



Научная статья
 УДК 631.82:631.445.25:633.34:633.35
 doi: 10.55186/25876740_2024_67_5_553

ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

С.Г. Муралев^{1,2}, Е.Н. Володина¹, Я.Г. Белкин^{2,1}

¹Нижегородский государственный агротехнологический университет, Нижний Новгород, Россия

²Волски Биохим, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке влияния линейки жидких комплексных минеральных удобрений, содержащих макро- и микроэлементы, выпускаемых научно-производственной компанией ООО «Волски Биохим», на урожайность гороха посевного сорта Джепкот и сои сорта СК Артика. Эксперименты были проведены в 2022 и 2023 гг. в полевых условиях на опытном поле Нижегородского ГАТУ, учёты и наблюдения выполнены по общепринятой методике закладки и проведения полевых опытов. Установлено, что в условиях лесостепной зоны Нижегородской области на светло-серой лесной почве наибольшая урожайность гороха получена при предпосевной обработке семян удобрением Экомак и листовой подкормке удобрением Диформа Бор-Молибден — 4,44 т/га. Прибавка урожая зерна гороха по отношению к контролю составила 0,15 т/га и достигнута за счёт большего количества растений на 1 м², бобов на одном растении и озёрности боба. Наиболее эффективным сочетанием удобрений, которое способствовало достоверному увеличению урожайности зерна сои на 27,9% (+0,34 т/га к контролю), является Экомак, используемый для обработки семян, и Диформа Бор-Молибден, применяемая в виде листовых обработок в фазу 3-5 тройчатых листьев и бутонизации цветения, что оказало положительное влияние на большинство элементов структуры урожая.

Ключевые слова: горох, соя, урожайность, элементы структуры урожая, листовая подкормка, микроудобрения, Микромак, Экомак, Микроэл, Моноформы

Original article

INFLUENCE OF LIQUID COMPLEX MINERAL FERTILIZERS CONTAINING MACRO- AND MICROELEMENTS, ON CROP STRUCTURE AND YIELD LEGUMINOUS CROPS

S.G. Muralev^{1,2}, E.N. Volodina¹, Y.G. Belkin^{2,1}

¹Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia

²Volsky Biochem LLC., Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article presents the results of research to assess the impact of a line of liquid complex mineral fertilizers containing macro- and microelements, produced by the research and production company «Volsky Biochem» LLC., on the yield of pea sowing variety Jackpot and soybean variety SK Artika. The experiments were conducted in 2022 and 2023, in the field conditions at the experimental field of Nizhny Novgorod State Technical University. Records and observations were carried out according to the generally accepted methodology of laying and conducting field experiments. It was found that in the conditions of forest-steppe zone of Nizhny Novgorod region on alfisol (light grey forest) soil the highest pea yield was obtained with pre-sowing seed treatment with Ecomak and Diform Cobalt-Selenium and leaf treatments with Diform Bor-Molybdenum and Diform Cobalt-Selenium fertilisers — 4.44-4.41 t/ha. The increase in pea grain yield to the control was 0.15-0.12 t/ha and was achieved due to a greater number of beans on 1 plant, a higher number of plants per 1 m² and a greater number of grains in the bean. The most effective combination of fertilizers, which contributed to a reliable increase in soybean grain yield by 27.9% (+0.34 t/ha to control), is Ecomak used for semi-dry seed treatment and Diform Boron-Molybdenum in the form of leaf treatments in the phase of 3-5 triple leaves and budding-flowering. Application of this scheme had a positive effect on most elements of yield structure.

Keywords: pea, soya, yield, yield structure elements, leaf dressing, micro fertilizers, Micromak, Ecomak, Microel, Monoforms

Введение. К группе зернобобовых относят 10 видов культур, что обуславливает их широкое распространение по всей территории РФ. При этом главным ограничивающим фактором для возделывания тех или иных видов являются почвенно-климатические условия, а также внутренняя потребности страны и мирового рынка.

В общем объеме зернобобовых культур, возделываемых в РФ, лидирующее место (более 70%) длительное время занимал горох, основные площади которого сосредоточены в Центральном, Сибирском и Приволжском федеральных округах [1]. Однако, согласно данным сайта Федеральной службы государственной статистики, в Российской Федерации в 2022 году общая посевная площадь, занятая под посевами гороха, составила 1621,7 тыс. га, тогда как под посевами сои было занято 3506,5 тыс. га [2].

