УДК 631. 811.98; 633.8

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ УДОБРЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ БОР, НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

МИНЧЕНКО Ж.Н.,

аспирант кафедры экологии, садоводства и защиты растений ФГБОУ ВО Курская ГСХА, e-mail: minchenko.knii@mail.ru.

Реферат. Одним из основных факторов ограничивающим продуктивность сои, является недостаток элементов минерального питания, в частности микроэлементов, необходимых для ее роста и развития, недостаток которых приводит к нарушению важнейших биологических процессов в организме растения. По содержанию основных микроэлементов почвы Курской области не достаточно обеспечены подвижными формами бора, меди, цинка, марганца, без которых невозможно получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Целью исследования являлось изучение влияния микроэlementных удобрений с высоким содержанием бора на урожайность и качество зерна сои, при возделывании ее на черноземных почвах Курской области. В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности микроэlementных удобрений МикроФид Бор и Реаком-Хелат Бора 100 при возделывании сои сорта Казачка в условиях черноземных почв Курской области. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что применение некорневых подкормок на посевах сои микроэlementными удобрениями с высоким содержанием бора является эффективным приемом повышения урожайности, улучшения качества зерна. Установлено, что некорневая обработка посевов сои микроэlementным удобрением МикроФид Бор в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га, обеспечила получение максимальной прибавки урожая 4,2 ц/га, или 18,6%, увеличила содержание белка в зерне на 3,25%, жира на 2,58%, в сравнении с контрольным вариантом. Обработка посевов сои микроэlementным удобрением Реаком-Хелат Бора 100 в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га, повышала урожайность на 3,1 ц/га, или 13,8% при содержании белка в зерне на 2,85%, жира на 2,21%, выше чем в контрольном варианте. Использование микроэlementных удобрений на посевах сои было экономически выгодно. Величина условно чистого дохода от некорневых обработок посевов сои этими препаратами составила 9330-6751 руб./га.

Ключевые слова: микроэlementные удобрения, соя, бор, чернозем типичный, некорневая подкормка, урожайность, экономическая эффективность.

INFLUENCE OF MICROELEMENT FERTILIZERS CONTAINING BORON ON YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN IN THE CONDITIONS OF BLACK-EARTH SOILS OF KURSK REGION

MINCHENKO J.N.,

graduate student of the Department of ecology, horticulture and plant protection FSBEI HE Kursk State Agricultural Academy, e-mail: minchenko.knii@mail.ru.

Essay. One of the main factors limiting the productivity of soybeans is the lack of mineral nutrition elements, in particular trace elements necessary for its growth and development, the lack of which leads to disruption of the most important biological processes in the plant body. According to the content of basic trace elements, the soils of the Kursk region are not sufficiently provided with mobile forms of boron, copper, zinc, manganese, without which it is impossible to obtain high yields of agricultural crops. The aim of the study was to study the effect of micronutrient fertilizers with a high content of boron on the yield and quality of soybean grain, when it is cultivated on Chernozem soils of the Kursk region. The article presents the results of studies on the effectiveness of microelement fertilizers boron Microfeed and Reacom-Boron Chelate 100 in the cultivation of soybean varieties Kazachka in the black soil of the Kursk region. The results of the studies indicate that the use of foliar fertilizing on soybean crops with micronutrient fertilizers with a high content of boron is an effective method of in-

creasing yields, improving the quality of grain. It was found that non-root treatment of soybean crops with microelement fertilizer Microfeed Boron in the phase of the 2nd and 6th triple leaf at a dose of 1.5 l / ha, provided a maximum yield increase of 4.2 C / ha, or 18.6%, increased the protein content in the grain by 3.25%, fat by 2.58%, in comparison with the control variant. Treatment of soybean crops with trace element fertilizer Reakom-Boron Chelate 100 in the phase of the 2nd and 6th triple leaf at a dose of 1.5 l / ha, increased yield by 3.1 C / ha, or 13.8% with a protein content in the grain by 2.85%, fat by 2.21%, higher than in the control version. The use of micronutrient fertilizers on soybean crops was economically profitable. The value of conditional net income from non-root treatments of soybean crops with these drugs amounted to 9330-6751 rubles/ha.

Keywords: micronutrient fertilizers, soybean, boron, typical Chernozem, foliar feeding, productivity, economic efficiency.

