

ОТЗЫВЧИВОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ СОИ НА ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ

В.И. ЗОТИКОВ, член-корреспондент РАН, ORCID ID: 0000-0001-5713-7444
К.Ю. ЗУБАРЕВА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-7083-6730
Н.В. ВАРЛАМОВ, доктор экономических наук, ORCID ID: 0000-0001-8255-3562

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: office@vniizbk.ru

В статье изложены результаты исследований 2019-2021 гг. по изучению влияния комплексного применения органоминеральных микроудобрений и биостимуляторов в предпосевной обработке семян и листовых подкормках в фазы 3-х тройчатых листьев и бутонизации на продуктивность растений и качество зерна сои районированных новых сортов, отличающихся типом роста и развития Зуша и Осмонь в конкретных почвенно-климатических условиях. Опытным путем установлено их положительное влияние на увеличение (относительно контрольного варианта без обработок) значений количественных признаков элементов урожайности, которые находятся в положительной корреляционной связи с продуктивностью: количества бобов с растения на 4,29-13,85 и 3,86-10,67 шт., количества зерна с растения на 11,35-28,65 и 8,48-26,96 шт. и массы 1000 семян на 3,17-8,37 и 1,75-4,3 г соответственно у сортов Зуша и Осмонь. При контрастных погодных условиях в годы исследований отмечается наибольшая прибавка урожайности в результате предпосевной обработки семян, одной и двух листовых подкормок, которая составила у сорта Зуша – 0,21-0,24 т/га (6,7-7,6%), у сорта Осмонь – 0,20-0,21 т/га (6,3-6,6%). Повышенное содержание жира в зерне 20,38% у полудетерминантного сорта Зуша, а повышенное содержание белка 38,48% у индетерминантного сорта Осмонь отмечено при предпосевной обработке семян и двух внекорневых подкормках вегетирующих растений.

Ключевые слова: соя, агротехнологии, органоминеральные микроудобрения, листовые подкормки, качество, белок, жир, урожайность.

Для цитирования: Зотиков В.И., Зубарева К.Ю., Варламов Н.В. Отзывчивость различных сортов сои на применение органоминеральных микроудобрений. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 2(42):5-15. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-5-15

RESPONSIVENESS OF DIFFERENT SOYBEAN VARIETIES TO THE APPLICATION OF ORGANOMINERAL MICROFERTILIZERS

V.I. Zotikov, K.Yu. Zubareva, N.V. Varlamov

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

E-mail: office@vniizbk.ru

Abstract: *The article presents the results of 2019-2021 research on the effect of complex application of organomineral microfertilizers and biostimulants in pre-sowing seed treatment and leaf dressing in the phases of 3 triple leaves and budding on plant productivity and grain quality of soybean released new varieties, different type of growth and development, Zusha and Osmon in specific soil and climatic conditions. A positive effect on the increase (relative to the control variant without treatments) of the quantitative traits of the yield elements, which are in a positive correlation with productivity, was found by experiment: number of beans per plant on 4.29-13.85*

and 3.86-10.67 pieces, amount of grain per plant on 11.35-28.65 and 8.48-26.96 pieces and weights of 1000 seeds on 3.17-8.37 and 1.75-4.32g respectively, in the varieties Zusha and Osmon. Under contrasting weather conditions in the years of the study, the largest increase in yield was noted as a result of pre-sowing seed treatment and one and two foliar applications, which amounted to: variety Zusha - 0.21-0.24 t/ha (6.7-7.6%), variety Osmon - 0.20-0.21 t/ha (6.3-6.6%). An increased fat content in the grain of 20.38% in the semi-determinant variety Zusha, and an increased protein content of 38.48% in the indeterminate variety Osmon were noted during pre-sowing seed treatment and two foliar top dressings of vegetative plants.

Keywords: soybeans, agricultural technologies, organomineral microfertilizers, foliar feeding, quality, protein, fat, productivity.

Современное сельское хозяйство выполняет стратегические задачи производства огромного количества биологического сырья, из которого посредством переработки конечный потребитель обеспечивается продуктами жизнеобеспечения. Однако, сельскохозяйственные ресурсы мира неукоснительно сокращаются из-за растущего населения земного шара и действия закона убывающего плодородия земель. Наряду с реализацией Всемирной продовольственной программы Организации Объединенных Наций [1] в мировом масштабе, и Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [2] в рамках нашей страны, вышеприведенные факторы спровоцировали постоянный рост производства агропромышленного комплекса как во многих странах мира, так и в Российской Федерации за счет не возобновляемых ресурсов и энергии.

В последние годы на фоне тотального химического прессинга наблюдается циркуляция в экосистемах синтетических пестицидов и кумуляция последних в биосредах человека и животных [3], вследствие чего остро стоит вопрос трансформации существующих систем земледелия в сторону восстановления естественного ресурсооборота наряду с ростом производства сельскохозяйственной продукции.

