

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ

В.А. РАСУЛОВА, научный сотрудник

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Соя как высокобелковая и масличная культура является важным источником продовольственных и кормовых ресурсов, а ее производство отрасль с высоким конкурентоспособным и рентабельным эффектом. Поэтому разработка сортовой технологии возделывания сои, направленной на получение высоких показателей урожайности и повышения качества зерна путем оптимизации питания растений, является актуальной задачей. В статье представлены результаты трехлетних исследований (2020-2022 гг.) по изучению влияния комплексного минерального удобрения NPK в нормах 30, 60 и 90 кг/га, а так же foliarной подкормки комплексным микроудобрением «Sunny Mix бобовые вегетация» на урожайность и качество семян сои различных сортов и линий. В результате исследований установлена различная сортовая отзывчивость на применяемые элементы технологии возделывания. Так, у сорта Осмонь максимальную продуктивность обеспечил фон минерального питания $N_{90}P_{90}K_{90}$ в сочетании с листовой подкормкой – урожайность составила 31,8 ц/га, содержание белка – 40,7%. Применение нормы минеральных удобрений 60 кг д.в. на гектар в сочетании с листовой подкормкой на сортах Ланцетная и Зуша обеспечивает рост урожайности до 27,8 и 30,0 ц/га в сравнении с наименьшей нормой (30 кг. д.в. на гектар) и одновременно повышает содержание белка в семенах до 41,9% и 42,6%, соответственно. В то же время наибольшая семенная и белковая продуктивность линии Л-85 получена на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ без применения foliarной обработки. Урожайность составила - 29,4 ц/га, содержание белка – 42,3%.

Ключевые слова: соя, сорта, агротехнология, минеральные удобрения, листовая подкормка, урожайность, белок, масличность.

Для цитирования: Расулова В.А. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность сои. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 1(53):32-39. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-1-32-39

INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNOLOGY ELEMENTS ON SOYBEAN PRODUCTIVITY

V.A. Rasulova

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: Soybean as a high-protein and oilseed crop is an important source of food and feed resources, and its production is a highly competitive and profitable industry. Therefore, the development of varietal technology of soybean cultivation, aimed at obtaining high yields and improving grain quality by optimizing plant nutrition, is an urgent task. The article presents the results of three-year research (2020-2022) to study the effect of complex mineral fertilizer NPK in rates of 30, 60 and 90 kg/ha, as well as foliar feeding with complex microfertilizer “Sunny Mix legume vegetation” on yield and quality of soybean seeds of different varieties and lines. As a result of the research, different varietal responsiveness to the applied elements of cultivation technology was established. Thus, in the variety Osmon maximum productivity provided background mineral nutrition $N_{90}P_{90}K_{90}$ in combination with foliar feeding - yield was 31.8 kg/ha, protein content -

40.7%. Application of mineral fertilizer rate of 60 kg. of active substance per hectare in combination with leaf fertilization on varieties Lancetnaya and Zusha provides an increase in yield up to 27.8 and 30.0 kg/ha compared to the lowest rate (30 kg. of active ingredient per hectare), and simultaneously increases the protein content of seeds up to 41.9% and 42.6%, respectively. At the same time, the highest seed and protein productivity of line L-85 was obtained on the background of $N_{90}P_{90}K_{90}$ without foliar treatment. Yield was - 29.4 c/ha, protein content - 42.3%.

Keywords: soybean, varieties, agrotechnology, mineral fertilizers, foliar feeding, yield, protein, oil content.

Введение

На сегодняшний день в России и мире в целом, в связи со сложившейся экономической ситуацией, остро стал вопрос о возделывании более доходных культур [1]. Соя как высокобелковая и масличная культура является важным источником продовольственных и кормовых ресурсов, а ее производство стало отраслью с высоким конкурентоспособным и рентабельным эффектом [2].

