

ВЛИЯНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ И ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

О. А. ХИТРЮК, В. Г. ТАРАНУХО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: ksushka28-oksi@mail.ru

(Поступила в редакцию 13.06.2023)

В данной публикации представлен литературный обзор по хозяйственной ценности растений сои и преимуществам некорневых подкормок хелатными микроудобрениями. Приведен трехлетний экспериментальный материал по формированию элементов структуры урожайности и зерновой продуктивности у различных по скороспелости сортов сои – Ясельда и Оресса в зависимости от влияния некорневых подкормок различными дозами препаратов Эколист Моно Бор, Эколист Моно Медь и Эколист Зерновые в условиях северо-восточной части Беларуси. Проведена математическая обработка полученных результатов методом дисперсионного анализа. По результатам исследований установлено положительное влияние изучаемых микроудобрений на элементы структуры урожайности и зерновой продуктивности сои по отношению к контрольному варианту. У позднеспелого сорта Ясельда в среднем за три года исследований наиболее высокие показатели зерновой продуктивности были получены при внесении Эколист Моно Бор в дозах 1,0 и 2,0 л/га – 25,6 и 27,0 ц/га, а среднеранний сорт Оресса, в свою очередь, максимальную урожайность сформировал при внесении в удвоенных дозах Эколист Моно Си (1,0 л/га) и Эколист Моно В (2,0 л/га) – 29,3 и 28,6 ц/га соответственно. Проведенные исследования выявили целесообразность применения микроудобрений Эколист Моно Си в и Эколист Моно В в удвоенных дозах в технологии возделывания растений сои, где была получена максимальная урожайность у изучаемых сортов.

Ключевые слова: соя, микроудобрения, некорневые подкормки, структура урожайности, зерновая продуктивность.

This publication presents a literature review on the economic value of soybean plants and the benefits of foliar feeding with chelated micro-fertilizers. Three years of experimental material is presented on the formation of elements of the structure of yield and grain productivity in soybean varieties of different early maturity – Yaselda and Oressa, depending on the influence of foliar fertilizing with various doses of the preparations Ecolist Mono Boron, Ecolist Mono Copper and Ecolist Grain in the conditions of the north-eastern part of Belarus. Mathematical processing of the obtained results was carried out using the method of variance analysis. Based on the research results, a positive effect of the studied micro-fertilizers on the elements of the structure of yield and grain productivity of soybeans was established in relation to the control variant. In the late-ripening variety Yaselda, on average over three years of research, the highest grain productivity indicators were obtained when applying Ecolist Mono Boron in doses of 1.0 and 2.0 l/ha – 2.56 and 2.70 t/ha, and in the mid-early variety Oressa, in turn, the maximum yield was generated when we applied, in double doses, Ecolist Mono Cu (1.0 l/ha) and Ecolist Mono B (2.0 l/ha) – 2.93 and 2.86 t/ha, respectively. The conducted studies revealed the feasibility of using micro-fertilizers Ecolist Mono Cu and Ecolist Mono B in double doses in the technology of cultivating soybean plants, where the maximum yield was obtained in the studied varieties.

Key words: soybean, micro-fertilizers, foliar feeding, yield structure, grain productivity.

Введение

В современной агрокультуре повышается актуальность биологизации и экологизации сельскохозяйственного производства. В связи с этим приобретает большое значение использование в технологии производства перспективных и новых культур, биологических и микробиологических препаратов, а также микроудобрений для некорневых (листовых) подкормок, достоинством которых является легкое и быстрое поглощение растением доступных ионных форм минеральных веществ. В настоящее время микроудобрения в основном выпускаются и применяются в форме хелатов, которые имеют ряд преимуществ перед ранее распространенными солями микроэлементов, в частности сульфатами цинка и меди. Данная химическая форма удобрений более технологична при применении и эффективнее усваивается растениями [1, 5].