Экологизация земледелия – метод ведения сельского хозяйства в рамках которого происходит сознательная минимизация использования традиционных химических удобрений, пестицидов, регуляторов роста. Для увеличения урожайности, обеспечения культурных растений элементами питания, борьбы с биотическими патогенными факторами активнее используются инновационные подходы, базирующиеся на биологически ориентированные системы [4].

Немаловажным фактором, способствующим развитию данного направления в сельском хозяйстве, является становление нормативно-правовой базы для действующих производителей органической продукции и планирующих перевод своих предприятий на соответствующие стандарты, которое в РФ началось с 2008 года (СанПиН 2.3.2.1078-01), а в 2020 году впервые вступает в силу Федеральный закон об органическом сельском хозяйстве № 280-ФЗ от 29.07.2017 г.

Однако выстроить и организовать ведение органического сельского хозяйства для товаропроизводителей зачастую достаточно сложный процесс, включающий в себя решение задач разнопланового характера.

В мировой практике существуют разные фрагментарные научные решения, обосновывающие рациональное природопользование и включающие в отдельности и в совокупности использование вещественной и технологической моделей как сохраняющие природные ресурсы, так и конструирующие экономически и экологически сбалансированные агроценозы, которые можно применять в длительном переходном (подготовительном) и конверсионном периоде к ведению устойчивого сельского хозяйства.

Применение различных систем питания – одно из наиболее эффективных средств стабильного производства отрасли растениеводства в современных условиях.

Листовые подкормки в последние десятилетия стали неотъемлемой частью интенсивных, конвенциональных (традиционных) и природоподобных технологий возделывания культурных растений за счет обеспечения максимальной скорости поглощения

питательных веществ, доставляемых в легкоусвояемой форме, с целью наиболее полного использования генетического потенциала урожайности возделываемых сортов.

Ассортимент на современном рынке специальных удобрений для внекорневых (листовых) подкормок вегетирующих растений в различные фазы роста и развития становится более разнообразным [5-7]. Они имеют много достоинств: полностью водорастворимые и различаются по составу, что позволяет использовать в том числе и в длительном постепенном переходе на органическое сельское хозяйство, так как часто содержат комплекс макро- и микроэлементов в хелатной форме, а также фитогормоны, гуминовые и фульвокислоты, олигосахариды, пептиды и аминокислоты; сравнительно небольшая стоимость; совместимость со многими компонентами баковых смесей; минимизированные дозы внесения; хорошая растворимость в воде, что позволяет использовать различное технологическое оборудование.

Механизм действия большинства современных микропрепаратов для листовых подкормок на продуктивность растений и качество сельскохозяйственных культур районированных сортов в конкретных почвенно-климатических условиях остается недостаточно изученным.

Цель исследований – изучение влияния комплексных органоминеральных микроудобрений с хелатами микроэлементов на продуктивность растений и качество зерна азотфиксирующей культуры – сои.

Материал и методы исследования

Работу выполняли в 2019-2021 гг. Почва темно-серая лесная среднесуглинистая, среднегумусовая (4,2% по Д.С. Орлову, Л.А. Гришиной), слабокислая (рН водной вытяжки 5,1), со средним содержанием обменного калия (12,2% по А.А. Масловой) и подвижного фосфора (18,0% по Ф.В. Чирикову) для зернобобовых культур.

Возделывание культуры сои наряду с ее высокой рентабельностью производства, питательностью, ценностью при разностороннем применении, широкой востребованностью у товаропроизводителей и потребителей является одним из эффективных экологических путей решения развития органической стратегии страны путем использования потенциала симбиотической фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями из воздуха и мобилизации его в почвенных запасах.

Объектами исследования являлись контрастные сорта сои: раннеспелый сорт индетерминантного типа роста и развития Осмонь (в Госреестре РФ с 2018 г.) и среднеранний сорт Зуша полудетерминантного типа роста и развития (с 2015 г.) [8, 9]. Эксперимент был заложен на делянках с учетной площадью 10 м² в четырехкратной повторности (рис. 1). Метод размещения делянок – рендомизированный. Норма высева – 0,6 млн. всхожих семян/га. Способ посева широкорядный (ширина междурядий 0,45 м).



Рис. 1. Посевы сои сортов Зуша и Осмонь на опытном поле в 2021 году (01 июля)

Схема опыта: 1 – контроль (без обработок); 2 – предпосевная обработка семян (бинарная баковая смесь аминокислотным биостимулятором Биостим Старт, 1л/т и фунгицидным протравителем Скарлет, 0,4 л/т (заблаговременно до посева) + инокулянтом Ризоформ Соя, содержащим *Bradyrhizobium japonicum* (2-3*10⁹ КОЕ/мл), 3л/т совместно с прилипателем-стабилизатором Статик, 0,85 л/т (в день посева);

3 – предпосевная обработка семян + листовая подкормка в фазу 1-3 тройчатых листьев (органоминеральными микроудобрениями Интермаг Профи Бобовые и Стручковые, 1 л/га + Биостим Масличный, 1 л/га);

4 – предпосевная обработка семян + две листовые подкормки в фазы 1-3 тройчатых листьев и бутонизации (Интермаг Профи Бобовые и Стручковые (Ультрамаг Комби), 1 л/га + Биостим Масличный, 1 л/га).

