

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОЛИАРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ СОИ

Марьяна Хажмусовна Маржохова¹, младший научный сотрудник
Мурат Владимирович Кашукоев², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹Институт сельского хозяйства —
филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»,
г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

²ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»,
г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

E-mail: elenadidanova@gmail.com

Аннотация. Исследования проводили в 2020–2022 годах в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики на землях ООО «Черек-Колос». Почва — чернозем выщелоченный среднемошный слабогумусированный тяжелосуглинистый на карбонатных глинах. В опыте по изучению эффективности фолиарного применения макро-микроэлементов в разных формах на культуре сои изучали три фактора: сорта СК Веда — раннеспелый, Рубин — среднеспелый (фактор А); обработка вегетирующих растений жидкими минеральными удобрениями (фактор В); срок обработки (фактор С). Максимальные значения урожайности сои независимо от сорта получены при обработке вегетирующих растений корректором дефицита элементов питания Полидон Бор. Максимальная продуктивность достигается при обработке растений сои в фазе примордиального листа.

Ключевые слова: Кабардино-Балкарская Республика, соя, удобрения, Полидон бор, урожайность

EFFICIENCY OF FOLIAR APPLICATION OF LIQUID MINERAL FERTILIZERS ON SOYBEAN CROPS

M.H. Marzhokhova¹, Junior Researcher

M.V. Kashukoev², Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor

¹Institute of Agriculture — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Center “Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov”, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

E-mail: elenadidanova@gmail.com

Abstract. The studies were carried out in 2020–2022 in the piedmont zone of the Kabardino-Balkarian Republic on the “Cherek-Kolos” LLC lands. The soil is leached, medium-thick, slightly humus loamy chernozem on carbonate clays. In an experiment to study the effectiveness of the macro-microelements foliar application in different forms on soybean culture, three factors were studied: varieties SK Veda — early-ripening, Rubin — mid-ripening (factor A); treatment of vegetative plants with liquid mineral fertilizers (factor B); processing time (factor C). The maximum values of soybean yield regardless of the variety were achieved when vegetative soybean plants were treated with the nutrient deficiency corrector Polydon Bor. Maximum productivity is achieved when soybean plants are treated in the primordial leaf phase.

Keywords: Kabardino-Balkarian Republic, soybeans, fertilizers, Polydon Boron, yield

Некорневое питание растений — стандартная технологическая процедура, позволяющая сельскохозяйственным товаропроизводителям получать качественную продукцию с большим экономическим эффектом. [5] Преимущества некорневых подкормок растений — ускоренный процесс вовлечения элементов питания в метаболизм растительного организма, исключение иммобилизации элемента питания тонкодисперсной частью почвы, возможность корректировки питания в определенные периоды вегетации. [1, 4, 6] Фолиарная обработка удобрительными смесями позволяет нивелировать недостаточную активность корневых систем из-за неблагоприятных почвенных условий. [7] Широкий спектр удобрений внекорневого применения позволяет выбрать сбалансированные по элемент-

ному составу препараты для конкретных почвенно-экологических условий и сорта.

Цель работы — изучить эффективность фолиарного применения водорастворимых удобрений на сое.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2020–2022 годах в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики на землях ООО «Черек-Колос». Почва — чернозем выщелоченный среднемошный слабогумусированный тяжелосуглинистый на карбонатных глинах, содержание гумуса в пахотном слое — 3,1%, подвижного фосфора — 7,5, обменного калия — 8,0 мг/100 г почвы, рН_{kcl} — 5,0.

Агротехника: дискование в два следа и вспашка на глубину 25 см. Допосевная обработка почвы – ранневесенняя культивация и предпосевная. Внесение минерального удобрения Диаммофоска ($N_{10}P_{26}K_{26}$) под предпосевную культивацию. Посев проводили сеялкой Gaspardo MTR-8 широкорядным способом (45 см) с нормой высева 500 тыс. всх. сем./га. Инкрустировали семена сои с помощью специфического пленкообразователя на основе фосфатидов инокулянтам Нитрофикс П. Глубина посева – 4...6 см. Урожай убирали поделяночно.

