

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ НА ЯРОВОМ ЯЧМЕНЕ

Р. И. Сафин, И. Х. Вафин

Реферат. Приводятся результаты полевых опытов на яровом ячмене, проведенных в 2023 году на опытных полях Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Целью исследований была оценка влияния применения разработанных в Институте агробиотехнологий и землепользования Казанского ГАУ различных композиций органоминеральных удобрений на основе природных минералов (цеолит, диатомит, перлит), гуматов и отходов пищевой промышленности (лузга гречихи, свекловичная меласса) на формирование урожая и качество зерна ярового ячменя. В задачи исследований входило изучение характера изменений в росте и развитии растений, урожайности и содержании в зерне белка при применении экспериментальных органоминеральных удобрений. Объектом исследования выступал яровой ячмень сорта Раушан. В качестве контроля выступал вариант без удобрений, в качестве стандарта использовалось внесение 100 кг/га азофоски. Экспериментальные удобрения вносились из расчета 120 кг/га. Все удобрения в опыте вносились перед посевом. Исследования проводились на серой лесной высококультуренной почве. Условия вегетации 2023 году отличались периодически острозасушливыми явлениями, что повлияло на рост и развитие растений ярового ячменя. Установлено, что внесение экспериментальных удобрений способствовало росту длины корней и надземных частей растений, а также снижало поражение растений корневыми гнилями. Наибольшее положительное влияние на снижение поражения корневыми гнилями оказало удобрение на основе диатомита. Наибольшая прибавка урожая к контролю (на 0,73 т/га) и стандарту (на 0,22 т/га) была получена при использовании удобрения на основе диатомита. Следовательно, применение всех органоминеральных удобрений (особенно на основе цеолита) ведет к увеличению содержания в зерне белка.

Ключевые слова: органоминеральные удобрения, гуминовые препараты, отходы пищевой промышленности, яровой ячмень.

Для цитирования: Сафин Р.И., Вафин И.Х. Перспективы применения различных органоминеральных удобрений на яровом ячмене // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4(8). С. 43-47

Введение. Яровой ячмень является одной из наиболее древних сельскохозяйственных культур, играющих до сих пор важнейшую роль как в пищевой промышленности, так и в качестве корма для животных [1, 2]. Доля ячменя в экспортных поставках России составляет более 14%, что делает его одной из важнейших экспортных сельскохозяйственных культур страны [3].

Для Татарстана яровой ячмень остается основной зернофуражной культурой [4], что подтверждает необходимость и актуальность научных исследований по селекции, семеноводству и приемам агротехнологии возделывания данной культуры [5, 6, 7]. Одним из важнейших элементов технологии возделывания ярового ячменя является система удобрений, играющая значительную роль как в формировании урожая, так и в изменениях качественных характеристик зерна у данной культуры [8, 9]. Вместе с тем, рост стоимости синтетических минеральных удобрений, развитие органического земледелия, а также необходимость в снижении антропогенной нагрузки на полевые агроценозы диктуют необходимость в разработке новых органоминеральных удобрений, основанных на природных веществах или органических отходах промышленности [10, 11, 12]. Высокая эффективность различных органоминеральных удобрений показана и на яровом ячмене [13, 14, 15].

Среди наиболее ценных для использования в качестве основы для производства органоминеральных удобрений, особое место

занимают природные кремнийсодержащие минералы – цеолит, диатомит, перлит [16, 17]. Показано, что внесение данных минералов в почву оказывает положительное влияние на формирование урожая сельскохозяйственных культур [18, 19, 20]. Разработаны органоминеральные удобрения, представляющие смеси кремнийсодержащих минералов и различных органических веществ [21]. В ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» разработаны новые комплексные органоминеральное удобрение на основе природных материалов (цеолита, диатомита, перлита), гуминовых веществ, лузги гречихи и мелассы. В связи с вышеизложенным, целью работы было изучение эффективности внесения данных удобрений под яровой ячмень. В задачи исследований входило определение влияния экспериментальных органоминеральных удобрений на формирование урожая и качество зерна ярового ячменя.

