожайности, которые в значительной степени подвержены влиянию факторов внешней среды. Предпосевная обработка семян сои сорта Журавушка природным препаратом БиоФиш способствовала снижению негативного воздействия гербицидов на сою и оказала положительное влияние на ее рост и развитие. В свою очередь, применение биопрепаратов БиоФиш и БиоАльго для обработки семян перед посевом и вегетирующих растений оказало стимулирующий эффект, при котором количество бобов с 1 растения возросло, относительно контроля, на 2,3...7,0 шт. (НСР₀₅ = 2,5 шт.), семян – на 6,4...15,1 шт. (НСР₀₅ = 5,6 шт.) и массы семян – на 1,16...2,83 г (НСР₀₅ = 1,14 г). Наибольшее положительное влияние отмечено в варианте с предпосевной обработкой семян сои сорта Журавушка препаратом БиоФиш без гербицидной обработки, которое привело к увеличению количества бобов с 1 растения на 7,0 шт. (НСР₀₅ = 2,5 шт.), семян – на 15,1 шт. (НСР₀₅ = 5,6 шт.) и массы семян – на 2,83 г (НСР₀₅ = 1,14 г), по сравнению с контролем (табл. 4).

Основным показателем оценки приемов возделывания растений выступает урожайность, в среднем

за годы исследования она варьировалась от 2,46 до 3,09 т/га. Наибольшая в опыте семенная продуктивность у сои сорта Журавушка сформировалась в варианте с обработкой семян препаратом БиоФиш – 3,09 т/га, где прибавка по отношению к контролю составила 0,59 т/га (НСР₀₅ = 0,41 т/га).

Климатические условия оказывают значительное влияние на развитие растений и их урожайность. По количеству выпадающих осадков Амурская область относится к зоне достаточного увлажнения. За период вегетации растений выпадает в среднем 350...450 мм осадков. Однако характерна неравномерность выпадения осадков по месяцам, и существенные отклонения от нормы. Коэффициент корреляции между количеством выпавших осадков в течение вегетации и урожайностью сои сорта Журавушка составил $r = 0,62$, что свидетельствует о прямой средней связи этих показателей.

Выводы. Препараты природного происхождения БиоФиш и БиоАльго оказали положительное влияние на посевные качества, сохранность и продуктивность растений сои сорта Журавушка. Повышению качества посевного материала способствовало совместное применение биопрепаратов, для обработки семян и вегетирующих растений без гербицидной обработки, в варианте с которыми лабораторная всхожесть увеличилась, относительно контроля, на 5 %. Сохранность растений перед уборкой была наибольшей в варианте с использованием препарата БиоФиш для обработки семян перед посевом и вегетирующих растений гербицидами. Применение препаратов БиоФиш и БиоАльго повышало содержание общего белка в семенах. В варианте с обработкой семян препаратом БиоФиш без использования гербицидов отмечено наиболее сильное изменение продуктивности и элементов структуры урожая сои сорта Журавушка, что свидетельствует о его высокой биологической активности. В результате количество бобов с 1 растения увеличилось на 7,0 шт. (НСР₀₅ = 2,5 шт.), семян – на 15,1 шт. (НСР₀₅ = 5,6 шт.), масса семян – на 2,83 г (НСР₀₅ = 1,14 г), по сравнению с контролем. Достоверное увеличение урожайности сорта сои Журавушка (на 0,43...0,59 т/га при НСР₀₅ = 0,41 т/га), по отношению к контролю, отмечено в вариантах с применением препарата БиоФиш в чистом виде или совместно с гербицидами.

Литература

1. Противовудольный гербицид Флекс, ВР для защиты посевов сои в Краснодарском крае / А. П. Савва, Т. Н. Тележенко, В. А. Суворова и др. // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 3. С. 69–73. doi: 10.53859/02352451_2022_36_3_69.
2. Alebrahim M. T. Predicting emergence of the most important weed species in soybean (*Glycine max* L.) under different management operation // Plant protection. 2017. Vol. 31. No. 2. P. 322–336.
3. Field phenotyping of soybean roots for drought stress tolerance / B. A. Fenta, S. E. Beebe, K. J. Kunert, et al. //

Agronomy. 2014. No. 4. P. 418–435. doi: 10.3390/agronomy4030418.

4. Modulation of some key biochemical parameters in drought-stressed pea (*Pisum sativum* L.) treated with different plant growth regulators / N. A. Akram, I. Khan, Z. Javed, et al. // *Agrochimica*. 2018. Vol. 62. No. 4. P. 337–351. doi: 10.12871/00021857201843.

5. Марчук Е. В., Золкина Е. И., Лукин С. М. Влияние совместного применения удобрений и гербицида на засоренность и продуктивность посевов озимой пшеницы на дерново-подзолистой почве // *Агрохимический вестник*. 2022. № 5. С. 29–34.

6. Влияние гербицидов Дуал Голд, Зенкор и Фабиан на фотосинтетическую деятельность посевов сои в условия центрального Нечерноземья / В. К. Храмой, Т. Д. Сихарулидзе, О. В. Рахимова и др. // *Земледелие*. 2020. № 2. С. 36–38.

7. Михайлова М. П. Оценка воздействия гербицидов на проростки сои по изменению пероксидазной активности // *Земледелие*. 2017. № 1. С. 47–52.

8. Гретченко А. Е., Мезенцева Ю. О., Михайлова М. П. Влияние применения биопрепаратов и гербицидов на формирование урожайности среднеспелого сорта сои в условиях Приамурья // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2023. Т. 53. № 4. С. 13–22.

9. Минченко Ж. Н. Эффективность различных микроудобрений при возделывании сои // *Аграрный вестник Урала*. 2022. № 9 (224). С. 22–32.