Увеличение производства продукции зернобобовых культур и в частности сои, для получения пищевого, кормового и технического сырья с высокими качественными показателями – одна из важных задач интенсивных технологий растениеводства [3]. Современные сорта сои северного экотипа, выведенные отечественными селекционерами для условий не специфичных для соеосеяния, способны обеспечить урожай более 3 т/га [4]. Однако следует учитывать отрицательную корреляцию между урожайностью и белком, чтобы при увеличении урожайности не потерять его качество. Решение данной проблемы ведется в двух основных направлениях селекционно-генетическом и технологическом. При этом считают, что климатические условия и технологии выращивания оказывают более существенное влияние на варьирование содержания протеина в семенах, чем генетические особенности сорта [5]. В связи с этим разработка элементов технологии возделывания различных сортов сои нового поколения, направленных на получение высоких показателей урожайности и качества зерна путем оптимизации питания растений, является актуальной задачей. Эффективность комплексных минеральных удобрений на сое доказана российскими и зарубежными учеными, а норма внесения зависит от обеспеченности данными элементами питания почвы, их доступности, а так же сортовой отзывчивостью конкретного изучаемого сорта [6, 7, 8].

Листовые подкормки на сегодняшний день являются актуальным и эффективным способом удовлетворения потребности растения в микро- и макроэлементах, таких как бор, цинк, молибден, сера и др., а так же экстренной и незаменимой помощью агрономам в летние засухи, когда процесс корневого питания резко снижается и усвоение необходимых элементов затрудняется [2, 9, 10]. С актуализацией данного способа внесения удобрения, на рынке появилось большое разнообразие препаратов для листовых подкормок, которые кроме питательных веществ в своем составе имеют органические кислоты, аминокислоты и стимуляторы роста, что делает их применение более эффективным и многозадачным [11].

Цель исследований – изучение влияния совместного применения различных доз удобрений и фолиарных подкормок на урожайность и качество семян сои отечественных сортов северного экотипа.

Методика исследования

Опыты были заложены в 2020-2022 гг. на опытном поле ФНЦ ЗБК в Орловской области. Почва опытного участка тёмно-серая лесная, среднесуглинистая, микрорельеф выровненный. Содержание гумуса – 4,62-4,92%, обеспеченность легкогидролизуемым азотом низкая – 4,49 мг на 100 гр почвы, подвижного фосфора – 12,4-22,6 мг, обменного калия – 10,4-11,6 мг. рН солевой вытяжки – 4,1-5,0. Агротехнические мероприятия включали в себя зяблевую вспашку на глубину 23-25 см. Весной было проведено боронование средними боронами в два следа, культивация почвы на глубину 6-8 см с последующим прикатыванием кольчато-шпоровыми катками. Минеральные удобрения (Азофоска 16:16:16) вносили в два этапа: 1. перед первой культивацией в дозировке 1,5 ц/га общим фоном; 2. в предпосевную культивацию на опытных участках внесена оставшаяся часть удобрений до

исследуемых норм: 30 кг/га д.в. (контроль); 60 кг/га д.в.; 90 кг/га д.в, с целью минимизации ошибки в опыте, участки были разделены защитными посевами. Посев осуществлялся сеялкой СКС-6-10 с междурядьем 45 см. Размещение делянок рендомизированное, учетная площадь делянок 10 м². Перед посевом семена заблаговременно обрабатывали фунгицидным протравителем на основе флудиоксонила, имазалола и металаксина (40 г/л; 40 г/л; 30 г/л) в дозировке 1,1 л/т, в день посева была осуществлена инокуляция семян препаратом на основе гамма-стерилизованного торфа, содержащего бактерии *Bradyrhizobium japonicum* и *Bradyrhizobium elkanii* (контроль). Листовая обработка посевов проводилась в фазу 4-5 листьев (начало бутонизации) комплексным микроудобрением «SunnyMix бобовые вегетация», в состав препарата входит комплекс макро- и микро- элементов в хелатной форме (г/л): N(55,1), P₂O₅(20,2), K₂O(13,7), B(3,4), Zn(1,7), Mo(0,2), Co(0,02), MgO(2,5), Mn(5,8), Fe(2,0), Cu(3,8), а так же органические кислоты – 25 г/л, аминокислоты – 25 г/л, стимуляторы роста растений – 10 г/л, прилипатель, сурфактанты, гумектанты. Уборка осуществлялась поделаячно, прямым комбайнированием, комбайном Сампо-130, при влажности семян 12-14%. Объекты исследований - сорта селекции ФНЦ ЗБК: Ланцетная (контроль), Зуша, Осмонь и селекционная линия Л-85. Схема опыта включает в себя:

Фактор А — сорта Ланцетная, Зуша, Осмонь, Л-85;

Фактор В — фон минерального питания

В1 – N₃₀P₃₀K₃₀

В2 – N₆₀P₆₀K₆₀

В3 – N₉₀P₉₀K₉₀

Фактор С — обработки

С1 – фунгицид + инокуляция

С2 – фунгицид + инокуляция + внекорневая подкормка

Закладка полевых опытов, статистическая обработка экспериментальных данных проводились по методике Б. А. Доспехова (1985). Фенологические наблюдения, отбор снопов для определения структуры урожая, учет урожая – согласно методике проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами [12]. Определение содержания белка и жира в семенах сои проводилось на приборе Infratec 1241 (Foss, Denmark).

