

Научная статья

УДК 633.853.52:631.824

EDN OBTSPS

Влияние применения магниевых удобрений на биохимический состав семян сои

Ирина Викторовна Куркова¹, Сергей Алексеевич Фокин²,
Павел Викторович Тихончук³, Ольга Викторовна Щегорец⁴

^{1, 2, 3, 4} Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ kurkova10@inbox.ru, ² fok.s.a@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены результаты исследований, проведенных в 2021–2022 гг. в условиях южной сельскохозяйственной зоны Амурской области (опытное поле Дальневосточного государственного аграрного университета) по изучению влияния магниевых удобрений на динамику содержания незаменимых и заменимых аминокислот белка в семенах сои. Выявлено, что внесение магниевых удобрений влияет на содержание данных аминокислот в семенах сои. Полевые опыты по эффективности применения магниевых удобрений «АгроМаг Гранулированный» и «АгроМагАктимакс» при возделывании сои были проведены на луговой черноземовидной почве. В качестве объекта исследований были взяты сорт сои Умка и магниевые удобрения производства ООО «Русское горно-химическое общество». Применение «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 90 кг/га и «АгроМагАктимакс» в виде подкормки по листу в дозе 5 л/га повлияло на повышение содержания лизина – 6,8 %. На повышение содержания аргинина и изолейцина оказало влияние применение «АгроМагАктимакс» в виде подкормки по листу в дозе 3 л/га – 8,4 и 3,1 % соответственно. Применение по вегетации «АгроМагАктимакс» в виде подкормки по листу в дозе 5 л/га способствовало изменению содержания гистидина, лейцина и треонина в составе белка – 15,6, 10,1 и 4,5 % соответственно. На повышение содержания в белке фенилаланина оказало применение «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 30 кг/га – 4,9 %.

Ключевые слова: соя, магниевые удобрения, динамика, заменимые и незаменимые аминокислоты, кальций, магний, белок, жир

Для цитирования: Куркова И. В., Фокин С. А., Тихончук П. В., Щегорец О. В. Влияние применения магниевых удобрений на биохимический состав семян сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 4. С. 49–56.

Original article

Effect of the use of magnesium fertilizers on biochemical composition of soybean seeds

Irina V. Kurkova¹, Sergey A. Fokin²,
Pavel V. Tikhonchuk³, Olga V. Shchegorets⁴

^{1, 2, 3, 4} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ kurkova10@inbox.ru, ² fok.s.a@mail.ru

Abstract. Considers the results of research conducted in 2021–2022 in the conditions of the southern agricultural zone of the Amur region (experimental field of the Far Eastern State Agrarian University) to study the effect of magnesium fertilizers on the dynamics of the content of essential and interchangeable amino acids of protein in soybean seeds. It was revealed that the application of magnesium fertilizers affects the content of these amino acids in soybean seeds. Field experiments on the effectiveness of the use of magnesium fertilizers "AgroMag Granulated"

and "AgroMagActimax" in the cultivation of soybeans were held on meadow chernozem soil. The soybean variety of Umka, and magnesium fertilizers produced by LLC "Russian Mining and Chemical Society" were taken as the object of research. The use of "AgroMag Granulated" before sowing at a dose of 90 kg/ha and "AgroMagActimax" in the form of top dressing on a leaf at a dose of 5 l/ha affected the increase in lysine content – 6.8%. The increase in arginine and isoleucine content was influenced by the use of "AgroMagActimax" in the form of leaf dressing at a dose of 3 l/ha – 8.4 and 3.1%, respectively. The use of "AgroMagActimax" in the form of leaf dressing at a dose of 5 l/ha during vegetation contributed to a change in the content of histidine, leucine and threonine in the protein composition – 15.6, 10.1 and 4.5% respectively. The increase in the content of phenylalanine in the protein was influenced by the use of "AgroMag Granulated" before sowing at a dose of 30 kg/ha – 4.9%.

Keywords: soybean, magnesium fertilizers, dynamics, interchangeable and essential amino acids, calcium, magnesium, protein, fat

For citation: Kurkova I. V., Fokin S. A., Tikhonchuk P. V., Shchegorets O. V. The effect of the use of magnesium fertilizers on the biochemical composition of soybean seeds. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2023;17;4:49–56 (in Russ.).