Одной из перспективных сельскохозяйственных культур является соя, которая имеет большое продовольственное, техническое и кормовое значение. В ее семенах содержится 33–45 % белка, 18–22 % жира, 9–12 % растворимых сахаров, 3–9 % крахмала, 3–6 % клетчатки, а также много витаминов, макро- и микроэлементов [2, 3]. Эта культура приобретает все большую популярность из-за высокой рентабельности, которая обуславливается, в том числе и специфичностью ее питания. Во-первых, как бобовая культура, соя обладает способностью ассимилировать азот из воздуха посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями, во-вторых, она может использовать из почвы фосфор и калий трудно-растворимых соединений. Благодаря этим особенностям, при условии интенсивной симбиотической азотфиксации, высокие урожаи сои можно получать без применения основного минерального

удобрения. Однако оптимизацией условий питания урожайность сои можно повысить, если применять такой малозатратный агроприем, как некорневые подкормки [1, 2, 10].

Значение некорневых подкормок сои в разные годы в Беларуси изучали В. И. Кочурко, Е. Э. Абарова, В. Н. Босак, Т. В. Бердович и другие. Проводились исследования в Полесском аграрно-экологическом институте НАН Беларуси, Брестской ОСХОС НАН Беларуси [3, 4, 6, 7, 8, 9]. Вопрос о влиянии микроудобрений с учетом почвенно-климатических условий был изучен недостаточно, в частности в северо-восточной части Беларуси, поэтому является теоретически и практически очень важным и необходимым для повышения урожайности данной культуры. В связи с этим актуальной является задача дальнейшего совершенствования системы применения микроудобрений как элемента технологии возделывания сои в целом. Целью наших исследований было изучение влияния микроэлементов с разными нормами внесения в виде некорневых подкормок на формирование структуры урожайности и зерновой продуктивности сортов сои в условиях северо-восточного региона Беларуси.

Основная часть

Исследования проводились в 2012–2014 гг. на опытном поле кафедры селекции и генетики УНЦ «Опытные поля БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, подстилаемая с глубины 1,0 м лессовидным суглинком. Объектами исследований были сорта сои белорусской селекции – Ясельда и Оресса. Опытные делянки размещались систематическим методом в четырехкратной повторности. Посев проводился сплошным рядовым способом с нормой высева 1,0 млн всхожих семян на 1 га. Подготовка почвы, посев и уход за растениями сои проводились в соответствии с общепринятой агротехникой возделывания культуры.

Различные виды микроудобрений применялись в виде некорневой обработки в фазу цветения растений: Эколист Моно Медь (Cu – 6 %) в дозе 0,5 и 1,0 л/га; Эколист Моно Бор (B – 11 %) в дозе 1,0 и 2,0 л/га; Эколист Зерновые (N – 10,5 %; K₂O – 5,1 %; MgO – 2,5 %; B – 0,45 %; Cu – 0,4 %; Fe – 0,09 %; Mo – 0,0018 %; Zn – 0,2 %) в дозе 2,0 и 3,0 л/га. Контролем являлся вариант без обработки. В соответствии со схемой опыта для обработки растений сои микроудобрениями использовался ранцевый опрыскиватель. Фенологические наблюдения по фазам роста и развития растений, все учеты и анализы осуществлялись согласно соответствующим методикам государственного испытания в Республике Беларусь. Уборка делянок растений сои проводилась вручную путем сбора и обмолота бобов с последующей сортировкой, сушкой, взвешиванием семян и определением урожайности. Данные по урожайности зерна сортов сои подвергались математической обработке методом дисперсионного анализа.

Метеоусловия в годы исследований отличались по температурному режиму и количеству осадков за вегетационный период. Вегетационный период 2012 года можно охарактеризовать как теплый и избыточно-влажный. Температура воздуха находилась на уровне или поднималась выше среднегодовалых показателей. Количество выпавших осадков значительно превышало норму во все месяцы вегетационного периода, кроме июля, где осадков выпало 38 % от среднегодовых значений. Май и июнь характеризовались сильным переувлажнением почвы, что привело к торможению ростовых процессов растений сои (ГТК – 2,5 и 3,3 соответственно). Сумма активных температур за период вегетации сортов сои (всходы–полная спелость) составила 2354,5 °С, а количество выпавших осадков – 489,6 мм, или 135 % от нормы.