Соя это культура, которую относят как к бобовым, так и к масличным культурам [3, 4, 5]. Активное наращивание производства сои в России в последнее десятилетие обусловлено тем, что культура отличается высоким содержанием рас-

тительного протеина и девятью незаменимыми аминокислотами. Основными районами-лидерами по возделыванию сои значительное время был Дальний Восток, а также юг страны, так как природно-климатические условия идеально подходят для получения соевых бобов с оптимальными показателями протеина и масличности [6].

Недостаток объема производства растительного белка для удовлетворения внутренних потребностей рынка, а также появление новых сортов, адаптированных под различные природно-климатические условия, позволили расширить ареал возделывания сои, посевные площади которой активно увеличиваются как в Центральном, так и Приволжском федеральном округе [7, 8].

В Нижегородской области среди зернобобовых культур главную роль играет посевной горох, площадь которого составляет 29,7 тыс. га. Соя в структуре посевов занимает незначительную долю: согласно данным Росстата, в 2022 году соя возделывалась на площади 1,5 тыс. га, при этом в 2021 году культура занимала всего около 200 га.

Отличительной особенностью зернобобовых культур является и то, что они имеют высокое агротехническое преимущество перед другими культурами, так как обогащают почву органическим веществом, оптимизируют ее азотный режим, являются отличными предшественниками в севообороте [9].

Основной задачей отрасли растениеводства является реализация урожайного потенциала сорта через качество посевного материала и агротехнические приемы, к которым в первую очередь относят удобрения. Поэтому технология возделывания зернобобовых культур должна обязательно предусматривать сбалансированное питание растений всеми необходимыми макро- и микроэлементами, так как большинство физиологических процессов, протекающих в растении, координируются микроэлементами [10].

Цель исследований — изучение влияния способов внесения жидких комплексных минеральных удобрений, содержащих разное количество макро- и микроэлементов, на урожайность гороха и сои в условиях лесостепной зоны

Нижегородской области. В задачи исследований входили: 1) оценка влияния удобрений на структуру урожая зернобобовых культур; 2) учет урожайности зерна.

Методика исследования. Полевые опыты по изучению влияния жидких комплексных минеральных удобрений на зернобобовые культуры заложены в 2022 и 2023 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Нижегородский ГАУ. Опыты заложены в 4-кратной повторности по единой для обеих культур схеме, приведенной в таблице 1. Общая площадь делянок 50 м², уборочная — 35 м².

Объекты исследований: горох посевной сорта Джепот (Опыт № 1) и соя СК Артика (опыт № 2). Почва опытного участка — светло-серая лесная легкосуглинистая, сформированная на лессовидных суглинках, с очень низким содержанием гумуса (1,3-1,5%), кислой реакцией среды (4,5-4,6 ед. рН), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (129-140 мг/кг) и низким содержанием калия (83-88 мг/кг), степень насыщенности основаниями чуть более 70%. Погодные условия вегетационных периодов исследований были неустойчивы, но в целом соответствовали среднемноголетним данным. Предшественник зернобобовых культур — озимая пшеница. Весной было проведено боронование, под культивацию перед посевом были внесены минеральные удобрения (диаммофоска): под горох в дозе 120 кг/га физической массы (N₁₂P₃₁K₃₁), под сою — 100 кг/га (N₁₀P₂₆K₂₆).

Сев гороха проведен в первой декаде мая, норма высева — 1,1 млн. шт./га; сои — в начале второй декады мая, норма высева — 1,4 млн. шт./га. Для посева использовалась сеялка СН-16. Уборку проводили в фазу полной спелости зерна поделочно комбайном SAMPO-500 при благоприятных погодных условиях: горох — в середине августа, сои на месяц позднее.

Для исследования использовали жидкие комплексные минеральные удобрения производства ООО «Волски Биохим» (г. Нижний Новгород). Предприятие специализируется на разработке составов удобрений которые применяются как для обработки семян при посеве, так и для листовых подкормок. В опыте изучали следующие препараты:

1. Микромак (далее — ММ) содержит: азот не менее 44 г/л, фосфор не менее 4,27 г/л, калий 34 г/л (в пересчете на K₂O), серу, магний и 12 микроэлементов: Cu, Zn, B, Mn, Fe, Co, Mo, Se, Cr, Li, Ni, V.
2. Экомак (далее — ЭМ) содержит: азот 30 г/л, фосфор 7,6 г/л, калий 22,1 г/л (в пересчете на K₂O), серу, магний и 7 микроэлементов: Cu, Zn, B, Mn, Fe, Co, Mo.

