

Научная статья

УДК 631.81.095.337:633.11.“324”:631.53.01

DOI: 10.25230/2412-608X-2022-3-191-43-49

Действие медного и цинкового удобрений на посевные качества семян озимой пшеницы

Людмила Михайловна Онищенко
Валерия Константиновна Голубова
Вадим Алексеевич Разгулин
Али Али Кадем Али

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилина»
Россия, 350044, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13
Тел.: 8 (988) 245-75-58
dekanatxp@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований по выявлению оптимальной концентрации медных и цинковых удобрений для предпосевной обработки семян озимой мягкой пшеницы, способствующих улучшению их посевных качеств и активности роста проростков культуры. Цинковые ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) и медные ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) микроудобрения оказывают разностороннее действие относительно контрольных образцов. При 0,005 %-ной концентрации Zn и Cu достоверно улучшали активность прорастания семян до 54,9 % и 56,5 %, повышали лабораторную всхожесть семян до 94 и 95 %, скорость прорастания семян – до 3,2 и 3,4 сут., дружность прорастания – до 8,7 и 9,2 шт./сут. соответственно. Под влиянием растворов $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, содержащих 0,5 и 0,05 % Cu, длина корешков проростков имела тенденцию к понижению, но при концентрациях 0,005 и 0,0005 % показатель достоверно повышался. Средняя сухая масса корешков при концентрации Zn 0,005 % была наибольшей – 1,98 г, что выше контроля на 1,84 г. Предпосевная обработка семян озимой мягкой пшеницы водным раствором $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ или $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, содержащим 0,005 % Cu или Zn, улучшает посевные качества семян культуры, что в последующем позволит реализовать генетический потенциал широко используемого в производстве зерна высокоурожайного сорта мягкой озимой пшеницы Безостая 100.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница,

микроэлемент, семена, качество, медь, цинк, урожайность, всхожесть, энергия и дружность прорастания

Для цитирования: Онищенко Л.М., Голубова В.К., Разгулин В.А., Али Али Кадем А. Действие медного и цинкового удобрений на посевные качества семян озимой пшеницы // Масличные культуры. 2022. Вып. 3 (191). С. 43–49.

UDC 631.81.095.337:633.11.“324”:631.53.01

The effect of copper and zinc fertilizers on sowing qualities of winter wheat seeds

L.M. Onishchenko, doctor of agricultural sciences
V.C. Golubova, bachelor
V.A. Razgulin, bachelor
Ali Ali Kadem A., postgraduate student

I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University
13 Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia
Tel.: 89882457558
dekanatxp@mail.ru

Abstract. We studied the optimal concentrations of copper and zinc fertilizers for pre-sowing treatment of seeds of winter soft wheat, which improve their sowing qualities and growth activity of seedlings of the crop. Zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) and copper ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) microfertilizers have a versatile effect on the control samples. At 0.005 % concentration of Zn and Cu, the activity of seed germination was significantly improved to 54.9 and 56.5 %, laboratory seed germination was increased to 94 and 95 %, seed germination rate was up to 3.2 and 3.4 days, germination uniformity was up to 8.7 and 9.2 pcs/day, respectively. Under the influence of $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ containing 0.5 and 0.05 % Cu, the length of seedling roots tended to decrease, but at a concentration of 0.005 and 0.0005 %, this indicator significantly increased. The average dry weight of roots at a Zn concentration of 0.005 % was the highest – 1.98 g, which is 1.84 g higher than the control. Pre-sowing treatment of seeds of winter soft wheat with a water solution of $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ or $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ containing 0.005 % Cu or Zn improves the sowing qualities of seeds of the crop, which will subsequently allow realizing the genetic potential of the high-yielding variety of winter soft wheat Bezostaya 100, widely used in grain production.

