

Научная статья

УДК 632.951:632.952:632.95.026.4

DOI: 10.25230/2412-608X-2023-4-196-62-67

Влияние применения дефеката на вредоносность проволочников и продуктивность подсолнечника в Краснодарском крае

Сергей Анатольевич Семеренко
Надежда Анатольевна Бушнева

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
protection@vniimk.ru

Аннотация. Личинки жуков-щелкунов (Coleoptera: *Elateridae*) – проволочники, одни из самых распространенных многоядных почвенных вредителей сельскохозяйственных растений, в том числе и подсолнечника. Они предпочитают почвы с рН от 5,6–6,0 до 4,5–5,0 и содержанием гумуса более 3,3 %. Известкование является основным средством оптимизации реакции почвенного раствора. В результате изучения влияния применения дефеката (известкового органоминерального удобрения из отходов при переработке сахарной свеклы) в дозах 3,9 и 5,9 т/га на поврежденность личинками жуков семейства *Elateridae* (проволочников) всходов подсолнечника и на его продуктивность, проведенного в 2016–2018 гг. на базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, установлено, что сухой дефекат в изучаемых дозах, внесенный за 30 суток до посева культуры с последующей заделкой в физически зрелую почву мотоблоком «Крот» на глубину 12–15 см, способствовал значительному снижению численности проволочников – с 15–21 (в контроле) до 6–10 экз/м². Изреженность посева подсолнечника из-за повреждений проволочниками в контроле в среднем достигала 53,3 %, тогда как гибель растений в вариантах с внесением органоминерального удобрения в дозах 3,9 и 5,9 т/га находилась на уровне 31,6 и 26,7 % соответственно. Применение дефеката в дозах 3,9 и 5,9 т/га позволило получить прибавку урожая 0,86–0,87 т/га. Масличность семян подсолнечника в вариантах находилась на уровне 51,3–52,1 %.

Ключевые слова: подсолнечник, известковое органоминеральное удобрение, дефекат, проволочники, поврежденность всходов, структура урожая

Для цитирования: Семеренко С.А., Бушнева Н.А. Влияние применения дефеката на вредоносность проволочников и продуктивность подсолнечника в Краснодарском крае // Масличные культуры. 2023. Вып. 4 (196). С. 62–67.

UDC 632.951:632.952:632.95.026.4

Influence of filter cake application on wireworms harmfulness and sunflower productivity in the Krasnodar region

Semerenko S.A., head of the lab., leading researcher, PhD in biology

Bushneva N.A., senior researcher, PhD in agriculture

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

protection@vniimk.ru

Abstract. Larvae of click beetles (Coleoptera: *Elateridae*) are wireworms, one of the most spreading polyphagous soil pests damaging the agricultural crops, including sunflower. They prefer soils having pH from 5.6–6.0 to 4.5–5.0 and humus content more than 3.3%. Liming is the primary means to optimized reaction of a soil solution. In 2016–2018, in the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, influence of filter cake (lime organic and mineral fertilizers produced after sugar beet processing) application in doses 3.9 and 5.9 t/ha on damaging of sunflower seedlings by larvae of beetles from an *Elateridae* family (wireworms) and crop productivity. The dry filter cake in the studied doses introduced 30 days before sunflower planting with further incorporation into the physically mature soil by tillers “Krot” on a depth of 12–15 cm decreased significantly a number of wireworms – from 15–21 (in control) to 6–10 pcs/m². Thinning of sunflower crops due to wireworm damages on average reached 53.3% in control, as plant death in variants with application of an organic and mineral fertilizer in doses of 3.9 and 5.9 t/ha was at a level of 31.6 and 26.7%, respectively. The filter cake application in doses of 3.9 and 5.9 t/ha allowed obtaining yield increase of 0.86–0.87 t/ha. Oil content in sunflower seeds in these variants was equal to 51.3–52.1%.