3. Микроэл (далее — МЭ) содержит: азот 4 г/л, калий 0,3 г/л (в пересчете на K₂O), серу, магний и 11 микроэлементов: Cu, Zn, B, Mn, Fe, Co, Mo, Se, Cr, Li, Ni.
4. Страда Р (далее — С-Р) содержит: азот 65 г/л, фосфор 258 г/л, калий 65 г/л (в пересчете на K₂O), магний, серу и 8 микроэлементов: Cu, Zn, B, Mn, Fe, Co, Mo, Se.
5. Диформа Кобальт-Селен (далее — Co-Se). Препарат содержит макроэлементы: азот, фосфор и серу, количество которых составляет 10, 13 и 70 г/л соответственно, микроэлементы: Se — 1 г/л, Co — 50 г/л.
6. Диформа Кремний-Калий (далее — Si-K). В составе препарата присутствует азот, массовая доля которого составляет 2,3 г/л, калий — 160 г/л, кремний — 340 г/л (в пересчете на SiO₂).
7. Диформа Бор-Молибден (далее — B-Mo). Препарат содержит максимальную массовую долю молибдена из всех выше названных удобрений — 40 г/л, в состав входят также бор — 100 г/л, азот — 70 г/л.

Изучали два способа применения удобрений: обработка семян и двукратная листовая подкормка. Обработку семенного материала проводили непосредственно перед посевом полусухим способом. Листовую подкормку гороха проводили в фазу 7-8 настоящих листьев и в фазу бутонизации — начала цветения; сои — в фазу 3-5 тройчатых листов и в фазу бутонизации — начала цветения.

Анализ структуры урожая выполнен по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, математическая обработка результатов исследований — в соответствии с методикой полевого опыта с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2010 [11, 12].

Результаты исследований. Минеральное питание — один из ключевых факторов, который в первую очередь влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Для увеличения производства сельскохозяйственной продукции, наряду с основными макроэлементами, важны и микроэлементы, поэтому все большую актуальность приобретают комплексные удобрения, особенно с учётом факта низкой обеспеченности светло-серой лесной почвы подвижными соединениями бора, цинка и молибдена на дату закладки опытов (табл. 2).

Кроме того, с учетом факторов риска, таких как кислая реакция среды и легкосуглинистый гранулометрический состав почвы, при возделывании зернобобовых культур и их высокой потребности в микроэлементах весьма высока вероятность дефицита элементов со средней

степенью обеспеченности (медь, кобальт, марганец). Следовательно, в данных почвенных условиях весьма эффективными и целесообразными приёмами являются обработка семян и применение листовых подкормок жидкими комплексными минеральными удобрениями, в составе которых присутствуют макро- и микроэлементы.

При оценке продуктивности посевов важным показателем является структура урожая, изучение которой позволяет выявить закономерности его формирования. К основным элементам структуры урожая, позволяющим оценить уровень развития агрофитоценоза зернобобовых культур, относят густоту растений к уборке, количество бобов с одного растения, количество семян в бобе и массу 1000 семян.

В результате наших исследований установлено (рис. 1), что густота стояния растений гороха к уборке варьировала от 88 до 102 шт./м², растений сои — от 91 до 103 шт./м², при этом явно выраженного влияния одного и того же сочетания удобрений на зернобобовые культуры не выявлено. Максимальная сохранность растений сои к уборке была отмечена при использовании комплекса препаратов Микромак и Микроэл (+4% по отношению к контролю), на горохе — в варианте с удобрением Диформа Кобальт-Селен (+6,3%).

Самые низкие растения гороха выявлены в контрольном варианте — 71,6 см (рис. 2), в вариантах с обработкой семян и применением листовой подкормки выявлена только тенденция к увеличению высоты на 3,6-9,9%, так как наблюдаемые изменения находились в пределах ошибки опыта.

Более высокорослыми растения сои были в варианте с применением обработки семян препаратом Экомак и использованием листовой подкормки удобрением Диформа Бор-Молибден (вариант 3), где прирост высоты габитуса составил 17,4%. Во всех остальных вариантах изменения были незначительны.