Key words: winter soft wheat, microelement, seeds, quality, copper, zinc, productivity, germination, energy and uniformity of germination

Введение. Пшеница является одной из самых распространенных культур. За год

в мире производится более 749 млн т пшеницы. Крупнейшими производителями зерна пшеницы являются: Китай – 131,7 млн т, Индия – 93,5 млн т и Российская Федерация – 73,3 млн т. В России прослеживается увеличение производства зерна пшеницы. Среднегодовой объем производства зерна за период 2012–2016 гг. составил 56 955,4 тыс. т, за 2017–2021 гг. – 78 900,4 тыс. т. В стране по расчетам экспертно-аналитического центра агробизнеса на протяжении ряда лет сохраняется положительная динамика среднегодовой урожайности пшеницы, которая имеет достаточно устойчивый характер роста: 1990–2000 гг. она составляла – 1,67 т/га, в 2000–2010 гг. – 2,07, в 2010–2020 гг. – 2,58 т/га [1].

Реализация потенциальной урожайности сорта пшеницы зависит от многих слагаемых, в том числе и от посевных качеств ее семян, которые определяются комплексом параметров, зависящих от многих факторов: уровня обеспеченности культуры элементами минерального питания, агрометеорологических условий, научного сопровождения при интенсивной смене сортов культуры на более продуктивные в сельскохозяйственном производстве.

Известно, что длительное использование почвы для производства растениеводческой продукции, в частности зерновых, без внесения удобрений, не имеющих в своем составе микроэлементов, приводит к их систематическому отчуждению с урожаем и, как следствие, снижению их содержания в почве и формированию зерна с невысокими показателями качества. Для озимой мягкой пшеницы, выращиваемой в условиях чернозема выщелоченного, наиболее дефицитными микроэлементами являются медь и цинк [2; 3; 4; 5; 6]. По данным А.Х. Шеуджена, наличие легкоподвижных и доступных форм меди в черноземе выщелоченном за три ротации 11-польного зернотравяно-пропашного севооборота уменьшилось на 29,0 % [7]. В работе

Е.В. Тонконоженко отмечен пониженный уровень содержания подвижных форм цинка, что свидетельствует о низкой обеспеченности произрастающих на черноземе выщелоченном растений [8]. С учетом выше обозначенных проблем важно установить действие ограничивающих факторов, определяющих жизнеспособность семян, которая оценивается при их проращивании и формировании проростков в контролируемых условиях. Поэтому актуально и своевременно проследить, а также выявить влияние дефицитных микроэлементов на совокупность взаимодействующих свойств семян – их посевные качества.

Методической основой проведения исследований явилось предложенное Н.М. Макрушиным, Ю.В. Плугатарем, А.М. Малько и другими усовершенствованное толкование терминов, определений и понятий [9]. Для сельскохозяйственных растений основными параметрами посевных свойств семян, предусмотренными нормативными документами (ГОСТ РФ), являются: масса 1000 семян, всхожесть, энергия (активность) прорастания, скорость и дружность прорастания, характеризующая качественную однородность посевного материала [10].

Цель исследований – определить оптимальную концентрацию медных и цинковых удобрений, улучшающих посевные качества семян озимой мягкой пшеницы сорта Безостая 100: всхожесть, энергию, скорость и дружность прорастания, а также активность роста проростков культуры.

Материалы и методы. Эксперимент осуществлялся в научной лаборатории кафедры агрохимии Кубанского ГАУ. Объектом исследования были семена озимой мягкой пшеницы сорта Безостая 100, выращенные в условиях естественного уровня плодородия чернозема выщелоченного в зернотравяно-пропашном севообороте (четвертая ротация) стационарного опыта в учхозе «Кубань» КубГАУ. Определяли показатели качества семян –

лабораторную всхожесть, энергию, дружность и скорость прорастания в соответствии с действующим ГОСТ 20290-74 «Семена сельскохозяйственных культур. Определение посевных качеств семян. Термины и определения» [10]. Предпосевную обработку семян озимой мягкой пшеницы проводили путем замачивания в водном растворе сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и цинка ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) в концентрации от 0,5 до 0,0005 % элемента.

Результаты и обсуждение. Предпосевная обработка семян озимой мягкой пшеницы, проводимая водными растворами $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, содержащими 0,5 %, 0,05 %, 0,005 % и 0,0005 % цинка или меди, влияла на лабораторную всхожесть, энергию (активность), скорость и дружность прорастания (таблица).

