

Влияние физиологически активных веществ на рост, развитие и урожайность сои

✉ Шишина А.С., Атакова Е.А., Абраменко И.С.

Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук
Самара, Россия

✉ e-mail: shishina-2024@mail.ru

Представлены результаты исследований влияния физиологически активных веществ на рост, развитие и урожайность сои в условиях Средневолжского региона. Изучение препаратов проводили на районированном сорте сои Южанка. Препараты Мивал Агро, Витанолл NP (N 10%, P 30%), Витанолл NP (N 30%, P 10%) и НаноКремний применяли в дозировках, рекомендуемых производителями. Схема опыта включала четыре варианта обработок препаратами и контроль (вода). Препараты применяли для предпосевной обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений. Регулятор роста Мивал Агро (обработка семян и растений) обеспечил повышение урожайности на 23,1%. Обработка препаратом Витанолл NP (N 10%, P 30%) дала прибавку урожайности на 18,3% в сравнении с контролем. Наибольшая урожайность получена на варианте с обработкой препаратом Витанолл NP (N 30%, P 10%), которая превысила контрольный вариант на 68,8%. Прибавка урожайности при обработке препаратом НаноКремний превысила контрольный вариант на 29,4%. Применение всех физиологически активных веществ положительно сказалось на росте, развитии и продуктивности растений сои. Применение препарата Витанолл NP (N 10%, P 30%) оказало положительное влияние на такие показатели структуры урожая, как высота растения (527 см) и высота прикрепления нижнего боба (15,8 см). Препараты Витанолл NP (N 30%, P 10%) и НаноКремний способствовали увеличению числа бобов (18,1–18,2 шт.). Также изучаемые препараты оказали положительное влияние на массу 1000 семян, высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба в сравнении с контролем.

Ключевые слова: соя, урожайность, обработки, Мивал Агро, Витанолл NP (N 10%, P 30%), Витанолл NP (N 30%, P 10%), НаноКремний

Effect of physiologically active substances on the growth, development and yield of soybeans

✉ Shishina A.S., Atakova E.A., Abramenko I.S.

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
Samara, Russia

✉ e-mail: shishina-2024@mail.ru

The results of research on the influence of physiologically active substances on the growth, development and yield of soybean in the conditions of the Middle Volga region are presented. The study of preparations was carried out on the released soybean variety Yuzhanka. The preparations Mival Agro, Vitanol NP (N 10%, P 30%), Vitanol NP (N 30%, P 10%) and NanoSilica were applied at the dosages recommended by the manufacturers. The experiment scheme included four variants of treatments with preparations and control (water). The preparations were applied for pre-sowing seed treatment and spraying of vegetative plants. The growth regulator Mival Agro (seed and plant treatment) provided a 23.1% increase in yield. Treatment with Vitanol NP (N 10%, P 30%) gave an 18.3% yield increase compared to the control. The highest yield was obtained in the variant with Vitanol NP treatment (N 30%, P 10%), which exceeded the control variant by 68.8%. The yield increase when treated with NanoSilicon exceeded the control variant by 29.4%. Application of all physiologically active substances had a positive effect on the growth, development and productivity of soybean plants. Application of Vitanol NP (N 10%, P 30%) had a positive effect on the yield structure parameters such as plant height (527 cm) and lower bean attachment height (15.8 cm). Vitanol NP (N 30%, P 10%) and NanoSilica preparations contributed to the increase in the number of beans (18.1–18.2 pcs). Also, the studied preparations had a positive effect on 1000 seed weight, plant height and height of the lower bean attachment, compared to the control.