Учет урожая зерна сои проводили поделочно комбайном САМПО-130 при наступлении полной спелости и технологической влажности (14%) путем сплошного обмолота (в 2019 году – 13, в 2020 году – 26, в 2021 году – 16 сентября). Перед уборкой с делянок проведен сноповый отбор растений в фазе полного созревания для морфологического анализа в соответствии с Методическими рекомендациями ВИР Вишняковой М.А. и др. (2018). Биохимический анализ зерна сои проводили на инфракрасном анализаторе Infratec 1241 (программа SO 090711) (FOSS, Denmark). Оптическую плотность рабочего раствора этаноловых вытяжек (липофильного экстракта), содержащих сумму зеленых и желтых пигментов, определяли на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ при трех длинах волн (665, 649 и 440 нм). Концентрацию хлорофиллов, *a* и *b* рассчитывали по уравнениям Винтерманс и Де Мотс для этанола, а каротиноидов в суммарной вытяжке пигментов по уравнению Веттштейна. Содержание хлорофиллов и каротиноидов пересчитывали в мг/г воздушно-сухого веса зеленой массы. Корреляционный анализ проведен с помощью использования программы Excel. Расчёт затрат на применение микроудобрений и биопрепаратов перед посевом семян и по вегетирующим растениям, а также на уборку прибавки урожая зерна производили на основе технологических карт ФНЦ ЗБК, рыночных цен и действующих нормативов.

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2019-2021 гг.) вегетационных периодов были контрастными и имели некоторые отклонения от среднемноголетних данных (рис. 2).

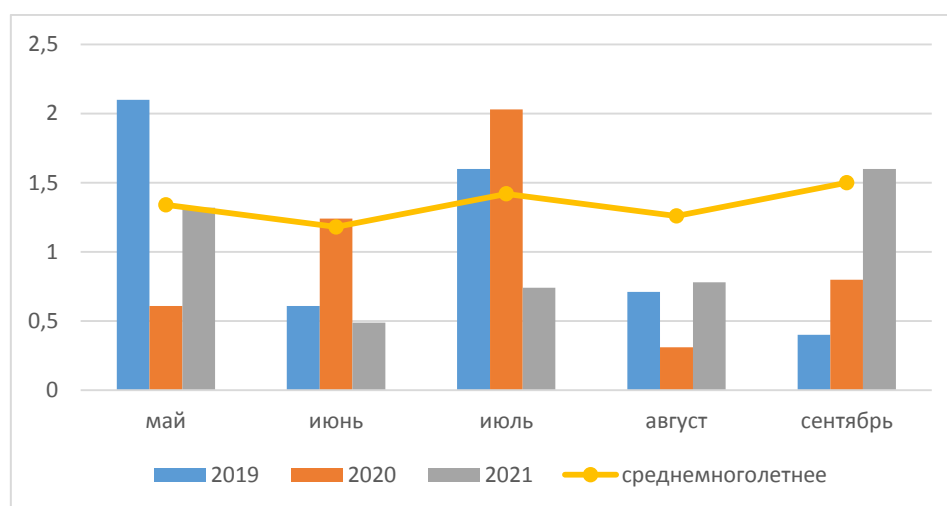


Рис. 2. Гидротермические коэффициенты (ГТК) периода роста и развития растений сои Орловского района Орловской области 2019-2021 гг. (по данным ЦГМС, г. Орёл)

Результаты и их обсуждение

В 2019 году сроки посева были затянуты (19 мая), так как в первой половине этого месяца наблюдались обильные осадки. Характер распределения осадков, восполняющих почвенную влагу, на протяжении всего вегетационного периода был благоприятным для

формирования урожая. Почвенные запасы влаги, пополненные майскими обильными осадками, нивелировали засушливые условия первых двух декад июня. В периоды всходы-ветвление, когда наблюдалась сильная засушливость, растения сои оказались довольно устойчивыми к данному фактору, чему способствовала хорошо развитая корневая система, располагающая основным запасом влаги в метровом слое почвы, а также характеристикой расхода воды в данный период 7,9% от общего расхода за вегетацию [10]. Соя более отзывчива на увлажнение в периоды цветения-бобообразования и особенно в периоды формирования бобов-налива семян (расход воды растениями в данные периоды составляет 30,8-39,4% от общего расхода за вегетацию). Обильные осадки третьей декады июня (101,6% от среднегодовой нормы), когда было зафиксировано цветение сортов сои, и июля (106% от нормы) обеспечили закладку урожая в наиболее критические по водопотреблению фазы развития растений даже на фоне понижения температуры в первые две декады июля до 16,3-16,5°C. В целом, температура воздуха в первой половине периода вегетации по месяцам была выше среднегодовой на 3,15°C, однако, в первую декаду августа наблюдалось понижение температуры до 14,9°C, что явилось экстремальным температурным режимом для сорта Зуша и повлияло на его урожайность, у которого периоды наступления основных фаз роста и развития во второй половине вегетации опережали на 1-1,5 недели сорт Осмонь. В этот период у сорта Зуша уже протекала массово фаза цветения-формирования бобов на большинстве ярусов образования генеративных органов, тогда как у сорта Осмонь образование генеративных органов фиксировалось только на нижних ярусах. Низкая температура спровоцировала абортивность генеративных органов, что существенно повлияло на урожайность сорта Зуша.