Таблица

Посевные качества семян озимой пшеницы сорта Безостая100 в зависимости от предпосевной обработки микроудобрениями

Вариант	Лабораторная всхожесть, %	Энергия (активность) прорастания, %	Скорость прорастания (интенсивность роста), сут.	Дружность прорастания, шт./сут.
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$				
Контроль	92	50,1	3,4	6,0
Zn 0,5 %	93	51,0	3,4	7,0
Zn 0,05 %	94	52,7	3,2	8,2
Zn 0,005 %	94	54,9	3,2	8,7
Zn 0,0005 %	93	54,5	3,0	7,8
НСР ₀	1,97	2,85	0,18	2,57
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$				
Контроль	92	49,5	3,5	6,6
Cu 0,5 %	93	50,5	3,4	7,0
Cu 0,05 %	95	53,3	3,4	8,3
Cu 0,005 %	95	56,5	3,4	9,2
Cu 0,0005 %	94	53,0	3,4	8,2
НСР ₀	2,07	2,98	0,17	2,19

Анализ данных, полученных в опыте, показал, что предпосевная обработка семян (ПОС) озимой мягкой пшеницы водным раствором $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, содержащим от 0,5 % до 0,0005 % цинка, направленно повлияла на показатели качества семян. Лабораторная всхожесть семян в контроле (замачивание в

воде) равна была 92 %, в концентрациях Zn 0,5 % и Zn 0,0005 % отмечена тенденция к повышению показателя, но достоверно исследуемый микроэлемент увеличивал всхожесть до 94 % при ПОС в концентрациях Zn 0,05 и 0,005 %. Эти же концентрации (0,05 и 0,005 %) существенно увеличивали лабораторную всхожесть семян при их обработке $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – до 95 %.

Активность прорастания семян озимой мягкой пшеницы с увеличением концентрации микроэлементов повышалась. Достоверные значения в опыте наблюдались при обработке водными растворами исследуемых элементов в концентрациях 0,05 %, 0,005 % и 0,0005 %. Относительно контроля показатели увеличивались при обработках $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ на 5,2; 9,6 и 8,8 % и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ на 7,7; 14,1 и 7,1 % (относительные проценты). Получены существенные различия от действия микроэлементов Zn и Cu в концентрациях 0,05 и 0,0005 %. Активность прорастания семян озимой мягкой пшеницы составила при их обработке $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 52,7 и 54,5 % и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 53,3 и 53,0 %. Наилучшие значения по этому показателю выявлены от предпосевной обработки при концентрации Zn и Cu равной 0,005 % – 54,9 и 56,5 % соответственно. Следует заметить, что достоверных различий нет между параметрами активности прорастания семян озимой мягкой пшеницы, полученными в вариантах от действия $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 0,5%-ных концентрациях Zn и Cu.

Скорость прорастания семян в опытах в контроле варьировала от 3,4 до 3,5 сут. Под действием водных растворов $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, содержащих 0,05; 0,005 и 0,0005 % Zn, скорость прорастания семян на 0,2–0,4 сут. быстрее. Влияние различных концентраций водного раствора $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, содержащих от 0,5 до 0,0005 % меди, однотипное, и разницы между значениями концентрации не прослеживаются.

На дружность прорастания положительно повлияла каждая из изученных концен-

траций водного раствора $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. Но достоверный результат получен только при 0,005%-ной концентрации Zn, которая составила 8,7 шт./сут., что на 2,7 шт./сут., или 31 %, больше контрольного варианта. От применения водных растворов $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, содержащих 0,05 и 0,0005 % цинка, только наметилась положительная тенденция к повышению определяемого показателя. Необходимо отметить, что предпосевная обработка семян водным раствором $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, содержащим 0,005 % Cu, достоверно способствовала увеличению дружности прорастания семян, которая была равна 9,2 шт./сут., что выше контроля на 2,6 шт./сут.

Следует отметить, что наибольшая концентрация (0,5 %) Zn и Cu по сравнению со всеми остальными вариантами (в том числе и с контрольным) показала наихудшие результаты по всем изучаемым параметрам. Возможно, это связано с тем, что большие концентрации водных растворов $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, ингибируя начальные этапы процесса прорастания семян растений, негативно влияли на посевные показатели качества семян озимой пшеницы (рис. 1).