Введение. Соя выступает одной из наиболее распространенных белково-маслических культур на планете. Для России соя – стратегически важная культура, необходимая для экономики страны. Белок сои характеризуется высокой усвояемостью и хорошей растворимостью в воде; содержание в нем незаменимых кислот значительно выше, чем в белке других зернобобовых [1].

В России с каждым годом растет интерес к возделыванию сои. Эту культуру выращивают не только на Дальнем Востоке, в Центрально-Черноземном районе (так называемых традиционных регионах соевосевия), но и в северных областях Нечерноземья, а также на Северном Кавказе и в Поволжье. Площадь сои в России на данный момент равна около 3 млн. га. Но с увеличением посевных площадей культуры возникает много вопросов к технологии возделывания, особенно к подбору минеральных удобрений [2–4].

Растения для нормального роста и развития нуждаются во многих элементах питания. Основными макроэлементами являются азот, фосфор и калий, но не менее важны мезоэлементы: кальций, магний и сера. Магний – важнейший элемент для нормальной жизнедеятельности растений. Входя в состав молекулы хлорофилла, он принимает непосредственное участие в фотосинтезе. Магний обнаружен в составе пектиновых веществ и в составе фитина,

который накапливается преимущественно в семенах.

Отмечено преобладающее накопление магния в наиболее жизнедеятельных органах и тканях с повышенным делением и обновлением клеток. В отличие от кальция, магний более подвижен и может повторно использоваться в растениях, передвигаясь из старых листьев в молодые, а после цветения – из листьев в семена, где он концентрируется в зародыше. Резкое увеличение транспорта магния из вегетативных органов к генеративным обычно наблюдают при его недостатке в питательной среде. При высоком содержании магния, когда в растение поступает достаточное или избыточное количество элемента, преимущественное накопление его в генеративных органах часто можно отметить лишь увеличением соотношения величин содержания магния и кальция. Это различие наблюдают как на ранних стадиях развития растений, так и в их генеративной фазе [5–8].

Недостаток магния в питании растений может быть вызван не только низким содержанием элемента в почве, но и проявлением антагонизма с ионами калия и кальция. Данные обстоятельства вызывают активизацию исследований в области изучения режима магния в почве в условиях агрогенеза [9–11].

Семена сои – источники белка, витаминов группы В, макро- и микроэле-

ментов, олигосахаридов, а также фосфолипидов, токоферолов, комплекса полиненасыщенных жирных кислот, фитостероенов. Соя отличается тем, что в составе ее белка незаменимые аминокислоты находятся в большинстве случаев в избытке в сравнении с идеальным белком и только метионин в дефиците [12].

Целью исследований явилось изучение эффективности магниевых удобрений; определение содержания белка и жира в семенах сои и их аминокислотного состава.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты по эффективности применения магниевых удобрений «АгроМаг Гранулированный» и «АгроМагАктивМакс» при возделывании сои на луговой черноземовидной почве закладывались в 2021–2022 гг. на опытном поле Дальневосточного государственного аграрного университета (с. Грибское).

В качестве объекта исследований взяты сорт сои Всероссийского НИИ сои Умка и магниевые удобрения производства ООО «Русское горно-химическое общество». Магниевые удобрения производят под маркой АгроМаг в следующих препаративных формах: гранулы для внесения в почву – «АгроМаг Гранулированный» и жидкая водная суспензия для некорневых подкормок растений – «АгроМагАктивМакс».

Закладка полевого опыта осуществлялась по общепринятым методикам. Посев проводился сеялкой СС-11 «Альфа», норма высева 550 тыс. всх. семян на 1 га.

Схема опыта включала семь вариантов в трехкратной повторности:

1. Контроль – без применения удобрений.

2. N_7P_{30} (фон).

3. Фон + «АгроМаг Гранулированный», 15 кг MgO/га.

4. Фон + «АгроМаг Гранулированный», 30 кг MgO/га.

5. Фон + «АгроМаг Гранулированный», 90 кг MgO/га.

6. Фон + «АгроМагАктивМакс», подкормка по листу в дозе 3 л/га.

7. Фон + «АгроМагАктивМакс», подкормка по листу в дозе 5 л/га.

Внесение аммофоса и «АгроМаг Гранулированный» проводилось весной до посева – вручную, «АгроМагАктивМакс» – ранцевым опрыскивателем «Patriot PT 565WF-15» по вегетирующим растениям в фазы четвертого тройчатого листа и начала налива семян. Расход рабочей жидкости – 200 л/га, учетная площадь делянки – 16 м².