Условия, материалы и методы. В качестве объекта исследований выступал сорт Раушан. Репродукция семян – суперэлита.

Полевые опыты закладывались на опытных полях в экспериментальном севообороте Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Изучались следующие варианты опыта:

1. Контроль;
2. Азофоска (16:16:16), 100 кг/га – стандартное минеральное удобрение;
3. Органоминеральное удобрение (ОМУ) с диатомитом, 120 кг/га;
4. Органоминеральное удобрение (ОМУ) с цеолитом, 120 кг/га;

АГРОНОМИЯ

5. Органоминеральное удобрение (ОМУ) с диатомитом, 120 кг/га.

Общая площадь делянки – 26 м², учетная – 20,0 м². Повторность в опыте – четырехкратная. Агротехнология возделывания ярового ячменя – общепринятая для зоны Предкамья Республики Татарстан. Все изучаемые удобрения вносили перед посевом под предпосевную культивацию. Погодные условия 2023 года были периодически засушливыми. Температура воздуха в мае, июле и августе была выше среднеголетних данных. В мае выпало 46,79 мм осадков, что выше среднеголетних на 23%, но в июне выпало всего лишь 6 мм, что составляет 10% от нормы, а в июле и августе лишь 53 и 37% соответственно от нормы. Полевые опыты размещались на серой лесной высококультурной почве: содержание гумуса – 3,1-3,2%, подвижного фосфора – очень высокое и обменного калия - повышенное с рН_{КCl} 6,5.

Органоминеральные удобрения на основе диатомита, цеолита и перлита были получены на экспериментальной установке барабанного типа.

В качестве органических компонентов использовались гуминовые вещества, измельченная лузга гречихи и свекловичная меласса. Полученные экспериментальные удобрения содержали в своем составе в среднем 7-8% органических и 90-92% минеральных веществ. В предварительно проведенных вегетационных опытах, были установлены оптимальные нормы расхода органоминеральных удобрений, которые составляли 90-120 кг/га, поэтому в полевых опытах использовался максимальный уровень внесения данных удобрений – 120 кг/га.

Результаты и обсуждение. Результаты оценки влияния внесения органоминеральных удобрений на биометрические показатели растений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Биометрические показатели растений ярового ячменя в фазу полных всходов, 2023 год

Вариант	Максимальная высота растений, см	Максимальная длина корня, см
Контроль	18,51±0,93	7,65±0,36
Азофоска	23,33±1,02	7,86±0,32
ОМУ с диатомитом	24,85±0,99	7,94±0,38
ОМУ с цеолитом	23,68±1,09	9,55±0,42
ОМУ с перлитом	22,83±1,14	8,17±0,31

Результаты оценки влияния внесения удобрения на развитие растений в фазу всходов показали, что при использовании всех удобрений отмечался достоверный рост длины как надземных органов, так и корней. Если по показателю максимальной высоты растений

достоверных отличий между вариантами с разными удобрениями не отмечалось, то по длине корня выделялось удобрение на основе цеолита.

Применение удобрений повлияло на поражение растений корневыми гнилями (табл. 2).

Таблица 2 – Поражение растений ярового ячменя корневыми гнилями в фазу кушения, 2023 год

Вариант	Распространенность болезни, %	Развитие болезни, %
Контроль	40,1	2,1
Азофоска	26,6	1,8
ОМУ с диатомитом	10,9	0,6
ОМУ с цеолитом	20,8	1,5
ОМУ с перлитом	11,9	1,1

Использование органоминеральных удобрений привело к снижению поражения корневыми гнилями, причем особенно заметным данный эффект был при применении ОМУ с диатомитом и перлитом.

