

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-72-78

УДК 633.367

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ СОИ ИНОКУЛЯНТАМИ И МИКРОУДОБРЕНИЯМИ В ЦЧР

А.В. ШАБАЛКИН, кандидат экономических наук

Е.А. ДУБИНКИНА, научный сотрудник,

Н.Н. БЕЛЯЕВ, зав. отделом семеноводства

ТАМБОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ИМЕНИ И.В. МИЧУРИНА»,

E-mail: tniish@mail.ru

В статье представлены результаты по изучению влияния инокуляции препаратом Нитрафикс Ж, обработки семян и растений сои различными инновационными микроудобрениями в условиях Центрального Черноземья. Исследования проводили в 2018-2020 гг. на опытном участке ТНИИСХ – филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Изучали влияние как одиночного применения препаратов Микровит St, Микровит Zn, Микровит В, так и в сочетании с инокуляцией.

Установлено, что максимальная эффективность достигается при обработке семян сои препаратом Микровит St совместно с обработкой растений тем же препаратом в фазе 6-8 листьев, действие которых усиливается при обработке семян инокулянтном.

Ключевые слова: микроудобрения, инокуляция, продуктивность, семена, соя.

EFFICIENCY OF PRE-SOWING SEED TREATMENT AND NON-ROOT FERTILIZATION OF SOYBEANS WITH INOCULANTS AND MICROFERTILIZERS IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

A.V. Shabalkin, E.A. Dubinkina., N.N. Belyaev

TAMBOV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH OF FSBSI

«I.V. MICHURIN FEDERAL SCIENTIFIC CENTER»

E-mail: tniish@mail.ru

Abstract: *The article presents the results of studying the effect of inoculation with Nitrafix Zh and treatment of soybean seeds and plants with various innovative microfertilizers in the conditions of the Central Chernozem region. The research was carried out in 2019-2020 at the experimental site of TNIISKH - branch of the I.V. Michurin Federal Research Center. The effect of single use of Microvit St, Microvit Zn, and Microvit B preparations, as well as in combination with inoculation, was studied. It was found that the maximum efficiency is achieved when treating soybean seeds with Microvit St together with the treatment of plants with the same preparation in the phase of 6-8 leaves, the effect of which is enhanced when the seeds are treated with inoculant.*

Keywords: microfertilizers, inoculation, productivity, seeds, soy.

В современной экономической ситуации актуализировался процесс перехода на более доходные возделываемые культуры, к которым относится и соя. Возрос спрос на соевое зерно и в связи с введением в строй перерабатывающих предприятий. Объемы производства сои в стране еще далеко не в полной мере соответствуют возросшим мощностям маслозаводов и они несут убытки из-за дефицита сырья [1].

Одной из важнейших задач интенсивных технологий в растениеводстве является увеличение производства продукции, в том числе зернобобовых культур, обеспечивающих получение высокобелкового пищевого, кормового и технического сырья [2]. Для максимальной реализации своего генетического потенциала современные сорта

сельскохозяйственных культур требуют оптимизации питания не только в отношении макроэлементов, но и микроэлементов.

Многолетняя эксплуатация земель сельскохозяйственного назначения без восполнения микроэлементного питания приводит к их значительному истощению и, как следствие, резкому снижению урожайности. Современное аграрное производство ставит перед производителями удобрений новые задачи, решение которых возможно только с появлением инновационных продуктов [3]. В настоящее время во всем мире все более расширяется применение микроудобрений как средства повышения плодородия бедных почв и эффективности использования азотных и фосфорных удобрений. Роль микроэлементов заключается также в активизации ростовых процессов растений, жизнедеятельности микроорганизмов и биоты почв.

Микроэлементы необходимы для нормального роста растений, особенно бор и молибден, которые соя выносит из почвы в 5-7 раз больше, чем зерновые злаки. Эти микроэлементы выполняют важную функцию в процессе симбиотической фиксации азота воздуха.

«Микровит» позволяет скомпенсировать безвозвратные потери микроэлементов, выносимых из почвы растениями, повысить холодо- и засухоустойчивость растений. Использование микроудобрений подобного вида является одним из основных элементов современной интенсивной технологии выращивания сельскохозяйственных культур и широко применяется в мировой практике.

В связи с этим впервые на опытном поле Тамбовского НИИСХ в 2018-2020 годах проводилось изучение влияния микроудобрений на продуктивность сои в условиях Центрального Черноземья.

Методика и условия проведения исследований.