Условия вегетационного периода 2013 г. по значениям температуры воздуха превышали среднегодовые показатели в весенне-летние месяцы на +0,5–4,4 °С. В III декаде апреля наблюдался дефицит осадков – 35,6 % от нормы. В свою очередь май был теплым (+16,8 °С) и избыточно-влажным – 72,3 мм, или 131,5 % от среднегодовых значений. В летние месяцы было жарко и наблюдался дефицит осадков, только III декада августа была очень дождливой и количество выпавших осадков составило 84,8 мм, или 314,1 % от среднегодовых показателей. В III декаде сентября установилась холодная (+6,5 °С) дождливая погода (53,1 мм, или 279,5 % от нормы). Сумма активных температур за месяцы вегетационного периода (всходы–полная спелость) составила 2493,7 °С, а количество выпавших осадков – 347,2 мм, или 96 % от нормы.

В 2014 году метеорологические условия были достаточно благоприятными для роста и развития растений сои, что сказалось в определенной мере, на величине урожаев и наступлении фаз развития. Первая декада мая характеризовалась холодной (+8,9 °С) и засушливой погодой, что увеличило период посев-всходы сои. Во второй и третьей декадах мая, погода стабилизировалась (+16,7–18,7 °С) и температура воздуха была уже выше среднегодовой на 4,1 °С и 4,5 °С соответственно, а количество осадков составило 162,4 мм, или 193,7 % от среднегодовых показателей. Июнь был умеренно-теплым (+15,3 °С), но осадков за этот месяц выпало 43,5 мм, что почти в 2 раза меньше месячной

нормы. В июле и августе влаги и тепла было достаточно (ГТК – 1,4 и 1,7 соответственно), что положительно повлияло на формирование бобов и налив зерна. Сентябрь характеризовался засушливым периодом (ГТК–0,8). Сумма активных температур за период вегетации сортов сои (всходы–полная спелость) составила 2386,6 °С, а количество выпавших осадков – 326,1 мм, или 90 % от нормы.

Показатели структуры урожайности сортов сои при различных видах и дозах микроэлементов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Элементы структуры урожайности сортов сои (2012–2014 гг.)

Варианты	Выживаемость растений к уборке, %	Высота растений, см	На 1 растении		Число семян в бобе, шт	Масса 1000 семян, г	Масса семян с 1 растения, г
			бобов шт.	семян шт.			
Ясельда							
Контроль без удобрений	73,0	63,9	10,3	22,0	2,1	137,3	3,02
Эколист Моно Cu 0,5 л/га	74,0	65,0	11,4	23,5	2,1	140,6	3,30
Эколист Моно Cu 1,0 л/га	71,7	67,3	11,5	24,8	2,2	140,3	3,48
Эколист Моно В 1,0 л/га	74,3	65,7	11,4	24,6	2,2	141,8	3,49
Эколист Моно В 2,0 л/га	72,3	69,0	12,3	26,9	2,2	140,5	3,78
Эколист Зерновые 2,0 л/га	74,0	64,9	10,6	22,4	2,1	138,5	3,10
Эколист Зерновые 3,0 л/га	71,0	66,9	12,1	25,2	2,1	139,6	3,52
Оресса							
Контроль без удобрений	76,0	64,7	11,6	24,5	2,1	131,1	3,21
Эколист Моно Cu 0,5 л/га	76,7	65,6	13,2	27,2	2,1	132,8	3,61
Эколист Моно Cu 1,0 л/га	75,3	68,9	14,8	29,5	2,0	132,7	3,91
Эколист Моно В 1,0 л/га	77,3	66,6	12,1	25,8	2,1	130,6	3,37
Эколист Моно В 2,0 л/га	75,7	70,1	14,2	28,4	2,0	134,8	3,83
Эколист Зерновые 2,0 л/га	77,7	65,2	12,4	26,4	2,1	132,6	3,50
Эколист Зерновые 3,0 л/га	75,3	66,0	13,1	28,2	2,2	132,1	3,73

