

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ СОИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ПОДКОРМОК

Васильчиков А.Г., Семенов А.С., Зотиков В.И.

Реферат. Цель работы – изучение влияния высокоэффективного инокулянта Ризоформ в сочетании с листовой подкормкой микроудобрением Ультрамаг комби и аминокислотным биостимулятором Биостим масличный на урожайность семян сортов сои Лидер 1 и Мезенка. Исследования проводили в 2018–2020 гг. в условиях полевого опыта на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве в Орловской области. Схема опыта включала следующие варианты: без инокуляции семян и обработок по вегетации (контроль); протравливание семян фунгицидом Скарлет; протравливание семян фунгицидом Скарлет + инокуляция Ризоформом; протравливание семян фунгицидом Скарлет + инокуляция Ризоформом + одна листовая подкормка микроудобрением Ультрамаг комби и аминокислотным биостимулятором Биостим масличный; протравливание семян фунгицидом Скарлет + инокуляция Ризоформом + две листовые подкормки микроудобрением и аминокислотным биостимулятором. Посев проводили широкорядным (междурядья – 45 см) способом сеялкой СКС-6-10 во второй декаде мая. Норма высева – 600 тыс. всхожих семян/га. Наиболее эффективным по фактору обработок был вариант с применением двух листовых подкормок. Прибавка урожая к контролю в среднем по опыту составила 9,4 %. По фактору сорт более высокую урожайность показал сорт Лидер 1 – 2,87 т/га против 2,67 т/га у сорта Мезенка. Отзывчивость на корректирующие подкормки у сорта Мезенка была выше, чем у сорта Лидер 1 (11,5 и 6,4 % соответственно). Экономический эффект при проведении двух листовых обработок сорта Лидер составил 2490 руб./га, сорта Мезенка – 4900 руб./га, при уровне рентабельности возделывания 83...106 %.

Ключевые слова: соя (*Glycine max* (L) Meeril), повышение урожайности, протравливание семян, сорт сои Мезенка, сорт сои Лидер 1, биологическая азотфиксация, микроудобрения.

Введение. Соя – одна из наиболее ценных культур мирового земледелия [1]. Мировое производство сои в последние годы составляет 340...350 млн т [2]. При этом основные площади посевов (более 80 % мирового производства) сосредоточены в Бразилии, США и Аргентине, при урожайности 3,3, 3,2 и 3,0 т/га соответственно [3]. Посевная площадь сои в России имеет устойчивую положительную динамику, в среднем 13,4 % ежегодного прироста за последние 10 лет [4], что обусловлено в первую очередь высокой маржинальностью возделывания данной культуры. В Орловской области в 2019 г. соя занимала 120 тыс. га при средней урожайности 1,67 т/га. В отличие от вышеперечисленных стран, в климатических условиях нашего региона возможно возделывание только скороспелых сортов, характеризующихся меньшей продуктивностью, в сравнении со средне- и позднеспелыми сортами. Поэтому важной задачей при возделывании сои выступает повышение её урожайности путем совершенствования технологий возделывания, в частности, применения передовых технологических приемов [5, 6, 7]. К числу таких приемов относится использование высокоэффективных инокулянтов на основе активных штаммов ризобий, повышающих уровень симбиотической азотфиксации [8, 9], а также проведение листовых подкормок специальными микроудобрениями [10, 11] в критические периоды развития растений [12 13 14].

Цель работы – изучение влияния применения высокоэффективного инокулянта Ризоформ и микроудобрений Ультрамаг комби и Биостим масличный на продуктивность сои в условиях Орловского региона.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2018–2020 гг. в полевых условиях на опытном поле ФНЦЗБК в Орловской области на двух сортах сои: Лидер 1 и Мезенка. На каждом сорте изучали следующие варианты:

- без инокуляции и обработки (контроль);
- протравливание семян фунгицидом Скарлет, МЭ (0,4 л/т);
- протравливание семян фунгицидом Скарлет, МЭ (0,4 л/т) + инокуляция Ризоформом (2...3 л/т);
- протравливание семян фунгицидом Скарлет, МЭ (0,4 л/т) + инокуляция Ризоформом (2...3 л/т) + листовая подкормка микроудобрением Ультрамаг комби (0,5 л/га) в фазе 1...3 настоящих листа;
- протравливание семян фунгицидом Скарлет, МЭ (0,4 л/т) + инокуляция Ризоформом (2...3 л/т) + листовая подкормка микроудобрением Ультрамаг комби (0,5 л/га) в фазе 1...3 настоящих листа + листовая подкормка микроудобрением Ультрамаг комби (0,5 л/га) и аминокислотным биостимулятором Биостим масличный (0,5 л/га) в фазе бутонизации.