Метеорологические условия вегетационного периода 2020 года для сои можно охарактеризовать как благоприятные за исключением холодного с обильными осадками мая, когда температурный режим характеризовался как негативный (температура воздуха второй и третьей декады месяца была ниже среднегодовой нормы на 3,75°C и составила 10,3-11,3°C). Этот факт значительно пролонгировал всходы, которые фиксировались как полные лишь 04 июня при посеве 13 мая. Совокупность благоприятных факторов (количество осадков и температурный режим) повлияло на различия в наступлении фаз роста и развития во второй половине вегетации сортов, временной промежуток которых сократился до 5-7 дней. Однако, во второй декаде июля наблюдались обильные осадки (выпало 204,4% от среднегодовой нормы) в активные периоды цветения у сорта Осмонь и цветения-образования бобов у сорта Зуша. Аномальные осадки второй декады июля способствовали интенсивной активизации и распространению летней генерации возбудителя пероноспороза. Растения характеризовались появлением на листьях вначале бледно-зеленых (визуальный осмотр 28 июля 2020 г.), а позднее бурящих пятен, покрывающихся с нижней стороны серовато-фиолетовым налетом. Пораженные листья отмирали. Всё это отрицательно повлияло на урожай сои в количественном и качественном выражении.

Для 2021 года характерны следующие особенности: теплый и влажный период при прорастании семян (посев был проведен 12 мая, поэтому последующие затяжные обильные дожди обеспечили достаточную влажность почвы для набухания и прорастания семян в фазу всходов); несколько засушливый, но комфортный по температуре период роста и развития растений с обильными осадками в критические по водопотреблению фазы вегетации сои (третья декада июля (32,5 мм или 162,5% от нормы) — формирование репродуктивных органов; третья декада августа (27,2 мм или 123,6% от нормы) — созревание семян). Благоприятные погодные условия года обеспечили формирование высокого и качественного урожая.

В 2019 и 2021 гг. периоды посев-всходы протекали при среднесуточной температуре воздуха 18,8 и 15,4°C соответственно с достаточными запасами почвенной влаги, что благоприятно отразилось на показателе полевой всхожести семян. Продолжительность довсходового периода составила 8-9 и 12-13 дней в зависимости от сорта. Более поздний посев (19 мая) сократил продолжительность довсходового периода в сравнении с посевом в

2021 году (12 мая) при условии благоприятных погодных условий, а именно более высокой среднесуточной температуры.

По фазам роста и развития растений сои фенологические наблюдения показали, что у обоих сортов наблюдалось появление конуса нарастания первого порядка, а также у сорта Зуша наступление фазы цветения на нижних узлах главного стебля на вариантах применения предпосевной обработки семян на 1-2 дня раньше, чем на контроле.

После проведения внекорневой (листовой) подкормки в фазу 1-3 тройчатых листьев бинарной баковой смесью органоминеральными микроудобрениями активнее на развитие надземной биомассы отреагировал сорт Осмонь. После первой обработки прибавка в высоте растений по отношению к контролю составила в среднем за 3 года исследований 37,5%. После второй обработки в фазу бутонизации высота растений у сорта Зуша по годам исследований превысила контроль на 3,1 см, у сорта Осмонь прибавки не наблюдалось.

Однако, дополнительное питание в виде двух некорневых подкормок в фазы 1-3 тройчатых листьев и бутонизации повлияло на активность фотосинтетического аппарата растений сои, а именно на синтез большего количества высокоактивного хлорофилла, создавая тем самым фотосинтезирующие системы, способные наиболее полно поглощать приходящуюся на них энергию света и использовать впоследствии её на фотосинтез и образование органических веществ растительной биомассы, а, следовательно, и урожая.

Наши исследования показали, что при применении двух некорневых подкормок по вегетирующим растениям сои наблюдалось повышение суммы хлорофиллов *a* и *b* в листьях сорта Зуша на 15,86%, сорта Осмонь на 10,48% (табл. 1). При применении двух некорневых подкормок у обоих изучаемых сортов сои наблюдалось увеличение содержания в листьях хлорофилла *a*: у сорта Зуша – на 11,71%, у сорта Осмонь – на 10,37% по сравнению с контролем без обработки, при этом соотношение *a/b* понизилось с 1,32 до 1,21 мг/л и с 1,07 до 1,06 мг/л соответственно.