Keywords: soybean, productivity, processing, Mival Agro, Vitanol NP (N 10%, P 30%), Vitanol NP (N 30%, P 10%), NanoSilicon

Для цитирования: Шишина А.С., Атакова Е.А., Абраменко И.С. Влияние физиологически активных веществ на рост, развитие и урожайность сои // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54. № 6. С. 49–57. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-6-5>

For citation: Shishina A.S., Atakova E.A., Abramenko I.S. Effect of physiologically active substances on the growth, development and yield of soybeans. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2024, vol. 54, no. 6, pp. 49–57. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-6-5>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение производства продукции, обеспечивающей получение высокобелкового пищевого, кормового и технического сырья, – в данное время одна из важнейших задач интенсивных технологий в растениеводстве [1]. Бобовые являются ценными культурами, которые содержат большое количество белка, масла, незаменимых кислот, а также богаты различными микроэлементами. За счет симбиотической азотфиксации они могут обогащать почву доступными формами азота из воздуха, превращая его в доступную для растений аммонийную форму. Одной из перспективных культур данного семейства является соя, имеющая большое экономическое, экологическое и социальное значение в сельскохозяйственном секторе [2–4]. Долгое время ее использовали как культуру исключительно масличного направления. Затем соя завоевала роль отличной высокобелковой культуры с широким спектром применения, эволюционируя от производства шрота для корма скота до высокотехнологичного протеинового изолята и лецитина. Благодаря своему богатому химическому составу, соя получила популярность как среди промышленного производства, так и среди населения в качестве продукта питания с содержанием всех незаменимых аминокислот и полезных фосфолипидов [5].

Необходимое количество урожая сои можно получать, не расширяя площади посевов. Многолетняя эксплуатация земель сельскохозяйственного назначения без восполнения микроэлементного питания приводит к их

значительному истощению и, как следствие, к резкому снижению урожая [1]. К возможностям повышения урожайности культур относят внедрение новых прогрессивных ресурсосберегающих технологий, применение биопрепаратов, позволяющих увеличить устойчивость растений к абиотическим и биотическим стрессорам. Введение в технологический процесс новых элементов необходимо, но прежде следует опытным путем определить их адаптивность к данной технологии и эффективность их применения [6].

В настоящее время в сфере сельского хозяйства существует огромное количество применяемых или испытываемых химических препаратов (стимуляторы роста, минеральные и органические комплексы удобрений и др.), позволяющих получать дополнительные источники минерального питания растений [7]. Предпочтение отдается препаратам, способным влиять на эффективность симбиоза, вызывать видимые изменения в росте и развитии растений и улучшать использование других элементов питания¹.

Ключевым моментом в создании благоприятных условий для роста и развития растений является применение высококачественных физиологически активных препаратов. Стратегия современного адаптивного растениеводства предполагает повышение эффективности производственных процессов путем включения разработок по комплексному применению удобрений нового поколения, использованию препаратов, содержащих физиологически активные вещества (ФАВ). Эффективность применения ФАВ во многом

¹Бельченко С.А., Белоус И.Н., Ковалев В.В. Материально-техническое обеспечение и инновационное развитие АПК Брянской области // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. науч. трудов. 2021. Т. 1. № 1. С. 388–400.

зависит от объекта воздействия: вида, возраста растения, части растительного организма и других особенностей. Использование ФАВ нового поколения на обработке семенного материала перед посевом и некорневой подкормке растений позволяет увеличить стрессоустойчивость растений к абиотическим факторам, оказывать влияние на качество и продуктивность урожая (см. сноску 1).

Цель исследования – изучить влияние физиологически активных веществ на рост, развитие и продуктивность сои сорта Южанка в зависимости от условий выращивания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2020–2022 гг. на опытном поле селекционного севооборота лаборатории интродукции, селекции кормовых и масличных культур Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства – филиала Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук.

Почва опытного участка, на которой проведены исследования, – чернозем типичный, по гранулометрическому составу малогумусный легкосуглинистый, имеет зернисто-глыбистую структуру, pH солевой вытяжки 5,3 [8]. Климат зоны исследования умеренно континентальный. Для данной зоны свойственны выраженность времен года, резкие температурные контрасты между холодными и теплыми сезонами, дефицит влаги, интенсивность испарения и богатство солнечного освещения.