Следует отметить, что бобов на растениях сои формируется в 1,6-2,0 раза больше по сравнению с горохом (табл. 3, 4). В первую очередь, число бобов и семян в одном бобе зависит от биологических особенностей культур, но немаловажную роль при этом играет обеспеченность растений элементами питания. Установлено, что максимальное количество бобов гороха — 9,3-9,5 шт. на одно растение — получено в вариантах, когда семена перед посевом обрабатывали удобрениями Диформа Бор-Молибден, Страда Р и Диформа Кремний-Калий. С учётом густоты стояния растений количество бобов, собираемых с 1 м², в этих вариантах достигало 865-930 шт.

Таблица 1. Условное обозначение и содержание вариантов в опытах
Table 1. Symbols and content of variants in the experiments

Условное обозначение	Содержание варианта
1. Контроль	Фон НРК
2. ММ + МЭ*	Фон НРК + обработка семян Микромак 2 л/т + 2 листовые обработки Микроэл в дозе по 0,4 л/га
3. ЭМ + В-Мо*	Фон НРК + обработка семян Экомак 0,5 л/т + 2 листовые обработки Диформа Бор-Молибден в дозе по 1 л/га
4. С-Р + С-Р*	Фон НРК + обработка семян Страда Р 1 л/т + 2 листовые обработки Страда Р в дозе по 3 л/га
5. Co-Se + Co-Se*	Фон НРК + обработка семян Диформа Кобальт-Селен 0,5 л/т + 2 листовые обработки Диформа Кобальт-Селен в дозе по 1 л/га
6. Si-K + Si-K*	Фон НРК + обработка семян Диформа Кремний-Калий 0,5 л/т + 2 листовые обработки Диформа Кремний-Калий в дозе по 0,5 л/га

Примечание: * — двукратная листовая подкормка растений удобрениями

Таблица 2. Обеспеченность почвы опытного участка микроэлементами, интервал данных за 2022-2023 гг.
Table 2. Soil availability of trace elements in the experimental plot, data interval for 2022-2023

Микро-элементы	Содержание в почве, мг/кг	Обеспеченность микроэлементами		Нормативный документ
		степень	градация	
Бор	0,1-0,29	низкая	< 0,33	ГОСТ Р 50688-94
Медь	3,1-3,2	средняя	1,6-3,3	ГОСТ Р 50684-94
Цинк	0,3-0,6	низкая	< 2,0	ГОСТ Р 50686-94
Кобальт	1,5-1,8	среднее	1,1-2,2	ГОСТ Р 50687-94
Марганец	61-63	среднее	31-70	ГОСТ Р 50682-94
Молибден	0,03-0,19	низкое среднее	< 0,11 0,11-0,22	ГОСТ Р 50689-94

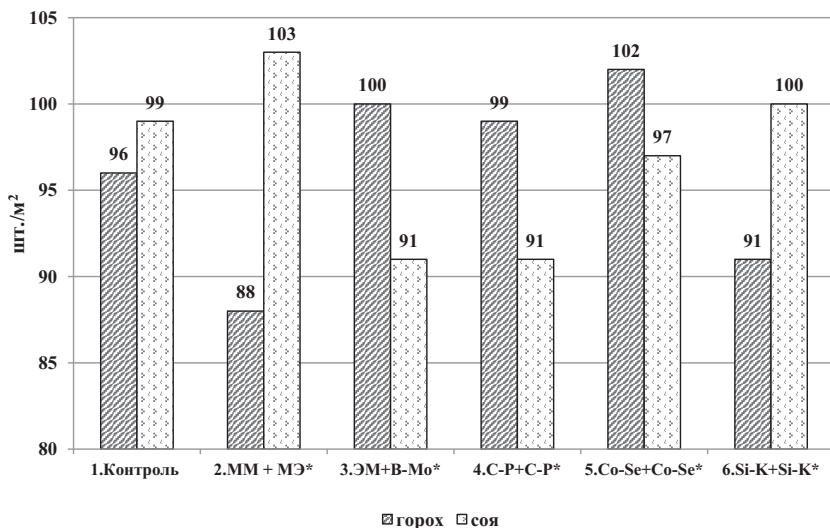


Рисунок 1. Влияние жидких комплексных минеральных удобрений на плотность посева к уборке, шт./м² (НСР₀₅ горох = 7,7; НСР₀₅ соя = 7,8)
Figure 1. Effect of liquid complex mineral fertilizers on sowing density by harvesting, units/m² (LSD₀₅ peas=7,7; LSD₀₅ soy=7,8)