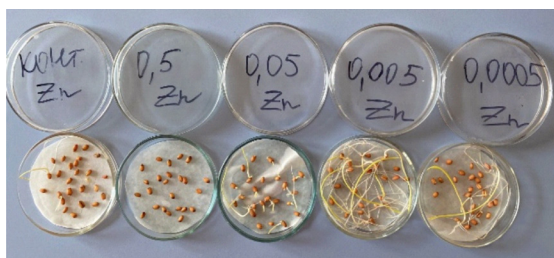


Рисунок 1 – Влияние различных концентраций цинкового удобрения на посевные качества семян озимой пшеницы

При дальнейшем проращивании семян озимой мягкой пшеницы в рулонной культуре была замечена активизация роста проростков семян, обработанных медным и цинковым удобрениями. Семена озимой пшеницы, обработанные водным раствором $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, после перенесения в рулонную культуру ак-

тивно пошли в рост, а число проростков осталось без изменений (рис. 2, 3). В ходе дальнейших наблюдений было выявлено, что ПОС водными растворами $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, содержащими 0,05 %, 0,005 и 0,0005 % Zn, в дальнейшем положительно влияет на рост и развитие проростков озимой пшеницы (рис. 2).

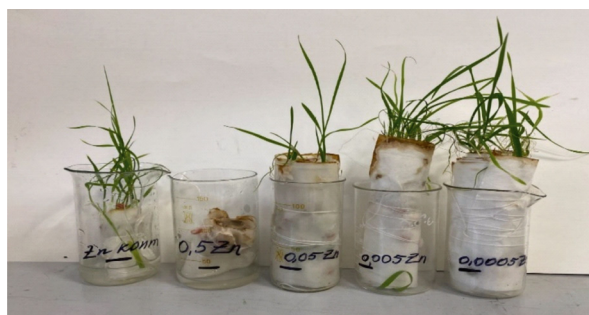


Рисунок 2 – Проростки озимой пшеницы при действии цинковых удобрений

Из результатов опыта видно, что действие цинка 0,005 % наилучшее по сравнению с другими концентрациями. Средняя высота стебельков растений, выращенных на концентрации Zn 0,005 %, составила 9,9 см, что выше средней высоты стебельков в контрольном варианте на 5,1 см. Цинк, содержащийся в водном растворе в концентрации 0,0005 %, обеспечивал только положительную тенденцию к развитию растений в высоту. Однако следует отметить, что средняя длина корешков растений, обработанных водным раствором $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, содержащим 0,005 % цинка, была на 0,7 см выше по сравнению с концентрацией, содержащей 0,0005 % цинка.

Сравнивая действие различных концентраций микроэлементов Zn или Cu на высоту проростков и длину корешков озимой пшеницы следует отметить разнонаправленность влияния элементов. Средняя высота проростков озимой пшеницы под действием водных растворов $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, содержащих 0,5 % и 0,05 % Cu, была равна 5,0 и 4,5 см соответственно, что в среднем на 2,2 см выше, чем в кон-

троле. От действия 0,005 и 0,0005%-ных водных концентраций этого элемента средняя высота проростков также превысила значения в контрольном варианте на 2,6 и 0,2 см соответственно.



Рисунок 3 – Проростки озимой пшеницы при действии медных удобрений

Средняя длина корешков проростков при обработке семян водными растворами $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, содержащими 0,5 и 0,05 % Cu , имела тенденцию к понижению относительно контрольных образцов, тогда как использование концентраций 0,005 и 0,0005 % способствовало достоверному превышению длины корешков в контроле: на 1,8 и 1,6 см соответственно (рис. 4).

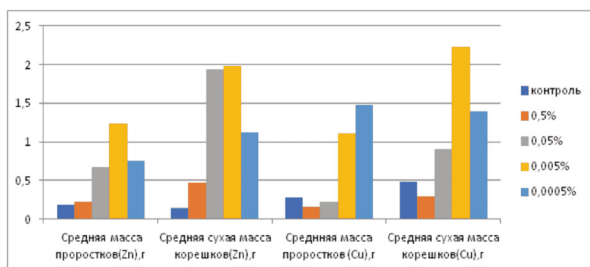


Рисунок 4 – Влияние различных концентраций микроэлементов Zn и Cu на массу проростков озимой пшеницы

Средняя масса проростков озимой мягкой пшеницы под действием обработки семян водным раствором $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, содержащим 0,005 % Zn , была наибольшей и составила 1,23 г, тогда как в контрольном варианте не превышает 0,5 г. Средняя масса проростков при использовании 0,5%-ной концентрации цинка не

дала существенных результатов.