Подготовку почвы проводили согласно агротехнике, принятой для условий зоны исследования: ранневесеннее боронование зубовой бороной БЗСС-10, вслед за накоплением влаги в почве проводили культивацию на глубину 6–8 см. Посев осуществляли в мае на ровной поверхности сеялкой СН-10Ц широкорядным способом с междурядьем 45 см. Общая площадь опытной делянки 25 м², повторность четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. В исследованиях использовали сорт сои Южанка, включенный в Государственный реестр по

Средневолжскому (7) региону. Растение индетерминантного типа развития. Опушение главного стебля серое. Цветок белый. Семена желтые, рубчик желтый. Время начала цветения раннее. Вегетационный период составляет 95–102 дня. Масса 1000 семян – 110–122 г. Содержание белка в семенах – 29,2%, жира – 25,3%. Сорт пригоден для выращивания без орошения. Средняя урожайность семян в Средневолжском регионе составляет 1,51 т/га.

Обработку семенного материала проводили изучаемыми препаратами.

В опытах использовали следующие препараты:

– Мивал Агро – комплексный препарат, в состав которого кроме биологически активного кремнийорганического соединения из группы силатранов входит аналог фитогормонов из группы ауксинов [9]. Действующее вещество: 760 г/кг ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль + 190 г/кг хлорметилсилатрана. Препарат защищает от неблагоприятных воздействий окружающей среды, уменьшает стрессовую нагрузку на растение, а также улучшает транспорт питательных элементов и ускоряет обменные процессы внутри клетки [10];

– Витанолл NP (N 10%, P 30%) – витаминизированное удобрение на основе содержания комплекса макро- и микроэлементов (азот – 9–12%, фосфор – 28–30%, Mg, Mn, S, Zn, B, M); Витанолл NP (N 30%, P 10%) содержит 30% азота, 10% фосфора [10]. Препарат обладает стимулирующими антиоксидантными свойствами за счет присутствия в составе комплекса биологически активных кислот [11];

– НаноКремний – минеральное удобрение, в основу которого входят биологически активные частицы кристаллического кремния [12]. Это новый тип современного удобрения, помогающий сельскохозяйственным культурам лучше усваивать микроэлементы и быть более устойчивыми к заболеваниям и паразитам.

Схема опыта включала четыре варианта обработок препаратами и контроль:

- контроль (вода);
- Мивал Агро (предпосевная обработка

семян (5 г/т) + однократная обработка по вегетации (10 г/га));

– Витанолл NP (N 10%, P 30%) (предпосевная обработка семян (0,5 л/т) + однократная обработка по вегетации препаратом (0,3 л/га));

– Витанолл NP (N 30%, P 10%) (предпосевная обработка семян (0,5 л/т) + однократная обработка по вегетации препаратом (0,3 л/га));

– НаноКремний 100 л/га (предпосевная обработка семян (200 г/т) + двухкратная обработка по вегетации препаратом (100 г/га)).

Все обработки проводили однократно в период бутонизации – начала цветения, кроме НаноКремния. Данный препарат применяли согласно рекомендациям производителя двукратно. Первую обработку проводили в начальный период роста растений, вторую – в период бутонизации – начала цветения.

В течение вегетации растений сои осуществляли ручную прополку опытных делянок. Все учеты и наблюдения в полевых исследованиях, в том числе и статистическую обработку данных, проводили согласно с общепринятыми методическими рекомендациями².

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сложившиеся гидротермические условия в годы исследований были различными как по температурным показателям, так и по количеству выпавших осадков за период вегетации сои.

Самарская область характеризуется разнообразием природно-климатических условий. В зависимости от уровня обеспеченности осадками и температурным режимом ее условно можно разделить на южную, центральную и северные зоны.

Соя – культура муссонного климата, которая предъявляет повышенные требования к влаге и теплу. Климатические условия Самарской области в целом благоприятны для возделывания данной культуры.