Key words: sunflower, lime organic and mineral fertilizer, filter cake, wireworms, seedling damage, yield structure

Введение. Для реализации потенциальных возможностей сортов и гибридов подсолнечника необходимы здоровые и качественные семена. Но даже самые ка-

чественные семена не могут дать гарантированно высокие урожаи без обеззараживания их от внешней и внутренней инфекции, находящейся в семенном материале, и защиты всходов от почвенных патогенов и почвообитающих вредителей. Проволочники – личинки жуков-щелкунов (Coleoptera: *Elateridae*), одни из самых распространенных многоядных почвенных вредителей сельскохозяйственных растений, в том числе экономически значимых технических культур, таких как подсолнечник [1]. Считается, что ущерб сельскохозяйственным растениям в основном наносят виды, принадлежащие роду *Agriotes*, который насчитывает более 200 по всему миру [2; 3]. Пристальное внимание к *Elateridae* возросло на рубеже XX–XXI веков, что можно объяснить повсеместным увеличением их численности и возрастанием активности [4; 5].

Почва является средой обитания для проволочников, между тем виды вредителя предпочитают различные по плодородию, физическим и механическим свойствам почвы. Например, личинки *Agriotes brevis* выбирают почвы водопроницаемые, а *A. obscurus* и *A. lineatus* – с более высокой водоудерживающей способностью, богатые органическим веществом. В целом проволочники предпочитают почвы с pH от 5,6–6,0 до 4,5–5,0 и содержанием гумуса более 3,3 % [6; 7; 8]. Подкисление почвы связано с различными условиями, ограничивающими рост сельскохозяйственных культур. Например, снижение доступности основных катионов, включая кальций, магний, натрий и калий из-за усиленного выщелачивания приводит к ухудшению плодородия почвы и потенциальному снижению урожайности возделываемых культур [9].

Площади почв с избыточной кислотностью в Российской Федерации наибольшие в мире. В то же время известкование проводится в небольших масштабах (300–350 тыс. га в год при необходимых 7–

8 млн га), вследствие чего складывается отрицательный баланс кальция, при котором компенсируется лишь 6–7 % потерь элемента из корнеобитаемого слоя почв. Известкование является основным средством оптимизации реакции кислых почв. Устранение избыточной кислотности, улучшение физико-химических показателей повышает плодородие почв, эффективность применения минеральных удобрений и улучшает экологическую обстановку [10; 11; 12; 13; 14].

Достаточное поступление извести может повысить pH кислой почвы до необходимого для культурных растений уровня, что способствует снижению токсичности алюминия и марганца, уменьшению поглощения тяжелых металлов, таких как кадмий и никель, а также повышению доступности для растений азота, фосфора, кальция, магния и молибдена и тем самым способствует защите растений от повреждения проволочниками [15; 16; 17].

Одним из удобрений, применяемых для известкования и улучшения физико-химических показателей почвы, является дефека́т как продукт переработки сахарной свеклы на сахарных заводах. Главное его преимущество – наличие в составе свободной извести. Дефека́т является ценным мелиорантом, особенно для кислых почв, и по своей эффективности даже превосходит CaCO_3 . Химический состав дефека́та дает возможность рассматривать его как известковое комплексное органоминеральное удобрение [18]. Применение дефека́та в России имеет давнюю историю еще со времен зарождения сахарной промышленности. Эффективность этого мелиоранта впервые широко исследовалась «Сетью общества сахарозаводчиков», а результаты исследований печатались в специальных сообщениях этого общества в 1901–1916 гг. [19].

В Краснодарском крае основной возделываемой масличной культурой является подсолнечник. Всходы культуры повреждают личинки 15 видов жуков се-

мейства *Elateridae*, при этом площадь заселения этими вредителями составляет более 100 тыс. га пашни. В связи с этим цель наших исследований заключалась в изучении влияния известкового органоминерального удобрения – дефеката на снижение поврежденности проволочниками всходов растений подсолнечника и на его продуктивность на черноземе выщелоченном в условиях Краснодарского края.

Материалы и методы. Материалом для статьи послужили результаты исследований применения известкового органоминерального удобрения – дефеката против личинок жуков семейства *Elateridae* в посевах подсолнечника сорта Бузулук (селекция ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК), проведенных в 2016–2018 гг. в центральной природно-климатической зоне Краснодарского края на базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар).

В опыте использовали подсушенный до сыпучего состояния (влажность 25–30 %) дефекат, полученный с Динского сахарного завода (Краснодарский край, Динской район). Сухой дефекат содержит 60–75 % CaCO_3 , 10–15 органических веществ, 0,2–0,7 N, 0,2–0,9 P_2O_5 и 0,3–1,0 % K_2O , микроэлементы. Почва участка, где располагался опыт, представлена черноземом выщелоченным слабогумусным сверхмощным тяжелосуглинистым со слабокислой реакцией почвенного раствора (рН 5,6–5,8), содержанием гумуса 3,4–3,6 %.