Значения средней величины сухой массы корешков в целом повторяли закономерность действия изучаемых концентраций водных растворов $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ на массу проростков за исключением варианта с 0,05%-ной концентрацией Zn . Средняя сухая масса корешков при обработке семян 0,005%-ной концентрацией Zn была выше в сравнении с обработкой семян водным раствором $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, содержащим 0,05 % Zn . Показатель составил 1,98 г, что выше контроля на 1,84 г. Средняя сухая масса корешков культуры в вариантах с обработкой семян концентрациями цинка 0,5 и 0,05 % составила 0,47 и 1,95 г соответственно.

Средняя масса проростков и средняя сухая масса корешков озимой мягкой пшеницы в варианте обработки семян водным раствором $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, содержащим 0,005 % меди, составила 1,11 и 2,23 г соответственно.

Таким образом, микроудобрения, содержащие цинк и медь, при предпосевной обработке семян положительно влияли на рост и развитие проростков и корней озимой мягкой пшеницы.

Заключение. Цинковые ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и медные ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) микроудобрения, используемые для предпосевной обработки семян озимой мягкой пшеницы водными растворами различной концентрации (0,5 %; 0,05; 0,005 и 0,0005 %), оказывают разностороннее действие на их основные посевные качества. Достоверные и положительные значения по активности прорастания семян озимой мягкой пшеницы получены от действия микроэлементов в концентрациях Zn и Cu по 0,05 и 0,0005 %. Наилучшие значения по активности прорастания семян выявлены от предпосевной обработки при 0,005%-ной концентрации Zn и Cu – соответственно 54,9 и 56,5 %.

Длина корешков проростков под влиянием обработки семян растворами $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, содержащими 0,5 и 0,05 %

Cu, относительно контрольных образцов имела тенденцию к снижению, а концентрации 0,005 и 0,0005 % достоверно повышали показатель. Средняя сухая масса корешков при обработке семян 0,005%-ной концентрацией Zn была наибольшей – 1,98 г, что выше контроля на 1,84 г.

Предпосевная обработка семян озимой пшеницы водными растворами $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, содержащими 0,005 % Cu или Zn, позволяет улучшить их посевные качества, что в последующем будет способствовать реализации генетического потенциала высокоурожайного сорта Безостая 100, широко используемого в практике производства зерна этой культуры.

Список литературы

1. Экспертно-аналитический центр агробизнеса "АБ-Центр": [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news> (дата обращения: 11.07.2022).
2. Али А.К.А., Онищенко Л.М., Шаляпин В.В. Урожайность пшеницы озимой в зависимости от применения минеральных удобрений и предшественников в аграрных ландшафтах Кубани // Сборник науч. тр. по мат-лам Междунар. науч. эколог. конф.: Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития. – 2020. – С. 32–34.
3. Лакиза С.А., Онищенко Л.М., Шаляпин В.В. Оптимизация минерального питания в агроценозе озимой пшеницы, выращиваемой в условиях Кубани // В сб.: Современные аспекты управления плодородием агроландшафтов и обеспечения экологической устойчивости производства сельскохозяйственной продукции. – пос. Персиановский, 2020. – С. 36–40.
4. Онищенко Л.М., Али А.К. Оценка влияния макро- и микроудобрений в условиях Кубани // Сб. тезисов по мат-лам III-й Междунар. конф.: Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – С. 34.
5. Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М., Лебедовский И.А. [и др.]. Влияние длительного применения минеральных удобрений на продуктивность и плодородие чернозема выщелоченного Западного Предкавказья // В сб.: статей по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию кафедры агрономической химии Кубанского ГАУ и памяти академика В.Г. Минеева: Энтузиасты аграрной науки. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – С. 61–75.
6. Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М., Бондарева Т.Н. [и др.]. Влияние длительного применения минеральных удобрений на плодородие чернозема выщелоченного Западного Предкавказья // Агрохимия. – 2017. – № 5. – С. 3–11.
7. Шеуджен А.Х. Агробиогеохимия чернозема. – Майкоп: «Полиграф-Юг», 2018. – 308 с.
8. Тонконоженко Е.В. Микроэлементы в почвах Кубани и применение микроудобрений. – Краснодар: Кр. кн. изд-во, 1973. – 111 с.
9. Макрушин Н.М., Плугатарь Ю.В., Малько А.М. [и др.]. Совершенствовать терминологию в отрасли семеноводства // Труды КубГАУ. – 2019. – Вып. 1 (76). – С. 193–199.
10. ГОСТ 20290-74 Семена сельскохозяйственных культур. Определение посевных качеств семян. Термины и определения: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294833/4294833056.htm>. Дата актуализации: 01.01.2021. (дата обращения: 20.01.2021).