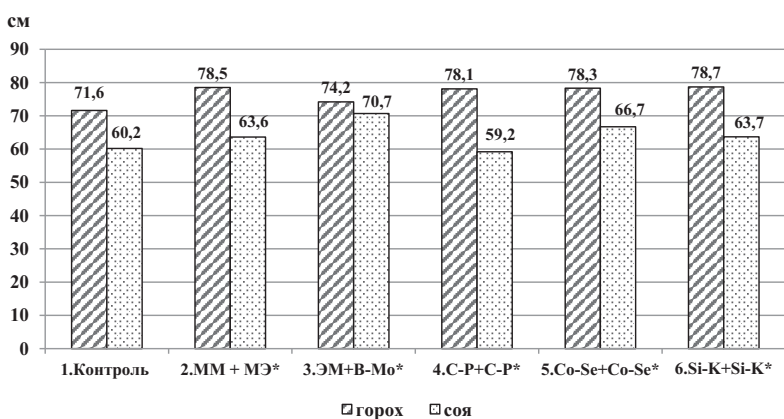


Рисунок 2. Влияние жидких комплексных минеральных удобрений на высоту растений, см (НСР₀₅ горох = 4,8; НСР₀₅ соя = 3,6)
Figure 2. Effect of liquid complex mineral fertilizers on plant height, cm (LSD₀₅ peas=4,8; LSD₀₅ soy=3,6)

Наименее показательными для гороха оказались варианты с использованием удобрения Диформа Кобальт-Селен и Микромак-Микроэл. В этих вариантах отмечается только тенденция к увеличению числа бобов на одном растении (7,9-13,2%).

Использование изучаемой линейки жидких комплексных удобрений на сое позволило дополнительно получить от 5,1 до 7,7 шт. бобов на 1 растение или от 1547 до 1950 бобов с 1 м².

Установлено, что при возделывании сои без обработки семян и листовых подкормок в среднем на одном растении формируется 11,9 бобов, тогда как при применении препаратов, содержащих макро- и микроэлементы в своем составе, их число существенно увеличивается (в 1,4-1,6 раза). Тенденция заметного влияния на формирование дополнительных бобов сои отмечена в вариантах с применением удобрений Страда Р и Диформа Кремний-Калий при

использовании их для обработки семян, листовой подкормки в фазу 3-5 тройчатых листьев и в фазу бутонизации-цветения, однако достоверных различий между изучаемыми препаратами не отмечено.

Одним из важнейших элементов структуры урожая является количество семян (зёрен) в бобе, так как этот показатель имеет наибольшее влияние на семенную продуктивность.

Обработка семян и посевов препаратами Экомак и Диформа Бор-Молибден, Страда Р и Диформа Кобальт-Селен математически доказуемо увеличили озёрность бобов сои на 5,9-8,1% (варианты 3, 4 и 5), тогда как для гороха достоверное увеличение на 5,6% числа зерен в бобе выявлено только на варианте с удобрением Диформа Кремний-Калий. В остальных вариантах озёрность боба была на уровне значений контрольного варианта и даже ниже.

Еще одним показателем структуры урожая является масса 1000 семян, характеризующая семенную и продовольственную значимость сорта, и является сортовой спецификой в сочетании с условиями среды [13].

Исследованиями 2022-2023 гг. установлено, что в опыте с горохом масса 1000 семян варьирует от 233,3 до 241,7 г, что вполне соответствует величине, заявленной в характеристике сорта гороха Джепкот (210-245 г).

Самые выполненные семена гороха были получены в варианте с обработкой семян удобрением Микромак и двумя листовыми подкормками удобрением Микроэл — 241,7 г, а также на контрольном варианте, где было сформировано наименьшее количество зёрен в бобе (241,3 г). Во всех остальных вариантах показатель крупности зерна гороха на 1,8-1,9% был ниже контрольного значения, но статистически доказуемое уменьшение массы 1000 семян установлено только при использовании удобрения Диформа Кремний-Калий, где отмечается максимальное число семян в бобе.

