

Обзорные статьи

УДК 633.853.52:633.34:631.8

DOI: 10.25230/2412-608X-2022-2-190-77-88

Эффективность некорневой подкормки сои микроудобрениями (обзор)

Марьяна Хажмусовна Маржохова¹
Мурат Владимирович Кашуков²

¹Институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ
«Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский
научный центр Российской академии наук»
(ИСХ КБНЦ РАН)
360024, Кабардино-Балкарская Республика,
г. Нальчик, ул. Кирова, 224
Тел.: +79187227356
marg.888@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кабардино-Балкарский государственный
аграрный университет имени В.М. Кокова»
360030, Кабардино-Балкарская Республика,
г. Нальчик, просп. Ленина, 1 лит. В
Тел.: 89674223777
Zemledelie14@mail.ru

Аннотация. На основании анализа отечественных и зарубежных источников научной литературы освещена физиологическая роль микроэлементов и особенности их потребления растениями. Приводится характеристика уникальной функциональной роли молибдена, цинка, марганца, бора, железа в обмене веществ растений. Рассмотрены сведения по эффективности фолитарной обработки микроэлементными удобрениями растений сои. Оптимизация питания растений сои в онтогенезе путем некорневых подкормок микроудобрениями способствует повышению сохранности растений, увеличению количества бобов и семян. Проанализированы особенности стимулирующих и защитных эффектов различных микроудобрений, содержащих комплекс Fe, Mn, Zn, Cu, Ca в хелатной форме, а B и Mo в минеральной форме. Положительное влияние однократной некорневой подкормки молибденовым удобрением на уровень урожайности сои отмечается во всех исследованиях. Но при этом сведения по срокам

применения некорневых подкормок растений сои микроудобрениями разрознены и не дают представления о преимуществе конкретного срока обработки.

Ключевые слова: соя, микроэлементы, некорневая подкормка, удобрения, фаза развития, урожайность

Для цитирования: Маржохова М.Х., Кашуков М.В. Эффективность некорневой подкормки сои микроудобрениями (обзор) // Масличные культуры. 2022. Вып. 2 (190). С. 77–88.

Efficiency of foliar fertilization of soybeans with microelements

¹M.Kh. Marzhokhova, junior researcher

²M.V. Kashukov, doctor of agriculture, professor

¹Institute of Agruculture – a branch of Federal Research Center “Kabardino-Balkar Research Center of RAS”
224, Kirova str., Nalchik 360024, Kabardino-Balkar Rebulik
Tel.: +79187007356
marg.888@mail.ru

²M.V. Kokov Kabardino-Balkar State Agrarian University
1 V, Lenina ave., Nalchik 360030, Kabardino-Balkar Rebulik
Tel.: +79674223777
zemledelie@mail.ru

Abstract. Basing on domestic and foreign scientific literary sources, we described a physiological role of microelements and peculiarities of their consumption with plants. A unique functional role of molybdenum, zinc, manganese, boron, and ferrum in plant metabolism is characterized. Data on efficiency of the foliar fertilization with microelements of soybean plants are considered. Optimization of soybean plants nutrition in ontogenesis by the foliar fertilization with microelements promotes increase of plants viability, pod and seed quantity. The peculiarities of stimulating and protection effects of the different microfertilizers containing a complex of Fe, Mn, Zn, Cu, and Ca in a chelating form, and B and Mo in a mineral form are analyzed. In all researches, a positive impact of a single foliar fertilization with molybdenum on soybean yield is stated. The data on dates of the foliar fertilization with microelements of soybean plants are quite different, and there is no information about advantages of a concrete date of treatment.

Key words: soybean, microelements, foliar fertilizing, fertilizers, development phase, yield

Возрастающая доля поставляемой на мировой рынок сои обеспечивается как увеличением посевной площади, так и ростом урожайности. В последние годы отмечались высокие темпы расширения посевов сои и в России. Согласно данным Росстата, в 2021 г. валовой сбор основных масличных культур в России (подсолнечник, соя, рапс) достиг рекордных 23 млн т в чистом весе, в том числе урожай сои – 4,8 млн т (+10,5 %). Объем производства сои вырос за счет расширения посевных площадей. Основное производство сои в нашей стране сосредоточено в трех федеральных округах (ФО): Центральном, Дальневосточном, Южном. Новым направлением производства может быть европейская часть страны, в частности западная часть Северо-Кавказского региона.

Увеличению посевных площадей в ряде регионов РФ, где климатические условия могут быть достаточными для созревания современных сортов, способствовали относительно высокие цены на сою на мировом и внутреннем рынке. Средняя урожайность сои остается невысокой – 1,4–1,5 т/га, как в целом по России, так и в Центральном ФО [1].

Хотя российский рынок сои развивается более высокими темпами, чем мировой (за последние 10 лет рост посевных площадей составил 13,4 % и урожайности 2,8 % против 1,7 %, и 1 % в мире, соответственно, валового сбора 17,3 %), решение проблемы дефицита растительного белка остается актуальным [2; 3]. Безусловно, рост посевных площадей будет способствовать увеличению производства сои, но повышение урожайности и обеспечение ее стабильности должны быть приоритетными. В условиях Государственных сортоиспытательных участков достигается уровень урожайности зернобобовых культур в 3–4 т/га. Сейчас среднемировая урожайность сои составляет 2,8 т/га, а среднероссийская – 1,6 т/га [4]. В произ-

водственных условиях реализация генетически заложенной высокой урожайности сорта невозможна не только из-за различных погодно-климатических условий вегетационного периода, но и из-за несбалансированного поступления в почву и растения элементов питания, в том числе и микроэлементов [5]. Полученные отечественными [6; 7] и зарубежными [8; 9] учеными результаты исследований о закономерностях распределения микроэлементов в почвах и их физиологическом значении являются фундаментальной основой способов повышения стрессоустойчивости растений к неблагоприятным условиям внешней среды.

Исследованиями О.А. Митрохиной, изучавшей содержание и баланс микроэлементов в пахотных почвах ЦЧР, установлено, что со средствами химизации в почву поступает незначительное количество микроэлементов. Отрицательный баланс и дефицит микроэлементов в почвах приводят к уменьшению их поступления в сельскохозяйственные растения, что, в свою очередь, приводит к ухудшению качества растениеводческой продукции [10; 11].