Выживаемость растений к моменту уборки в среднем за годы исследований у позднеспелого сорта Ясельда по вариантам опыта составила 71,0–74,3 % и примерно была на одинаковом уровне у средне-раннего сорта Оресса 75,3–77,7 %. На количество растений к уборке оказывали влияние метеорологические условия.

В среднем по годам исследований высота растений сои существенно изменялась от погодных условий, сортовых признаков и влияния микроудобрений. По всем вариантам опыта высота растений имела четкую тенденцию к увеличению, чем на контрольном варианте и наблюдалась активизация роста растений при внесении подкормок в двойных дозах. У сорта Ясельда высота колебалась от 63,9 см на контроле до 69,0 см на варианте с внесением Эколист Моно В с дозой 2,0 л/га. Самые низкие растения у сорта Оресса наблюдались на контрольном варианте – 64,7 см, а самые высокие – 70,1 см на варианте с внесением Эколист Моно В в двойной дозе (2,0 л/га).

В среднем за годы исследований было установлено, что удвоенные дозы микроудобрений согласно схеме опыта стимулировали формирование элементов семенной продуктивности. У сорта Ясельда насчитывалось бобов и семян по вариантам опыта 10,3–12,3 и 22,0–26,9 штук соответственно. У сорта Оресса эти показатели находились на уровне 11,6–14,8 и 24,5–29,5 штук соответственно. Максимальное количество бобов и семян у сорта Ясельда наблюдалось при внесении микроудобрений Эколист Моно В в дозе 2,0 л/га – 12,3 и 26,9 штук и Эколист Зерновые в дозе 3,0 л/га – 12,1 и 25,2 штук, что по сравнению с контрольным вариантом было выше на 2,0 и 4,9; 1,8 и 3,2 штук соответственно. У сорта Оресса наибольшее число сформировавшихся бобов и семян было отмечено на вариантах с применением Эколист Моно Cu в дозе 1,0 л/га – 14,8 и 29,5 штук и Эколист Моно В в дозе 2,0 л/га – 14,2 и 28,4 штук что превышало контроль на 3,2 и 5,0; 2,6 и 3,9 штук соответственно.

Число семян в бобе у сортов Ясельда и Оресса изменялось незначительно и колебалось в зависимости от изучаемых вариантов от 2,0 до 2,2 штук.

Анализ массы 1000 семян выявил следующие закономерности. За три года исследований, самые крупные семена у сорта Ясельда были получены при некорневой подкормке Эколист Моно В в дозе 1,0 л/га – 141,8 г, что выше контроля на 4,5 г. У сорта Оресса также наиболее высокий показатель массы 1000 семян был получен при внесении микроудобрения Эколист Моно В, но только в дозе 2,0 л/га и составило 134,8 г, что выше по сравнению с контрольным вариантом на 3,7 г. На остальных изучаемых вариантах опыта колебания массы 1000 семян у сортов Оресса и Ясельда были незначительными.

Масса семян с одного растения у сорта Ясельда была максимальной при некорневой обработке Эколист Моно В в дозе 2,0 л/га и составила 3,78 г, что выше на 0,76 г, чем на контроле. Наиболее высокой продуктивностью отличался сорт Оресса при внесении Эколист Моно Cu в дозе 1,0 л/га, где

масса семян с одного растения составила 3,91 г., при уровне этого показателя на контрольном варианте – 3,21 г.

Интегральным показателем эффективности того или иного агроприема является урожайность. Применение микроэлементов в наших исследованиях оказало существенное влияние и на урожайность сои (рис. 1, 2).