Достоверный положительный эффект на формирование более крупных и выполненных семян сои оказали все изучаемые жидкие комплексные минеральные удобрения, что позволило увеличить массу 1000 семян на 5,0-11,2%. При этом максимальная эффективность установлена от сочетания препаратов Микромак и Микроэл — 133,5 г (+13,4 г). Однако, несмотря на положительное влияние линейки изучаемых удобрений, масса 1000 семян сои в опыте на 6,0-11,2% ниже заявленных значений сорта СК Артика (142 г), но в сравнении с контролем (15,4%), отклонение от сортовой величины здесь значительно ниже.

Таблица 3. Влияние жидких комплексных минеральных удобрений на структуру урожая гороха, опыт № 1, среднее значение за 2022-2023 гг.
Table 3. Effect of liquid complex mineral fertilizers on pea yield structure, experiment 1, average for 2022-2023

Вариант опыта	Количество бобов				Количество семян в 1 бобе, шт.		Масса 1000 семян, г	
	шт./м ²		на 1 растение, шт.		среднее	± к вар.1	среднее	± к вар.1
	среднее	± к вар.1	среднее	± к вар.1				
1. Контроль	730	-	7,6	-	4,82	-	241,3	-
2. MM+МЭ	757	+ 27	8,6	+ 1,0	4,95	+ 0,13	241,7	+ 0,4
3. ЭМ+В-Мо	930	+ 200	9,3	+ 1,7	4,73	- 0,09	236,9	- 4,4
4. С-Р+С-Р	921	+ 191	9,3	+ 1,7	4,81	- 0,01	236,7	- 4,6
5. Со-Се+Со-Се	836	+ 106	8,2	+ 0,6	4,95	+ 0,13	236,7	- 4,6
6. Si-K+Si-K	865	+ 135	9,5	+ 1,9	5,09	+ 0,27	233,3	- 8,0
НСР ₀₅	137		1,2		0,21		5,4	

Таблица 4. Влияние жидких комплексных минеральных удобрений на структуру урожая сои, опыт № 2, среднее за 2022-2023 гг.
Table 4. Effect of liquid complex mineral fertilizers on soybean yield structure, experiment 2, average for 2022-2023

Вариант опыта	Количество бобов				Количество семян в 1 бобе, шт.		Масса 1000 семян, г	
	шт./м ²		на 1 растение, шт.		среднее	± к вар.1	среднее	± к вар.1
	среднее	± к вар.1	среднее	± к вар.1				
1. Контроль	1178	-	11,9	-	1,85	-	120,1	-
2. MM+МЭ	1844	+ 666	17,9	+ 6,0	1,84	- 0,01	133,5	+ 13,4
3. ЭМ+В-Мо	1547	+ 369	17,0	+ 5,1	1,99	+ 0,14	131,0	+ 10,9
4. С-Р+С-Р	1784	+ 606	19,6	+ 7,7	1,96	+ 0,11	129,4	+ 9,3
5. Со-Се+Со-Се	1785	+ 607	18,4	+ 6,5	2,00	+ 0,15	128,7	+ 8,6
6. Si-K+Si-K	1950	+ 772	19,5	+ 7,6	1,80	- 0,05	126,1	+ 6,0
НСР ₀₅	419		2,8		0,11		4,8	



Таблица 5. Влияние жидких комплексных минеральных удобрений на урожайность гороха и сои, в среднем за 2022-2023 гг.
Table 5. Effect of liquid complex mineral fertilisers on pea and soybean yields, averaged over 2022-2023

Вариант опыта	Урожайность, т/га					
	Горох, опыт №1			Соя, опыт №2		
	в среднем по варианту	± к контролю		в среднем по варианту	± к контролю	
т/га		%	т/га		%	
1. Контроль	4,29	-	-	1,22	-	-
2. ММ + МЭ	4,40	0,11	2,6	1,37	0,15	12,3
3. ЭМ + В-Мо	4,44	0,15	3,5	1,56	0,34	27,9
4. С-Р + С-Р	4,40	0,11	2,6	1,31	0,08	6,6
5. Со-Се + Со-Се	4,35	0,06	1,4	1,31	0,09	7,4
6. Си-К + Си-К	4,41	0,12	2,8	1,27	0,05	4,1
НСП ₀₅	-	0,13	-	-	0,18	-

Любой агроприём оценивают, как правило, через урожайность сельскохозяйственной культуры (табл. 5). Исследования 2022-2023 гг. показали, что урожайности зерна сои в опыте в 2,8-3,5 раза ниже урожайности гороха, и значительно ниже урожайности сорта сои (3,18 т/га), полученного на Большеболдинском ГСУ Нижегородской области в 2021 году [14].