Таблица 1

Влияние листовых подкормок на содержание хлорофилла, *a* и *b* в листьях сои в фазу бобообразования, в мг/л (2021 год)

Варианты опыта	Концентрация в экстракте			Сумма хлорофиллов <i>a</i> и <i>b</i>	Отношение хлорофилла <i>a</i> к <i>b</i>	Отношение суммы хлорофиллов <i>a</i> и <i>b</i> к каротиноидам
	хлоро-филла <i>a</i>	хлоро-филла <i>b</i>	каро-тиноидов			
Сорт Зуша						
Контроль	7,60	5,77	5,32	13,37	1,32	2,51
Предпосевная обработка +2 листовые подкормки	8,49	7,00	6,25	15,49	1,21	2,48
Сорт Осмонь						
Контроль	7,33	6,89	4,97	14,22	1,07	2,86
Предпосевная обработка +2 листовые подкормки	8,09	7,62	5,50	15,71	1,06	2,86

Таким образом, листовые подкормки скорректировали работу фотосинтетического пигментного комплекса листьев на фоне высокой инсоляции 2021 года, а именно активизировали превращение энергии света в энергию разделения зарядов в ходе

окислительного фотосинтеза (увеличивается содержание хлорофилла *a*), диссипацию избытка поглощенной энергии (уменьшается отношение хлорофилла *a/b*) и светозащитную функцию (уменьшается отношение суммы хлорофиллов *a* и *b* к каротиноидам).

Применение в предпосевной обработке семян жидкого инокулянта Ризоформ Соя, содержащего штамм специализированной соевой бактерии *Bradyrhizobium japonicum*, предназначенного для эффективного формирования симбиотического аппарата и повышения уровня биологической азотфиксации, повысило уровень образования азотфиксирующих клубеньков на корневой системе сои на 29-41% в среднем по сортам (рис. 3). Листовые подкормки микропрепаратами, содержащими микроэлементы кобальт и молибден, участвующие в процессе симбиотической фиксации атмосферного азота, также положительно повлияли на уровень клубенькообразования.



Предпосевная обработка
семян



Контроль



Предпосевная обработка семян
+2 листовые подкормки

Рис. 3. Сорт сои Зуша (цветение-образование бобов, 07.07.2021 г.)

Изучаемые в опыте факторы повлияли на урожайность перспективных сортов сои Зуша и Осмонь, которая представлена в табл. 2. Необходимо отметить, что продуктивность сортов Зуша и Осмонь в среднем по итогам трехлетних испытаний составила 3,29 и 3,27 т/га.

Таблица 2

Урожайность сои в зависимости от вариантов опыта

Варианты опыта	Урожайность, т/га				Прибавка урожая	
	2019	2020	2021	Среднее	т/га	%
Сорт Зуша						
Контроль	3,10	2,73	3,62	3,15	-	-
Предпосевная обработка семян	3,20	2,85	3,97	3,34	0,19	6,0
Предпосевная обработка семян+1 листовая подкормка	3,20	2,98	3,90	3,36	0,21	6,7
Предпосевная обработка семян +2 листовые подкормки	3,17	3,05	3,95	3,39	0,24	7,6
Среднее по сорту	3,17	2,89	3,81	3,29	0,21	6,8
Сорт Осмонь						
Контроль	3,58	2,76	3,17	3,17	-	-
Предпосевная обработка семян	3,70	2,92	3,01	3,21	0,04	1,3
Предпосевная обработка семян+1 листовая подкормка	3,71	2,98	3,45	3,38	0,21	6,6
Предпосевная обработка семян +2 листовые подкормки	3,62	3,01	3,48	3,37	0,20	6,3
Среднее по сорту	3,65	2,92	3,24	3,27	0,15	1,6

Листовые подкормки препаратами, содержащими микроэлементы, оказали непосредственное влияние на весь ход вегетационного процесса.

Отзывчивость сортов сои Зуша и Осмонь на применение органоминеральных микроудобрений как отдельных элементов технологического процесса разная. По итогам трех лет отзывчивость на применение предпосевной обработки семян у сорта Зуша в 5 раз выше, чем у сорта Осмонь. Прибавка урожая составила 6,0 и 1,3 % соответственно, или 0,19 т/га и 0,04 т/га. Отзывчивость на применение некорневых подкормок выше у сорта Осмонь, у которого прибавка урожая в вариантах с одной и двумя листовыми подкормками в сравнении с вариантом применения только предпосевной обработки семян была больше на 5,3 и 5,0% или на 0,17 и 0,16 т/га соответственно.

Количественные признаки элементов продуктивности изменялись в зависимости от варианта опыта и подтверждают результаты, полученные при учете урожайности. Продуктивность сортов Зуша и Осмонь возрастает на 6,0-7,6 и 1,3-6,3% соответственно на фоне увеличения количества бобов с растения на 4,29-13,85 и 3,86-10,67 шт., количества семян с растения на 11,35-28,65 и 8,48-26,96 шт. и массы 1000 семян на 3,17-8,37 и 1,75-4,32 грамм.