Несмотря на очень малое содержание микроэлементов в растительных тканях (тысячные и сотысячные доли процента), они являются незаменимыми элементами питания для нормального функционирования растений. Микроэлементы входят в состав ферментов и в ферментативных процессах играют различные роли, являясь то структурным то функциональным компонентом [12]. Это позволяет оценить физиологическую значимость микроэлементов и использовать их на практике. Например, некоторые микроэлементы способствуют усилению процесса фиксации молекулярного азота, повышают доступность основных элементов питания из почвы растениям. Биодоступность микроэлементов растениям зависит от реакции почв, насыщенности их основаниями, гранулометриче-

ского состава, активности биогенной аккумуляции микроэлементов, наличия илистых частиц, богатых железом и марганцем, агротехники и севооборота [13; 14].

Физиологическая роль микроэлементов и особенности их потребления растениями

Многолетний поиск возможностей оптимизации питания растений учеными и практиками определил значимость микроэлементов в формировании урожая сельскохозяйственных культур [15; 16; 17; 18; 19; 20]. По эффективности при фолиарной обработке растений сои микроудобрения располагаются в порядке убывания значимости в следующей последовательности: $Mo > Zn > Cu$, $Mn > B > Fe$ [21]. При этом каждый микроэлемент выполняет свою уникальную функциональную роль в обмене веществ растений и не может быть замещен другим.

Молибден по своему практическому значению занимает первое место среди других микроэлементов [22]. Это связано с повышением активности дегидрогеназ в присутствии этого элемента, обеспечивающего постоянный приток активированного водорода для восстановления атмосферного азота [23]. В практике применения микроудобрений необходимо учитывать явления синергизма и антагонизма между отдельными микроэлементами. Молибден и медь положительно влияют на синтез аминокислот и белков в клубеньках бобовых культур. Молибден и бор улучшают активность окислительных ферментов: молибден наибольшее влияние оказывает на аскорбинатоксидазы и полифенолоксидазы, а бор на фоне молибдена – на активность пероксидазы. При участии молибдена в растениях увеличивается содержание хлорофилла и повышается интенсивность фотосинтеза.

Недостаток молибдена снижает количество аминокислот в растениях, а также приводит к накоплению большого количества нитратов в тканях растений и нарушению азотного обмена. Недоста-

точность молибдена отмечается, когда содержание элемента составляет для бобовых меньше 0,4 мг/кг, для большинства других видов растений – меньше 0,1 мг/кг сухого вещества [24].

Эффективность молибденсодержащих удобрений зависит от способа применения и содержания в почве подвижного молибдена. Содержание подвижного молибдена в разных типах почв колеблется от 0,10 до 0,27 мг/кг, а валового – от 0,2 до 8,3 мг/кг, что обусловлено особенностями состава и свойств почв. Почвы низкогумусированные и легкого гранулометрического состава характеризуются более низким содержанием молибдена, чем почвы тяжелого гранулометрического состава. При оптимальном уровне обеспеченности основными элементами питания высокая эффективность молибденовых удобрений достигается при содержании молибдена в почвах Нечерноземной зоны менее 0,15 мг/кг, Черноземной – 0,15–0,30 мг/кг, на каштановых и черноземных почвах – менее 0,20–0,55 мг/кг [24]. При увеличении значения рН поглощение молибдена корнями уменьшается, но это снижение компенсируется повышением концентрации молибдена в почвенном растворе при увеличении значения рН. С увеличением рН растет запас доступного молибдена в почве.

Цинк в растениях содержится в широких пределах (от 10 до 300 мг/кг сухого вещества), но оптимальное содержание микроэлемента в растениях находится в пределах 20–60 мг/кг сухого вещества [13].

В растениях цинк входит в состав более тридцати ферментов, включая пероксидазы, карбоангидразы, каталазы, оксидазы, фосфатдегидрогеназы и др. Влияние цинка на процесс фотосинтеза обусловлено его содержанием в ферменте карбоангидраза, определяющей интенсивность дыхания [25].

Цинк поступает в растение в течение всего вегетационного периода и аккумуля-

лируется в листьях, генеративных органах и точках роста. Из-за низкой подвижности цинка его повторное использование крайне затруднено. Недостаток цинка приводит к ряду негативных процессов: снижению скорости превращения неорганических фосфатов в органические формы, нарушению синтеза белка, накоплению нитратов, амидов и аминокислот [13]. Столь обширное участие цинка в биохимических процессах определяет его влияние на адаптационную способность растений, но при этом реакция сельскохозяйственных культур на недостаток цинка неодинакова. Диапазон токсичных концентраций цинка для растений, ведущий к снижению урожайности, находится в пределах 300–500 мг/кг сухого вещества [6; 26]. В бобах сои среднее содержание цинка находилось на уровне 34,4 мг/кг, что в 5,6 раза больше, чем в соломе (для сравнения, в зерне озимой пшеницы средняя величина этого показателя не превышает 28,4 мг/кг) [27].

Оценка размеров накопления в растениях сои основных микроэлементов, проведенная по результатам агроэкологического мониторинга в Белгородской области на черноземе типичном и черноземе выщелоченном, выявила, что по содержанию в бобах сои микроэлементы располагаются в убывающий ряд: $Zn > Cu > Ni > Mo > Pb > Cr > Co > Cd > As > Hg$ [28].

Медь в растениях сосредоточена в хлоропластах и тесно связана с процессами фотосинтеза [29]. Элемент входит в состав окислительных ферментов, действие меди в окислительно-восстановительных реакциях является специфическим и она не может быть заменено каким-либо другим элементом [12]. Сельскохозяйственные культуры различаются чувствительностью к недостатку меди. Растения сои характеризуются средней отзывчивостью на медь. В среднем этого элемента в бобах сои содержится на уровне 11,7 мг/кг (для сравнения: в зерне озимой пшеницы 3,45 мг/кг, в соломе – 3,58 мг/кг [28].