Микроудобрение Ультрамаг комби характеризовалось следующим содержанием элементов (%): N – 15; MgO – 2,0; SO₃ – 1,0; B – 0,5; Cu – 0,2; Fe – 0,3; Mn – 0,4; Mo – 0,036; Zn – 0,3; Ti – 0,02; Co – 0,002 [10].

Биостим масличный – органо-минеральное удобрение, или аминокислотный биостимулятор, характеризовался следующим содержанием биологически активных органических соединений, а также макро- и микроэлементов (%): N – 1,2; MgO – 3,0; SO₃ – 8,0; B – 0,7; Cu – 0,1; Fe – 0,2; Mn – 1,0; Mo – 0,02; Zn – 0,2; Ti

Таблица 1 – Метеорологические условия в период вегетации сои

Год	Месяц				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Сумма осадков, мм					
2018	31,9	16,1	109,0	16,5	41,5
2019	105,9	37,6	85,9	37,8	43,9
2020	74,6	74,2	120,9	16,9	36,0
Средняя многолетняя	53	61	80	67	57
Температура воздуха, °С					
2018	17,0	18,0	20,5	19,7	16,0
2019	16,2	20,7	17,3	17,2	12,8
2020	11,2	20,0	19,2	17,7	15,3
Средняя многолетняя	13,0	16,9	18,5	17,1	11,7

– 0,02; Со – 0,02, свободные аминокислоты растительного происхождения – 6,0 %. [10].

Ризоформ – жидкий инокулянт для обработки семян сои на основе эффективного штамма аотфиксирующих бактерий *Bradyrhizobium japonicum* [10].

Почва опытного участка, темно-серая лесная тяжелосуглинистая с пахотным слоем 28...30 см. Уровень плодородия характеризовался следующими показателями: рН солевой вытяжки – 4,9...5,0, содержание гумуса – 5,0...5,4 %, содержание подвижных форм P₂O₅ (по Кирсанову) – 114...145 мг/кг, K₂O (по Кирсанову) – 57...123 мг/кг. Перед первой культивацией на опытном участке общим фоном вносили сложные минеральные удобрения (нитрофоску) из расчета 1,5 ц/га по физической массе (N₂₄P₂₄K₂₄). Предшественник – озимая пшеница. Зяблевую вспашку проводили в сентябре на глубину 23...25 см. Предпосевная подготовка почвы включала в себя ранневесеннее боронование и две культивации – первую на 10...12 см, вторую непосредственно перед посевом на глубину заделки семян. Повторность опытов четырехкратная. Площадь опытных делянок – 10 м². Посев проводили сеялкой СКС-6-10 в середине второй

декады мая широкорядным способом с шириной междурядий 45 см. Норма высева – 600 тыс. всхожих семян на 1 га. Учет урожая семян – поделяночный путем сплошного обмолота при наступлении полной спелости комбайном «Сампо-130» (в 2018 г. – 7, в 2019 – 9, в 2020 – 24 сентября).

Погодные условия вегетационных периодов 2018–2020 гг. (табл. 1) отличались высокой контрастностью.

В 2018 г. средняя температура воздуха на протяжении всего периода вегетации была выше среднемноголетней на 1,1...4,0 °С. Количество осадков за вегетационный период сои составило 201,6 мм, или 70 % от среднемноголетнего уровня, что недостаточно для оптимального развития сои, однако характер их выпадения был достаточно благоприятным. Обильные осадки июля (109 мм или 136% от нормы) в период формирования репродуктивных органов обеспечили закладку достаточно высокого урожая.