Использование линейки жидких комплексных минеральных удобрений оказывает положительное влияние на урожайность семян сои, а прибавка по отношению к контролю варьировала от 50 до 340 кг/га. При этом достоверное увеличение урожайности сои выявлено только при использовании удобрений Экомак и Диформа Бор-Молибден (27,9%), на остальных вариантах отмечается только лишь тенденция к росту урожайности зерна.

В опыте с горохом аналогичное сочетание удобрений (вариант 3) также позволило дополнительно получить 150 кг/га зерна. Кроме того, выявлена тенденция увеличения урожайности гороха в вариантах, где применяли сочетание удобрений Микромак и Микроэл, Страда Р, Диформа Кремний-Калий для обработки семян и листовых подкормок (увеличение на 2,6-2,8% к контролю).

Выводы.

1. В условиях лесостепной зоны Нижегородской области на светло-серых лесных почвах из всей изучаемой линейки жидких комплексных минеральных удобрений наиболее эффективным для зернобобовых культур оказалось сочетание обработки семян удобрением Экомак

и листовые подкормки удобрением Диформа Бор-Молибден, где прибавка урожайности семян гороха составила 0,15 т/га, а сои — 0,34 т/га.

2. Все испытываемые удобрения оказали влияние на элементы структуры урожая гороха. Одновременно достоверное увеличение количества бобов (на 25%) и их озёрности (на 5,6%) при минимальном снижении массы 1000 зерен (на 8%) в сравнении с контролем установлено только на варианте с использованием Диформы Кремний-Калий. Достоверный положительный эффект на формирование дополнительного количества бобов сои (42,9-64,7%) и увеличение массы 1000 семян (5,0-11,2%) оказали все изучаемые жидкие комплексные минеральные удобрения. Наибольший достоверный прирост числа зерен в бобе (7,6-8,1%) установлен при использовании сочетания препаратов Экомак, Диформа Бор-Молибден и Диформа Кобальт-Селен.

Список источников

1. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Сидоренко В.С. Зернобобовые культуры в экономике России // Земледелие. 2014. № 4. С. 6-8.
2. Posev_2022.xlsx. Яндекс Документы. URL: <http://clck.ru/38MCdH>.
3. Тарчоков Х.Ш., Тутукова Д.А. Соя различных групп спелости в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Аграрная Россия. 2020. № 6. С. 27-32.
4. Толоконников В.В., Кошкарлова Т.С. Новый сорт сои Волгоградка 2 // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2021. Т. 11, № 1. С. 14-23. DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-14-23.
5. Aditya Pratap, S.K. Gupta, Jitendra Kumar, R.K. Solanki. Soybean // Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 1. P.293-321. DOI: 10.1007/978-1-4614-0356-2_12.
6. Козлова Е.И., Новак М.А., Яндо В.В. Региональные аспекты развития рынка сои на современном этапе // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16. № 1(76). С. 213-220.
7. Неверова А., Жукова О. Селекция сои: сорта высокого полета // Агропрофи. 2021. № 8 (111). С. 18-25. URL: <http://clck.ru/38ZQE5>.
8. Титова В.И., Чудоквасов А.А. Влияние удобрений на продуктивность сои в Нижегородской области // Агрохимия. 2017. № 6. С. 39-44.
9. Москвичев А.Ю., Агапова С.А. Отзывчивость зернобобовых культур на применение бишофита и его аналога в условиях Нижней Волги на светло-каштановых почвах // Орошаемое земледелие. 2021. № 4. С. 28-31.
10. Титова В.И. Агрохимия-2021 юн. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. 208 с.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 194 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
13. Анисков Н.И., Сафонова И.В. Сравнительная оценка показателей пластичности, стабильности и гоме-

остатичности сортов озимой ржи селекции ВИР по признаку «масса 1000 зерен» // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181 (3). С. 56-63.