10. Баширова С. А. Интенсификация сельскохозяйственного производства как важнейшее условие научно-технологического прогресса // *Экономический вестник Донбасса*. 2019. № 2 (56). С. 103–107.

11. Кирюшин В. И. Научно-инновационное обеспечение приоритетов развития сельского хозяйства // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 3. С. 5–10. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10301.

12. Лукашик А. Ф. Интенсификация сельскохозяйственного производства, как одного из направлений развития отрасли // *Вестник КемРИПК*. 2018. № 1. С. 30–32.

13. Agronomic aspects of boron: fertilizers, agronomical strategy, and interaction with other nutrients / S. Mousavi, S. Nejad, F. Nourgholipour, et al. // *Boron in Plants and Agriculture*. Academic Press, 2022. P. 249–270. doi: 10.1016/B978-0-323-90857-3.00011-4.

14. Generation of herbicide-resistant soybean by base editing / T. Wei, L. Jiang, X. You, et al. // *Biology*. 2023. Vol. 12. No. 5. Article 741. URL: <https://www.mdpi.com/2079-7737/12/5/741> (дата обращения: 15.06.2023). doi: 10.3390/biology12050741.

15. Genome-wide association study for biomass accumulation traits in soybean / X. Wang, Sh. Zhou, J. Wang, et al. // *Molecular Breeding*. 2023. Vol. 43. Article 33. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11032-023-01380-6> (дата обращения: 15.06.2023). doi: 10.1007/s11032-023-01380-6.

16. Soybean protein and soybean peptides: Biological activity, processing technology, and application prospects / T. Zhang, W. Li, H. Li, et al. // *Food Science and Technology Research*. 2023. Article FSTR-D-22-00207. URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/fstr/advpub/0/advpub_FSTR-D-22-00207/_article/-char/en (дата обращения: 15.06.2023). doi: 10.3136/fstr.FSTR-D-22-00207.

References

1. Savva AP, Telezhenko TN, Suvorova VA, et al. [Anti-dicotyledonous herbicide Flex, WS for the protection of soybean crops in the Krasnodar Territory]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022;36(3):69-73. Russian. doi: 10.53859/02352451_2022_36_3_69.

2. Alebrahim MT. Predicting emergence of the most important weed species in soybean (*Glycine max* L.) under different management operation. *Plant protection*. 2017;31(2):322-36.

3. Fenta BA, Beebe SE, Kunert KJ, et al. Field phenotyping of soybean roots for drought stress tolerance. *Agronomy*. 2014;(4):418-35. doi: 10.3390/agronomy4030418.

4. Akram NA, Khan I, Javed Z, et al. Modulation of some key biochemical parameters in drought-stressed pea (*Pisum sativum* L.) treated with different plant growth regulators. *Agrochimica*. 2018;62(4):337-51. doi: 10.12871/00021857201843.

5. Marchuk EV, Zolkina EI, Lukin SM. [Influence of the combined use of fertilizers and herbicides on weed infestation and productivity of winter wheat crops on sod-podzolic soil]. *Agrokhimicheskii vestnik*. 2022;(5):29-34. Russian.

6. Khramoi VK, Sikharulidze TD, Rakhimova OV, et al. [Influence of herbicides Dual Gold, Zenkor and Fabian on the photosynthetic activity of soybean crops under the conditions of the central Non-Chernozem region]. *Zemledelie*. 2020;(2):36-8. Russian.

7. Mikhailova MP. [Evaluation of the impact of herbicides on soybean seedlings by changes in peroxidase activity]. *Zemledelie*. 2017;(1):47-52. Russian.

8. Gretchenko AE, Mezentsseva YuO, Mikhailova MP. [Influence of biological products and herbicides on the formation of the yield of a mid-ripening soybean variety under the conditions of the Amur region]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2023;53(4):13-22. Russian.

9. Minchenko ZhN. [Efficiency of various microfertilizers in the cultivation of soybean]. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2022;(9):22-32. Russian.

10. Bashirova SA. [Intensification of agricultural production as the most important condition for scientific and technological progress]. *Ekonomicheskii vestnik Donbassa*. 2019;(2):103-7. Russian.

11. Kiryushin VI. [Scientific and innovative provision of agricultural development priorities]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019;33(3):5-10. Russian. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10301.

12. Lukashik AF. [Intensification of agricultural production as one of the directions for the development of the industry]. *Vestnik KemRIPK*. 2018;(1):30-2. Russian.

13. Mousavi S, Nejad S, Nourgholipour F, et al. Agronomic aspects of boron: Fertilizers, agronomical strategy, and interaction with other nutrients. In: *Boron in Plants and Agriculture*. [place unknown]: Academic Press; 2022. p. 249-70. doi: 10.1016/B978-0-323-90857-3.00011-4.

14. Wei T, Jiang L, You X, et al. Generation of herbicide-resistant soybean by base editing. *Biology* [Internet]. 2023 [cited 2023 Jun 15];12(5): Article 741. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-7737/12/5/741>. doi: 10.3390/biology12050741.

15. Wang X, Zhou Sh, Wang J, et al. Genome-wide association study for biomass accumulation traits in soybean. *Molecular Breeding* [Internet]. 2023 [cited 2023 Jun 15];43: Article 33. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11032-023-01380-6>. doi: 10.1007/s11032-023-01380-6.

16. Zhang T, Li W, Li H, et al. Soybean protein and soybean peptides: Biological activity, processing technology, and application prospects. *Food Science and Technology Research* [Internet]. 2023 [cited 2023 Jun 15]; Article FSTR-D-22-00207. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/fstr/advpub/0/advpub_FSTR-D-22-00207/_article/-char/en. doi: 10.3136/fstr.FSTR-D-22-00207.