Биохимический состав соевого зерна определяли с использованием инфракрасного сканера «FOSS NIRSystem 5000» методом спектроскопии в ближней инфракрасной области (800–2 500 нм) на базе Всероссийского научно-исследовательского института сои.

Результаты исследований и их обсуждение. Белок в составе сои варьируется от 32 до 42 %, что зависит от разнообразия и состояния развития растения. Для того чтобы увеличить производство белка сои, нужно повысить урожайность культуры. Высокая урожайность семян сои и их биохимический состав напрямую зависят от процессов обмена веществ, что обусловлено питанием растений [13, 14].

В таблице 1 приведены некоторые показатели биохимического состава семян, таких как белок и жир.

Содержание белка в семенах сои изменялось от 37,1 % на контроле без применения удобрений до 40,0 % при применении «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 15 кг/га. На вариантах с применением «АгроМагАктивМакс» в виде подкормки по листу отмечено снижение данного показателя по сравнению с контрольным и фоновым вариантом. По содержанию жира максимальное значение отмечено на варианте с применением «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 90 кг/га – 22,0 %, что выше относительно контрольного варианта на 3,6 % и фона на 3,4 %.

Особо важное значение имеет содержание в белке незаменимых аминокислот, которые не вырабатываются в организме человека и животных, и должны поступать в организм с продуктами питания и кормами. Их дефицит в пище приводит к задержке роста и развития, возникновению ряда других нарушений функционирования организма [11, 15].

Таблица 1 – Содержание белка в семенах сои в зависимости от применения магниевых удобрений (среднее за 2021–2022 гг.)**Table 1 – Protein content in soybean seeds depending on the use of magnesium fertilizers (average for 2021–2022)****В процентах (in percent)**

Вариант	Белок	Жир
Контроль без применения удобрений	37,1	18,4
N ₇ P ₃₀ (фон)	38,2*	18,6
Фон + «АгроМаг Гранулированный», 15 кг MgO/га	40,0*	19,0*
Фон + «АгроМаг Гранулированный», 30 кг MgO/га	39,6*	19,7*
Фон + «АгроМаг Гранулированный», 90 кг MgO/га	39,0*	22,0*
Фон + «АгроМагАктивмакс», подкормка по листу в дозе 3 л/га	37,3	21,3*
Фон + «АгроМагАктивмакс», подкормка по листу в дозе 5 л/га	37,4	20,4*
НСР ₀₅	0,4	0,5

* Достоверные отклонения от контрольного варианта.

Таблица 2 – Аминокислотный состав семян сои в зависимости от применения магниевых удобрений, среднее за 2021–2022 гг.**Table 2 – Amino acid composition of soybean seeds depending on the use of magnesium fertilizers, average for 2021–2022**

Вариант	Незаменимые аминокислоты, процентов от общего содержания протеина									Сумма
	лизо	арг	гист	фен	лей	изо	вал	тре	мет	
Контроль без применения удобрений	6,7	7,6	12,0	4,7	9,6	2,7	9,7	4,4	1,3	58,7
N ₇ P ₃₀ (фон)	6,6	7,5	13,4	4,8*	9,6	2,5	9,1	4,2	1,2	58,9
Фон + «АгроМаг Гранулированный», 15 кг MgO/га	6,5	7,2	12,8	4,8*	9,4	2,4	8,6	4,1	1,3	56,9
Фон + «АгроМаг Гранулированный», 30 кг MgO/га	6,6	7,7	12,4	4,9*	9,1	3,0	7,8	4,0	1,2	56,7
Фон + «АгроМаг Гранулированный», 90 кг MgO/га	6,8	8,0	12,8	4,8*	9,7	2,9	8,6	4,4	1,2	59,2
Фон + «АгроМаг Активмакс», подкормка по листу в дозе 3 л/га	6,7	8,4*	14,9*	4,8*	10,0	3,1	8,8	4,4	1,2	62,2
Фон + «АгроМаг Активмакс», подкормка по листу в дозе 5 л/га	6,8	8,1	15,6*	4,8*	10,1	2,9	8,7	4,5	1,2	62,5
НСР ₀₅	0,3	0,6	2,4	0,1	0,9	0,9	1,6	0,3	0,1	–

Примечания: лизо – лизин; арг – аргинин; гист – гистидин; фен – фенилаланин; лей – лейцин; изо – изолейцин; вал – валин; тре – треонин; мет – метионин.
* Достоверные отклонения от контрольного варианта.