Соя характеризуется специфичностью питания и неравномерностью поглощения питательных элементов по фазам роста и развития растений. Критическими периодами по потреблению азота являются бутонизация-цветение, налив бобов. Наилучшим образом симбиотический аппарат развивался в 2021 году, чему свидетельствует более мощный бобово-ризобийный симбиоз (по числу азотфиксирующих клубеньков на корнях растений), что значительно увеличило азотфиксацию и положительно повлияло не только на урожайность, но и на содержание белка в зерне: от 41,0 до 41,6% в среднем по двум сортам. Меньшая белковость семян была в 2019 году – 37,5-40,1%, и особенно в 2020 – 34,8-38,0%. Сорт сои Зуша по содержанию белка в зерне (39,24 %) по итогам трех лет исследований (2019-2021 гг.) превосходит сорт Осмонь (38,19%).

Сорта по-разному отреагировали на применение микроудобрений и биостимуляторов формированием белкового комплекса. Максимальное содержание белка в зерне у сорта Зуша было отмечено в варианте с двумя листовыми подкормками и составляет 39,45%, что на 0,16 единиц больше, чем в контроле. Сорт Осмонь был более отзывчив на предпосевную обработку семян и листовые подкормки накоплением белка в зерне, прибавка составила 0,35; 0,42 и 0,55% к контролю. Максимальный сбор белка с гектара отмечается у сорта Зуша на варианте с двумя листовыми подкормками -1337,4 кг/га, а у сорта Осмонь – на вариантах с одной и двумя листовыми подкормками – 1296,2 и 1296,8 кг/га, что выше контроля на 99,8 и 93,8-94,4 кг/га соответственно (рис. 4).

Как известно, между содержанием белка и жира в зерне сои существует обратная зависимость, которую подтвердили и наши исследования [11]. Микроудобрения и биостимуляторы не оказали существенного влияния на содержание жира в зерне сорта Осмонь. Но в абсолютном исчислении сбор жира увеличился за счет повышения урожая сои сорта Осмонь на вариантах с применением листовых подкормок. Обратная зависимость наблюдается у сорта Зуша: если в вариантах совместного применения препаратов повышение сбора белка произошло только за счет увеличения урожайности, то сбор жира в опытных вариантах напрямую зависел, как от урожайности, так и от содержания жира в зерне сои. Исследования показали, что предпосевная обработка семян с двумя листовыми подкормками способствует увеличению жира в зерне сои сорта Зуша на 0,19%, а сбора жира с 1 га – с 642 до 713,3 кг (рис. 4).

Согласно данным корреляционного анализа установлено, что содержание белка и жира в зерне и его сбор находится в положительной корреляционной связи с урожайностью ($r=0,82-0,9$ и $r=0,99-1,0$), которая, в свою очередь, положительно коррелирует с ее компонентами: количество бобов на 1 растение ($r=0,83$ у сорта Зуша), числом семян в бобе ($r=0,58$ и $r=0,83$ соответственно у сортов Зуша и Осмонь), массой 1000 семян ($r=0,53$ у сорта Осмонь). Сорта проявили разную отзывчивость на применение агроприемов.