В 2020 г. среднесуточная температура воздуха в период посев – всходы была близка к

оптимальным значениям и составила 19,2 °С (см. табл. 1). Количество осадков выпало на уровне 0,10 мм, гидротермический коэффициент (ГТК) равнялся 0,01, что характеризует условия данного периода как острозасушливые. Среднесуточная температура воздуха в межфазный период всходы – цветение составила 16,6 °С, количество выпавших осадков находилось в пределах 3 мм, ГТК – 0,84.

Достаточное количество осадков в данный период вегетации положительно сказалось на урожайности сои, поскольку наибольшая потребность во влаге у растений сои приходится на фазу цветения. Температурный режим в период цветения – созревания был на уровне 20,5 °С, количество выпавших осадков – 3,0 мм, ГТК – 0,47.

На протяжении всей вегетации 2021 г. отмечены повышенная температура воздуха и неравномерное количество осадков. Среднесуточная температура воздуха в период посев – всходы составила 22,7 °С, осадков за данный вегетационный период не было.

Табл. 1. Характеристика метеорологических условий и ГТК в периоды вегетации сои

Table 1. Characteristics of meteorological conditions and the HTC during soybean vegetation periods

Период	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее по годам
<i>Среднесуточная температура воздуха, °С</i>				
Посев – всходы	19,2	22,7	10,4	17,1
Всходы – цветение	16,6	20,9	18,5	18,7
Цветение – созревание	20,5	24,7	19,8	20,7
Всходы – созревание	20,1	24,6	21,8	22,2
<i>Количество осадков, мм</i>				
Посев – всходы	0,1	0,0	2,1	1,1
Всходы – цветение	3,0	5,8	5,0	4,6
Цветение – созревание	3,0	4,2	3,9	3,5
Всходы – созревание	1,8	4,2	4,0	3,3
<i>ГТК</i>				
Посев – всходы	0,01	0,00	1,32	0,44
Всходы – цветение	0,84	1,15	0,57	0,85
Цветение – созревание	0,47	0,14	0,31	0,30
Всходы – созревание	0,55	0,48	0,43	0,49

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований); 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

В период всходы – цветение среднесуточная температура воздуха находилась в пределах 20,9 °С. Данный период с количеством осадков 5,8 мм (ГТК 1,15) был благоприятен для роста и развития растений сои, что позволило получить высокий урожай семян. В фазу цветения – созревания складывались засушливые условия, среднесуточная температура воздуха была на уровне 24,7 °С, количество выпавших осадков – 4,2 мм, ГТК – 0,14.

Сложившиеся метеорологические условия в период посев – всходы в 2022 г. характеризовались низкой среднесуточной температурой (10,4 °С) и избыточным увлажнением (ГТК – 1,52), что оказало отрицательное воздействие на интенсивность прорастания семян сои и привело к увеличению данного межфазного периода до 8 дней. Пониженная влагообеспеченность (3,0–3,9 мм) в межфазные периоды всходы – цветение и цветение – созревание отрицательно сказалась на общем уровне урожайности сои. Вегетационный период 2022 г. отличался низкой среднесуточной температурой и дефицитом осадков. Гидротермический коэффициент составил 0,43 и был самым низким за годы исследований.

Проведенные исследования позволили установить, что наиболее благоприятные погодные условия для возделывания сои сложились в 2021 г.

В среднем за 2020–2023 гг. посев проводили в I декаде мая, к этому времени температура почвы составила 10–12 °С. В среднем за 3 года исследований установлено, что продолжительность периода посев – всходы составила 6–8 дней и зависела от гидротермических условий.

Среди всех изучаемых препаратов вариант с обработкой препаратом НаноКремний способствовал увеличению продолжительности периодов всходы – цветение (на 2–3 дня) и цветение – созревание (на 2–4 дня).