Тамбовская область занимает северо-восточную часть Центрально-Черноземного региона. Климат области умеренно-континентальный с устойчивой зимой и преобладанием теплой, нередко полусухого характера погоды в летний период. Область относится к зоне неустойчивого увлажнения, о чем свидетельствует гидротермический коэффициент (ГТК) 0,9-1,1. Годовая сумма осадков составляет 475-500 мм, из них 70-75% выпадает в теплый период года [4].

Почвы – типичные мощные черноземы глинистые и тяжелосуглинистые средне окультуренные. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) – 7,0...7,5%, реакция почвенного раствора (рН_{сол.}) – 6,0...6,5. Тяжелосуглинистый механический состав обуславливает высокую влагоемкость и значительный запас влаги в ранневесенний период до 180-200 мм и более доступной влаги в метровом слое почвы.

В целом водно-физические свойства чернозема типичного мощного складываются вполне благоприятно, а высокая водопроницаемость создает хорошие условия для накопления влаги в почве и удовлетворения растений водой в течение вегетационного периода [5].

Исследования проводились на опытном участке отдела семеноводства. Полевые опыты закладывали по общепринятой методике с учетной площадью 10 м² в трехкратной повторности при соблюдении принятой в Тамбовской области технологии возделывания сои. Агротехнические мероприятия общепринятые. Предшественник – озимая пшеница. Объект исследований – скороспелый сорт сои краснодарской селекции Аванта. Норма высева сои – 900 тыс. всхожих зерен на 1 га.

В работе использованы следующие препараты:

Микровит St – инновационное комплексное удобрение с микроэлементами в хелатной форме для обработки семян и подкормки сельскохозяйственных культур. (Состав, г/л: азот – 30, фосфор – 1,5, калий – 24, сера – 40, железо – 30, магний – 23, марганец – 20, бор – 9, цинк – 8, медь – 8, молибден – 5, кобальт – 1).

Микровит Zn – монопрепарат, отличающийся высоким содержанием цинка, использующийся в случаях, чтобы устранить дефицит по требуемому элементу. (Состав, г/л: цинк – 80, сера – 40, азот – 17, медь – 0,25).

Микровит В – монопрепарат с высоким содержанием бора (состав, г/л: бор – 130, азот – 48).

Нитрофикс Ж – жидкий биопрепарат на основе клубеньковых бактерий, инокуляция сои которым позволяет повысить качество продукции, снизить химическую нагрузку на почву и растения, обеспечить азотом растения в критические для них фазы – бутонизации, цветения и формирования бобов, а также другие культуры севооборота, ведь остаток этого элемента в почве значительный. Минеральные удобрения этого не обеспечивают.

Респекта – биологический протравитель для подавления бактериальной и грибной инфекции на семенах, проростках и всходах сои.

Схема опыта

№ п/п	Варианты	Обработка по вегетации	Фаза вегетации
1.	Респекта (1 л/т) – фон	-	-
2.	Фон + Нитрофикс Ж (2 л/т)	-	-
3.	Фон + Микровит St (0,8 л/т)	Микровит St (0,5 л/га)	6-8 листьев
4.	Фон + Микровит St (0,8 л/т) + инокул.	Микровит St (0,5 л/га)	6-8 листьев
5.	Фон + Микровит St (0,8 л/т)	Микровит Zn (0,3 л/га)	6-8 листьев
6.	Фон + Микровит St (0,8 л/т) + инокул.	Микровит Zn (0,3 л/га)	6-8 листьев
7.	Фон + Микровит St (0,8 л/т)	Микровит В (0,8 л/га)	6-8 листьев
8.	Фон + Микровит St (0,8 л/т) + инокул.	Микровит В (0,8 л/га)	6-8 листьев
9.	Фон + Микровит St (0,8 л/т)	Микровит Zn (0,3 л/га) + Микровит В (0,8 л/га)	6-8 листьев
10.	Фон + Микровит St (0,8 л/т) + инокул.	Микровит Zn (0,3 л/га) + Микровит В (0,8 л/га)	6-8 листьев

Результаты исследований и их обсуждение

В период вегетации 2018 года (апрель-август) температурный режим превышал среднеголетние значения на 1,3⁰ С, а сумма осадков была ниже на 81,1 мм и составила 154,9 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) в июне составил 0,14, а в июле – 0,46. Такие погодные условия сказались на длине вегетационного периода, массе 1000 зерен и урожайности культуры.