14. ГлавАгроном. Соя СК АРТИКА Режим доступа: <http://clck.ru/38ZFaV>

References

1. Zotikov V.I., Naumkina T.S., Sidorenko V.S. (2014). *Zernobobovyye kul'tury v ekonomike Rossii* [Grain legumes in the Russian economy]. *Zemledelie*, no. 4, pp. 6-8.
2. Posev_2022.xlsx. Yandex Dokumenty URL: <http://clck.ru/38MCdH>
3. Tarchokov K.H.S.H., Tutukova D.A. (2020). *Soya razlichnykh grupp spelisti v usloviyakh predgornoi zony Kabardino-Balkarii* [Soybean of different ripeness groups under conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], no. 6, pp. 27-32.
4. Tolokonnikov V.V., Koskharova T.S. (2021). *Novyy sort soi Volgogradka 2* [New soya variety Volgogradka 2]. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NIi problem melioratsii* [Land Reclamation and Hydraulic Engineering], vol. 11, no. 1. pp. 14-23.
5. Aditya Pratap S.K. Gupta, Jitendra Kumar, R.K. Solanki. Soybean. *Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 1*. P.293-321. DOI: 10.1007/978-1-4614-0356-2_12.
6. Kozlova E.I., Novak M.A., Yand'o V.V. (2023). *Regional'nye aspekty razvitiya rynka soi na sovremennom etape* [Regional aspects of soybean market development at the present stage]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Voronezh state agrarian university], vol. 16, no. 1(76), pp. 213-220.
7. Neverova, A., Zhukova, O. (2021). *Seleksiya soi: sorta vysokogo poleta* [Soybean breeding: high-flying varieties]. *Agroprofi*, no. 8(111), pp. 18-25. URL: <http://clck.ru/38ZQE5>.
8. Titova V.I., Chudokvasov A.A. (2017). *Vliyaniye udobrenii na produktivnost' soi v Nizhegorodskoi oblasti* [Effect of fertilizers on soybean productivity in Nizhny Novgorod region]. *Agrokimiya* [Agrochemical], no., pp.9-44.
9. Moskvichev A.YU., Agapova S.A. (2021). *Otzyvchivost' zernobobovykh kul'tur na primeneniye bishofita i ego analoga v usloviyakh Nizhnei Volgi na svetlo-kashtanovykh pochvakh* [Responsiveness of leguminous crops to the application of biophyte and its analogue in kastsnozem (light-chestnut) soils in the Nizhny Novgorod region]. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated Agriculture], no. 4., pp. 28-31.
10. Titova V.I. (2021). *Agrokimiya-2021* [Agrochemical], Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy press, 208 p.
11. Golovachev V.I., Kirilovskaya E.V. (ed.) (1989). *Methodology for state variety testing of agricultural crops: Cereals, cereals, legumes, corn and fodder crops*, Moscow, 194 p.
12. Dospikhov, B.A. (1985) *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experiments with the basics of statistical processing of research results], Moscow, *Agropromizdat*, 351 p.
13. Aniskov N.I., Safonova I.V. (2020). *Sravnitel'naya otsenka pokazatelei plastichnosti, stabil'nosti i gomeostatichnosti sortov ozimoi rzi seleksii VIR po priznaku «massa 1000 zeren»* [Comparative evaluation of plasticity, stability and homeostaticity of winter rye varieties of VIR selection for 1000 grain weight trait]. *Tруды по прикладной ботанике, генетике и селекции* [Proceedings on applied botany, Genetics, and breeding], no. 181(3), pp. 56-63.
14. *GlavAgronom. Soya SK ARTIKA*. URL: <http://clck.ru/38ZFaV>

Информация об авторах:

Муралев Сергей Григорьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведение и природообустройство, Нижегородский государственный агротехнологический университет, руководитель направления исследований и разработок ООО «Волски Биохим», ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-4291-1362>, muraljov@yandex.ru;

Володина Евгения Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведение и природообустройство, Нижегородский государственный агротехнологический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9957-5896>, volod-evgenia@yandex.ru

Белкин Ярослав Григорьевич, специалист по агрономическому сопровождению, ООО «Волски Биохим», магистрант, Нижегородский государственный агротехнологический университет, ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-5993-6972>, y.g.belkin@mail.ru

Information about the authors:

Sergey G. Muralev, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of soil science and environmental management, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, head of research and development at Volsky Biochem LLC, ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-4291-1362>, muraljov@yandex.ru

Evgenia N. Volodina, candidate of biological sciences, associate professor of the department of soil science and environmental management, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9957-5896>, volod-evgenia@yandex.ru

Yaroslav G. Belkin, agronomic support specialist at Volsky Biochem LLC, undergraduate student, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-5993-6972>, y.g.belkin@mail.ru