В проведенных нами исследованиях при обработке остальными изучаемыми препаратами значительной разницы в наступлении фенологических фаз роста и развития у сорта Южанка не отмечено. Период вегетаций в среднем за годы исследований составил 100 дней во всех вариантах опыта.

Предпосевная обработка семян за день до посева препаратами Мивал Агро, Витанолл NP (N 10%, P 30%), Витанолл NP (N 30%, P 10%) и НаноКремния способствовала лучшему проникновению препаратов в семена, улучшив энергию прорастания и появления дружных всходов, что особенно важно для сои на начальных этапах развития растений.

Обработка растений препаратами по вегетации повысила сохранность растений к моменту уборки (см. табл. 3). Растения сохранились и вегетировали достаточно хорошо,

Табл. 2. Продолжительность вегетации и межфазных периодов сои в днях

Table 2. Duration of soybean vegetation and interphase periods in days

Вариант	Посев – всходы	Межфазный период вегетации		
		всхо- ды – цвете- ние	цвете- ние – созрева- ние	всхо- ды – со- зрева- ние
2020 г.				
Контроль (вода)	7	40	67	107
Мивал Агро	7	40	67	107
Витанолл NP (N 10%, P 30%)	7	42	68	108
Витанолл NP (N 30%, P 10%)	7	42	68	108
НаноКремний	7	43	69	109
2021 г.				
Контроль (вода)	6	35	61	96
Мивал Агро	6	35	61	96
Витанолл NP (N 10%, P 30%)	6	37	63	96
Витанолл NP (N 30%, P 10%)	6	37	63	96
НаноКремний	6	38	65	98
2022 г.				
Контроль (вода)	8	51	46	97
Мивал Агро	8	51	46	97
Витанолл NP (N 10%, P 30%)	8	53	47	97
Витанолл NP (N 30%, P 10%)	8	53	47	97
НаноКремний	8	53	48	98

Табл. 3. Влияние физиологически активных препаратов на урожайность сои**Table 3.** Effect of physiologically active substances on soybean yield

Вариант	Сохранность растений, %	Масса 1000 семян, г	Урожайность семян, г/м ²			
			2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
Контроль (вода)	86,6	109,86	110,26	183,29	66,96	120,18
Мивал Агро	86,9	111,85	121,97	244,59	77,22	147,93
Витанолл NP (N 10%, P 30%)	92,8	109,89	119,73	217,85	85,50	142,19
Витанолл NP (N 30%, P 10%)	88,2	109,64	122,88	254,51	78,94	202,81
НаноКремний	90,5	111,12	124,92	250,17	91,59	155,56
HCP ₀₅			1,69	2,95	1,64	—

более высокие показатели получены с обработкой изучаемыми препаратами. Реакция сои Южанка на препараты была различной, сохранность к моменту уборки по вариантам обработок находилась от 86,9 до 92,8%. Максимальная сохранность сформировалась в вариантах с применением препаратов Витанолл NP (N 10%, P 30%) и НаноКремний, составив 90,5 и 92,8% соответственно, на вариантах с применением Мивал Агро и Витанолл NP (N 30%, P 10%) сохранность была ближе к контрольному варианту (86,6%) и составила 86,9–88,2%.

Масса 1000 семян – один из важных показателей, влияющих на урожайность сорта. В исследованиях данный показатель находился на уровне 109,86–111,85 г. Наиболее выполненными были семена в вариантах с обработками препаратом Мивал Агро – 111,85 г и НаноКремний – 111,12 г, превысив контроль (вода) на 1,8–1,1%. Данный показатель в вариантах с применением препарата Витанолл NP (N 10%, P 30%) и Витанолл NP (N 30%, P 10%) находился на уровне контроля, составив 109,89 и 109,64 г.