В 2019 и 2020 годах погодные условия для развития растений сои в целом складывались довольно благоприятно. Если в мае и июне 2019 года температура воздуха превышала среднеголетние показатели, а количество осадков было значительно ниже нормы и растения были несколько угнетены, то в июле в фазу образования бобов и налива семян температурный режим был несколько снижен, а количество осадков превысило среднеголетние показатели на 6,7 мм.

Среднемесячные температуры апреля и мая 2020 года оказались ниже среднеголетних на 0,6⁰С, осадков же выпало выше нормы. Такие факторы способствовали интенсивному росту и развитию растений сои в начале вегетационного периода.

Применение инокулянта и микроудобрений для обработки семян и растений способствовало увеличению урожайности сои, которая варьировала от 1,95 т/га до 2,85 т/га в благоприятном 2020 году. В среднем за 3 года вариант Фон + инокуляция семян превосходил по урожайности контроль на 0,15 т/га. Максимальный эффект был получен на варианте Фон + Микровит St + инокулянт с обработкой растений в период вегетации препаратом Микровит

St. При урожайности 1,96 т/га, превышение урожайности над контролем составляет 0,43 т/га или 28,1%. На варианте Фон + Микровит St (OC) + (Микровит Zn + Микровит В (OP)) с инокуляцией семян прибавка к контролю составила 0,33 т/га или 21,6%.

Масса 1000 зерен была выше на всех вариантах с обработкой семян сои инокулянтом Нитрафикс Ж (2 л/га). Более высоким данный показатель оказался на варианте Фон + Микровит St (OC+OP) с инокуляцией семян, он составил 148,7 г. Прибавка по сравнению с контролем составила 9,9 г (табл. 1).

Таблица 1

Влияние обработки инокулянтами, микроудобрениями на урожайность и массу 1000 зерен сои

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю		Масса 1000 зерен, г
		2018	2019	2020	Ср.	т/га	%	
Фон	не обр.	0,95	1,69	1,95	1,53			138,8
Фон	инокул.	0,98	1,97	2,10	1,68	0,15	9,8	144,7
Фон + Микровит St (OC+OP)	не обр.	0,97	1,89	2,20	1,69	0,16	10,5	138,9
Фон + Микровит St (OC+OP)	инокул.	1,0	2,03	2,85	1,96	0,43	28,1	148,7
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	не обр.	0,90	1,80	2,27	1,66	0,13	8,5	135,8
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	инокул.	0,95	1,97	2,54	1,82	0,29	18,9	142,4
Фон + Микровит St (OC) + Микровит В (OP)	не обр.	0,9	1,78	2,25	1,64	0,11	7,2	138,4
Фон + Микровит St (OC) + Микровит В (OP)	инокул.	0,97	1,87	2,40	1,75	0,22	14,4	143,8
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит В (OP)	не обр.	0,95	1,84	2,53	1,77	0,24	15,7	139,8
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит В (OP)	инокул.	0,98	1,90	2,70	1,86	0,33	21,6	145,8
НСР ₀₅		0,13	0,18	0,19	0,16			

Примечание: OC – обработка семян; OP – обработка растений

При использовании инокулянта и микроудобрений отмечена тенденция к изменению элементов структуры урожая сои. Анализ снопового образца показал, что наибольшая сохранность растений перед уборкой была на варианте Фон + Микровит St (OC) + (Микровит Zn + Микровит В (OP)) с инокуляцией семян перед посевом (89,3 растений на 1 м²) и на варианте Фон + Микровит St (OC+OP) + Нитрофикс Ж (88,6 растений на 1 м²). Высота растений на вариантах с обработкой семян сои инокулянтом превосходила варианты без инокуляции (от 1,5 см до 3,7 см).

Количество бобов и число семян на растении, определяют величину урожая. По данным показателям отличился вариант Фон + Микровит St (OC+OP) с инокуляцией семян. Количество бобов на растении составило 20,5 шт; число семян на растении – 39,6 шт.

В результате проведения снопового анализа была определена урожайность соломы. Наиболее высокий результат отмечен на варианте: Фон + Микровит St (OC+OP) с обработкой Нитрафиксом Ж – 20,9 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

Влияние обработки инокулянтами и микроудобрениями на элементы структуры урожая сои, среднее за 2018-2020 гг.