Марганец содержится в растениях в широких пределах – от 10 до 1000 мг/кг и более. На содержание марганца оказывают влияние обеспеченность почв доступными формами микроэлемента, реакция почвенной среды, климатические условия места возделывания культуры, так как повышенная влажность воздуха и низкие температуры способствуют развитию марганцевой недостаточности. Угнетение роста и развития большинства растений наступает при содержании марганца в почве 10–25 мг/кг, но необходимо отметить, что оптимальные значения содержания марганца в почве для развития разных растений различные [30; 31]. Содержание марганца в зерне пшеницы, ячменя, овса больше 60–70 мг/кг и в листьях сои больше 300 мг/кг считается избыточным. Концентрация элемента около 500 мг/кг сухой массы оказывает токсическое воздействие на большинство растений.

Бор является одним из микроэлементов, который нужен для поддержания процессов роста. Содержание бора в зависимости от культуры колеблется в пределах от 1–2 до 40–96 мг/кг сухой массы. Так, в зерне злаковых культур содержится 1–15 мг/кг, в сене клевера и вики – 20–25, в листьях люпина – 40–52 мг/кг [31].

Наравне с цинком бор участвует в образовании гормона ауксина и является прямым антагонистом нитратного азота. Особенно важно стабилизирующее действие бора на клеточные стенки. Микроэлемент объединяет пектины в клеточной стенке, укрепляя ее. Дефицит бора приводит к нарушениям процесса фотосинтеза. Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальные значения содержания подвижного бора в почвах составляют 1–3 мг/кг [30].

Исследованиями М. Landi, Т. Margaritopoulou, I.E. Papadakis установлено, что токсическое действие бора на растения зависит не только от вида культуры, но и от сорта, а также от погодных-климатических условий вегетационного периода [32].

Железо – один из труднодоступных элементов питания. Занимает четвертое место по распространенности среди элементов в твердой литосфере Земли [33]. Элемент участвует в важнейших биохимических и физиологических процессах в растениях, включая образование хлорофилла. При дефиците железа понижается активность таких ферментов, как пероксидаза и каталаза, и снижается уровень содержания хлоропластного белка ферредоксина [34]. Дефицит железа возникает на карбонатных почвах с щелочной реакцией среды, с высоким содержанием илистой фракции в гранулометрическом составе, а также на низкогумусированных песчаных почвах.

Эффективным способом устранения недостатка железа является применение его в форме хелатов – органических молекул с отрицательным зарядом, которые образуют комплексы при соединении с положительно заряженными катионами железа. Хелатирующий элемент предотвращает связывание железа с почвенным поглощающим комплексом, способствует транспорту железа [35].

Эффективность фолиарной обработки микроэlementными удобрениями растений сои

В сельскохозяйственном производстве микроудобрения применяются тремя способами: основное внесение, обработка семян до посева, листовая обработка вегетирующих растений растворами. Способ применения зависит от биологических особенностей культуры, содержания подвижных форм микроэlementов в почве, в растениях и формы удобрений.

В настоящее время во многих исследованиях большое внимание уделяется изучению эффективности способов внесения микроудобрений [36; 37].

До недавнего времени некорневое питание растений не считалось обязательным приемом при возделывании сельскохозяйственных культур. Сейчас является стандартным технологическим приемом, позволяющим сельскохозяй-

ственным товаропроизводителям получать качественную продукцию с большим экономическим эффектом [38]. К бесспорным преимуществам некорневых подкормок растений микроудобрениями относятся: быстрое регулирование жизнедеятельности растений, исключение фиксации элемента почвой, возможность корректировки питания в определенные периоды вегетации [39]. Фолиарная обработка микроэlementными удобрениями позволяет нивелировать недостаточную активность корневых систем из-за неблагоприятных почвенных условий [40].

Изучение эффективности некорневой подкормки сои микроудобрениями и комплексными минеральными удобрениями в фазе начала цветения растений сорта Дельта Н.М. Тишковым, Н.Г. Михайлюченко, А.А. Дряхловым выявило наибольшую эффективность обработки растений хелатами Zn, Cu, Co, Mn в комплексе с борной кислотой и диоксиацетилацетонатом молибдена. При обработке растений таким сочетанием достигнуты максимальные прибавки урожая семян (12,6–14,3 %) с высоким содержанием белка (до 39–42,6–43 %). Из одинарных микроудобрений наибольшее влияние на содержание белка оказал гептамолибдат аммония (+1,5 %). Исследователи отмечают отрицательную корреляцию содержания белка в семенах сои сорта Дельта с уровнем урожайности [41].

В результате исследований А.В. Щеголькова, проведенных на центральной экспериментальной базе (ЦЭБ) ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта, установлено увеличение количества бобов и семян сои сорта Вилана на 7,2–8,3 % при фолиарном применении борного удобрения Солюбор ДФ в дозе 0,5 кг/га. При увеличении дозы борного удобрения Солюбор ДФ до 1,0 кг/га завязываемость бобов у сои превышала контроль на 4,0–5,8 %. Прибавка урожая от использования борного удобрения Солюбор ДФ в среднем за 3 года была незначительной – 0,08 т/га [42].

Невысокая эффективность обработки растений сои сорта Вилана препаратом Солюбор ДФ подтверждена также результатами исследований Н.М. Тишкова, А.А. Дряхлова на чернозёме выщелоченном Западного Предкавказья. Прибавка урожая составила в среднем 0,12 т/га. От применения в подкормку корректора дефицита молибдена Келик Мо прибавка урожая семян к контролю составила 0,18 т/га [43]. Положительное влияние некорневой подкормки молибденовым удобрением Келик молибден отмечено также А.В. Щегольковым. В варианте с внесением молибдена урожайность превышала контроль на 0,10 т/га при увеличении сбора протеина на 45,8 кг/га [42]. В опытах Н.М. Тишкова, А.А. Дряхлова наибольший положительный эффект наблюдался при использовании для некорневой подкормки растений сои сорта Вилана в начале цветения молибденовокислого аммония (2,65 т/га), Аквамикса (2,66 т/га) и Келик микса (2,64 т/га), которая превышала контроль соответственно на 0,22; 0,23 и 0,21 т/га. Микроудобрение Аквамикс и Келик микс содержат комплекс Fe, Mn, Zn, Cu, Ca в хелатной форме, а В и Мо в минеральной форме. Некорневая подкормка растений сои сорта Вилана молибденовокислым аммонием и Аквамиксом обеспечила максимальный сбор белка (0,97 т/га) в опыте, что выше, чем в контроле на 0,11 т/га [43]. Исследования, проведенные на среднеспелом сорте Вилана В.Ф. Барановым, В.Л. Махониным, Уго Аламиро Торо Корреа, А.В. Щегольковым, позволили сделать вывод о преимуществе одноразовых подкормок препаратом Мастер в фазе налива семян. Положительное влияние на уровень урожайности сои некорневой подкормки растений препаратом Мастер проявлялось во все 4 года исследований. Средняя урожайность по этому варианту составила 2,34 т/га, что выше, чем в контрольном варианте на 0,08 т/га. Двукратная некорневая подкормка Мастером (вторая обработка в фазе бобообразования) мало

влияла на урожайность, но повышала масличность семян (22,6 %) [44].