Схема опыта:

1. Контроль – без внесения дефеката.
2. Внесение дефеката в дозе $\text{N}_{40}\text{P}_{16}\text{K}_{22}\text{Ca}_{354}$ (из расчета 3,9 т/га).
3. Внесение дефеката в дозе $\text{N}_{60}\text{P}_{24}\text{K}_{34}\text{Ca}_{534}$ (из расчета 5,9 т/га).

За 30 суток до посева подсолнечника дефекат равномерно вручную разбрасывали по поверхности почвы с последующей его заделкой на глубину 12–15 см мотоблоком «Крот». Посев семян проводили сеялкой «GASPARDO-MT 8» с рекомендованной для данного сорта нормой

высева семян – 50 тыс. шт/га, повторность опыта 3-кратная, площадь одной делянки – 56 м², учетная – 28 м². В полевых условиях определяли заселенность и поврежденность всходов подсолнечника проволочниками по К.К. Фасулати [20].

Перед уборкой урожая подсчитывали фактическую густоту стояния растений по вариантам опыта. Для учета урожая с учетных рядов каждой делянки срезали корзинки подсолнечника и затем обмолачивали их на комбайне «Неге». Полученный урожай приводили к 100%-ной чистоте и 10%-ной влажности семян и затем пересчитывали на фактическую густоту стояния растений. Для определения структуры урожая отбирали по пять типичных корзинок подсолнечника с каждой делянки в фазе физиологической спелости [21]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по методике в изложении Б.А. Доспехова [22].

Результаты и обсуждение. Перед внесением дефеката каждый год проводили весенние почвенные раскопки, в результате которых было установлено, что заселенность полей проволочниками значительно превышала порог вредоносности (ПВ 3–5 экз/м²). Средняя численность проволочников в условиях 2016 г. достигала 19,0 экз/м², в 2017 г. она была на уровне 15,0 экз/м², а в 2018 г. – 21,0 экз/м².

После внесения дефеката перед посевом подсолнечника проводили еще один учет численности проволочников, которым было установлено, что в контроле заселенность вредителями оставалась на уровне первого учета, а на участках с внесением органоминерального удобрения в дозах 3,9 и 5,9 т/га численность проволочников заметно снизилась и составляла в среднем в 2016 г. – 9,0 и 6,0, в 2017 г. – 6,5 и 6,0 и в 2018 г. – 10,0 и 8,0 экз/м² соответственно дозам дефеката.

В фазе полных всходов подсолнечника при подсчете густоты стояния растений из-за повреждений проволочником была выявлена сильная изреженность посева

(табл. 1). В контроле она достигала в 2016 г. 54,0 %; 2017 г. – 48,0; 2018 г. – 58,0 %, а в среднем за три года исследований – 53,3 % при средней густоте стояния растений 23,3 тыс. шт/га. При внесении дефеката в дозе 3,9 т/га густота стояния всходов в среднем достигала 34,2 тыс. шт/га, гибель растений подсолнечника от вредителя была заметно ниже, чем в контроле, и по годам исследования варьировала от 25,0 до 38,0 %, а в среднем за три года составляла 31,6 %.

Таблица 1

Влияние применения дефеката на поврежденность посева подсолнечника проволочниками

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2016–2018 гг.

Вариант	Норма внесения, т/га	Фактическая густота всходов, тыс. шт/га				Изреженность посева, %			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее за три года	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее за три года
Контроль (без дефеката)	0	23,0	26,0	21,0	23,3	54,0	48,0	58,0	53,3
Дефекат	3,9	34,0	37,5	31,0	34,2	32,0	25,0	38,0	31,6
Дефекат	5,9	37,5	37,5	35,0	36,7	25,0	25,0	30,0	26,7

Применение удобрения в дозе 5,9 т/га способствовало формированию густоты стояния в среднем на уровне 36,7 тыс. шт/га, гибель растений подсолнечника от вредителя в варианте составила 26,7 %.

В опытах изучали влияние применения дефеката на урожайность и масличность семян.