Применение удобрений влияние и на урожайность ярового ячменя и на содержание в зерне белка, причем характер такого влияния был различным для разных видов ОМУ (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность и содержание белка в зерне ярового ячменя сорта Раушан при применении органоминеральных удобрений, 2023 год

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Содержание белка, %	Сбор белка с 1 га, т
Контроль	4,69	-	10,5	0,492
Азофоска	5,20	0,51	14,3	0,744
ОМУ с диатомитом	5,42	0,73	17,8	0,965
ОМУ с цеолитом	4,82	0,13	19,0	0,916
ОМУ с перлитом	4,70	0,01	16,8	0,790
НСР ₀₅	0,19			

В условиях засушливого 2023 года достоверный рост урожайности ярового ячменя

к уровню контроля и к значениям стандарта (азофоска) был только при использовании

органоминерального удобрения с диатомитом. Однако, применение всех органоминеральных удобрений оказало выраженное положительное влияние на содержание в зерне ячменя белка, причем особенно заметным это было при применении ОМУ с цеолитом. По всей видимости, внесение органоминеральных удобрений, за счет стимуляции роста растений, оптимизации минерального питания и снижения поражения их болезнями, способствовали накоплению белка в зерне.

Во всех вариантах с экспериментальными ОМУ сбор белка с 1 га был значительно выше,

чем в контроле и в варианте с внесением только азотоски.

Данные результаты особенно ценны с учетом важности ячменя как зернофуражной культуры.

Выводы. Применение новых органоминеральных удобрений способствует снижению поражения растений корневыми гнилями и стимулирует рост растений. Их использование ведет к повышению содержания в зерне белка. Наилучшие результаты по урожайности и качественным характеристикам зерна оказало удобрение на основе диатомита.

Литература

1. Хоконова М. Б. Народно-хозяйственное значение озимого и ярового ячменя // Результаты фундаментальных и прикладных исследований в России и за рубежом: Материалы международной научно-практической конференции, Самара, 31 июля 2017 года. Самара: ООО «Поволжская научная корпорация», 2017. С. 116-118.
2. Шило Е. В., Дериглазова Г. М. Народнохозяйственное значение ярового ячменя // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 декабря 2021 года. Том Часть 1. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. С. 243-248.
3. Шейхова М. С., Орлова Е. П. Рынок зерна в России: анализ и перспективы развития // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2021. № 3(41). С. 137-144.
4. Афанасьева Д. С., Кадырова Ф. З. Семенные качества различных генотипов ярового ячменя в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 2(2). С. 12-18. <http://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-38-45>.
5. Афанасьева Д. С., Кадырова Ф. З. Влияние экологических факторов на формирование качественных характеристик семян сортов ярового ячменя в Предкамской зоне Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 2(6). С. 12-18. <http://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-12-18>.
6. Засухоустойчивость сортов ярового ячменя в условиях Предкамья Республики Татарстан / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева и др. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3(71). С. 4-11. http://doi.org/10.48012/1817-5457_2022_3_4-11.
7. Оценка адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя селекции татарского НИИСХ / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4(40). С. 82-92. <http://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-82-92>.
8. Гуреев И. И., Гостев А. В., Нитченко Л. Б. Экономико-экологическая эффективность адаптивной системы удобрения ярового ячменя // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16, № 3(60). С. 95-101. <http://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-95-101>.
9. Бакаева Н. П., Васильев А. С., Кутилкин В. Г. Влияние систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна ярового ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С.3-9. http://doi.org/10.55170/19973225_2023_8_2_3.
10. Носкова Е. В., Иванова С. С. Влияние органоминеральных удобрений на агрохимические показатели почвы и урожайность полевых культур в Ярославской области // Владимирский земледелец. 2019. № 4(90). С. 37-42. <http://doi.org/10.24411/2225-2584-2019-10091>.
11. Последствие органической и органоминеральной систем удобрения в длительном стационарном опыте на дерновоподзолистой почве / Р. Ф. Байбеков, А. А. Коваленко, Т. М. Забугина и др. // Земледелие. 2022. № 6. С. 8-10. <http://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-8-11>.
12. Карпунин М. Ю., Байкин Ю. Л., Батыршина Э. Р. Агрономическая эффективность органоминерального удобрения на черноземных почвах Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2023. № 4(233). С. 2-14. <http://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14>.
13. Органоминеральное удобрение Геотон в посевах ячменя / М. С. Чижова, А. И. Денисенко, В. Н. Рыбина и др. // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. 2021. № 3(12). С. 90-94.
14. Налиухин А. Н., Власова О. А., Ерегин А. В. Влияние биомодифицированных органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя // Плодородие. 2022. № 6(129). С. 104-108. <http://doi.org/10.25680/S19948603.2022.129.27>.
15. Марьяна-Черных О. Г. Влияние органоминерального удобрения ЭкоОрганика на урожайность ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2021. Т. 7, № 2(26). С. 143-149. <http://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148>.
16. Варламова Л. Д., Бахарев А. В., Сергеев В. В. Оценка эффективности кремнийсодержащих минералов при внесении под полевые культуры // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2017. №2. С.21-24.
17. Перспективы использования кремниевых препаратов в сельском хозяйстве (обзор научной литературы) / В. В. Матыченков, Е. А. Бочарникова, Г. В. Пироговская и др. // Почвоведение и агрохимия. 2022. № 1(68). С. 219-234. [http://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1\(68\)-219-234](http://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1(68)-219-234).
18. Козлов А. В., Куликова А. Х., Уромова И. П. Подвижность силикатов, показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, биоаккумуляция кремния и продуктивность сельскохозяйственных культур под действием цеолита // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 1. С. 183-198. <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.1.183rus>.