В 2019 г. средняя температура воздуха в первой половине вегетации по месяцам была выше среднемноголетней на 2,4...3,9 °С, однако понижение температуры в первые две декады июля до 16,3 °С, а в первую декаду августа

Таблица 2 – Влияние инокуляции семян препаратом Ризоформ на показатели симбиотической активности сортов сои*

Вариант	Лидер 1				Мезенка			
	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее
Контроль	59/708	13/550	58/438	43/563	33/421	18/650	43/200	31/424
Скарлет	50/570	26/920	35/324	37/605	28/312	17/490	61/422	35/408
Скарлет+ Ризоформ	67/889	20/760	63/510	50/720	39/481	23/850	91/636	51/656
Скарлет+ Ризоформ+1 листовая подкормка	73/960	24/1070	94/894	64/975	45/561	30/860	66/348	47/590
Скарлет+ Ризоформ+2 листовые подкормки	68/780	26/1220	82/766	59/922	38/466	19/680	61/282	39/476
Среднее	63/781	22/904	66/586	51/757	37/448	21/706	64/378	41/511
НСР ₀₅ для сорта препаратов	2018 г.		2019 г.		2020 г.			
	22/156		Fφ<F ₀₅ /210		15/180			
	Fφ<F ₀₅							

*в числителе количество (шт.), в знаменателе масса (г) клубеньков на растении

Таблица 3 – Урожайность сортов сои, т/га

Вариант	Лидер 1				Мезенка			
	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее
Контроль	2,90	2,41	3,08	2,80	2,47	2,46	2,65	2,53
Скарлет	2,97	2,45	3,04	2,81	2,53	2,60	2,69	2,61
Скарлет+ Ризоформ	2,97	2,48	3,14	2,86	2,60	2,55	2,74	2,63
Скарлет+ Ризоформ+1 ли- стовая подкормка	3,04	2,50	3,14	2,89	2,75	2,66	2,86	2,76
Скарлет+ Ризоформ+2 ли- стовые подкорм- ки	3,08	2,54	3,33	2,98	2,79	2,77	2,91	2,82
Среднее	2,99	2,47	3,15	2,87	2,63	2,61	2,77	2,67
НСР ₀₅ для сорта препаратов	1,3 1,5	0,52 0,82	1,7 1,9	–	–	–	–	–

– до 14,9°C оказало явно негативное воздействие и привело к снижению продуктивности обоих сортов. Количество и характер распределения осадков было скорее неудовлетворительным для формирования высокого урожая сои. Сумма осадков составила 218,5 мм, или 76 % от среднепогодного уровня. Обилие осадков в первой половине мая несколько затянуло сроки посева, однако пополнило запасы почвенной влаги. Условия июня по гидро-

термическому коэффициенту характеризовались как сильно засушливые, что препятствовало оптимальному формированию вегетативной массы. Обильные осадки июля (86 мм или 107 % от нормы) в условиях похолодания не обеспечили закладку достаточно высокого урожая.

Погодные условия 2020 г. можно охарактеризовать как благоприятные для развития сои. Главным негативным фактором была низкая

Таблица 4 – Результаты морфологического анализа растений сортов сои (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант	Масса, г/растение		Количество, шт./растение		Масса 1000 семян, г	К хоз.*
	биомасса	семена	бобы	семена		
Лидер 1						
Контроль	16,4	7,08	21,0	46,9	151	0,43
Скарлет	18,1	7,96	22,1	51,3	155	0,44
Скарлет+ Ризоформ	19,3	8,55	23,9	55,9	153	0,44
Скарлет+ Ризоформ+1 листо- вая подкормка	18,9	8,46	23,9	55,3	153	0,45
Скарлет+ Ризоформ+2 листо- вые подкормки	21,4	9,47	25,9	60,2	157	0,44
Среднее	18,8	8,3	23,4	53,9	154	0,44
Мезенка						
Контроль	16,1	7,01	22,9	54,2	129	0,44
Скарлет	17,6	7,75	25,0	60,2	129	0,44
Скарлет+ Ризоформ	16,5	7,2	23,4	55,9	129	0,44
Скарлет+ Ризоформ+1 листо- вая подкормка	18,5	7,92	26,6	62,5	127	0,43
Скарлет+ Ризоформ+2 листо- вые подкормки	20,4	8,77	29,9	70,1	125	0,43
Среднее	17,8	7,73	25,6	60,6	128	0,44
НСР ₀₅	1,5	0,65	2,1	6,2	–	–