Погодные условия 2021 года сложились наиболее благоприятно для роста и развития культуры, чем в 2020 и 2022 гг. Период вегетации 2021 г. характеризовался оптимальным сочетанием метеорологических условий (сумма активных температур 2799,1°С; сумма осадков – 588,3 мм) для формирования более высокого урожая культуры. Избыточное увлажнение в первой половине вегетационного периода 2020 года (среднемесячная сумма осадков в мае и июне составила 74,6 и 74,2 мм соответственно; июль – 120,9 мм), сменившиеся сильной засушливостью во второй его половине (август – 16,9 мм; сентябрь–36,0) отрицательно сказалось на урожайности сои. Пониженная температура воздуха относительно средней многолетней (9,9°С) в сочетании с избыточным количеством осадков (111,0 мм) в сентябре 2022 года способствовали распространению болезней на растениях, что так же оказало негативное влияние на урожай (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические условия вегетационных периодов 2020-2022 гг.

Месяц	Среднемесячная температура воздуха, °С			Среднемесячно-голетняя t воздуха, °С	Среднемесячная сумма осадков, мм		
	2020	2021	2022		2020	2021	2022
Май	11,2	13,9	11,5	14,2	74,6	72,1	51,1
Июнь	20,0	19,8	19,1	17,9	74,2	40,7	52,5
Июль	19,2	22,3	19,1	19,8	120,9	51,1	63,5
Август	17,7	20,5	21,8	18,5	16,9	49,8	32,2
Сентябрь	15,3	12,7	9,9	12,7	36,0	129,5	111,0
Сумма активных температур воздуха >10°С					Сумма осадков, мм		
За вегетацию	2463,8	2799,1	2381,3	2336	533,2	588,3	515,1

Результаты исследований

В опытах установлено, что урожайность сои при применении различных доз удобрений и листовой подкормки, варьирует по годам исследований. Наибольшая продуктивность всех изучаемых сортов и селекционной линии за годы исследований была получена в 2021 году, урожайность превышала 3 т/га. Тогда как в 2020 г и 2022 г. была ниже на 10-30% в зависимости от сорта.

В среднем же за три года исследований наибольшая продуктивность сортов Ланцетная и Зуша получена при применении минеральных удобрений вносимых в норме 60 кг/га в сочетании с листовой подкормкой растений сои комплексным микроудобрением, и составила 27,3 и 30,0 ц/га соответственно. Прибавка в сравнении с минимальной нормой вносимых удобрений (N₃₀P₃₀K₃₀) - 0,9 и 1,6 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность сои в зависимости от изучаемого элемента технологии возделывания, ц/га

Сорт/линия (А) /линия(А)	Вариант (С)	Фон минерального питания (В)												
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (В1)				Средне е	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (В2)			Средне е	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (В3)			Средне е
		2020	2021	2022	Средне е		2020	2021	2022		Средне е	2020	2021	
Ланцетная	С ₁	23,9	31,8	25,7	26,9	23,9	31,8	26,0	27,2	23,7	31,7	27,0	27,4	
	С ₂	23,5	32,5	25,8	27,4	23,1	33,4	27,0	27,8	22,5	32,9	26,5	27,3	
Зуша	С ₁	26,9	31,5	26,8	28,4	27,8	33,9	26,6	29,4	25,9	32,4	26,0	28,1	
	С ₂	27,6	31,7	27,3	28,8	28,7	33,9	27,5	30,0	26,5	32,4	27,4	28,7	
Осмось	С ₁	28,3	35,0	26,0	29,8	29,7	35,1	26,0	30,3	29,5	36,1	28,0	31,2	
	С ₂	31,1	34,7	27,6	31,1	31,9	34,5	28,0	31,5	32,5	34,8	28,0	31,8	
Л-85	С ₁	24,8	33,6	25,3	27,9	24,0	38,7	24,0	28,9	24,1	38,1	26,0	29,4	
	С ₂	23,0	34,6	24,0	27,2	24,0	39,0	23,0	28,7	23,6	39,1	25,0	29,2	
НСР _{0,5} 2020		А - 0,77; В - 0,68; С - 0,54; ABC - 1,88												
НСР _{0,5} 2021		А - 0,12; В - 0,11; С - 0,09; ABC - 0,29												
НСР _{0,5} 2022		А - 0,11; В - 0,09; С - 0,08; ABC - 0,27												