19. Оленин О. А., Зудилин С. Н. Элементы органической технологии возделывания ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья // *Аграрный вестник Урала*. 2022. № 3(218). С. 13-23. <http://doi.org/1997-4868-2022-218-03-13-23>.

20. Куликова А. Х., Яшин Е. А., Волкова Е. С. Кремнистые породы в системе удобрения озимой пшеницы // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 3(51). С. 53-59. <http://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-3-53-59>.

21. Угаслов Д. Н., Панкратова Е. В., Шипов Р. А. Удобрение органоминеральное «naturagro ecoscrystal» на основе дегидратированного цеолита и жидкого концентрата сапропеля // *Кремний и жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве: Материалы Национальной научно-практической конференции с Международным участием, Ульяновск, 08–09 апреля 2021 года. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. С. 121-127.*

Работа выполнена в рамках НИР «Разработка биостимуляторов и органо-минеральных удобрительных составов на основе отходов пищевой промышленности».

Сведения об авторах:

Сафин Радик Ильясович - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

Вафин Ильшат Хафизович - старший преподаватель, e-mail: zemledeleiekazgau@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1415-0734>

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

PROSPECTS FOR THE USE OF VARIOUS ORGANOMINERAL FERTILIZERS ON SPRING BARLEY

R. I. Safin, I. Kh. Vafin

Abstract. The results of field experiments on spring barley conducted in 2023 on the experimental fields of the Agrobiotechnopark of the Kazan State Agrarian University are presented. The purpose of the research was to assess the impact of the use of various compositions of organomineral fertilizers based on natural minerals (zeolite, diatomite, perlite), humates and food industry waste (buckwheat husk, beet molasses) developed at the Institute of Agrobiotechnologies and Land Management of Kazan State Agrarian University on the formation of the yield and grain quality of spring barley. The objectives of the research included studying the nature of changes in plant growth and development, yield and protein content in grain when using experimental organomineral fertilizers. The object of the study was spring barley of the Raushan variety. The control was the option without fertilizers; the standard was the application of 100 kg/ha of azofoska. Experimental fertilizers were applied at a rate of 120 kg/ha. All fertilizers in the experiment were applied before sowing. The studies were carried out on gray forest highly cultivated soil. The growing season conditions in 2023 were characterized by periodically severe drought phenomena, which affected the growth and development of spring barley plants. It was found that the application of experimental fertilizers contributed to the growth of the length of roots and above-ground parts of plants, and also reduced the damage to plants by root rot. Diatomite-based fertilizer had the greatest positive effect on reducing root rot damage. The largest increase in yield over the control (by 0.73 t/ha) and standard (by 0.22 t/ha) was obtained when using diatomite-based fertilizer. The use of all organomineral fertilizers (especially those based on zeolite) leads to an increase in the protein content in the grain.