По результатам проведенных исследований В.Г. Васин, Р.Н. Саниев, А.В. Васин, А.Н. Бурунов, Н.А. Просандеев, Д.И. Трифонов не смогли сделать однозначный вывод о преимуществах обработки агроценоза сои сорта Самер-1 микроудобрительными смесями в условиях лесостепи Среднего Поволжья как по срокам, так и по кратности. Однако результатами их исследований подтверждается эффективность применения препарата Келик Микс на культуре. По показателю сохранности растений при однократной обработке лучший результат (64,2 %) получен при последовательном применении для предпосевной обработки семян Мегамикс Семена и затем в фазе бутонизации – Келикс Микс. Максимальные значения (66,7 %) сохранности были достигнуты при двукратном опрыскивании растений Келикс Микс в фазах образования 3–5 листьев и бутонизации. Фолиарная обработка растений сои в период вегетации оказывала влияние на интенсивность накопления сухого вещества. Максимальные величины накопления сухой массы в опыте получены при обработке растений препаратом Келикс Микс в фазе бутонизации на фоне обработки семян препаратом Мегамикс Семена. В фазе зеленых бобов значения достигали 515,3 г/м² при 431,6 г/м² на контроле [45].

Изучение полифункционального действия препаратов ЖУСС на растения сои в Чувашском НИИ сельского хозяйства выявили стимулирующие и защитные эффекты препаратов, а также оптимизацию питания, влияющую на формирование высоких и качественных урожаев. Обработка растений сои в фазе цветения микроудобрениями ЖУСС-1 (Cu – 38 г/кг, В – 5,7 г/кг) и ЖУСС-2 (Cu – 40 г/кг, Мо – 22 г/кг) в дозе 1,5 л/га позволила получить урожайность 2,81 и 2,78 т/га соответственно. Стимулирующий эффект проявлялся в повышении полевой всхожести и сохранности растений до уборки

при предпосевной обработке семян ЖУСС-2. Двукратное применение обоих препаратов, по сравнению с однократным, не обеспечивало повышения урожайности сои [46]. На черноземе выщелоченном Пензенской области применение молибдена в хелатной форме (ЖУСС-2) способствовало увеличению урожайности сои на 0,31 т/га (18,8 %), молибдена в минеральной форме – 0,16 т/га (9,7 %). Совместное использование Байкал ЭМ-1 и Поли-Фид в опыте приводило к увеличению содержания количества белка (39,8 %) и жира (16,73 %) в семенах сои и формированию урожая зерна в 2,43 т/га, что на 47,3 % превышало контрольный вариант [20].

Опыты С.В. Костевича, О.И. Асокина по сравнительной оценке влияния некорневых подкормок в разных дозах микроэлементами молибден и бор раннеспелого сорта сои Дельта в центральной зоне Краснодарского края выявили снижение продуктивности 1 м² посева на 13,7 г/м², или на 5 %, по сравнению с контролем при обработке одинарной дозой бора (В – 300 г/га). Трехкратное увеличение дозы бора повышало продуктивность на максимальную в опыте величину – 48,5 г/м². При этом как одинарные (100 г/га), так и тройные дозы (300 г/га) молибдена в форме гептамолибдата аммония положительно влияли на увеличение семенной продуктивности [47].

Е.В. Кирсанова, А.К. Злотников и другие относят фолиарную обработку посевов сои к нереализованным резервам повышения урожайности культуры. В условиях Орловской области опрыскивание посевов раннеспелого сорта сои Ланцетная препаратами Сиавиннер 818 (экстракт морских водорослей с добавлением макро- и микроэлементов) и Сиавид Бор (экстракт морских водорослей с высоким содержанием Бора (200 г/л), макро- и микроэлементов) в период полных всходов и в фазе бутонизации – начала цветения способствовало повышению урожайности, особенно в варианте с при-

менением Сиавиннер 818. Превышение урожайности в этом варианте составило 0,24 т/га, или 15,2 %. Препарат Сиавиннер 818 оказал положительное влияние на увеличение количества бобов (на 12–15 %), озерненности боба (на 3–6 %), количества семян с растения (на 13–15 %) и массы семян с растения (на 14–17 %). Положительное влияние на продуктивность растений сои препарата Сиавид Бор проявилось в меньшей степени (масса семян с растения возростала до 12 %) [48].

В условиях лесостепи Среднего Поволжья однократное некорневое применение микроудобрительных смесей Молитрак (молибден – 15,3 %, фосфор – 15,3 %), Браситрел (магний – 5 %, сера – 11,5, бор – 8, марганец – 7, молибден – 0,4 %), Аминокат (экстракт морских водорослей) в фазе ветвления сои способствовало повышению сохранности растений. В контрольном варианте за два года исследования имели высокую сохранность сорта сои Волма (61,7 %), Припять (61,5 %), Самер 1 (60,9 %). Обработка вегетирующих растений сои сорта Волма препаратом Браситрел повысила сохранность растений сои до 63,1 %. Сохранность растений сои сорта Припять повысилась до 63,3 % на фоне обработки препаратом Молитрак, превысив контроль на 1,8 %. На сорте Самер 1 наиболее эффективным был также препарат Молитрак, который повысил сохранность растений сои на 1,9 %. Обработка микроудобрительными препаратами вегетирующих растений сортов сои обеспечила высокие прибавки урожая: на сорте Самер 1 – 27 % от обработки растений сои препаратом Браситрел, на сорте Волма – 23–25 % от обработки растений сои препаратами Браситрел и Аминокат, на сорте Припять – 24 % от обработки растений сои препаратом Браситрел [49].