Максимальная урожайность – 31,8 ц/га у сорта Осмось получена на фоне азотно-фосфорно-калийных удобрений в дозе 90 кг/га в сочетании с фолиарной подкормкой микроудобрением, прибавка к контролю составила 2 ц/га. Селекционная линия Л-85 большую продуктивность в среднем за три года исследований сформировала на фоне N₉₀P₉₀K₉₀ без применения микроудобрения по вегетации, урожайность составила – 29,4 ц/га, а прибавка в сравнении с фоном питания N₃₀P₃₀K₃₀ составила 1,3 ц/га.

Увеличение нормы минеральных удобрений, вносимых под посев сои в сочетании с инокуляцией, оказывало различное влияние на содержание белка и масла в семенах в зависимости от конкретного сорта. Так, в сортах Ланцетная и Осмось наибольшее содержание белка в семенах установлено на фоне N₃₀P₃₀K₃₀ – 41,8% и 41,4%, соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Влияние элементов технологии возделывания на содержание белка и жира в семенах сои различных сортов (%), среднее за 2020-2022 гг.

Сорт (А)	Качественный показатель	Вариант (С)	Фон минерального питания (В)		
			N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (B1)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (B2)	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (B3)
Ланцетная	Белок, %	C1	41,8	41,7	41,7
		C2	41,8	41,9	41,7
	Жир, %	C1	20,7	20,8	20,7
		C2	20,7	20,6	20,6
Зуша	Белок, %	C1	42,3	42,3	42,5
		C2	42,4	42,6	42,6
	Жир, %	C1	20,4	20,3	20,3
		C2	20,4	20,3	20,4
Осмось	Белок, %	C1	41,4	40,9	40,7
		C2	41,4	41,1	40,7
	Жир, %	C1	20,4	20,7	20,6
		C2	20,4	20,5	20,9
Л-85	Белок, %	C1	42,0	42,2	42,3
		C2	41,9	41,7	41,6
	Жир, %	C1	18,5	18,8	18,3
		C2	18,6	18,5	18,8

Для сорта Зуша и сортообразца Л-85 увеличение минерального питания привело к увеличению содержания белка в семенах и достигает наибольшего показателя на фоне N₉₀ P₉₀ K₉₀ – 42,5% (+0,2% к контролю) и 42,3% (+0,3% к контролю) соответственно. Содержание жира при этом снизилось на 0,1% (Зуша) и 0,2% (линия Л-85). Обработка посевов сои всех сортов и линии комплексным микроудобрением привело к увеличению содержания белка в семенах в среднем на 0,3%, при этом содержание жира не снизилось.

Анализ корреляционной зависимости между урожайностью и белком показал, что применение листовой подкормки на сортах Ланцетная и Зуша ведет не только к росту урожайности, но и к повышению содержания белка в семенах, уровень корреляции данных показателей у сорта Ланцетная – 0,94 (сильная положительная связь), Зуша – 0,44 (умеренная положительная связь). Тогда как рост урожайности за счет внесения минеральных удобрений сопровождается снижением доли белка в семенах (Ланцетная: – 0,92 (сильная отрицательная связь); Зуша – 0,68 (умеренно отрицательная связь) (табл. 4).