Урожайность сои в среднем за 2020–2022 гг. составляла от 120,18 до 202,81 г/м². Достоверная прибавка к контролю отмечена на всех вариантах с применением физиологически активных препаратов. В среднем за 3 года исследований наибольшая урожайность сои получена в варианте с обработкой препаратом Витанолл NP (N 30%, P 10%) –

202,81 г/м², что на 68,8% выше значений варианта без обработки. Двукратная обработка сои по вегетации препаратом НаноКремний обеспечила прибавку урожайности на 29,4% в сравнении с контролем, составив 155,56 г/м². Прирост урожайности при обработках препаратами Мивал Агро (147,93 г/м²) и Витанолл NP (N 10%, P 30%) (142,19 г/м²) составил на 18,3 и 23,1% соответственно в зависимости от контрольного варианта.

Полученные данные показали, что наибольшее влияние на урожайность сои оказал вариант с обработкой препаратом Витанолл NP (N 30%, P 10%), прибавка которого по отношению к контролю составила 82,63 г/м². В варианте с обработкой препаратом НаноКремний прибавка урожайности равнялась 35,38 г/м², превысив контрольный вариант на 29,4%. Остальные варианты с обработками также дали прибавку урожайности, но в меньшей степени.

В среднем за 3 года исследований высота надземной части растений сои с применением физиологически активных препаратов изменялась от 49,1 до 52,7 см, что превысило на 1,2–4,8 см высоту растений в контрольном варианте на 47,9 см (см. табл. 4). Увеличение высоты растений отмечено в вариантах с обработками препаратами Витанолл NP (N 10%, P 30%) и НаноКремний, составив 52,1–52,7 см. В вариантах с обработками препаратами Мивал Агро и Витанолл NP (N 30%, P 10%) растения сформировались выше контрольного варианта, составив 49,1–49,7 см.

Табл. 4. Влияние физиологически активных препаратов на элементы структуры урожайности сои (2020–2022 гг.)

Table 4. Effect of physiologically active preparations on the elements of soybean yield structure (2020–2022)

Вариант	Высота, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число		
			боковых ответвлений	бобов на растении	семян в бобе
Контроль (вода)	47,9	14,9	1,9	13,9	2,1
Мивал Агро	49,7	15,2	2,0	17,5	2,1
Витанолл NP (N 10%, P 30%)	52,7	15,8	1,8	17,1	2,0
Витанолл NP (N 30%, P 10%)	49,1	15,8	1,9	18,1	2,2
НаноКремний	52,1	15,3	1,9	18,2	2,1
НСР ₀₅ по фактору А (год)	0,78	0,46	0,10	1,15	0,10
НСР ₀₅ по фактору В (препарат)	1,00	0,60	0,13	1,48	0,12
НСР ₀₅ (AB)	1,74	1,03	0,23	2,57	0,21

Высота прикрепления нижнего боба тесно связана с высотой растения. По нашим данным, корреляционная зависимость между признаками равна $r = 0,41–0,76$. Данный показатель очень важен, поскольку отвечает за пригодность сорта к механической уборке. У растений сои Южанка варианты с обработками оказали достоверное влияние на данный морфологический признак. Во всех вариантах с обработками высота прикрепления нижнего боба сформировалась на 0,3–0,9 см выше, чем в варианте без обработки, составив 15,2–15,8 см.

В среднем за годы изучения применение физиологически активных веществ статистически значимого влияния не оказали на признак «количество боковых ответвлений». Практически все варианты с обработками были на уровне с контролем (1,9 шт.), кроме вариантов с применением препаратов Мивал Агро – 2,0 шт. и Витанолл NP (N 10%, P 30%) – 1,8 шт.

Наиболее эффективное воздействие на число продуктивных бобов на растении в среднем за 3 года оказали варианты с обработкой препаратами Витанолл NP (N 30%, P 10%) и НаноКремний. На этих вариантах сформировано бобов на 30% больше – 18,1–18,2 шт., в то время как в контроле – 13,9 шт. Препараты Мивал Агро и Витанолл NP (N 10%, P 30%) также превысили контрольный вариант на 23–25%, составив от 17,1 до 17,5 шт.