References

1. Ekspertno-analiticheskiy tsentr agrobiznesa "AB-Tsentr": [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ab-centre.ru/news> (data obrashcheniya: 11.07.2022).

2. Ali A.K.A., Onishchenko L.M., Shalyapin V.V. Urozhaynost' pshenitsy ozimoy v zavisimosti ot primeneniya mineral'nykh udobreniy i pedshestvennikov v agrarnykh landshaftakh Kubani // Sbornik nauch. tr. po mat-lam Mezhdunar. nauch. ekolog. konf.: Agrarnye landshafty, ikh ustoychivost' i osobennosti razvitiya. – 2020. – S. 32–34.

3. Lakiza S.A., Onishchenko L.M., Shalyapin V.V. Optimizatsiya mineral'nogo pitaniya v agrotsenoze ozimoy pshenitsy, vyrashchivaemoy v usloviyakh Kubani // V sb.: Sovremennye aspekty upravleniya plodorodiem agrolandshaftov i obespecheniya ekologicheskoy ustoychivosti proizvodstva sel'skokhozyaystvennoy produktsii. – pos. Persianovskiy, 2020. – S. 36–40.

4. Onishchenko L.M., Ali A.K. Otsenka vliyaniya makro- i mikroudobreniy v usloviyakh Kubani // Sb. tezisev po mat-lam III-y Mezhdunar. konf.: Institutsional'nye preobrazovaniya APK Rossii v usloviyakh global'nykh vyzovov / Otv. za vypusk A.G. Koshchayev. – Krasnodar: KubGAU, 2019. – S. 34.

5. Sheudzhen A.Kh., Onishchenko L.M., Lebedovskiy I.A. [i dr.]. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobreniy na produktivnost' i plodorodie chernozema vyshchelochennogo Zapadnogo Predkavkaz'ya // Sb. statey po mat-lam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 95-letiyu kafedry agronomicheskoy khimii Kubanskogo GAU i pamyati akademika V.G. Mineeva: Entuziasty agrarnoy nauki. – Krasnodar, KubGAU, 2017. – S. 61–75.

6. Sheudzhen A.Kh., Onishchenko L.M., Bondareva T.N. [i dr.]. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobreniy na plodorodie chernozema vyshchelochennogo Zapadnogo Predkavkaz'ya // Agrokhimiya. – 2017. – № 5. – S. 3–11.

7. Sheudzhen A.Kh. Agrobiogeokhimiya chernozema. – Maykop: «Poligraf-Yug», 2018. – 308 s.

8. Tonkonozhenko E.V. Mikroelementy v pochvakh Kubani i primeneniye mikroudobreniy. – Krasnodar: Kr. kn. izd-vo, 1973. – 111 s.

9. Makrushin N.M., Plugatar' Yu.V., Mal'ko A.M. [i dr.]. Sovershenstvovat' terminologiyu v otrasli semenovodstva // Trudy KubGAU. – 2019. – Vyp. 1 (76). – S. 193–199.

10. GOST 20290-74 Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Opredeleniye posevnykh kachestv semyan. Terminy i opredeleniya: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294833/4294833056.htm>. Data aktualizatsii: 01.01.2021. (data obrashcheniya: 20.01.2021).

Сведения об авторах

Л.М. Онищенко, д-р с.-х. наук

В.К. Голубова, бакалавр

В.А. Разгулин, бакалавр

Али Али Кадем А., аспирант

Получено/Received

16.08.2022

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

30.08.2022

Получено после доработки/Manuscript revised

02.09.2022

Принято/Accepted

12.10.2022

Manuscript on-line

30.11.2022