Таблица 4

Корреляция между урожайностью и белком в зависимости от изучаемых элементов технологии возделывания

Сорт/линия (А)	Корреляция урожайность*белок в зависимости от фона минерального питания (В)	Корреляция урожайность*белок в зависимости от листовой подкормки (С)
Ланцетная	-0,92	0,94
Зуша	-0,68	0,44
Осмось	-0,92	-0,99
Л-85	1,00	-0,99

Рост урожайности сорта Осмось сопровождается снижением содержания белка как при внесении минеральных удобрений, так и при листовой подкормке, установлена сильная отрицательная взаимосвязь. Повышение дозы минерального удобрения для сортообразца Л-85 ведет к росту урожайности и белка, коэффициент корреляции составил 1,00 (сильная

положительная связь), тогда как на варианте с применением листовой подкормки установлена отрицательная взаимосвязь данных показателей. Можно сделать вывод, что при соблюдении определенных норм внесения минерального питания и сочетания их с листовой обработкой, учитывая отзывчивость сорта, возможно преодолеть отрицательную корреляцию между ростом урожайности и содержанием белка в семенах.

Показатель валового сбора белка с одного гектара площади позволяет в полной мере оценить влияние применяемых элементов технологии возделывания на качественную продуктивность сортов. Наибольший сбор белка получен на варианте с внесением минерального удобрения в норме 60 кг/га в сочетании с фолиарной подкормкой микроудобрением и составил у сортов: Ланцетная – 11,6 ц/га, прибавка к контролю составила 40 кг/га; Зуша – 12,8 ц/га, прибавка 6,7% (80 кг/га); Осмонь – 12,9 ц/га, на 60 кг/га больше в сравнении и с контролем (N₃₀P₃₀K₃₀), а так же у данного сорта аналогичный показатель установлен на фоне минерального питания N₉₀P₉₀K₉₀ в сочетании с листовой обработкой (рисунок).



Рис. 1. Сбор белка с гектара в зависимости от элемента технологии возделывания (ц/га), среднее за 2020-2022 гг.

У селекционной линии Л-85 при внесении азотно-фосфорно-калийных удобрений в норме 90 кг/га д.в. на га без применения внекорневой подкормки сбор белка составил 12,4 ц/га, прибавка к контролю составила 70 кг/га или 5,6%.

Заключение

Исследуемые сортообразцы сои проявили различную отзывчивость на применяемые элементы технологии возделывания. При соблюдении определенных норм внесения минерального питания и сочетания их с листовой обработкой, учитывая отзывчивость сорта, возможно преодолеть отрицательную корреляцию между ростом урожайности и содержанием белка в семенах.

Применение удобрения Азофоска (16:16:16) в дозе 60 кг. д.в. на га в сочетании с листовой подкормкой комплексным микроудобрением позволяет повысить продуктивность сортов сои Ланцетная и Зуша, а так же увеличить процентное содержание белка в семенах.

В целях повышения урожайности сои сорта Осмонь следует вносить комплексное минеральное удобрение 90 кг д.в. на га совместно с листовой обработкой, а для получения семян с высоким содержанием белка целесообразно использовать NPK в нормах 30 и 60 кг д.в. на га в комплексе с внекорневой подкормкой.

Для получения наибольшего урожая с высоким содержанием белка в семенах сои сортообразца Л-85 следует вносить минеральное питание в норме 90 кг. д.в. на га.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ по Гранту 075-15-2021-546.

Литература

1. Ибрагимова В.И. Экономическая эффективность выращивания сои в современных условиях. // Молодой ученый. – 2017. – № 1 (135). – С. 176-178.
2. 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
3. Новиков В.М. Продуктивность гороха и сои в зависимости от основной обработки и минеральных удобрений. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. – № 2 (6). – С. 106-112.
4. Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Панарина В.И., Бобков С. В., Бударина Г.А., Грядунова Н.В., Задорин А.М., Зайцева А.И., Мирошникова М.П., Суворова Г.Н., Фесенко А.Н., Хмызова Н.Г., Цуканова З.Р. // Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог сортов. – Орел: ООО ПФ «Картуш», – 2022. – 204 с.
5. 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. – EDN YUVVAM.
6. Ширяева Н.А., Береговая Ю.В., Петрова С. Н. Эффективность применения комплексных минеральных удобрений в агроценозе сои. // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 5(86). – С. 66-72. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.5.66. – EDN NBCXSK.
7. Расулова В. А., Мельник А. Ф. Оценка эффективности совместного применения листовой подкормки и различных доз минерального питания на сое в условиях ЦЧР. // Экоурбанистика: умные и зеленые города: Сборник научных статей и экокейсов по материалам Международного конкурса экопроектов. Орёл, 20-21 декабря 2022 года. – Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина. –2023. – С. 357-364. – EDN LEZMRE.
8. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Адаптивная технология возделывания сои. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 4 (12). – С. 108-113. – EDN TCEFRH.
9. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Разработка элементов технологии возделывания новых сортов сои на основе использования внекорневых подкормок органоминеральными микроудобрениями и ЖКУ. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 4(44). – С. 58-63. – DOI 10.24412/2309-348X-2022-4-58-63. – EDN VJWCVC.
10. Бельшикина М.Е., Шевченко В.А. Влияние применения некорневых подкормок на симбиотическую деятельность и продуктивность сои северного экотипа. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13. - № 4(67). – С. 206-211. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2020.4.206. – EDN EIWCAA.
11. Расулова В.А., Мельник А.Ф. Влияние комплексного микроудобрения на урожайность разных сортов сои. // Роль молодых учёных в решении актуальных проблем сельского хозяйства: тенденции, инновации и перспективы: международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов, Орёл, 26 ноября 2020 года. – Орел: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур Российской академии сельскохозяйственных наук, – 2020. – С. 137-139. – EDN JDWBAI.
12. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами - Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта (Краснодар), 2010- 2-е издание. – 327 с.