Урожайность подсолнечника в опыте в среднем за три года варьировала от 1,32 до 2,19 т/га (табл. 2).

Дефекат способствовал повышению урожайности подсолнечника в сравнении с контролем на 0,86 и 0,87 т/га, или на 65,9 и 65,2 %.

Масличность семян подсолнечника в опыте находилась на уровне 51,3–52,1 %, вместе с тем было отмечено увеличение этого показателя в варианте с удобрением в нормах 3,9 т/га на 0,3 % и на 0,8 % при

дозе внесения дефеката 5,9 т/га по сравнению с контролем.

Таблица 2

Влияние дефеката на урожайность и масличность семян подсолнечника

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2016–2018 гг.

Вариант	Норма внесения, т/га	Урожайность		Масличность семян		Сбор масла	
		т/га	± к контролю	%	± к контролю	т/га	± к контролю
Контроль (без дефеката)	0	1,32	0	51,3	0	0,60	0
Дефекат	3,9	2,19	+ 0,87	51,6	0,3	1,02	0,42
Дефекат	5,9	2,18	+ 0,86	52,1	0,8	1,02	0,42

Изучение структуры урожая подсолнечника позволило установить, что в опыте наибольший диаметр корзинки (20 см) определен у растений подсолнечника при средней густоте стояния растений 23 тыс. шт/га в контроле. При применении дефеката в нормах 3,9 и 5,9 т/га (густота стояния растений 34 и 37 тыс. шт/га) он был меньше, чем в контроле, на 1,0 и 1,6 см соответственно. При этом количество выполненных семян в корзинке по вариантам опыта варьировало от 961 до 1241 шт., и больше всего их было при применении дефеката в норме 3,9 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Изменение структурных показателей урожайности подсолнечника в зависимости от дозы применения дефеката

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2016–2018 гг.

Вариант	Норма внесения, т/га	Количество растений к уборке, шт/м ²	Диаметр корзинки, см	Количество выполненных семян в корзинке, шт.	Масса семян с корзинки, г	Масса 1000 семян, г
Контроль (без дефеката)	0	2,3	20,0	961	56,5	54,3
Дефекат	3,9	3,4	19,0	1241	64,1	51,7
Дефекат	5,9	3,7	18,4	1125	59,4	52,8

Масса семян с корзинки в зависимости от варианта опыта изменялась с 56,5

до 64,1 г и наибольшей была при внесении дефеката в дозе 3,9 т/га. Самая высокая масса 1000 семян (54,3 г) получена в контроле, в вариантах с удобрением в дозах 3,9 и 5,9 т/га она была меньше на 2,6 и 1,5 г соответственно.

Заключение. Внесение в почву перед посевом подсолнечника известкового органоминерального удобрения дефекат способствовало значительному снижению численности проволочников (с 15–21 до 6–10 экз/м²), а гибель всходов от их повреждений находилась на уровне 31,6 и 26,7 против 53,3 % в контроле. Применение дефеката в дозах 3,9 и 5,9 т/га позволило обеспечить густоту стояния растений 34,2 и 36,7 тыс. шт/га и получить прибавку урожая 0,87–0,86 т/га.