В работе использовали методические положения, применяемые в государственных сортоиспытаниях [2] и изложенные в методике полевого опыта Б.А. Доспехова. [3]

Эффективность фолиарного применения макро- и микроэлементов в разных формах на культуре сои устанавливали по трем факторам: сорта *СК Веда* – раннеспелый, *Рубин* – среднеспелый (фактор А); обработка вегетирующих растений жидкими минеральными удобрениями (фактор В); срок обработки (фактор С).

Были взяты водорастворимые удобрения: Молибдат аммония (0,1 кг/га) – неорганическое соединение, соль аммония и молибденовой кислоты ($(NH_4)_2MoO_4$); Полидон молибден (0,2 л/га) – с высоким содержанием молибдена (80 г/л) и кобальта (5 г/л) в хелатной форме; Полидон бор (0,5 л/га) – этаноламиновый комплекс с борной кислотой и молибденом: бор (В) – 150 г/л, азот ($N_{общ}$) – 50 г/л, молибден (Мо) – 1 г/л; Полидон NPK (2 л/га): азот ($N_{общ}$) – 180 г/л, фосфор (P_2O_5) – 180 г/л, калий (K_2O) – 90 г/л + 0,25% МЕ (хелатная форма).

Погодные условия в годы исследований в значительной степени повлияли на развитие растений сои, изменяя интенсивность физиологических процессов, протекающих в растительном организме. В результате эти сложные процессы определяют продолжительность межфазных периодов, общую вегетацию и продуктивность растений. Климат умеренно-жаркий, со средним увлажнением. Среднегодовая температура воздуха 10,7°C. Большая часть осадков выпадает в период активной вегетации – 365...518 мм. Сумма положительных температур за вегетацию – 3131...3407°C. Гидротермический коэффициент – 1,2.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Взаимодействие факторов внешней среды и биологические особенности сортов влияют не только на работу листового аппарата сои, но и определяют накопленный растениями урожай сухого органического вещества.

Результаты исследования эффективности фолиарной обработки вегетирующих растений сои жидкими минеральными удобрениями с содержанием макро- и микроэлементов в разных формах показали, что состав питательных растворов и период обработки воздействуют на процессы, протекающие в растительном организме и характеризуют величину листовой поверхности, урожай биомассы, динамику ее накопления.

Биологическая особенность сои – растянутый период цветения и бобообразования, из-за этого

достигается ее пластичность по отношению к условиям возделывания. При массовом формировании бобов выделены наиболее высокие приросты сухого вещества в агроценозе, когда увеличение площади листовой поверхности растений сои сопряжено с высокой продуктивностью работы листьев, в начальный период роста и развития растений накопление сухого вещества протекает медленно. Фолиарная обработка растений корректорами дефицита элементов питания влияет на этот процесс, при этом отмечаются различия в динамике накопления сухого вещества в зависимости от срока обработки.

Согласно результатам исследований [8], примордиальный лист сои обеспечивает растению успешный старт для дальнейшего роста и развития. Переход на аутоτροφный способ питания происходит в фазе примордиального листа. В начальный период развития растения его функциональное значение заключается в синтезе биохимических компонентов, которые затем распределяются в другие органы, формирующиеся по мере роста. Доля сухой биомассы примордиального листа в фазе первого тройчатого составляет 50,7% листовой части растений, при незначительной доле его площади в общей ассимиляционной поверхности растения (6,2%). [8] Обработка растений в фазе примордиального листа обеспечивает наибольшее накопление сухой биомассы как у среднеспелого сорта *Рубин*, так и у раннеспелого *СК Веда* по всем фазам развития. Наибольшее количество сухой биомассы в фазе второго-третьего листа (732 и 612 кг/га) эти сорта сформировали при обработке питательным минеральным комплексом Полидон NPK (18-18-9+0,25% МЕ), содержащим микроэлементы в хелатной форме. Эффективность была невысокая в варианте с применением по вегетирующим растениям раствора Молибдата аммония (минеральная форма). При обработке растений сорта *СК Веда* в фазе примордиального листа масса сухого вещества в фазе второго-третьего листа увеличилась на 14 кг/га по сравнению с контролем. Обработка в более поздние фазы развития (первый тройчатосложный лист) незначительно влияла на увеличение накопления сухого вещества относительно контроля (6 кг/га). На сорте *Рубин* накопление сухого вещества в фазе второго-третьего листа с использованием Молибдата аммония в фазе примордиального листа – 661 кг/га, что превышает контроль на 7 кг/га. При обработке в фазе первого тройчатосложного листа масса сухого вещества увеличилась на 6 кг/га.