*отношение массы семян к массе всего растения

Таблица 5 – Экономическая эффективность применения препаратов на сортах сои (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Затраты, руб./га	Себе-стоимость, руб./т	Прибыль, руб/га	Рентабельность, %	Фактический экономический эффект, руб./га
Сорт Лидер1							
Контроль	2,80	61600	30350	10939	31250	103	
Скарлет	2,81	61820	30430	10829	31390	103	140
Скарлет+ Ризоформ	2,86	62920	31130	10885	31790	102	540
Скарлет+ Ризоформ+1 листовая подкормка	2,89	63580	31480	10893	32100	102	850
Скарлет+ Ризоформ+2 листовые подкормки	2,98	65560	31830	10681	33730	106	2490
Сорт Мезенка							
Контроль	2,53	55660	30350	11996	25310	83	
Скарлет	2,61	57420	30430	11659	26990	89	1680
Скарлет+ Ризоформ	2,63	57860	31130	11836	26730	86	1420
Скарлет+ Ризоформ+1 листовая подкормка	2,76	60720	31480	11406	29240	93	3930
Скарлет+ Ризоформ+2 листовые подкормки	2,82	62040	31830	11287	30210	98	4900

температура в мае, которая значительно пролонгировала период всходов. При посеве 14 мая полные всходы были отмечены 6 июня. В дальнейший период вегетации среднемесячные значения температуры значительно превышали климатическую норму (на 0,6...3,6 °С), что положительно сказалось на развитии растений и формировании урожая. Сумма осадков за вегетационный период (290 мм, или 100 % от нормы) и характер их распределения были благоприятными для формирования высокого урожая. В мае–июне количество осадков превышало среднегодовалый уровень, что способствовало формированию большей вегетативной массы. В июле, в период формирования репродуктивных органов, который выступает критическим для сои по водопотреблению, выпало 120,9 мм осадков, что составило 151 % от среднегололетнего уровня. Совокупность перечисленных факторов благоприятно способствовала как развитию сои, так и формированию эффективного симбиотического аппарата.

Анализ и обсуждение результатов исследований. Препарат Ризоформ предназначен для формирования эффективного симбиотического

аппарата и повышения уровня биологической азотфиксации. В почве опытного участка в результате длительного возделывания сои сформировалась многочисленная местная популяция клубеньковых бактерий, что подтверждается формированием на корнях растений контрольного варианта большого количества клубеньков. Тем не менее, использование Ризоформа позволило повысить уровень образования клубеньков на 16...64 % (табл. 2).

Отзывчивость на применение некорневых подкормок по итогам трех лет у сорта Мезенка оказалась в 2 раза выше, чем у сорта Лидер 1. Прибавка урожая в варианте с двумя подкормками составила 11,5 и 6,4 % соответственно. В количественном выражении прибавка в варианте с двумя листовыми подкормками составила 0,18 т/га у сорта Лидер 1 и 0,29 т/га у сорта Мезенка (табл. 3).

Необходимо отметить, что продуктивность сорта Лидер 1 выше, чем сорта Мезенка в среднем по опыту на 0,20 т/га: 2,87 и 2,67 т/га соответственно.

Структурный анализ снопового материала (табл. 4) свидетельствует о том, что количе-

ственные признаки изменялись в зависимости от варианта обработки и подтверждают результаты, полученные при учете урожайности. Ее увеличение происходило вследствие формирования большего количества бобов и, соответственно, семян на одном растении.

Наибольший экономический эффект обеспечило проведение двух листовых подкормок: 2490 руб./га у сорта Лидер 1 и 4900 руб./га у сорта Мезенка (табл. 5). Уровень рентабельности их возделывания при этом достигал 83...106 %.

Выводы. Наиболее эффективным в опыте по фактору обработок был вариант с применением двух листовых подкормок препарата-

ми Ультрамаг комби и Биостим масличный в дозе 0,5 л/га. Прибавка урожая в среднем по опыту составила 9,4 %, по отношению к контролю. По фактору сорт более высокую урожайность показал Лидер 1 – 2,87 т/га против 2,67 т/га у сорта Мезенка. Отзывчивость на проведение корректирующих подкормок у сорта Мезенка была выше, чем у сорта Лидер 1 (11,5 и 6,4 % соответственно). Экономический эффект при проведении двух листовых обработок растений сорта Лидер составил 2490 руб./га, сорта Мезенка – 4900 руб./га, при уровне рентабельности их возделывания 83...106 %.