Применение «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 90 кг/га и «АгроМагАктивмакс» в виде подкормки по листу в дозе 5 л/га повлияло на повышение содержания лизина – 6,8 % (табл. 2).

На повышение содержания аргинина и изолейцина оказало влияние применение «АгроМагАктивмакс» в виде подкормки по листу в дозе 3 л/га – 8,4 и 3,1 % соответственно.

Применение «АгроМагАктивмакс» по вегетации в виде подкормки по листу в дозе 5 л/га способствовало изменению содержания гистидина, лейцина и треонина в составе белка – 15,6; 10,1 и 4,5 % соответственно.

На повышение содержания в белке фенилаланина оказало применение «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 30 кг/га – 4,9 %. На содержание аминокислот валина и метионина не одно из изучаемых удобрений не повлияло.

В состав белка сои входит шесть заменимых кислот: аланин, пролин, глю-

тамин, аспарагин, серин и тирозин. При оценке состава заменимых аминокислот установлено, что магниевые удобрения незначительно повлияли на их содержание (табл. 3).

На содержание заменимых аминокислот белка аланина и глутамина повлияло применение магниевого удобрения «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 30 кг/га – 8,7 и 12,8 % соответственно.

Применение «АгроМагАктивмакс» в виде подкормки по листу в дозах равных 3 и 5 л/га максимально повлияло на содержание пролина – 6,4 %. На изменение аспарагина и тирозина повлияло применение «АгроМагАктивмакс» в виде подкормки по листу вегетирующих растений сои в дозе 5 л/га – 13,5 и 6,3 %. На содержание серина повлияло применение до посева «АгроМаг Гранулированный» (15 кг/га) – 5,2 %.

Таким образом, применение магниевых удобрений «АгроМаг Гранулированный» до посева и «АгроМагАктивмакс» по

Таблица 3 – Содержание заменимых аминокислот в семенах сои после применения магниевых удобрений, среднее за 2021–2022 гг.

Table 3 – Content of interchangeable amino acids in soybean seeds after the use of magnesium fertilizers, average for 2021–2022

Вариант	Заменимые аминокислоты, процентов от общего содержания протеина						Сумма
	ала	про	глю	асп	сер	тир	
Контроль без применения удобрений	8,5	6,3	11,8	13,2	5,0	6,0	50,8
N ₇ P ₃₀ (фон)	8,6	6,3	12,3*	13,1	5,1	5,9	51,2
Фон + «АгроМаг Гранулированный», 15 кг MgO/га	8,6	6,2	12,5*	13,0	5,2	5,7	51,2
Фон + «АгроМаг Гранулированный», 30 кг MgO/га	8,7*	6,2	12,8*	12,6	5,0	5,3	50,4
Фон + «АгроМаг Гранулированный», 90 кг MgO/га	8,6	6,3	12,2*	13,0	5,0	5,9	51,1
Фон + «АгроМаг Активмакс», подкормка по листу в дозе 3 л/га	8,5	6,4	11,5	13,4	5,0	6,2	51,0
фон + «АгроМаг Активмакс», подкормка по листу в дозе 5 л/га	8,5	6,4	11,7	13,5	5,1	6,3	51,5
HCP ₀₅	0,2	0,2	0,3	0,8	1,0	1,0	–
Примечания: ала – аланин; про – пролин; глю – глутамин; асп – аспарагин; сер – серин; тир – тирозин. * Достоверные отклонения от контрольного варианта.							

листу способствовали изменению содержания заменимых и незаменимых аминокислот белка сои.

Заключение. Семена сои имеют богатый и качественный состав. Особенности их биохимического состава определяют качество урожая. В результате проведенных исследований установлено влияние магниевых удобрений на содержание в семенах белка и жира, незаменимых и заменимых аминокислот белка сои.

Максимальное содержание белка в семенах отмечено на варианте с применением «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 15 кг/га – 40,0 %, а по содержанию жира с применением «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 90 кг/га – 22,0 %.