References

1. Ibragimova V.I. Economic efficiency of soybean cultivation in modern conditions. *Molodoi uchenyi*, 2017, no. 1 (135), pp. 176-178. (In Russian)
2. Zubareva K.Yu., Bobkov S.V., Khrykina T.A. Effect of organomineral microfertilizers on protein accumulation in plant organs and soybean grain quality. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no.1(41), pp.13-20. DOI: 10.24412/2309-348X- 2022-1-13-20 (In Russian)
3. Novikov V.M. Productivity of pea and soybean depending on main tillage and mineral fertilizers. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, - 2013, no. 2 (6), pp. 106-112. (In Russian)
4. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Panarina V.I., Bobkov S.V., Budarina G.A., Gryadunova N.V. et al. Breeding achievements of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops. Variety catalog. Orel, OOO PF «Kartush» Publ., 2022, 204 p. (In Russian)
5. Novikova N. E. Physiological rationale for foliar feeding to optimize grain legume nutrition during plant ontogeny (review). *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 1(25), pp. 60-67, EDN YUVVAM. (In Russian)
6. Shiryayeva N.A., Beregovaya Yu.V., Petrova S.N. Efficiency of application of complex mineral fertilizers in soybean agroecosystem. *Vestnik agrarnoi nauki*, 2020, no. 5(86), pp. 66-72, DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.5.66, EDN NBCXSK. (In Russian)
7. Rasulova V.A., Mel'nik A.F. Evaluation of the effectiveness of joint application of leaf fertilization and different doses of mineral nutrition on soybean under the conditions of the Central Black Earth Region. *Ecourbanistics: smart and green cities : Collection of sci. articles and eco-cases based on the materials of the Intern. competition of eco-projects*. Orel, 20-21 Dec. 2022, N.V. Parakhin OGAU.2023, pp. 357-364, EDN LEZMRE.
8. Akulov A.S., Vasil'chikov A.G. Adaptive technology of soybean cultivation. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no. 4(12), pp. 108-113, EDN TCEFRH.
9. Akulov A. S., Vasil'chikov A. G. Development of elements of the technology of cultivation of new soybean varieties based on the use of foliar top dressing with organomineral microfertilizers and liquid complex fertilizers (LCF). *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no. 4(44), pp. 58-63, DOI 10.24412/2309-348X-2022-4-58-63, EDN VJWCVC.
10. Belyshkina, M.E., Shevchenko V.A. Effect of foliar fertilizer feeding on symbiotic activity and productivity of soybean of northern ecotype. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020, vol. 13, no. 4(67), pp. 206-211, DOI 10.17238/issn2071-2243.2020.4.206. EDN EIWCAA.
11. Rasulova V. A., Mel'nik A. F. Influence of complex microfertilizer on the yield of different soybean varieties. Role of young scientists in solving urgent problems of agriculture: trends, innovations and prospects : Intern. scientific-practical conf. of young scientists and specialists, Orel, November 26, 2020, Orel: GNU VNII of legumes and groat crops of Russian Academy of Agricultural Sciences, 2020, pp. 137-139, EDN JDWBAI.
12. Lukomets V.M. Methods of conducting field agronomic experiments with oilseed crops. V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oilseeds (Krasnodar), 2010, 2nd edition, 327 p.