Список литературы

1. Пивень В.Т., Семеренко С.А., Кривошлыков К.М., Ветер В.И. Защита подсолнечника от проволочников // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2012. – Вып. 1 (150). – С. 142–148
2. Barsics F., Haubruge E. and Verheggen F.J. Wireworms management: an overview of the existing methods, with particular regards to *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae) // *Insects*. – 2013. – No 4. – P. 117–152.
3. Forgia D., Verheggen F. Biological alternatives to pesticides to control wireworms (Coleoptera: Elateridae) // *Agri Gene*. – 2019. – No 11. Art. 100080.
4. Parker W.E., Howard J.J. The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to the UK // *Agric. Forest Entomol.* – 2000. – No 3. – P. 85–98.
5. Furlan L. The biology of *Agriotes sordidus* Illiger (Col., Elateridae) // *J. Appl. Entomol.* – 2004. – 128. – P. 696–706.
6. Furlan L., Garofalo N., Toth M. Comparative biology of *Agriotes sordidus* Illiger in Northern and Central-Southern Italy // *Informatore Fitopatologico*. – 2004. – No 54. – P. 32–37.
7. Staudacher K., Schallhart N., Pitterl P., Wallinger C., Brunner N., Landl M., Kromp B., Glauning J., Traugott M. Occurrence of *Agriotes* wireworms in Austrian agricultural land // *J. Pest Sci.* – 2013. – No 86. – P. 33–39.
8. Ericsson J.D., Kabaluk J.T., Goettel M.S., Myers J.H. Spinosad interacts synergistically with the insect pathogen *Metarhizium anisopliae* against the exotic wireworms *Agriotes lineatus* and *Agriotes obscurus* (Coleoptera : Elateridae) // *J. Econ. Entomol.* – 2007. – No 100 (1). – P. 31–38.
9. Zhang Y., He X., Liang H., Zhao J., Zhang Y., Xu C., Shi X. Long-term tobacco plantation induces soil acidification and soil base cation loss // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2016. – No 23. – P. 5442–5450.
10. Овчаренко М.М., Аканова Н.И., Прудников П.В., Осипов А.И. Приемы повышения плодородия почв (известкование, фосфоритование, гипсование): науч.-метод. реком. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021 – 116 с.
11. Шильников И.А., Аканова Н.И., Баринов В.Н. Методика прогнозирования кислотности почв и расчета баланса кальция в земледелии Нечерноземья Российской Федерации. – М., 1999. – 22 с.
12. Шильников И.А., Аканова Н.И. Известкование – главный фактор сохранения плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур // *Достиж. науки и тех. АПК*. – 2008. – № 1. – С. 21–23.
13. Шильников И.А., Сычёв В.Г., Зеленев Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия: моногр. – М., 2008. – 331 с.
14. Шильников И.А., Сычёв В.Г., Шеуджен А.Х., Аканова Н.И., Бондарева Т.Н., Кизинёк С.В. Потери элементов питания растений в агробиогехимическом круговороте веществ и способы их минимизации. – М.: ВНИИА, 2012. – 351 с.
15. Fageria N.K., Baligar V.C. Chapter 7 ameliorating soil acidity of tropical oxisols by liming for sustainable crop production. // *Advances in Agronomy*. – 2008. – No 99. – P. 345–399.
16. Holland J.E., Bennett A.E., Newton A.C., White P.J., McKenzie B.M., George T.S., Pakeman R.J., Bailey J.S., Fornara D.A., Hayes R.C. Liming impacts on soils, crops and biodiversity in the UK: a review // *Science of the Total Environment*. – 2018. – No 610–611. – P. 316–332.
17. Caires E.F., Joris H.A.W., Churka S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil // *Soil Use Manage.* – 2011. – No 27 (1). – P. 45–53.
18. Siskevich R.Yu., Korchagin E.V., Kosikova N.A. Chemical reclamation of agricultural lands // *Agriculture*. – 2021. – № 2. – P. 14–17.
19. Муха В.Д., Пигорев И.Я., Ачкасов А.Л., Недбаев В.Н., Мирошниченко О.Н., Худяков С.И., Бельчиков Е.В. Дефекат – перспективное удобрение-мелиорант // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2011. – № 6. – С. 47–49.
20. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1971. – 424 с.
21. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца. – Краснодар: ООО РИА «АлВи-дизайн», 2010. – 328 с.
22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Piven' V.T., Semerenko S.A., Krivoslykov K.M., Viter V.I. Zashchita podsolnechnika ot provolochnikov // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – Krasnodar, 2012. – Vyp. 1 (150). – S. 142–148