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Кол-во раст. на 1 м ² , шт	Высота раст., см	Кол-во бобов на раст. шт	Число семян на раст., шт	Урожай соломы, ц/га
Фон	не обр.	69,3	43,5	17,7	35,1	14,9
Фон	инокул.	75,7	47,2	18,9	38,5	16,9
Фон + Микровит St (OC+OP)	не обр.	82,7	45,9	17,3	36,3	18,3
Фон + Микровит St (OC+OP)	инокул.	88,6	47,8	20,5	39,6	20,9
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	не обр.	77,3	43,4	16,2	33,6	15,6
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	инокул	86,7	45,0	18,7	36,5	17,5
Фон + Микровит St (OC) + Микровит B (OP)	не обр.	75,3	43,4	15,8	31,4	16,7
Фон + Микровит St (OC) + Микровит B (OP)	инокул.	83,3	44,9	17,1	34,6	18,7
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит B (OP)	не обр.	74,0	43,7	17,2	32,8	17,1
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит B (OP)	инокул	89,3	46,0	19,4	37,8	19,3

После просушивания семян сои был проведен химический анализ на содержание сырого протеина и жира. При сравнении ее урожайности с зерновыми культурами она попадает в разряд низкоурожайных, но с учетом содержания белка урожай сои в 2 т/га равнозначен сборам 7-8 т/га зерна колосовых [6].

Содержание сырого протеина в зерне сои в более высоком количестве наблюдалось на вариантах с инокуляцией семян (28,0-29,2%), а также значительное влияние на увеличение белка в семенах оказывала обработка семян и вегетирующих растений микроудобрениями.

Важными показателями, характеризующими сою как ценную кормовую культуру, являются также сбор сырого протеина и жира с единицы площади. Сбор белка напрямую зависит от его содержания и уровня урожайности [7].

Наибольший сбор белка и жира в урожае сои был получен на вариантах с обработкой семян инокулянтом, максимально – на варианте Фон + Микровит St (OC+OP) – 5,7 ц/га и 4,88 ц/га соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Содержание сырого протеина и жира в зерне сои и сбор с 1 га, среднее за 2018-2020 гг.

Варианты	Инокуляция семян	Содерж. сырого протеина в семенах, %	Содержание жира в семенах, %	Сбор белка, ц/га	Сбор жира, ц/га
Фон	не обр.	25,6	23,9	3,92	3,66
Фон	инокул.	28,2	24,0	4,74	4,02
Фон + Микровит St (OC+OP)	не обр.	27,2	23,5	4,60	3,97
Фон + Микровит St (OC+OP)	инокул.	29,2	24,9	5,70	4,88
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	не обр.	27,8	23,2	4,62	3,85
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	инокул.	28,4	22,5	5,17	4,10
Фон + Микровит St (OC) + Микровит B (OP)	не обр.	27,3	22,1	4,48	3,62

Фон + Микровит St (OC) + Микровит B (OP)	инокул.	28,0	22,6	4,90	3,96
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит B (OP)	не обр	27,2	23,4	4,81	4,14
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит B (OP)	инокул.	29,0	22,9	5,43	4,26

Соя – высокорентабельная и экономически выгодная культура. Стоимость продукции по вариантам составила 52,02-66,54 тыс. руб./га, а чистая прибыль – 32,275-46,307 тыс. руб/га. Использование инновационных препаратов позволило снизить себестоимость семян на 808-2531 руб/т и увеличить уровень рентабельности на 18-65% по сравнению с контрольным вариантом (табл. 4).

Таблица 4

Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от применения микроудобрений и инокулянта

Вариант	Инокуляция семян	Стоимость вал. продукции, руб/га	Производственные затраты, руб/га	Прибыль, руб/га	Себестоимость, руб/т	Рентабельность, %
Фон	не обр.	52020	19745	32275	12905	163
Фон	инокул.	57120	19985	37135	11895	186
Фон + Микровит St (OC+OP)	не обр.	57460	20093	37367	11889	185
Фон + Микровит St (OC+OP)	инокул.	66540	20333	46307	10374	228
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	не обр.	56440	19823	36617	11942	184
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	инокул.	61880	20063	41817	11024	208
Фон + Микровит St (OC) + Микровит B (OP)	не обр.	55760	19839	35921	12097	181
Фон + Микровит St (OC) + Микровит B (OP)	инокул.	59500	20079	39421	11474	196
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит B (OP)	не обр	60180	19849	40331	11214	203
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит B (OP)	инокул.	63240	20089	42951	10800	214

Заключение

Выявлено положительное влияние инокуляции семян сои препаратом Нитрафикс Ж на урожайность, количественные признаки структурного анализа сноповых образцов, массу 1000 зерен, содержание сырого протеина и жира в семенах.