Литература

1. Баранов В. Ф., Кочегура А. В., Лукомец В. М. Соя на Кубани. Краснодар: ВНИИМК, 2009. 320 с.
2. Урожай сои в 2019-20МГ ожидается на прошлогоднем уровне [Электронный ресурс]. URL: newsland.com/user/3759557959/content/urozhai-soi-v-2019-20-mg-ozhidaetsia-na-proshlogodnem-urovne/6916326 (дата обращения 6.11.2019 г.).
3. Top 10 производителей сои в мире [Электронный ресурс] URL <https://www.latifundist.com/rating/top-10-proizvoditeley-soj-v-mire-v=2019-godu> (дата обращения 19.11.2020 г.).
4. Урожай сои в России в 2019 году [Электронный ресурс] URL <https://www.oilworld.ru/> (дата обращения 6.11.2019 г.).
5. Специфичность микробиологических препаратов для бобовых культур и особенности их производства / И. А. Тихонович, А. Ю. Борисов, А. Г. Васильчиков и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 3. С. 11–17.
6. Васильчиков А. Г., Акулов А. С. Управление вегетацией перспективных сортообразцов сои путем применения высокоэффективных инокулянтов // Земледелие. 2018. № 4. С. 19–21.
7. Якименко М. В., Бегун С. А., Сорокин А. И. Биологическая оценка ризобияльных препаратов, используемых при возделывании сои в Амурской области // Естественные и технические науки. 2019. № 10 (136). С. 45–51.
8. Шабалкин А. В., Дубинкина Е. А., Беляев Н. Н. Влияние обработки семян и вегетирующих растений сои микробиологическими удобрениями на урожайность и качество продукции в условиях Центрально-Черноземного региона // Аграрная Россия. 2020. № 9. С. 12–16.
9. Can Additional inoculations increase soybean nodulation and grain yield? / L. G. Moretti, E. Lazarini, J. W. Bossolani, et al. // Agronomy journal. 2018. Vol. 110. No. 2. P. 715–721.
10. Денисов А. Д., Петровский А. С. Специальные удобрения. Щелково: АО «Щелково Агрохим», 2018. 132 с.
11. Головина Е. В., Зотиков В. И. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ // Орел: Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, 2019. 320 с.
12. Влияние применения препаратов биостим масличный и ультрамаг комби на урожайность новых сортов зернобобовых культур / В. И. Зотиков, В. С. Сидоренко, Г. А. Бударина и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 4 (32). С. 4–12. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11124.
13. The influence of biostimulants and foliar fertilizers on the process of biological nitrogen fixation and the level of soil biochemical activity in soybean (*Glycine max* L.) cultivation / A. Niewiadomska, H. Sulewska, A. Wolna-Maruwka, et al. // Applied ecology and environmental research. 2019. 17 (5). P. 12649–12666.
14. Effect of foliar application of boron on growth, yields, chlorophyll, amilose and nitrate reductase activity in rice / N. Kumar, R. Misra, S. Shankdhar, et al. // An International Journal on rice. 2015. 52 (2.) P.123–130.

Сведения об авторах:

Васильчиков Андрей Геннадьевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории генетики и биотехнологии, e-mail: office@vniizbk.orel.ru

Семенов Алексей Сергеевич – аспирант

Зотиков Владимир Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, член-корр. РАН, научный руководитель центра

Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, Орел, Россия

INCREASING YIELD OF NEW VARIETIES OF SOYBEAN BY APPLYING CORRECTIVE DRESSINGS Vasilchikov A.G., Semenov A. S., Zotikov V.I.

Abstract. The article presents the results of field experiments to study the effect of foliar dressing on the yield of soybean seeds. The studies were carried out at the FSC ZBK in 2018-2020. In a field experiment on a dark gray forest heavy loamy soil, we studied the reaction of two soybean varieties (Leader-1 and Mezenka) to treatment with the highly effective inoculant Rizoform and foliar application with Ultramag combi microfertilizer and the amino acid biostimulator Biostim oilseed. The experimental design included the following options: control (without inoculation and treatment), seed dressing with Scarlet fungicide, basic treatment (Scarlet and Rizoform inoculant), basic treatment in combination with one

and two foliar dressings with the studied preparations. The experiment was repeated four times. Experimental plots area – 10 m². Sowing was carried out with a SKS-6-10 seeder in a wide-row method (row spacing - 45 cm) in the second decade of May. Seeding rate - 600 thousand viable seeds/ha. According to the results of the experiment, a positive effect of the tested preparations on the formation of the yield of soybean seeds was established. The most effective in terms of the factor of treatments was the option with the use of two foliar dressings with Ultramag combi and Biostim oleaginous at a dose of 0.5 l/ha. The increase in yield on average for the experience was 9.4% in relation to the control. According to the cultivar factor, the Leader 1 cultivar showed a higher yield - 2.87 t/ha versus 2.67 t/ha of the Mezenka cultivar. The responsiveness of the Mezenka variety to carrying out corrective dressing was higher than that of the Leader 1 variety (11.5 and 6.4%, respectively). The profitability of soybean cultivation was 83 - 106%. The economic effect when carrying out two leaf treatments amounted to 2,490 rubles for the Leader 1 variety and 4900 rubles for the Mezenka variety.