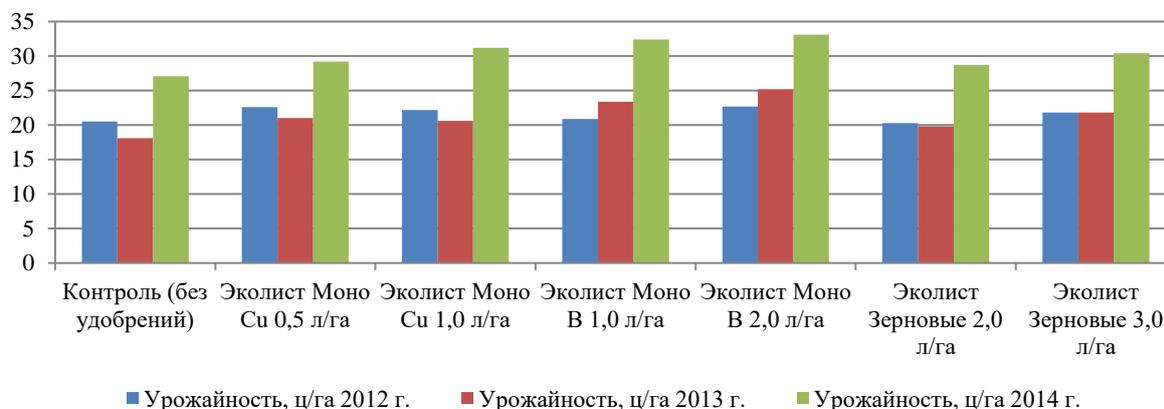


Рис. 1. Урожайность сорта Ясельда в зависимости от применения микроудобрений

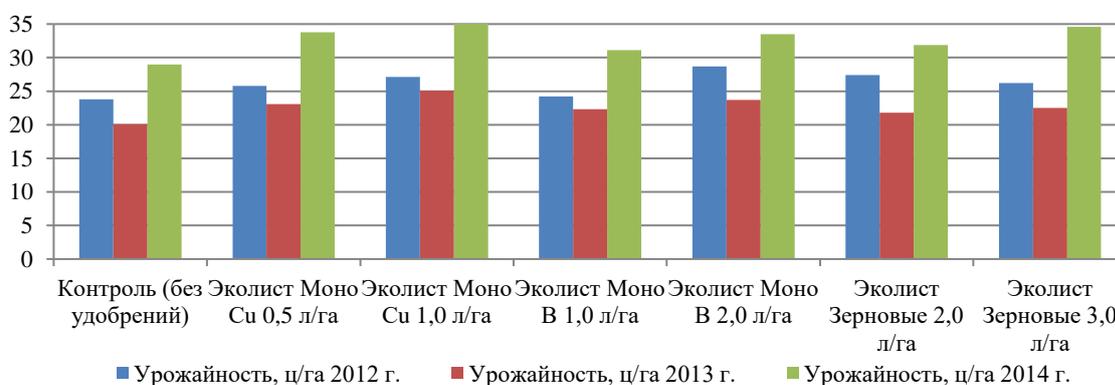


Рис. 2 Урожайность сорта Оресса в зависимости от применения микроудобрений

Вследствие менее благоприятных метеорологических условий из трех лет исследований, наименьший уровень урожайности был достигнут в 2013 г. и по вариантам опыта варьировал от 18,1 до 25,2 ц/га у сорта Ясельда и от 20,1 до 25,1 ц/га у сорта Оресса. В 2012 г. данный показатель находился на уровне 20,3–22,7 ц/га у сорта Ясельда и 23,8–28,7 ц/га у сорта Оресса. В свою очередь в благоприятном для роста и развития 2014 г. был получен максимальный сбор урожайности, который составил по вариантам опыта 21,9–27,0 ц/га у сорта Ясельда и 24,3–29,3 ц/га у сорта Оресса.