Наиболее высокие приросты сухого вещества в агроценозе сои во всех вариантах фолиарной обработки отмечены в период массового формирования бобов. За период цветения-бобообразования в контроле масса сухого вещества у сорта *СК Веда* увеличилась с 2935 до 4776 кг/га, у *Рубина* – с 3346 до 4916 кг/га. Максимальные значения накопления сухого вещества в фазе бобообразования у сортов сои достигнуты в варианте с препаратом Полидон NPK в фазе примордиального листа: *СК Веда* – 5426 кг/га, *Рубин* – 5871 кг/га. Приросты сухого вещества в период цветения-бобообразования: *СК Веда* – 1703 кг/га, *Рубин* – 1907 кг/га. Максимальный прирост сухого вещества (цветение-бобообра-

Динамика накопления сухого вещества в посевах сои в зависимости от фоллиарной обработки (2020–2022 годы)

Опыт		Сухое вещество, кг/га			
		второй-третий лист	цветение	бобообразование	начало налива семян
<i>СК Веда</i>					
Контроль (без обработки)	–	523	2935	4776	4894
	Примордиальный лист	537	3218	4821	4942
Молибдат аммония	Первый тройчатосложный лист	529	3144	4795	4926
	Начало бутонизации	524	2960	4819	4930
	Примордиальный лист	586	3276	5347	5459
Полидон бор	Первый тройчатосложный лист	540	3228	5326	5418
	Начало бутонизации	526	3017	5290	5375
	Примордиальный лист	551	3225	4947	5264
Полидон молибден	Первый тройчатосложный лист	532	3184	4879	5016
	Начало бутонизации	520	3036	4930	5110
	Примордиальный лист	612	3723	5426	5517
Полидон NPK (18-18-9+0,25% ME)	Первый тройчатосложный лист	549	3680	5405	5483
	Начало бутонизации	524	3022	5358	5396
<i>Рубин</i>					
Контроль (без обработки)	–	648	3346	4916	5228
	Примордиальный лист	661	3363	5129	5340
Молибдат аммония	Первый тройчатосложный лист	654	3351	5084	5296
	Начало бутонизации	646	3340	5036	5217
	Примордиальный лист	704	3778	5570	5784
Полидон бор	Первый тройчатосложный лист	681	3753	5518	5722
	Начало бутонизации	643	3511	5432	5683
	Примордиальный лист	663	3577	5369	5518
Полидон молибден	Первый тройчатосложный лист	650	3526	5271	5464
	Начало бутонизации	644	3415	5183	5345
	Примордиальный лист	732	3964	5871	6038
Полидон NPK (18-18-9+0,25% ME)	Первый тройчатосложный лист	693	3842	5784	5966
	Начало бутонизации	642	3523	5640	5881

зование) отмечено в фазе начала бутонизации: *СК Веда* – 2336, *Рубин* – 2117 кг/га. Прирост сухого вещества при обработке препаратом Полидон бор растений сорта *СК Веда* в фазе начала бутонизации в период цветения-бобообразования составил 2273, на *Рубине* – 1921 кг/га (см. таблицу). Хорошо развитая корневая система при цветении растений сои, обеспечивающая максимальное корневое питание и листовая подкормка питательным минеральным комплексом Полидон NPK с содержанием микроэлементов в хелатной форме, а также обработка корректором дефицита элементов питания Полидон бор (В – 150 г/л, N общий – 50, Мо – 1 г/л) обеспечили синергизм действия, в результате которого нарастала вегетативная масса. Это позволяет растениям образовывать большое количество ассимилятов, расходуемых на рост, цветение, формирование семян.