В период исследований между вариантами с обработками физиологически активными веществами и контрольным вариантом число семян в бобе значительно не различалось и находилось в пределах 2,0–2,1 шт.

ВЫВОДЫ

1. Результаты исследований показали, что все применяемые препараты оказали положительное воздействие на рост, развитие и урожайность сои.
2. Наибольшую урожайность семян обеспечили препараты Витанолл NP (N 30%, P 10%) и НаноКремний, превысив контрольный вариант на 29,4–68,8%.
3. Максимальное влияние на сохранность растений оказал препарат Витанолл NP (N 10%, P 30%) (92,8%), увеличив сохранность на 7,2% относительно контроля.
4. Высокие показатели массы 1000 семян получены при обработке препаратами Мивал Агро и НаноКремний, превысив контроль на 1,26–1,99 г.
5. Обработка препаратом Витанолл NP (N 10%, P 30%) оказала положительное влияние на такие показатели структуры урожайности, как высота растения (52,7 см) и высота прикрепления нижнего боба (15,8 см).
6. Обработка препаратами Витанолл NP (N 30%, P 10%) и НаноКремний способствовала увеличению числа бобов (18,1–18,2 шт.).

Также данные препараты оказали положительное влияние на высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба в сравнении с контролем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шабалкин А.В., Дубинкина Е.А., Беляев Н.Н. Эффективность предпосевной обработки семян и некорневой подкормки сои инокулянтами и микроудобрениями ЦЧР // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. № 2 (38). С. 72–78. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-72-78.
2. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020. № 3 (35). С. 12–19.
3. Безмутко С.В., Черепанова Т.А. Фунгицидные протравители Дэлит Про и Редиго Про против грибных фитопатогенов сои // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2021. Т. 51. № 2. С. 41–48. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-2-5.
4. Синеговский М.О. Соя как инструмент компенсации дефицита белка (исторический аспект) // *Агронаука*. 2024. Т. 2. № 1. С. 16–22. DOI: 10.24412/2949-2211-2024-2-1-16-22.
5. Жаркова С.В., Манылова О.В. Влияние применения биопрепарата и гумата на экономическую эффективность производства семян сои // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2020. № 9-1 (67). С. 140–142. DOI: 10.24411/2411-0450-2020-0707.
6. Шапулатов У.М., Алланиязова М.К., Гафуров М.Б., Кушиев Х.Х. Влияние физиологически активных веществ на рост и развитие пшеницы // *Universum: химия и биология*. 2020. № 9 (75). С. 25–29.
7. Павлюченко Н.Г., Колесникова О.И., Мельникова С.И., Зимина Н.И. Использование физиологически активных веществ в производстве виноградных саженцев // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 12. С. 65–72. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-12-65-72.
8. Сырмолот О.В., Байделюк Е.С., Кочева Н.С. Применение биопрепаратов и стимуляторов роста при возделывании сои в Приморском крае // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 8. С. 70–74. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10812.
9. Атакова Е.А., Шишина А.С. Изучение влияния удобрений и регуляторов роста на особенности формирования урожайности семян сои

в условиях Самарского Заволжья // *Аграрный научный журнал*. 2023. № 2. С. 4–10. DOI: 10.28983/asj.y2022i2pp4-10.

10. Соколов И.А., Федорова Ю.Н., Федорова Л.Н. Влияние микроэлементного препарата «Витанолл» на развитие оригинального семенного картофеля первого полевого поколения // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021. № 3 (197). С. 12–17.
11. Иванченко Т.В. Эффективность применения минерального удобрения НаноКремний на озимой и яровой пшенице, яровом ячмене в условиях Волгоградской области // *Рынок АПК*. 2020. С. 184.
12. Мнатсаканян А.А., Чуварлеева Г.В., Быков О.Б. Изменение показателей плодородия почвы и урожайности озимой пшеницы, сои в зависимости от систем основной обработки и применения НаноКремния // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020. № 3 (35). С. 103–111. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11192.