В опытах В.К. Храмого, Т.Д. Сихарулидзе, Е.В. Гуреевой на дерново-подзолистой почве в Центральном Нечерномье также установлено увеличение количества бобов и семян на 1 растении на

28,8 и 40,0 % соответственно, а массы семян на 17,3 % при применении борного и молибденового удобрений. Но при этом авторы отмечают снижение массы 1000 семян на 19,4 % при опрыскивании борным удобрением, что они связывают с недостатком фотоассимилятов при наращивании генеративных органов под действием микроэлементного удобрения [50].

В условиях юго-востока ЦЧР на черноземе обыкновенном среднесуглинистом получена существенная прибавка урожая зерна сои сорта Воронежская 31 при обработке посевов Тетрафлексом (17 + 17 + 17 + 3MgO + микро, 2,0 кг/га). Установлено увеличение показателя фотосинтетического потенциала (ФП) посевов сои на 57–140 тыс. м² × сут., или на 2,5–5,0 %, по сравнению с контролем при обработке посевов сои в фазе ветвления препаратом Тетрафлекс [51].

На черноземе выщелоченном лесостепной зоны Северной Осетии – Алании – некорневая подкормка растений сои молибденом (молибдат аммония) повышала все показатели симбиотической азотфиксации: количество клубеньков – на 42–65 %, массу клубеньков – на 29–47, активный симбиотический потенциал и количество фиксированного азота воздуха – на 33–46 %. Эффективность других микроудобрений (сульфат кобальта, сульфат цинка) была ниже. Положительное влияние листовой обработки растений микроэлементными удобрениями на симбиотическую азотфиксацию растений способствовало повышению урожайности зерна сои. Применение некорневых подкормок водными растворами микроэлементов на фоне одинарной дозы НРК повысило урожайность на 0,47–0,34 т/га, а на фоне двойной дозы НРК – на 0,75–0,63 т/га. При этом более эффективными были подкормки раствором молибдата аммония на фоне как одинарной, так и двойной дозы НРК [52].

Таким образом, проведённый нами анализ научной литературы по результа-

там исследований эффективности некорневых подкормок растений сои микроудобрительными смесями позволяет сделать вывод, что двукратное применение препаратов, по сравнению с однократным, не обеспечивает повышения урожайности сои. Наибольшее положительное влияние на увеличение семенной продуктивности оказывают микроудобрительные препараты с содержанием молибдена. К настоящему времени сведения по срокам применения некорневых подкормок растений сои микроудобрениями разрознены и не дают представления о преимуществе конкретного срока обработки. В связи с этим необходимо проведение дальнейших углубленных систематических исследований в этой области.

Список литературы

1. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С. 4–10.
2. Гатаулина Г.Г., Бельшикина М.Е. Соя и другие зернобобовые культуры импортировать или производить? // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Вып. 8. – С. 5–11.
3. Чекмарев П.А., Артюхов А.И. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 6. – С. 5–8.
4. Гатаулина Г. Г., Бельшикина М. Е., Медведева Н. В. Вариабельность урожайности и стрессовые факторы у зернобобовых культур // Известия ТСХА. – 2016. – № 4. – С. 96–112.
5. Тишков Н.М., Тильба В.А., Дряхлов А.А. Эффективность некорневой подкормки сои микроэлементами на чернозёме выщелоченном Краснодарского края при многолетнем учете динамики изменения температурного режима и условий увлажнения // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 2 (170). – С. 37–54.
6. Игонов И.И., Каргин И.Ф. Динамика содержания тяжелых металлов в процессе длительного использования пашни // Агротехнический вестник. – 2012. – № 4. – С. 35–37.
7. Горбунова Н.С., Куликова Е.В. Цинк в системе почва – растение при длительном применении удобрений и мелиорантов в условиях Каменной Степи // Плодородие. – 2018. – № 4. – (103). – С. 53–55.