Keywords: soybean, yield increase, seed dressing, soybean variety Mezenka, soybean variety Leader 1, biological nitrogen fixation, micronutrient fertilizers.

References

1. Baranov VF, Kochegura AV, Lukomets VM. Soya na Kubani. [Soya in the Kuban]. Krasnodar: VNIIMK, 2009; 320 p. Russian.
2. The harvest of soybeans in 2019-2020 is expected at last year's level. [Internet]. Information and discussion portal Newsland. [cited 2019 Nov. 6]. Available from: newsland.com/user/3759557959/content/urozhai-soi-v-2019-20-mg-ozhidaetsia-na-proshlogodnem-urovne/6916326. Russian.
3. Top 10 soybean producers in the world. [Internet]. Latifundist media. An agrarian media holding group. [cited 2020 Nov. 19]. Available from: <https://www.latifundist.com/rating/top-10-proizvoditeley-soj-v-mire-v-2019-godu>. Russian.
4. Harvest of soybeans in Russia in 2019. [Internet]. All oil of the world. [cited 2019 Nov. 6]. Available from: <https://www.oilworld.ru/>. Russian.
5. Tikhonovich IA, Borisov AYu, Vasil'chikov AG. [The specificity of microbiological preparations for legumes and the peculiarities of their production]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2012; № 3: 11-17 p. Russian.
6. Vasil'chikov AG, Akulov AS. [Management of the growing season of promising soybean varieties by using highly effective inoculants]. *Zemledelie*. 2018; № 4: 19-21 p. Russian.
7. Yakimenko MV, Begun SA, Sorokin AI. [Biological evaluation of rhizobial preparations used in the cultivation of soybeans in Amur region]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2019; № 10 (136): 45-51 p. Russian.
8. Shabalkin AV, Dubinkina EA, Belyaev NN. [Influence of treatment of seeds and growing plants of soybean with microbiological fertilizers on yield and product quality in the conditions of the Central Black Earth region]. *Agrarnaya Rossiya*. 2020; № 9: 12-16 p. Russian.
9. Moretti LG, Lazarini E, Bossolani JW. [Can additional inoculations increase soybean nodulation and grain yield?]. *Agronomy journal*. 2018; Vol. 110; No. 2: 715-721 p.
10. Denisov AD, Petrovskii AS. *Spetsial'nye udobreniya*. [Special fertilizers]. Shchelkovo: Shchelkovo Agrokhim. 2018; 132 p. Russian.
11. Golovina EV, Zotikov VI. *Produksionnyi protsess i adaptivnye reaktsii k abioticheskim faktoram sortov soi severnogo ekotipa v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona RF*. [Production process and adaptive responses to abiotic factors of soybean varieties of the northern ecotype in the Central Black Earth region of the Russian Federation]. Orel: Federal'nyi nauchnyi tsentr zernobobovykh i krupyanykh kul'tur, 2019; 320 p. Russian.
12. Zotikov VI, Sidorenko VS, Budarina GA. [Influence of the use of biostim oilseeds and ultramag combi preparations on the yield of new varieties of leguminous crops]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019; № 4 (32): 4-12 p. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11124. Russian.
13. Niewiadomska A, Sulewska H, Wolna-Maruwka A. [The influence of biostimulants and foliar fertilizers on the process of biological nitrogen fixation and the level of soil biochemical activity in soybean (*Glycine max L.*) cultivation]. *Applied ecology and environmental research*. 2019; 17 (5): 12649-12666 p.
14. Kumar N, Misra R, Shankdhar S. [Effect of foliar application of boron on growth, yields, chlorophyll, amilose and nitrate reductase activity in rice]. *An international journal on rice*. 2015; 52 (2). 123-130 p.

Authors:

Vasil'chikov Andrei Gennad'evich – Ph.D. of Biological sciences, leading researcher of the Laboratory of Genetics and Biotechnology, Orel, Russia

Semenov Aleksei Sergeevich - postgraduate student, Orel, Russia

Zotikov Vladimir Ivanovich - Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of RAS, scientific director of "Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops", Orel, Russia