В среднем за годы исследований продуктивность сои *Рубин* была выше, чем у *СК Веда* как в контроле (2,16 и 1,83 т/га соответственно), так и в вариантах фоллиарной обработки вегетирующих растений питательными комплексами. Максимальные значения урожайности независимо от сорта отмечены при обработке вегетирующих растений сои корректором дефицита элементов питания Полидон бор. В этом варианте обработки сорт *СК Веда* сформировал урожай зерна 2,41...2,59, *Рубин* – 2,73...2,85 т/га (см. рисунок на

4-й стр. обл.). Максимальная продуктивность достигается при обработке растений сои в фазе примордиального листа. Прибавка урожая семян по сравнению с контролем при обработке растений сои сорта *СК Веда* жидкими удобрениями Полидон была существенной во всех вариантах опыта 0,69; 0,51; 0,64 т/га. Используя на вегетирующих растениях сои раствор Молибдат аммония (молибден в минеральной форме) получена наименьшая прибавка – 0,13...0,25 (*СК Веда*), 0,02...0,08 т/га (*Рубин*). Прибавка урожайности сорта *Рубин* была максимальной при использовании в фазе примордиального листа корректора дефицита элементов питания Полидон бор – 0,69 т/га. Применение жидкого минерального комплекса Полидон NPK в фазе примордиального листа на растениях сои сорта *Рубин* имело высокую эффективность – прибавка урожая зерна составила 0,64 т/га.

Выводы. Максимальные значения урожайности сои, независимо от сорта, достигнуты при обработке вегетирующих растений корректором дефицита элементов питания Полидон бор. Высокую продуктивность можно получить при обработке растений сои в фазе примордиального листа.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Васин А.В., Бурунов А.Н., Васин В.Г., Кузнецова Е.С. Влияние применения микроудобрительных смесей на структуру урожая и продуктивность сои в условиях

лесостепи среднего Поволжья // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4 (40). С. 32–38. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-32-38

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс, 2014. 352 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. 195 с.
4. Новикова Н.Е. Физиологическое обоснование листовой подкормки для оптимизации питания зерновых бобовых культур в онтогенезе растений (обзор) // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 1 (25). С. 60–67.
5. Осипов А.И. Роль удобрений в плодородии почв и питании растений // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2020. № 2. С. 874–887.
6. Осипов А.И., Шкрабак Е.С. Роль некорневого питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур // Известия СПбГАУ. 2019. № 1 (54). С. 44–52.
7. Пироговская Г.В., Лапа В.В., Сороко В.И. Применение удобрений жидких комплексных с хелатными формами микроэлементов под сельскохозяйственные культуры: рекомендации. Минск, 2010. 40 с.
8. Юсова О.А., Асанов А.М., Омелянюк Л.В. Особенности примордиального листа сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. Вып. 4 (176). С. 84–89.

REFERENCES

1. Vasin A.V., Burunov A.N., Vasin V.G., Kuznecova E.S. Vliyaniye primeneniya mikroudobritel'nykh smesey na strukturu urozhaya i produktivnost' soi v usloviyakh lesostepi srednego Povolzh'ya // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2021. № 4 (40). S. 32–38. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-32-38
2. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy. M.: Al'yans, 2014. 352 s.
3. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur. M., 1989. 195 s.
4. Novikova N.E. Fiziologicheskoe obosnovanie listovoy podkormki dlya optimizatsii pitaniya zernovykh bobovykh kul'tur v ontogeneze rasteniy (obzor) // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2018. № 1 (25). S. 60–67.
5. Osipov A.I. Rol' udobreniy v plodorodii pochv i pitanii rasteniy // Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potenciala: problemy i puti ih resheniya. 2020. № 2. C. 874–887.
6. Osipov A.I., Shkrabak E.S. Rol' nekorneвого pitaniya v povyshenii produktivnosti sel'skohozyajstvennykh kul'tur // Izvestiya SPbGAU. 2019. № 1 (54). S. 44–52.
7. Pirogovskaya G.V., Lapa V.V., Soroko V.I. Primenenie udobreniy zhidkih kompleksnykh s helatnymi formami mikroelementov pod sel'skohozyajstvennye kul'tury: rekomendatsii. Minsk, 2010. 40 s.
8. Yusova O.A., Asanov A.M., Omel'yanyuk L.V. Osobennosti primordial'nogo lista soi v usloviyakh yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. 2018. Vyp. 4 (176). S. 84–89.

Поступила в редакцию 01.02.2023

Принята к публикации 15.02.2023