8. *Rehman H., Aziz T., Farooq M.* Zinc nutrition in rice production systems: a review // *Plant and Soil*. – 2012. – Vol. 361. – P. 203–226.
9. *Rutkowska B., Szulc W., Sosulski T.* [et al.]. Soil micronutrient availability to crops affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications // *Plant Soil and Environment*. – 2014. – Vol. 60. – No. 5. – P. 198–203.
10. *Митрохина О.А.* Оценка содержания и баланса основных микроэлементов в пахотных почвах ЦЧР // *Агрохимический вестник*. – 2020. – № 5. – С. 58–64.
11. *Митрохина О.А.* Содержание микроэлементов в почвах ЦЧР и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур // *Агрохимический вестник*. – 2021. – № 5. – С. 40–45.
12. *Анспек П.И.* Микроудобрения. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 272 с.
13. *Битюцкий Н.П.* Микроэлементы высших растений. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2011. – 368 с.
14. *Лукин С.В.* Агроэкологическое состояние и продуктивность почв. – Белгород: Константа, 2016. – 344 с.
15. *Аристархов А.Н.* [и др.]. Действие микроудобрений на урожайность, сбор белка, качество продукции зерновых и зернобобовых культур // *Агрохимия*. – 2010. – № 9. – С. 36–42.
16. *Гайсин И.А., Сагитова Р.Н., Хабибуллин Р.Р.* Микроудобрения в современном земледелии // *Агрохимический вестник*. – 2010. – № 4. – С. 13–15.
17. *Закиров Э.Ш., Сагитова Р.Н., Гайсин И.А., Тихонова М.А.* Влияние хелатных микроудобрений на урожайность и качественные характеристики растениеводческой продукции // *Агрохимический вестник*. – 2014. – № 4. – С. 9–13.
18. *Каримов Х.З., Миникаев Р.В., Ибатуллина Р.П.* Влияние некорневой подкормки препаратом ЖУСС-2 на эффективность работы клубеньковых бактерий на посевах сои // *Агрохимический вестник*. – 2015. – № 6. – С. 32–34.
19. *Аристархов А.Н.* Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность ее применения // *Международный сельскохозяйственный журнал*. – 2016. – № 5. – С. 39–47.
20. *Кухарев О.Н., Кшикаткина А.Н.* Агроэкологические аспекты применения бактериальных препаратов, регуляторов роста и микроэлементных удобрений в технологии возделывания зернобобовых культур // *Нива Поволжья*. – 2017. – № 2 – (43). – С. 33–41.
21. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия: инструктивно-методическое издание / А.Л. Иванов [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2010. – 464 с.
22. Molybdenum and tungsten. Their roles in biological processes // *Metal ions in biological system* / Eds Sigel A., Sigel H. – New York: Marcel Dekker, 2002. – Vol. 39. – 856 p.
23. *Якушкина Н.И., Бахтенко Е.Ю.* Физиология растений. – М.: Владос, 2004. – 464 с.
24. *Ягодин Б.А., Смирнов А.В., Петербургский А.В.* Агрохимия / Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.
25. *Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Новиков Н.Н.* Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учебник для вузов / Под ред. Н.Н. Третьякова; 2-е изд. – М.: КолосС, 2005. – 656 с.
26. *Водяницкий Ю.Н.* Учет геохимических особенностей территории и погодных условий при нормировании тяжелых металлов в почвах // *Агрохимия*. – 2014. – № 2. – С. 66–92.
27. *Ковальский В.В., Раецкая Ю.И., Грачева Г.И.* Микроэлементы в растениях и кормах. – М.: Колос, 1971. – 236 с.
28. *Лукин С.В., Селюкова С.В.* Агроэкологическая оценка микроэлементного состава растений сои // *Достижения науки и техники АПК*. – 2017. – Т. 31. – № 6. – С. 34–36.
29. *Черных Н.А., Сидоренко С.Н.* Экологический мониторинг токсикантов в биосфере. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – 430 с.
30. *Азаренко Ю.А.* Биогеохимия микроэлементов (Mn, Cu, Zn, Co, Mo, B) в агроландшафтах Омского Прииртышья // *Труды XI Международной биогеохимической школы, посвященной 120-летию со дня рождения В.А. Ковальского*. – Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 2019. – С. 120–124.
31. *Жуйков Д.В.* Сера и микроэлементы в агроценозах (обзор) // *Достижения науки и техники АПК*. – 2020. – Т. 34. – № 11. – С. 32–42.
32. *Landi M., Margaritopoulou T., Papadakis I.E.* [et al.]. Boron toxicity in higher plants: an update // *Planta*: 2019. – Vol. 250. – No. 4. – P. 1011–1032.
33. *Van der Voet E., Salminen R., Eckelman M.* [et al.] Environmental risks and challenges of anthropogenic metals flows and cycles: A report of the working group on the global metal flows to the International Resource Panel. – Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme (UNEP). – 2013. – 231 p.
34. *Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А.* Физиология растений. – М.: Высшая школа, 2006. – 742 с.
35. *Гайсин И.А., Пахомова В.М.* Хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия: монография. – Йошкар-Ола, 2014. – 344 с.
36. *Гейгер Е.Ю., Варламова Л.Д., Семенов В.В., Погодина Ю.В., Сиротина Ю.А.* Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования // *Агрохимический вестник*. – 2017. – № 2. – С. 29–32.

37. 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.

38. 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.

39. Осипов А.И., Шкрабак Е.С. Роль некорневого питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур // Известия СПбГАУ. – 2019. – № 1 (54). – С. 44–52.

40. Пироговская Г.В., Лана В.В., Сороко В.И. Применение удобрений жидких комплексных с хелатными формами микроэлементов под сельскохозяйственные культуры: рекомендации. – Минск, 2010. – 40 с.

41. Тишков Н.М., Михайлюченко Н.Г., Дряхлов А.А. Продуктивность сои при некорневой подкормке растений микроудобрениями и обработке регуляторами роста на черноземе выщелоченном // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2007. – Вып. 2 (137). – С. 91–97.

42. Щегольков А.В. Продуктивность сои в зависимости от применения некорневых подкормок серным, борным и молибденовым удобрениями на черноземе выщелоченном // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 106. – С. 212–224.

43. Тишков Н.М., Дряхлов А.А. Эффективность некорневой подкормки сои микроудобрениями на черноземе выщелоченном западного Предкавказья // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2014. – Вып. 1 (157–158). – С. 55–59.

44. Баранов В.Ф., Махонин В.Л., Уго Аламиро Торо Корреа, Щегольков А.В. Роль некорневых подкормок в продукционном процессе агрофитонемов сои и формировании жизнеспособности семян // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2013. – Вып. 1 (153–154). – С. 40–48.

45. Васин В.Г., Саниев Р.Н., Васин А.В., Бурунов А.Н., Просандеев Н.А., Трифонов Д.И. Применение микроудобрительных смесей и биопрепаратов при возделывании сои // Агрохимический вестник. – 2019. – № 2. – С. 47–52.

46. Казанцев В.П., Кузнецов А.И. Влияние некорневого внесения микроудобрений марки ЖУСС на формирование клубеньков и урожайность сои // Вестник Казанского ГАУ. – 2010. – № 3 (17). – С. 120–123.

47. Костевич С.В., Асокин О.И. Применение бора и молибдена на посевах сои // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2008. – Вып. 2 (139). – С. 65–68.

48. Кирсанова Е.В., Злотников А.К., Цуканова З.Р., Васильчиков А.Г. [и др.]. Экзогенная регуляция роста и развития растений сои сорта Ланцет-

ная в условиях Орловской области // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – № 2. – С. 14–18.

49. 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.

50. Храмой В.К., Сихарулидзе Т.Д., Гуреева Е.В. Влияние минеральных удобрений на формирование симбиотического аппарата и усвоение азота воздуха соей в условиях центрального района Нечернозёмной зоны РФ // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2016. – Вып. 3 (167). – С. 48–52.

51. Сыромятников В.Ю. Продуктивность сои в зависимости от удобрений и приемов ухода // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 4. – С. 9–11.

52. Дзанагов С.Х., Хадиков А.Ю., Лазаров Т.К., Басиев А.Е., Кануков З.Т. Отзывчивость растений сои на подкормку микроэлементами // Известия Горского государственного аграрного университета. – Владикавказ, 2013. – Т. 50. – Ч. 4. – С. 22–26.

References

1. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V. Razvitie proizvodstva zernobobovykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2018. – № 2 (26). – С. 4–10.

2. Gataulina G.G., Belyshkina M.E. Soya i drugie zernobobovye kul'tury importirovat' ili proizvodit'? // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2017. – Вып. 8. – С. 5–11.

3. Chekmarev P.A., Artyukhov A.I. Ratsional'nye podkhody k resheniyu problemy belka v Rossii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2011. – № 6. – С. 5–8.