Введение. На современном этапе развития сельского хозяйства, с учетом растущей потребности промышленности в растительном белке, соя является высоко востребованной культурой. Она имеет важное значение в решении белковой проблемы и обеспечении сырьем ряда отраслей промышленности [1,2]. Интерес сельхозпроизводителей к возделыванию сои обусловлен высокой питательной ценностью зерна этой культуры. В ней содержится от 30-45 % растительного белка, 17-27% масла, 20-30 % углеводов и около 2 % различных витаминов [3, 4].

Динамика роста посевных площадей сои в Курской области, в последние время, имеет тенденцию к увеличению. Однако, средняя урожайность сои в последние годы не превышала 21,7 ц/га (2,2 т/га), что значительно ниже ее потенциальных возможностей. Одним из основных факторов ограничивающих продуктивность культуры является недостаток элементов минерального питания, в частности необходимых для растений микроэлементов, недостаток которых приводит к нарушению важнейших биологических процессов, протекающих в растениях [5,6,7].

По содержанию основных микроэлементов, почвы Курской области не достаточно обеспечены подвижными формами бора, меди, цинка, марганца, без которых невозможно получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур [6]. Установлено, что для сои и других бобовых культур характерен повышенный вынос отдельных микроэлементов, одним из которых является бор [8, 9, 10].

Бор играет важную роль в развитии репродуктивных органов и процессе оплодотворения растений. А также способствует снабжению растительных тканей, особенно корней, кислородом. Улучшая условия синтеза и транспортировки ассимилянтов у высших растений, бор создает благоприятные условия для симбиоза растений с клубеньковыми бак-

териями [5]. В связи с этим, изучение эффективности микроэлементных удобрений, содержащих бор при возделывании сои в Курской области, является актуальной задачей.

Целью исследования являлось изучение влияния микроэлементных удобрений с высоким содержанием бора на урожайность и качество зерна сои, при возделывании ее на черноземных почвах Курской области.

Материал и методика исследования. Исследования проводились в полевом опыте лаборатории технологий возделывания полевых культур и экологической оценки земель ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» в 2016–2018 годах. Севооборот представлен чередованием следующих культур: горохо-овсяная смесь - озимая пшеница – соя - яровая пшеница. Изучалась эффективность боросодержащих микроэлементных удобрений на посевах сои сорта Казачка.

Схема опыта и содержание вариантов: 1. Контроль - без обработок препаратами. 2. Обработка посевов в фазе 2-го тройчатого листа сои (МикроФид Бор, 1,5 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (МикроФид Бор, 1,5 л/га). 3. Обработка посевов в фазе 2-го тройчатого листа сои (Реакон-Хелат Бора 100, 1,5 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (Реакон -Хелат Бора 100, 1,5 л/га).

МикроФид Бор - это жидкое микроудобрение с высоким содержанием бора, глицирина и кремния, обеспечивающее максимальную усвояемость элементов минерального питания. В состав препарата входят микроэлементы (Mg, B, Cu, Mn, Zn) в доступной хелатной форме. Применяется на всех сельскохозяйственных культурах, особенно эффективен на посевах свеклы, подсолнечника, рапса и бобовых культурах.

Реакон-Хелат Бора 100 - представляет собой жидкий концентрированный раствор на основе органических полиборатов, предназна-

ченный для применения в качестве экологически чистого микроудобрения для подкормки сельскохозяйственных культур, чувствительных к дефициту бора. Благодаря органической форме, бор, входящий в состав микроудобрения, хорошо усваивается растениями, особенно при внекорневой подкормке. Состав (г/л): В(135-140); N(60-70). pH 7,5 – 8,5.

Площадь учетной делянки - 100 м² (4 м х 25 м). Расположение делянок систематическое в один ярус, повторность опыта трехкратная.

Почва опытного участка - чернозем типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса в пахотном слое составляет 6,1%, подвижного фосфора (по Чирикову) - 15,6, обменного калия (по Масловой) - 11,3 мг/100 г почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (pH 6,5-7,0). Содержание микроэлементов: В – 0,34 мг/кг, Zn-0,32 мг/кг, Cu- 0,30 мг/кг, Mg -4,5 мг/100 г почвы.