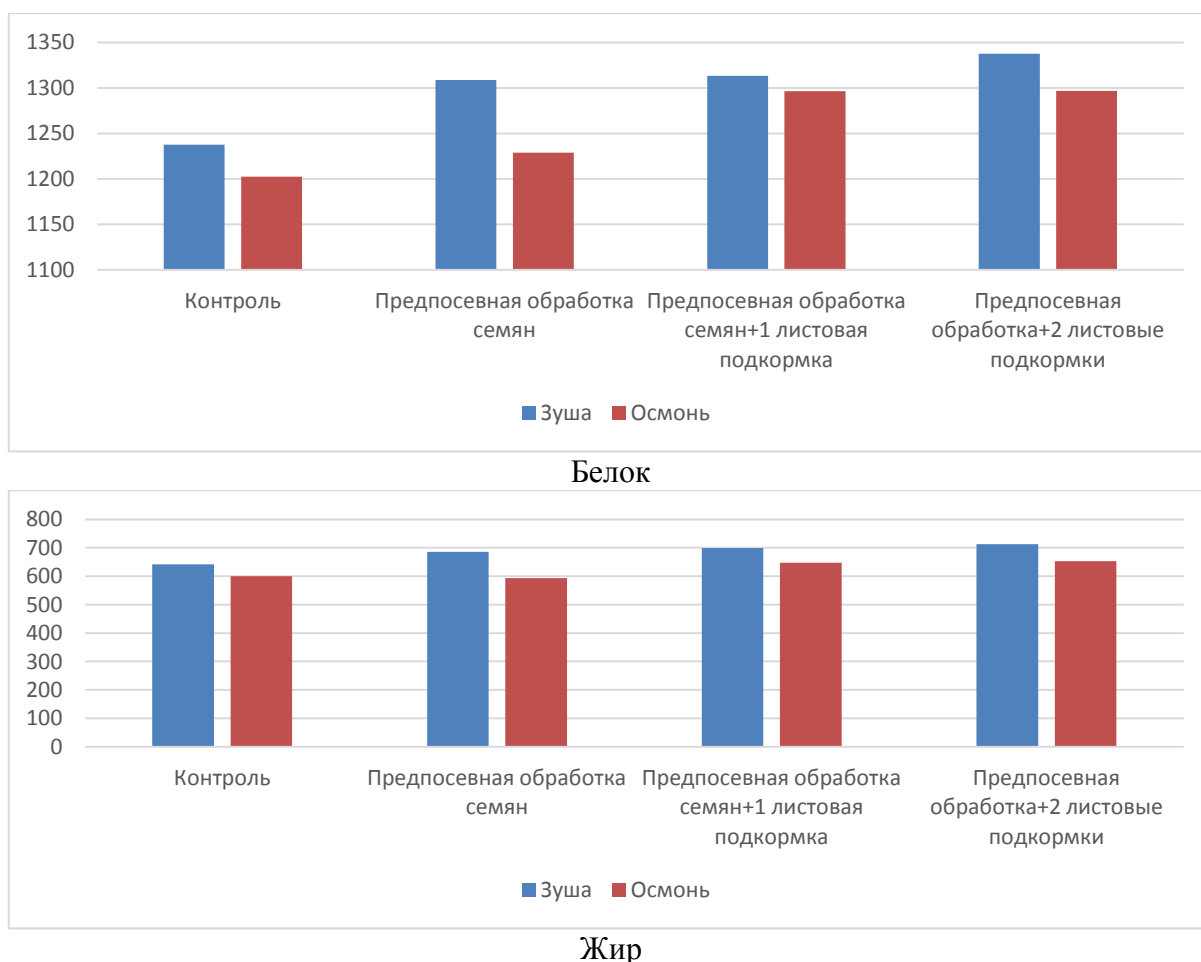


Рис. 4. Влияние биостимуляторов и микроудобрений на сбор белка и жира с 1 га (в среднем за годы исследований), кг

Совместное использование органоминеральных микроудобрений в предпосевной обработке семян и листовых подкормках экономически оправдано. Их применение обеспечивало условную прибыль от 17709,2 до 19226,2 руб/га при возделывании сорта Зуша, где наиболее предпочтительным является вариант опыта с применением предпосевной обработки семян и двух листовых подкормок, и от 2805,7 до 18744,7 руб/га – сорта Осмонь, где наилучший результат прибавки урожая в стоимостном выражении имеет вариант с применением предпосевной обработки семян и одной листовой подкормки.

Отзывчивость на комплексные органоминеральные микроудобрения позволяет рекомендовать возделывание новых районированных сортов сои Зуша и Осмонь по технологии, содержащей элементы предпосевной обработки семян и листовые подкормки по вегетирующим растениям в фазы 1-3 тройчатых листьев и бутонизации.

Заключение

Таким образом, в результате трехлетних исследований изучения влияния комплексного применении предпосевной обработки семян и листовых подкормок органоминеральными микроудобрениями Интермаг Профи Бобовые и Стручковые 1,0 л/га и Биостим Масличный 1,0 л/га, выявлено, что внекорневые подкормки в два срока обеспечивают достоверную прибавку урожая зерна сои: у сорта Зуша – 0,21-0,24 т/га, у сорта Осмонь – 0,20-0,21 т/га., за счет увеличения количества бобов с растения на 4,29-13,85 ($r=0,83$) и 3,86-10,67 шт., количества семян с растения на 11,35-28,65 и 8,48-26,96 шт. ($r=0,58$ и $0,83$) и массы 1000 семян на 3,17-8,37 и 1,75-4,32г ($r=0,53$).

Из двух изученных сортов наиболее отзывчив на предпосевную обработку семян, как отдельного элемента технологического процесса, сорт Зуша – прибавка к урожаю зерна составила 0,19 т/га.

Использование микроудобрений и биостимуляторов повлияло не только на рост урожайности сои. Сорта по-разному отзывались на применение препаратов по качественным характеристикам зерна, а именно по содержанию белка и жира, что позволит в дальнейшем конкретно использовать получаемый урожай на заранее запланированные цели по переработке: получение соевого масла и соевого шрота или для производства изолированного соевого белка. Полудетерминантный сорт Зуша отреагировал повышением содержания жира в семенах в вариантах с листовыми подкормками, у индетерминантного сорта Осмонь наблюдается обратная тенденция – увеличивается количество белка.

Оценка агроэкономической эффективности органоминеральных микроудобрений для предпосевной обработки семян и листовых подкормок подтверждает целесообразность их использования для удовлетворения растений сои в элементах питания в период вегетации. Они обеспечивают условную прибыль от прибавки урожая 17709,2-19226,2 руб/га при возделывании сорта Зуша и 2805,7-18744,7 руб/га – сорта Осмонь, что экономически оправдано.