4. Gataulina G. G., Belyshkina M. E., Medvedeva N. V. Variabel'nost' urozhaynosti i stressovye faktory u zernobobovykh kul'tur // Izvestiya TSKhA. – 2016. – № 4. – С. 96–112.

5. Tishkov N.M., Til'ba V.A., Dryakhlov A.A. Effektivnost' nekornevoy podkormki soi mikroelementami na chernozeme vyshchelochennom Krasnodarskogo kraya pri mnogoletnem uchete dinamiki izmeneniya temperaturного rezhima i usloviy uvlazhneniya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2017. – Вып. 2 (170). – С. 37–54.

6. Igonov I.I., Kargin I.F. Dinamika sodержaniya tyazhelykh metallov v protsesse dlitel'nogo ispol'zovaniya pashni // Agrokhimicheskiy vestnik. – 2012. – № 4. – С. 35–37.

7. Gorbunova N.S., Kulikova E.V. Tsink v sisteme pochva – rastenie pri dlitel'nom primenenii udobreniy i meliorantov v usloviyakh Kamennoy Stepi // Plodorodie. – 2018. – № 4. – (103). – С. 53–55.

8. Rehman H., Aziz T., Farooq M. Zinc nutrition in rice production systems: a review // *Plant and Soil*. – 2012. – Vol. 361. – P. 203–226.
9. Rutkowska B., Szulc W., Sosulski T. [et al.]. Soil micronutrient availability to crops affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications // *Plant Soil and Environment*. – 2014. – Vol. 60. – No. 5. – P. 198–203.
10. Mitrokhina O.A. Otsenka soderzhaniya i balansa osnovnykh mikroelementov v pakhotnykh pochvakh TsChR // *Agrokhimicheskiy vestnik*. – 2020. – № 5. – S. 58–64.
11. Mitrokhina O.A. Soderzhanie mikroelementov v pochvakh TsChR i ikh vliyanie na urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur // *Agrokhimicheskiy vestnik*. – 2021. – № 5. – S. 40–45.
12. Anspok P.I. Mikroudobreniya. – L.: Agropromizdat. Leningr. otd-nie, 1990. – 272 s.
13. Bityutskiy N.P. Mikroelementy vysshikh rasteniy. – SPb.: Izd-vo SPb. un-ta, 2011. – 368 s.
14. Lukin S.V. Agroekologicheskoe sostoyanie i produktivnost' pochv. – Belgorod: Konstanta, 2016. – 344 s.
15. Aristarkhov A.N. [i dr.]. Deystvie mikroudobreniy na urozhaynost', sbor belka, kachestvo produktsii zernovykh i zernobovovykh kul'tur // *Agrokhiimiya*. – 2010. – № 9. – S. 36–42.
16. Gaysin I.A., Sagitova R.N., Khabibullin R.R. Mikroudobreniya v sovremennom zemledelii // *Agrokhimicheskiy vestnik*. – 2010. – № 4. – C. 13–15.
17. Zakirov E.Sh., Sagitova R.N., Gaysin I.A., Tikhonova M.A. Vliyanie khelatnykh mikroudobreniy na urozhaynost' i kachestvennye kharakteristiki rastenievodcheskoy produktsii // *Agrokhimicheskiy vestnik*. – 2014. – № 4. – S. 9–13.
18. Karimov Kh.Z., Minikaev R.V., Ibatullina R.P. Vliyanie nekornevoy podkormki preparatom ZhUSS-2 na effektivnost' raboty kluben'kovykh bakteriy na posevakh soi // *Agrokhimicheskiy vestnik*. – 2015. – № 6. – S. 32–34.
19. Aristarkhov A.N. Sera v agroekosistemakh Rossii: monitoring soderzhaniya v pochvakh i effektivnost' ee primeneniya // *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*. – 2016. – № 5. – S. 39–47.
20. Kukharev O.N., Kshnikatkina A.N. Agroekologicheskie aspekty primeneniya bakterial'nykh preparatov, regul'yatorov rosta i mikroelementnykh udobreniy v tekhnologii vozdeleyvaniya zernobovovykh kul'tur // *Niva Povolzh'ya*. – 2017. – № 2 – (43). – S. 33–41.
21. Rekomendatsii po proektirovaniyu integrirovannogo primeneniya sredstv khimizatsii v resursosberegayushchikh tekhnologiyakh adaptivnolandshaftnogo zemledeliya: instruktivno-metodicheskoe izdanie / A.L. Ivanov [i dr.]. – M.: Rosinformagrotekh, 2010. – 464 s.
22. Molybdenum and tungsten. Their roles in biological processes // *Metal ions in biological system* / Eds Sigel A., Sigel H. – New York: Marcel Dekker, 2002. – Vol. 39. – 856 p.
23. Yakushkina N.I., Bakhtenko E.Yu. Fiziologiya rasteniy. – M.: Vldos, 2004. – 464 s.
24. Yagodin B.A., Smirnov A.V., Peterburgskiy A.V. *Agrokhiimiya* / Pod red. B.A. Yagodina. – M.: Agropromizdat, 1989. – 639 s.
25. Tret'yakov N.N., Koshkin E.I., Novikov N.N. Fiziologiya i biokhiimiya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy: uchebnyy dlya vuzov / Pod red. N.N. Tret'yakova; 2-e izd. – M.: KolosS, 2005. – 656 s.
26. Vodyanitskiy Yu.N. Uchet geokhimicheskikh osobennostey territorii i pogodnykh usloviy pri normirovaniy tyazhelykh metallov v pochvakh // *Agrokhiimiya*. – 2014. – № 2. – S. 66–92.
27. Koval'skiy V.V., Raetskaya Yu.I., Gracheva G.I. Mikroelementy v rasteniyakh i kormakh. – M.: Kolos, 1971. – 236 s.
28. Lukin S.V., Selyukova S.V. Agroekologicheskaya otsenka mikroelementnogo sostava rasteniy soi // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2017. – T. 31. – № 6. – S. 34–36.
29. Chernykh N.A., Sidorenko S.N. Ekologicheskii monitoring toksikantov v biosfere. – M.: Izd-vo RUDN, 2003. – 430 s.
30. Azarenko Yu.A. Biogeokhiimiya mikroelementov (Mn, Cu, Zn, Co, Mo, B) v agrolandshaftakh Omskogo Priirtysh'ya // *Trudy XI Mezhdunarodnoy biogeokhimicheskoy shkoly, posvyashchennoy 120-letiyu so dnya rozhdeniya V.A. Koval'skogo*. – Tula: Tul'skiy gosudarstvennyy pedagogicheskii universitet im. L.N. Tolstogo, 2019. – S. 120–124.
31. Zhuykov D.V. Sera i mikroelementy v agrosenozakh (obzor) // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2020. – T. 34. – № 11. – S. 32–42.
32. Landi M., Margaritopoulou T., Papadakis I.E. [et al.]. Boron toxicity in higher plants: an update // *Planta*: 2019. – Vol. 250. – No. 4. – P. 1011–1032.
33. Van der Voet E., Salminen R., Eckelman M. [et al.] Environmental risks and challenges of anthropogenic metals flows and cycles: A report of the working group on the global metal flows to the International Resource Panel. – Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme (UNEP). – 2013. – 231 p.
34. Kuznetsov V.V., Dmitrieva G.A. Fiziologiya rasteniy. – M.: Vysshaya shkola, 2006. – 742 s.
35. Gaysin I.A., Pakhomova V.M. Khelatnye mikroudobreniya: praktika primeneniya i mekhanizm deystviya: monografiya. – Yoshkar-Ola, 2014. – 344 s.
36. Geyger E.Yu., Varlamova L.D., Semenov V.V., Pogodina Yu.V., Sirotina Yu.A. Mikroudobreniya na khelatnoy osnove: opyt i perspektivy ispol'zovaniya // *Agrokhimicheskiy vestnik*. – 2017. – № 2. – S. 29–32.