Определяющее влияние на рост и урожайность сельскохозяйственных культур оказывают метеорологические условия [9], которые сложились по разному в годы проведения эксперимента. Периоды вегетации сои (май - сентябрь) 2016 и 2017 годов характеризовались теплой (среднесуточная температура была на 1,3-1,6°C выше средней многолетней температуры) и влажной погодой (сумма осадков за вегетационный период, соответственно, составила 341,7-293,4 мм, или 118,6-101,8% нормы. Погодные условия 2018 сельскохозяйственного года сложились напряженно для роста и развития сои. Среднесуточная температура вегетационного периода сои (май - сентябрь) была на 0,9 °C выше средней многолетней температуры этого периода и составила 17,0°C (средняя многолетняя температура равна 16,1°C), а сумма осадков – 283,2 мм, или 98,3% от среднемноголетнего их количества (288,0 мм).

Для оценки эффективности используемых микроэлементных удобрений в течение вегетационного периода сои проводились наблюдения за ростом и развитием растений, фитосанитарным состоянием посевов, урожайностью и качеством зерна сои. Биометрические показатели растений, продуктивность и качество зерна проводились по Методике Государственного сортоиспытания (1971). В период полной спелости, для определения структуры урожая сои с каждой делянки отбирали по 4 сноповых образца. После просушки сно-

пов определяли: количество бобов с 1 растения; количество зерен в 1 бобе; массу зерна с 1 растения; массу 1000 зерен. Применялся дисперсионный метод математического анализа по Б.А. Доспехову [12].

Результаты исследования. Проведенные исследования показали, что применение микроэлементных удобрений в виде некорневых подкормок посевов сои, способствовало лучшему росту и развитию растений, повышало урожайность и качество зерна сои. Так, двукратная обработка посевов микроэлементными удобрениями МикроФид Бор (1,5 л /га) и Реаком – Хелат Бора 100 (1,5 л/га), в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа, оказывала одинаковое стимулирующее влияние на растения сои, ускоряло наступление фенологических фаз развития: «цветение» и «спелость зерна» сои наступили на 2-3 дня раньше, в сравнении с контрольным вариантом.

Микроудобрения оказывали положительное влияние и на структуру урожая сои. Так, в варианте с двукратной обработкой посевов препаратом МикроФид Бор в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га, количество бобов с одного растения составило: 36 шт., (в контрольном варианте -24 шт.), озерненность боба 2,1 шт. (в контрольном варианте – 2,0 шт.), масса зерна с одного растения – 9,4 г. (в контрольном варианте –5,7 г.), масса 1000 зерен – 125,4 г. (в контрольном варианте – 118,7 г.) (таблица 1).

В варианте с применением препарата Реаком–Хелат Бора100 в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа, в дозе 1,5 л/га, количество бобов с одного растения увеличивалось до 32 шт., озерненность боба до 2,2 шт., масса зерна с одного растения до 8,7 г., масса 1000 зерен – 123,6 г.

Использование микроэлементных препаратов также оказывало существенное влияние на высоту растений и на высоту прикрепления нижних бобов - важнейший морфологический признак сои, определяющий количество потерь при уборке сои. Так, в варианте с двукратной обработкой посевов препаратом МикроФид Бор средняя длина стебля растений сои составила - 94,2 см, высота прикрепления нижнего боба - 21,2 см. В варианте, где использовали препарат Реаком –Хелат Бора 100, высота растений и прикрепления нижнего боба была выше – 95,5 и 24,0 см, соответственно. В контрольном варианте эти показатели составили – 78,6 и 20,5 см.

Таблица 1 – Влияние микроэлементных удобрений на элементы структуры урожая сои, 2016-2018 г.

Варианты опыта	Длина стебля, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Количество бобов с 1 растения, шт.	Озерненность боба, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
1. Контроль – без обработок	78,6	20,5	24	2,0	5,7	118,7
2. МикроФид Бор (1,5 л/га) в фазе 2-го тр. листа + МикроФид Бор (1,5 л/га) в фазе 6-го листа	94,2	21,2	36	2,1	9,4	125,4
3. Реаком–Хелат Бора 100 (1,5 л/га) в фазе 2-го тр. листа + Реаком–Хелат Бора 100 (1,5 л/га) в фазе 6-го тр. листа	95,5	24,0	32	2,2	8,7	123,6

Таблица 2 – Влияние микроэлементных удобрений на урожайность сои, 2016-2018 г.

Варианты	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га
1. Контроль - без обработок	22,5	
2 МикроФид Бор (1,5 л/га) в фазе 2-го тр. листа + МикроФид Бор (1,5 л/га) в фазе 6-го листа	26,7	+4.2
3. Реаком–Хелат Бора 100 (1,5 л/га) в фазе 2-го тр. листа + Реаком–Хелат Бора 100 (1,5 л/га) в фазе 6-го тр. листа	25,6	+3.1
НСР05	2,1	

Таблица 3 – Влияние микроэлементных удобрений на качество зерна сои, 2016-2018 гг.