REFERENCES

1. Shabalkin A.V., Dubinkina E.A., Belyaev N.N. Efficiency of pre-sowing seed treatment and non-root fertilization of soybeans with inoculants and micro-fertilizers in the Central Black Earth region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*, 2021, no. 2 (38), pp. 72–78. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348Xh-2021-2-72-78.
2. Zotikov V.I. Domestic breeding of leguminous and cereal crops. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*, 2020, no. 3 (35), pp. 12–19. (In Russian).
3. Bezmutko S.V., Cherepanova T.A. Fungicidal protectants Delete Pro and Redigo Pro against fungal phytopathogens of soybeans. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 2, pp. 41–48. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-2-5.
4. Sinegovsky M.O. Soybean as a means to compensate for protein deficite (historical aspect). *Agronauka = Agroscience*, 2024, vol. 2, no. 1, pp. 16–22. (In Russian). DOI: 10.24412/2949-2211-2024-2-1-16-22.
5. Zharkova S.V., Manylova O.V. Influence of the use of biologics and humate on the economic efficiency of soybean seed production. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika = Economy and business: theory and practice*, 2020, no. 9-1 (67),

- pp. 140–142. (In Russian). DOI: 10.24411/2411-0450-2020-0707.
6. Shapulatov U.M., Allaniyazova M.K., Gafurov M.B., Kushiev H.Kh. Influence of physiologically active substances on the growth and development of wheat. *Universum, khimiya i biologiya = Universum, Chemistry and Biology*, 2020, no. 9 (75), pp. 25–29.
 7. Pavlyuchenko N.G., Kolesnikova O.I., Melnikova S.I., Zimina N.I. Using physiologically active substances in the grapevine seedlings production. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasSAU*, 2021, no. 12, pp. 65–72. (In Russian). DOI: 10.36718/1819-4036-2021-12-65-72.
 8. Syrmolot O.V., Baidelyuk E.S., Kocheva N.S. The use of biological products and growth stimulants in the cultivation of soybean in the Primorsky Territory. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of science and technology of AIC*, 2020, vol. 34, no. 8, pp. 70–74. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10812.
 9. Atakova E.A., Kazarina A.V. The study of the influence of fertilizers and growth regulators on the peculiarities of the formation of soybean seed yield in the conditions of the Samara Volga region. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal = Agrarian and Scientific Journal*, 2023, no. 3 (47), pp. 28–33. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-28-33.
 10. Sokolov I.A., Fedorova Yu.N., Fedorova L.N. Effect of microelement preparation Vitanol on the development of the original seed potatoes of the first field generation. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2021, no. 3 (197), pp. 12–17. (In Russian).
 11. Ivanchinko T.V. Efficiency of the use of mineral fertilizer NanoSilicon on winter and spring wheat, spring barley in the Volgograd region. *Rynok APK = Rynok APK*, 2020, p. 184. (In Russian).
 12. Mnatsakanyan A.A., Chuvarleeva G.V., Bykov O.B. Changes in soil fertility and yield of winter wheat and soybean indicators depending on the systems of basic treatment and the use of NanoSilicon. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*, 2020, no. 3 (35), pp. 103–111. DOI: (In Russian). 10.24411/2309-348X-2020-11192.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Шишина А.С.**, младший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 446442, Самарская область, пгт Усть-Кинельский, ул. Шоссейная, 76; e-mail: shishina-2024@mail.ru

Атакова Е.А., младший научный сотрудник

Абраменко И.С., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Alina S. Shishina**, Junior Researcher; **address:** 76, Shossejnaya st., Ust-Kinelsky town, Samara Region, 446442, Russia; e-mail: shishina-2024@mail.ru

Elena A. Atakova, Junior Researcher

Irina S. Abramenko, Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 06.05.2024
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 07.06.2024
Дата публикации / Published 22.07.2024