37. Novikova N.E. Fiziologicheskoe obosnovanie listovoy podkormki dlya optimizatsii pitaniya zernovykh bobovykh kul'tur v ontogeneze rastenii (obzor) // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2018. – № 1 (25). – S. 60–67.

38. Osipov A.I. Rol' udobreniy v plodorodii pochv i pitanii rasteniy // Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya. – 2020. – № 2. – С. 874–887.

39. Osipov A.I., Shkrabak E.S. Rol' nekorneвого pitaniya v povyshenii produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur // Izvestiya SPbGAU. – 2019. – № 1 (54). – S. 44–52.

40. Pirogovskaya G.V., Lapa V.V., Soroko V.I. Primenenie udobreniy zhidkikh kompleksnykh s khe-latnymi formami mikroelementov pod sel'sko-khozyaystvennye kul'tury: rekomendatsii. – Minsk, 2010. – 40 s.

41. Tishkov N.M., Mikhaylyuchenko N.G., Dryakhlov A.A. Produktivnost' soi pri nekornevoy podkormke rasteniy mikroudobreniyami i obrabotke regulyatorami rosta na chernozeme vyshchelochennom // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2007. – Vyp. 2 (137). – S. 91–97.

42. Shchegol'kov A.V. Produktivnost' soi v zavisimosti ot primeneniya nekornevnykh podkormok sernym, bornym i molibdenovym udobreniyami na chernozeme vyshchelochennom // Nauchnyy zhurnal KubGAU. – 2015. – № 106. – S. 212–224.

43. Tishkov N.M., Dryakhlov A.A. Effektivnost' nekornevoy podkormki soi mikroudobreniyami na chernozeme vyshchelochennom zapadnogo Predkavkaz'ya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2014. – Vyp. 1 (157–158). – С. 55–59.

44. Baranov V.F., Makhonin V.L., Ugo Alamiro Toro Korrea, Shchegol'kov A.V. Rol' nekornevnykh podkormok v produktsionnom protsesse agrofitotsenozov soi i formirovanii zhiznesposobnosti semyan // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2013. – Vyp. 1 (153–154). – S. 40–48.

45. Vasin V.G., Saniev R.N., Vasin A.V., Burunov A.N., Prosandeev N.A., Trifonov D.I. Primenenie mikroudobritel'nykh smesey i biopreparatov pri vozde-lyvanii soi // Agrokhimicheskiiy vestnik. – 2019. – № 2. – S. 47–52.

46. Kazantsev V.P., Kuznetsov A.I. Vliyanie nekor-nevogo vneseniya mikroudobreniy marki ZhUSS na formirovanie klubenk'ov i urozhaynost' soi // Vestnik Kazanskogo GAU. – 2010. – № 3 (17). – S. 120–123.

47. Kostevich S.V., Asokin O.I. Primenenie bora i molibdena na posevakh soi // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2008. – Vyp. 2 (139). – S. 65–68.

48. Kirsanova E.V., Zlotnikov A.K., Tsukanova Z.R., Vasil'chikov A.G. [i dr.]. Ekzogennaya regulyatsiya rosta i razvitiya rasteniy soi sorta Lantsetnaya v

usloviyakh Orlovskoy oblasti // Vestnik OrelGAU. – 2012. – № 2. – S. 14–18.

49. Vasin A.V., Burunov A.N., Vasin V.G., Kuznetsova E.S. Vliyanie 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.

50. Khramov V.K., Sikharulidze T.D., Gureeva E.V. Vliyanie mineral'nykh udobreniy na formirovanie simbioticheskogo apparata i usvoenie azota vozdukhha soey v usloviyakh tsentral'nogo rayona Nechernozemnoy zony RF // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2016. – Vyp. 3 (167). – S. 48–52.

51. Syromyatnikov V.Yu. Produktivnost' soi v zavisimosti ot udobreniy i priemov ukhoda // Agrarnyy vestnik Urala. – 2011. – № 4. – S. 9–11.

52. Dzanagov S.Kh., Khadikov A.Yu., Lazarov T.K., Basiev A.E., Kanukov Z.T. Otyyvchivost' rasteniy soi na podkormku mikroelementami // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Vladikavkaz, 2013. – T. 50. – Ch. 4. – S. 22–26.

Сведения об авторах

М.Х. Маржохова, млад. науч. сотр.

М.В. Кашукоев, д-р с.-х. наук, проф.

Получено/Received

11.04.2022

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

15.04.2022

Получено после доработки/Manuscript revised

22.04.2022

Принято/Accepted

25.04.2022

Manuscript on-line

30.06.2022