Применение «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 90 кг/га и «АгроМагАктивмакс» в виде подкормки по листу в дозе 5 л/га совместно повлияло на

повышение содержания лизина. На повышение содержания аргинина и изолейцина оказало влияние применение «АгроМагАктивмакс» в виде подкормки по листу в дозе 3 л/га. Применение по вегетации «АгроМагАктивмакс» в виде подкормки по листу в дозе 5 л/га способствовало изменению содержания гистидина, лейцина, аспарагина, треонина и тирозина в составе белка. На повышение содержания в белке фенилаланина, глутамина и аланина оказало применение «АгроМаг Гранулированный» до посева в дозе 30 кг/га.

Применение «АгроМагАктивмакс» в виде подкормки по листу (3 и 5 л/га) максимально повлияло на содержание пролина. На содержание серина повлияло применение до посева «АгроМаг Гранулированный» в дозе 15 кг/га. Ни одно из изучаемых удобрений не повлияло на содержание аминокислот белка сои валина и метионина.

Список источников

1. Куликова Е. Г., Корягин Ю. В., Бурцева Е. А., Маслов А. А. Формирование продуктивности сои под влиянием микробиологических удобрений // Сурский вестник. 2022. № 1 (17). С. 22–25. DOI: 10.36461/2619-1202_2022_01_005.
2. Юркова Р. Е., Докучаева Л. М. Влияние минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность сои на лугово-черноземных почвах Ростовской области // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 3. С. 206–220. DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-206-220.
3. Ёрматова Д. Е., Рахимова Х. М., Ибрагимов С. У. Рост и развитие сои при совместном внесении азотных удобрений с инокуляцией // Молодой ученый. 2018. № 17 (203). С. 148–150.
4. Муравьев А. А., Демидова А. Г. Урожай и качество семян сортов сои в лесостепи ЦЧР на разноудобренных фонах // Земледелие. 2018. № 3. С. 22–25. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10304.
5. Тихомирова В. Я. Влияние свойств почв, удобрений, извести и погодных условий на обеспеченность магнием сельскохозяйственных растений // Агрохимия. 2011. № 5. С. 84–89.
6. Аканова Н. И., Козлова А. В., Фокин С. А., Солнцев П. И. Изучение эффективности магниевых удобрений на основе молотого брусита при возделывании сои // Агрохимический вестник. 2022. № 5. С. 12–15. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-5-003.
7. Аканова Н. И., Козлова А. В., Фокин С. А., Солнцев П. И. Эффективность применения магниевых удобрений при возделывании сои на различных типах почв // Плодородие. 2022. № 5 (128). С. 55–60. DOI 10.25680/S19948603.2022.128.14.
8. Фокин С. А. Влияние применения некорневых подкормок магниевым удобрением «АгроМагАктивмакс» на продуктивность сои // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 311–318. DOI: 10.22450/9785964205456_1_40.
9. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н., Онищенко Л. Н. Содержание и формы соединений магния в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья в условиях агрогенеза // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1722–1732.

10. Давиденко Е. К., Быкова С. Ф. Особенности биохимического состава семян высокобелковых сортов сои // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров. 2017. № 1–2. С. 12–14. doi: 10.25812/VNIIG.2017.2017.19516.
11. Кобозева Т. П., Делаев У. А., Зузиев У. Г., Шишхаев И. Я., Салманов М. М. Фракционный и аминокислотный состав белка семян сортов сои разных экотипов // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 2 (38). С. 280–286. EDN ZYHEEZ.
12. Дыжина А. А., Жужукин В. И. Оценка биохимического состава семян сои в Нижнем Поволжье // Вавиловские чтения-2022 : материалы междунар. науч.-практ. конф. Саратов : Амирит, 2022. С. 84–86. EDN DJWNTP.
13. Биймырсаева А. К., Содомбеков И. С. История возделывания сои (*Glycine max.*) в Кыргызстане // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2022. № 8. С. 70–73. DOI: 10.26104/NNTIK.2022.70.71.016.
14. Биймырсаева А. К., Содомбеков И. С. Некоторые показатели биохимического состава семян сои (*Glycinemax.*), выращенной в условиях Чуйской долины // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2023. № 3. С. 16–19. DOI: 10.17513/tpjrfi.13515.
15. Петибская В. С. Соя: химический состав и использование. Майкоп : Полиграф-Юг, 2012. 432 с.