Варианты	Белок, %	Жир, %	Клетчатка, %	Зола, %
1. Контроль - без обработок	26,47	24,56	6,23	6,42
2. МикроФид Бор (1,5 л/га) в фазе 2-го тр. листа + МикроФид Бор (1,5 л/га) в фазе 6-го листа	29,72	27,14	5,92	6,12
3. Реаком–Хелат Бора 100 (1,5 л/га) в фазе 2-го тр. листа + Реаком–Хелат Бора 100 (1,5 л/га) в фазе 6-го тр. листа	29,32	26,77	5,89	6,21

Следует отметить, что с увеличением показателей структуры урожая в вариантах с использованием микроэлементных препаратов, повышалась и урожайность сои. Так, двукратная обработка посевов препаратом МикроФид Бор в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га способствовала повышению урожайности сои на 4,2 ц/га, в сравнении с контролем (22.5 ц/га) (таблица 2).

Обработка посевов препаратом Реаком-Хелат Бора 100 в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа обеспечила получение прибавки урожая – 3,1 ц/га. То есть, на черноземных почвах со средним уровнем обеспеченности бором (0,34 мг/кг) эффективность препарата МикроФид

Бор была выше эффективности препарата Реаком-Хелат Бора 100.

Исследуемые препараты также оказывали положительное влияние на показатели качества зерна сои. Установлено что, применение препарата МикроФид Бор в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га повышало содержание белка в зерне на 3,25%, жира – на 2,58%. Эффективность использования препарата Реаком-Хелат Бора 100 в фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га была несколько ниже. Содержание белка в зерне в этом варианте повышалось на 2,85%, жира – на 2,21% в сравнении с контрольным вариантом (таблица 3).

Таблица 4 – Экономическая эффективность использования микроэлементных удобрений на посевах сои, 2016-2018 г

Варианты	Затраты на приобретение препарата на 1 га, руб.	Урожайность ц/га	Прибавка урожая от применения препарата, ц/га	Стоимость прибавки, руб.	Условно чистый доход, с 1 га, руб.
1. Контроль без обработок	-	22,5	-	-	-
2. МикроФид Бор (1,5 л/га) в фазе 2-го тр. листа + МикроФид Бор (1,5 л/га) в фазе 6-го листа	1170	26,7	4,2	10500	9330-3В
3. Реаком–Хелат Бора 100 (1,5 л/га) в фазе 2-го тр. листа + Реаком–Хелат Бора 100 (1,5 л/га) в фазе 6-го тр. листа	999	25,6	3,1	7750	6751-3В

*3В – затраты, связанные с внесением препаратов

Расчеты экономической эффективности использования микроэлементных удобрений при возделывании сои показали, что обработка посевов сои препаратом МикроФид Бор в фазе 2-го 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га способствовала повышению урожайности сои на 4,2 ц/га на сумму 10500 руб./га. При прямых производственных затратах, связанных с приобретением препаратов равных 1170 руб/га, величина условно чистого дохода составила 9330 руб./га за минусом затрат, связанных с внесением препаратов. В варианте с применением препарата Реаком- Хелат Бора 100 в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га величина условно чистого дохода была несколько ниже и составила 6751руб/га, за минусом затрат, связанных с внесением препаратов (таблица 4).

Выводы. Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено, что применение некорневых подкормок на посевах сои микроэлементными удобрениями с высоким содержанием бора, в условиях черноземных

почв Курской области, является эффективным приемом повышения урожайности, улучшения качества зерна сои.

Установлено, что некорневая обработка посевов сои микроэлементным удобрением МикроФид Бор в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га, обеспечила получение максимальной прибавки урожая 4,2 ц/га, или 18,6%, увеличила содержание белка в зерне на 3,25%, жира на 2,58%, в сравнении с контрольным вариантом. Обработка посевов сои микроэлементным удобрением Реаком-Хелат Бора 100 в фазе 2-го и 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га повышала урожайность на 3,1 ц/га или 13,8% при содержании белка в зерне на 2,85%, жира на 2,21%, выше чем в контрольном варианте.

Использование микроэлементных удобрений на посевах сои было экономически выгодно. Величина условно чистого дохода от некорневых обработок посевов сои этими препаратами составила 9330-6751 руб./га.