2. Barsics F., Haubruge E. and Verheggen F.J. Wireworms management: an overview of the existing methods, with particular regards to *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae) // *Insects*. – 2013. – No 4. – P. 117–152.
3. Forgia D., Verheggen F. Biological alternatives to pesticides to control wireworms (Coleoptera: Elateridae) // *Agri Gene*. – 2019. – No 11. – Art. 100080.
4. Parker W.E., Howard J.J. The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to the UK // *Agric. Forest Entomol.* – 2000. – No 3. – P. 85–98.
5. Furlan L. The biology of *Agriotes sordidus* Illiger (Col., Elateridae) // *J. Appl. Entomol.* – 2004. – 128. – P. 696–706.
6. Furlan L., Garofalo N., Toth M. Comparative biology of *Agriotes sordidus* Illiger in Northern and Central-Southern Italy // *Informatore Fitopatologico*. – 2004. – No 54. – P. 32–37.
7. Staudacher K., Schallhart N., Pitterl P., Wallinger C., Brunner N., Landl M., Kromp B., Glauning J., Traugott M. Occurrence of *Agriotes* wireworms in Austrian agricultural land // *J. Pest Sci.* – 2013. – No 86. – P. 33–39.
8. Ericsson J.D., Kabaluk J.T., Goettel M.S., Myers J.H. *Spinosad* interacts synergistically with the insect pathogen *Metarhizium anisopliae* against the exotic wireworms *Agriotes lineatus* and *Agriotes obscurus* (Coleoptera : Elateridae) // *J. Econ. Entomol.* – 2007. – No 100 (1). – P. 31–38.
9. Zhang Y., He X., Liang H., Zhao J., Zhang Y., Xu C., Shi X. Long-term tobacco plantation induces soil acidification and soil base cation loss // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2016. – No 23. – P. 5442–5450.
10. Ovcharenko M.M., Akanova N.I., Prudnikov P.V., Osipov A.I. Priemy povysheniya plodorodiya pochv (izvestkovanie, fosforitovanie, gipsovaniye): nauch.-metod. rekom. – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2021 – 116 s.
11. Shil'nikov I.A., Akanova N.I., Barinov V.N. Metodika prognozirovaniya kislotalnosti pochv i rascheta balansa kal'tsiya v zemledelii Nechernozem'ya Rossiyskoy Federatsii. – M., 1999. – 22 s.
12. Shil'nikov I.A., Akanova N.I. Izvestkovanie – glavnyy faktor sokhraneniya plodorodiya pochv i povysheniya produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur // *Dostizh. nauki i tekhn. APK*. – 2008. – № 1. – S. 21–23.
13. Shil'nikov I.A., Sychev V.G., Zelenov N.A., Akanova N.I., Fedotova L.S. Izvestkovanie kak faktor urozhaynosti i pochvennogo plodorodiya: monogr. – M., 2008. – 331 s.
14. Shil'nikov I.A., Sychev V.G., Sheudzen A.Kh., Akanova N.I., Bondareva T.N., Kizinek S.V. Poteri elementov pitaniya rasteniy v agrobiogeokhimiicheskom krugovorote veshchestv i sposoby ikh minimizatsii. – M.: VNIIA, 2012. – 351 s.
15. Fageria N.K., Baligar V.C. Chapter 7 ameliorating soil acidity of tropical oxisols by liming for sustainable crop production. // *Advances in Agronomy*. – 2008. – No 99. – P. 345–399.
16. Holland J.E., Bennett A.E., Newton A.C., White P.J., McKenzie B.M., George T.S., Pakeman R.J., Bailey J.S., Fornara D.A., Hayes R.C. Liming impacts on soils, crops and biodiversity in the UK: a review // *Science of the Total Environment*. – 2018. – No 610–611. – P. 316–332.
17. Caires E.F., Joris H.A.W., Churka S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil // *Soil Use Manage.* – 2011. – No 27 (1). – P. 45–53.
18. Siskevich R.Yu., Korchagin E.V., Kosikova N.A. Chemical reclamation of agricultural lands // *Agriculture*. – 2021. – № 2. – P. 14–17.
19. Mukha V.D., Pigorev I.Ya., Achkasov A.L., Nedbaev V.N., Miroshnichenko O.N., Khudyakov S.I., Bel'chikov E.V. Defekat – perspektivnoe udobrenie-meliorant // *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. – 2011. – № 6. – S. 47–49.
20. Fasulati K.K. Polevoe izuchenie nazemnykh bespozvonochnykh. – M.: Vysshaya shkola, 1971. – 424 s.
21. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod obshch. red. V.M. Lukomtsa. – Krasnodar: OOO RIA «AIVI-dizayn», 2010. – 328 s.
22. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

Сведения об авторах

С.А. Семеренко, зав. лаб., вед. науч. сотр., канд. биол. наук

Н.А. Бушнева, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук

Получено/Received

05.10.2023

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

13.10.2023

Получено после доработки/Manuscript revised

16.10.2023

Принято/Accepted

30.10.2023

Manuscript on-line

30.12.2023