References

1. Kulikova E. G., Koryagin Yu. V., Burtseva E. A., Maslov A. A. Formation of soybean productivity under the influence of microbiological fertilizers. *Surskiy vestnik*, 2022;1:22–25 (in Russ.). DOI: 10.36461/2619-1202_2022_01_005.
2. Yurkova R. E., Dokuchaeva L. M. Influence of mineral fertilizers on the growth, development and productivity of soybeans on meadow-chernozem soils of the Rostov region. *Melioratsiya i gidrotekhnika = Land Reclamation and Hydraulic Engineering*, 2021;(13):206–220 (in Russ.). DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-206–220.
3. Yormatova D. E., Rakhimova H. M., Ibragimova S. U. Growth and development of soybean with the joint application of nitrogen fertilizers with inoculation. *Molodoi uchenyi*, 2018;17(203):148–150 (in Russ.).
4. Muravyov A. A., Demidova A. G. Yield and quality of seeds of soybean varieties in the forest-steppe of the Central Chernozem Region on mixed-fertilized backgrounds. *Zemledelie*, 2018;3:22–25 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10304.
5. Tikhomirova V. Ya. Influence of soil properties, fertilizers, lime and weather conditions on magnesium supply of agricultural plants. *Agrokimiya*, 2011;5:84–89 (in Russ.).
6. Akanova N. I., Kozlova A. V., Fokin S. A., Solntsev P. I. Study of the effectiveness of magnesium fertilizers based on ground brucite in soybean cultivation. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2022;5:12–15 (in Russ.). DOI: 10.24412/1029-2551-2022-5-003.
7. Akanova N. I., Kozlova A. V., Fokin S. A., Solntsev P. I. The effectiveness of the use of magnesium fertilizers in the cultivation of soybeans on various types of soil. *Plodorodiye*, 2022;5:55–60 (in Russ.). DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.14.
8. Fokin S. A. Influence of the use of foliar fertilizing with magnesium fertilizer "AgroMagAktimax" on soybean productivity. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and development prospects: *Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 311–318), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2022 (in Russ.). DOI: 10.22450/9785964205456_1_40.
9. Sheudzhen A. Kh., Bondareva T. N., Onishchenko L. N. The content and forms of magnesium compounds in the leached chernozem of the Western Ciscaucasia under conditions of agrogenesis. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015;112:2 (in Russ.).
10. Davidenko E. K., Bykova S. F. Features of the biochemical composition of seeds of high-protein soybean varieties. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo institute zhиров*, 2017;1–2:12–14 (in Russ.). DOI: 10.25812/VNIIG.2017.2017.19516.

11. Kobozeva T. P., Delayev U. A., Zuziyev U. G., Shishkhayev I. Ya., Salmanov M. M. Fractional and amino acid composition of protein in seeds of soybean varieties of different ecotypes. *Problemy razvitiya APK regiona*, 2019;2:280–286. EDN ZYHEEZ (in Russ.).

12. Dyzhina A. A., Zhuzhukin V. I. Assessment of the biochemical composition of soybean seeds in the Lower Volga region. Proceedings from Vavilov Readings-2022: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 84–86), Saratov, Amirit, 2022 (in Russ.). EDN DJWNTP.

13. Biymysayeva A. K., Sodobekov I. S. History of soybean (*Glycine max.*) cultivation in Kyrgyzstan. *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii Kyrgyzstana*, 2022;8:70–73 (in Russ.). DOI: 10.26104/NNTIK.2022.70.71.016.

14. Biymysayeva A. K., Sodobekov I. S. Some indicators of the biochemical composition of soybean seeds (*Glycine max.*) grown in the conditions of the Chui Valley. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2023;3:16–19 (in Russ.). DOI: 10.17513/mjpf.13515.

15. Petibskaya V. S. *Soybean: chemical composition and use*, Maykop, Poligraf-Yug, 2012, 432 p. (in Russ.).

© Куркова И. В. Фокин С. А., Тихончук П. В., Щегорец О. В., 2023

Статья поступила в редакцию 19.09.2023; одобрена после рецензирования 31.10.2023; принята к публикации 20.11.2023.

The article was submitted 19.09.2023; approved after reviewing 31.10.2023; accepted for publication 20.11.2023.

Информация об авторах

Куркова Ирина Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, kurkova10@inbox.ru;

Фокин Сергей Алексеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, fok.s.a@mail.ru;

Тихончук Павел Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет;

Щегорец Ольга Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет

Information about authors

Irina V. Kurkova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, kurkova10@inbox.ru;

Sergey A. Fokin, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, fok.s.a@mail.ru;

Pavel V. Tikhonchuk, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University;

Olga V. Shchegorets, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.