Список использованных источников

1. Неттевич Э.Д. Влияние условий возделывания и продолжительности на результаты оценки сорта по урожайности // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 2001. – №23. – С.34-38.
2. Селицкий С.А., Балакай Г.Т. Технология возделывания сои в Ростовской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. /ФГБНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – №3(59). – С.212-216.
3. Иванов А.Л., Кирюшин В.И. Состояние и перспективы освоения агротехнологий [Текст] // Сб. Ресурсосберегающие технологии: опыт, проблемы, перспективы. – Ульяновск, 2007. – С. 6–10.
4. Соя в России – действительность и возможности / В.М. Лукомец, А.В. Кочегура, В.Ф. Баранов, В.Л. Махонин. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2013. – 102 с.

5. Анспок П.И. Микроудобрения: Справочник – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Ленинград. отд-ние, 1990. – 272 с.
6. Лазарев В.И., Вартанова А.Б. Влияние комплексных удобрений с микроэлементами на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №6. – С. 45-48.
7. Булыгин С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Днепропетровск. – 2007. – 100 с.
8. Анспок П.И., Лиенинь Ю.Я. Содержание микроэлементов в почвах и необходимость их применения // Химизация сельского хозяйства. – 1988. – №2. – С.73-75.
9. Ишков И.В., Пигорев И.Я. Биопрепараты в возделывании сои на темно-серых лесных почвах Курской области // В кн.: Получение биологически ценной и экологически безопасной продукции сельского хозяйства: научные труды. - Кокино: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. - С. 61-63.
10. Семькин В.А., Пигорев И.Я., Никитина О.В. Баланс элементов питания и гумуса в землях сельскохозяйственного назначения Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 3. - С. 6-11.
11. Isoda A., Wang P/ Leaf temperature and transpiration of field grown cotton and soybean under arid and humid conditions // Plant Product. Vol. 5. №3. P. 224-228.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Сельхозгиз, 1985. – 424 с.

List of used sources

1. Nettevich E.D. Influence of conditions of cultivation and continuity on the results of evaluation of varieties by yield // Bulletin of the Russian Academy of agricultural Sciences.-2001.- No. 23.- Pp. 34-38.
2. Selitsky, S.A., G.T. balakay Technology of soybean cultivation in ROS-tulskoy region // ways of improving the efficiency of irrigated agriculture: collection of scientific works. tr. /FEDERAL state budgetary institution "Rosnipi". Novocherkassk: Rosni-IPM, 2015.Vol. No. 3 (59) - Pp. 212-216.
3. Ivanov A.L. State and prospects of development of agrotechnologies [Text] / A. L. Ivanov, V. I. Kiryushin // SB. resource-Saving technologies: experience, problems, prospects.- Ulyanovsk, 2007. - Pp. 6-10.
4. Soy in Russia-reality and opportunities / V.M, Lukomets, A.V. kochegura, V.F. Baranov, V.L. mahonin. Krasnodar: LLC "Enlightenment-South", 2013. 102 PP.
5. Anspach P.I. Microfertilizers: a Handbook – 2nd ed., Rev. and add. / P.I. EN-Spock. - L.: Ленинград.отд-ние, 1990.272 p.
6. Lazarev V.I., Vartanova A.B. Influence of complex fertilizers with micro-elements on productivity and quality of winter wheat grain in the conditions of the Kursk region. Vesnik Kursk state agricultural Academy. - 2014.- No. 6. Pp. 45-48.
7. Bulygin S.Yu. Microelements in agriculture. Dnepropetrovsk, - 2007. -100 s.
8. Anspach P.I. The Content of trace elements in soils and the need for their use / P.I. Anspach, Y. Liening // Chemicalization of agriculture. - 1988.- No. 2-Pp. 73-75.
9. Ishkov I.V., Pigorev I.Y. Biological products in the cultivation of soybean on the dark gray forest soils of the Kursk region // In the Book: Obtaining biologically valuable and environmentally friendly agricultural products: scientific works. - Kokino: Publishing house Bryansk State Agrarian University, 2017. - P. 61-63.
10. Semykin V.A., Pigorev I.Ya., Nikitina O.V. The balance of nutrients and humus in agricultural lands of the Kursk region // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2019. - No. 3. - P. 6-11.
11. Isoda, A., Wang P/ Leaf temperature and transpiration of field grown cotton and soybean under arid and humid conditions // Plant Product. Vol. 5. No. 3. P. 224-228.
12. Dospekhov B.A. Technique of field experience. Moscow: Selhozgiz, 1985. - 424 p.