Литература

1. Соглашение о стратегическом партнерстве между Правительством Российской Федерации и Всемирной продовольственной программой Организации Объединенных Наций на 2019-2022 годы. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 09.03.2019 г. № 395-р: URL: <http://government.ru/docs/all/120935/> (дата обращения: 10.05.2022 г.).
2. Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106/> (дата обращения: 10.05.2022 г.).
3. Ракитский В.Н., Терешкова Л.П., Чхвиркия Е.Г., Епишина Т.М. Основы обеспечения безопасного применения пестицидов // *Здравоохранение РФ*. – 2020. – Т. 64. – № 1. – С. 45-50. doi: 10.18821/0044-197X-2020-64-1-45-50.
4. Кирюшин В.И. Научно-инновационное обеспечение приоритетов развития сельского хозяйства // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т.33. № 3. –С. 5-10. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10301.
5. Санина Н.В., Апаликов А.А. Листовые подкормки как эффективный элемент в современных технологиях возделывания ярового ячменя // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2015. – № 3 (15). – С. 61-64.
6. Глазова З.И. Эффективность применения органоминеральных комплексов для листовых подкормок гречихи // *Зернобобовые и крупяные культуры*. - 2019. - № 2. – С.101-107. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11098.
7. Лозина Н.А., Зотиков В.И. Изменчивость элементов продуктивности проса в результате применения микроудобрений // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2021. - № 4 (40). – С. 46-52. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-46-52.
8. Зотиков В.И., Вилунов С.Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2021. – Т. 25. - № 4. – С. 381-387. DOI: 10.18699/VJ21.041.
9. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2021. – 719 с.
10. Федотов В.А, Гончаров С.В., Столяров О.В., Ващенко Т.Г., Шевченко Н.С. Соя в России: (монография). – М.: Агролига России, – 2013. – 432 с.
11. Зубарева К.Ю., Бобков С.В., Хрыкина Т.А. Влияние органоминеральных микроудобрений на накопление белка в органах растений и качество зерна сои // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2022. – № 1 (41). – С. 13-20. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-13-20.

References

1. Soglashenie o strategicheskome partnerstve mezhdu Pravitel'stvom Rossiiskoi Federatsii i Vsemirnoi prodovol'stvennoi programmoi Organizatsii Ob"edinennykh Natsii na 2019 - 2022 gody. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 09.03.2019 g. № 395-r [Agreement on strategic partnership between the Government of the Russian Federation and the United Nations World Food Program for 2019-2022. Decree of the Government of the Russian Federation dated March 9, 2019 No. 395-r]: URL: <http://government.ru/docs/all/120935/> (accessed: 10.03.2022 g.). (In Russian)
2. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 21 yanvarya 2020 goda № 20 «Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii» [Decree of the President of the Russian Federation of January 21, 2020 No. 20 "On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation"] URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106/> (accessed: 10.03.2022 g.). (In Russian)
3. Rakitskii V.N., Tereshkova L.P., Chkhvirkiya E.G., Epishina T.M. Osnovy obespecheniya bezopasnogo primeneniya pestitsidov [Basics for ensuring the safe use of pesticides] *Zdravookhranenie RF*. 2020. V. 64. no.1, pp.45-50. doi: 10.18821/0044-197X-2020-64-1-45-50. (In Russian)

4. Kiryushin V.I. Nauchno-innovatsionnoe obespechenie prioritetrov razvitiya sel'skogo khozyaistva [Scientific and innovative provision of agricultural development priorities] *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019. V.33, no. 3, pp. 5-10. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10301. (In Russian)
5. Sanina N.V., Apalikov A.A. Listovye podkormki kak effektivnyi element v sovremennykh tekhnologiyakh vozdel'yvaniya yarovogo yachmenya [Foliar feeding as an effective element in modern technologies for the cultivation of spring barley] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2015, no.3 (15), pp. 61-64. (In Russian)
6. Glazova Z.I. Effektivnost' primeneniya organomineral'nykh kompleksov dlya listovykh podkormok grechikhi [The effectiveness of the use of organomineral complexes for foliar feeding of buckwheat] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019, no. 2, pp. 101 - 107. (In Russian)
7. Lozina N.A., Zotikov V.I. Izmenchivost' elementov produktivnosti prosa v rezul'tate primeneniya mikroudobrenii [Variability of millet productivity elements as a result of the use of microfertilizers] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021, no. 4 (40), pp. 46-52. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-46-52. (In Russian)
8. Zotikov V.I., Vilyunov S.D. Sovremennaya selektsiya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii [Modern legume and cereal crop breeding in Russia] *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*. 2021, v. 25, no. 4, pp. 381-387. DOI: 10.18699/VJ21.041. (In Russian)
9. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1. «Sorta rastenii» (ofitsial'noe izdanie). [State register of breeding achievements approved for use. V. 1. "Varieties of Plants" (official edition).] Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh» Publ., 2021, 719 p. (In Russian)
10. Fedotov V.A., Goncharov S.V., Stolyarov O.V., Vashchenko T.G., Shevchenko N.S. Soya v Rossii: (monografiya) [Soya in Russia: (monograph)]. Moscow, *Agroliga Rossii*, 2013, 432p.
11. Zubareva K.Yu., Bobkov S.V., Khrykina T.A. Vliyanie organomineral'nykh mikroudobrenii na nakoplenie belka v organakh rastenii i kachestvo zerna soi [The effect of organomineral microfertilizers on the accumulation of protein in plant organs and the quality of soybean grain] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2022, no. 1 (41), pp. 13-20. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-13-20. (In Russian)