Дисперсионный анализ по годам в отдельности и в среднем за три года исследований показал, что позднеспелый сорт Ясельда наиболее положительно реагировал на внесение микроудобрения Эколист Моно В в одинарных и двойных дозах (1,0 и 2,0 л/га), где в 2013 и 2014 гг. урожайность составила 23,4 и 25,2 ц/га, 32,4 и 33,1 ц/га, что достоверно превышало контрольный вариант на 5,3 и 7,1 ц/га, 5,3 и 6,0 ц/га соответственно. В 2012 г. наиболее высокую урожайность обеспечила некорневая подкормка Эколист Моно В в дозе 2,0 л/га – 22,7, ц/га, что выше контроля на 2,2 ц/га, однако прибавка не была достоверной.

У среднераннего сорта Оресса, при внесении микроудобрения Эколист Моно Cu в дозе 1,0 л/га по годам исследований прослеживалась четкая тенденция увеличения урожайности, которая была максимальной на данном варианте и находилась в пределах 25,1–35,7 ц/га, прибавки были существенными, т.е. превышали НСР_{0,5} и находились на уровне 3,3–6,7 ц/га. Также у сорта Оресса достоверно высокие показатели зерновой продуктивности были получены при внесении Эколист Моно В в двойной дозе (2,0 л/га) в 2012 и 2014 гг. прибавка была достоверной по отношению к контролю и составила 4,9 и 4,5 ц/га соответственно.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в среднем за три года исследований микроудобрения независимо от вида и дозы проявили тенденцию к увеличению урожая семян по

отношению к контрольным вариантам, так у сорта Ясельда полученные прибавки урожайности колебались от 1,0 до 5,1, а у сорта Оресса от 1,6 до 5,0 ц/га.

Заключение

Таким образом, на основании данных по урожайности зерна и сопутствующих наблюдений в течение трехлетних исследований было установлено, что в почвенно-климатических условиях северо-восточного региона Беларуси применение микроэлементов оказывало положительное влияние на элементы структуры урожайности и зерновой продуктивности сои. Двукратное увеличение дозировки микроудобрений согласно схеме опыта позволило повысить плодообразующую способность и урожайность культуры. У позднеспелого сорта Ясельда в среднем за три года исследований наиболее высокие показатели зерновой продуктивности были получены при внесении препарата Эколист Моно В в дозах 1,0 и 2,0 л/га – 25,6 и 27,0 ц/га, что достоверно превышало контроль на 3,7 и 5,1 ц/га соответственно. Среднеранний сорт Оресса, в свою очередь, максимальную урожайность сформировал при внесении в удвоенных дозах Эколист Моно Си (1,0 л/га) и Эколист Моно В (2,0 л/га) – 29,3 и 28,6 ц/га, что достоверно превышало контрольный вариант на 5,0 и 4,3 ц/га соответственно. Максимальная эффективность была получена при внесении Эколист Моно В и Эколист Моно Си в удвоенных дозах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок, П. И. Микроудобрения / П. И. Анспок. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
2. Тарануха, В. Г. Соя: пособие / В. Г. Тарануха. – Горки: БГСХА, 2011. – 51 с.
3. Давыденко, О. Г. Соя для умеренного климата / О. Г. Давыденко, Д. Е. Голоенко, В. Е. Розенцвейг; Ин-т генетики и цит. – Минск: Тэхналогія, 2004. – 173 с.
4. Босак, В. Н. Эффективность применения микроэлементов при возделывании сои на дерново-подзолистой супесчаной почве / В. Н. Босак, В. В. Скорина, Т. В. Колоскова // Вестник БГСХА. – 2010. – № 2. – С. 61–64.
5. Вильдфлуш, И. Р. Практикум по агрохимии / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Ураджай, 1998. – 270 с.
6. Кочурко, В. И. Роль микроэлементов в формировании урожайности сои / В. И. Кочурко, Е. Э. Абарова // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 30–32.
7. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
8. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]; под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. В. Н. Босака. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
9. Система применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры / М. В. Рак [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 28 с.
10. Шпаар, Д. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар [и др.]. – Минск: ФУАинформ, 2000. – 264 с.