Установлено, что в опыте с использованием микроудобрений максимальная эффективность достигается при обработке семян сои препаратом Микровит St в дозе 0,8 л/т совместно с обработкой растений в фазу 6-8 листьев тем же препаратом в дозе 0,5 л/га, действие которого усиливается при обработке семян инокулянтам. Отмечена прибавка урожая 0,43 т/га при урожайности 1,96 т/га. Также значительные результаты отмечены на варианте с обработкой вегетирующих растений монопрепаратами Микровит Zn и Микровит B. Средняя урожайность при этом составила 1,86 т/га, превышение над контролем – 0,33 т/га.

Использование вышеуказанных препаратов при возделывании сои обеспечивает снижение себестоимости и увеличение уровня рентабельности по сравнению с контрольным вариантом.

Литература

1. Ибрагимова В.И. Экономическая эффективность выращивания сои в современных условиях // Молодой ученый. – 2017. – № 1 (135). – С. 176-178.
2. Новиков В.М. Продуктивность гороха и сои в зависимости от основной обработки и минеральных удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2013. – № 2 (6). – С. 106-112.
3. Беляев Н.Н., Дубинкина Е.А. Влияние микроудобрения «Аквдон-Микро» на продуктивность сортов озимой пшеницы в условиях Тамбовской области. // Вестник ТГУ, 2012. т.17, вып. 3, – С. 1040-1042.
4. Иванова О.М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе // Агротехнический вестник – 2012. – № 5. – С. 44-47.
5. Victor Vorontsov, Yuri Skorochkin, Olga Ivanova, Alexey Shabalkin, and Elena Dudova Computation of Typical Chernozem in Long-Run Response to Primary Tillage Operations /J. Comput. Theor. Nanosci. 16, 250–254 (2019).
6. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение элементов технологии возделывания новых сортов сои Зуша и Мезенка // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1 (17). – С. 45-51.
7. Парахин Н.В., Осин А.А., Осина В.С. Влияние двойной инокуляции на симбиоз, азотфиксацию, продуктивность и качество семян сои // Вестник ОрелГАУ. – 2008. – № 3 (12). – С. 2-4.

References

1. Ibragimova V.I. Ekonomicheskaya effektivnost' vyrashchivaniya soi v sovremennykh usloviyakh [The economic efficiency of growing soybeans in modern conditions]. *Molodoi uchenyi - Young scientist*, 2017, no. 1 (135), pp. 176-178. (In Russian)
2. Novikov V.M. Produktivnost' gorokha i soi v zavisimosti ot osnovnoi obrabotki i mineral'nykh udobrenii [Productivity of peas and soybeans, depending on the main tillage and mineral fertilizers]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, no. 6 (2), 2013, pp. 106-112. (In Russian)
3. Belyaev N.N., Dubinkina E.A. Vliyanie mikroudobreniya «Akvdon-Mikro» na produktivnost' sortov ozimoi pshenitsy v usloviyakh Tambovskoi oblasti [Influence of microfertilizer "Akvdon-Micro" on the productivity of winter wheat varieties in the Tambov region]. *Vestnik TGU*, 17, 3, 2012, pp.1040-1042. (In Russian)
4. Ivanova O.M. Otsenka vliyaniya azotnykh udobrenii na produktivnost' sortov ozimoi pshenitsy na tipichnom chernozeme [Evaluation of the impact of nitrogen fertilizers on the productivity of winter wheat varieties on a typical chernozem]. *Agrokhimicheskii vestnik*, no.5 - 2012, pp. 44-47. (In Russian)
5. Victor Vorontsov, Yuri Skorochkin, Olga Ivanova, Alexey Shabalkin, and Elena Dudova Computation of Typical Chernozem in Long-Run Response to Primary Tillage Operations /J. Comput. Theor. Nanosci. 16, 250-254 (2019).
6. Akulov A.S., Vasil'chikov A.G. Izuchenie elementov tekhnologii vzdelyvaniya novykh sortov soi Zusha i Mezenka [Study of the elements of the technology of cultivation of new varieties of soybeans Zusha and Mezenka]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no.1 (17), pp.45-51. (In Russian)
7. Parakhin N.V., Osin A.A., Osina V.S. Vliyanie dvoinoi inokulyatsii na simbioz, azotfiksatsiyu, produktivnost' i kachestvo semyan soi [Effect of double inoculation on symbiosis, nitrogen fixation, productivity and quality of soybean seeds]. *Vestnik OrelGAU*, 2008, no. 3 (12), pp. 2-4. (In Russian)