Key words: organomineral fertilizers, humic preparations, food industry waste, spring barley

For citation: Safin R.I., Vafin I.Kh. Prospects for the use of various organomineral fertilizers on spring barley. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2023; 4(8): 43-47

References

1. Khokonova M. B. [National economic importance of winter and spring barley]. *Rezultaty fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij v Rossii i za rubezhom: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Samara, 31 ijulja 2017 goda. Samara: OOO «Povolzhskaja nauchnaja korporacija», 2017; 1:116-118.*
2. Shilo E. V., Deriglazova G. M. [National economic importance of spring barley]. *Molodezhnaja nauka - razvitije agropromyshlennogo kompleksa: Materialy II Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, Kursk, 21 dekabrja 2021 goda. Tom Chast' 1. Kursk: Kurskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija imeni I.I. Ivanova, 2021; 1: 243-248.*
3. Shekhova M. S., Orlova E. P. [Grain market in Russia: analysis and development prospects]. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 3(41): 137-144.
4. Afanasyeva D. S., Kadyrova F. Z. [Seed qualities of various genotypes of spring barley in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2022; 2(2):12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-38-45>.
5. Afanasyeva D. S., Kadyrova F. Z. [The influence of environmental factors on the formation of qualitative characteristics of seeds of spring barley varieties in the Predkamsk zone of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2023; 2(6):12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-12-18>.
6. Blokhin V. I., Nikiforova I. Yu, Ganieva I. S. [Drought resistance of spring barley varieties in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. 2022; 3(71): 4-11. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2022_3_4-11.
7. Blokhin V. I., Nikiforova I. Yu, Ganieva I. S. [Assessment of the adaptive potential of varieties and lines of spring barley selected by the Tatar Research Institute of Agriculture]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2021; 4(40): 82-92. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-82-92>.
8. Gureev I. I., Gostev A. V., Nitchenko L. B. [Economic and environmental efficiency of the adaptive fertilizer system for spring barley]. *Jug Rossii: jekologija, razvitie*. 2021; 3(60): 95-101. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-95-101>.
9. Bakaeva N. P., Vasiliev A. S., Kutilkin V. G. [The influence of tillage systems and fertilizers on the structure of the crop and the quality of grain of spring barley]. *Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. 2023; 2:3-9. https://doi.org/10.55170/19973225_2023_8_2_3.
10. Noskova E. V., Ivanova S. S. [The influence of organomineral fertilizers on agrochemical soil indicators and the yield of field crops in the Yaroslavl region]. *Vladimirskij zemledec*. 2019; 4(90): 37-42. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2019-10091>.

11. Baibekov R. F., Kovalenko A. A., Zabugina T. M. [Aftereffect of organic and organomineral fertilizer systems in a long-term stationary experiment on soddy-podzolic soil]. *Zemledelie*. 2022; 6:8-10. [https://doi.org/ 10.24412/0044-3913-2022-6-8-11](https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-8-11).
12. Karpukhin M. Yu., Baykin Yu. L., Batyrshina E. R. [Agronomic efficiency of organomineral fertilizer on chernozem soils of the Middle Urals]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2023; 4(233): 2-14. [https://doi.org/ 10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14](https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14).
13. Chizhova M. S., Denisenko A. I., Rybina V. N. [Organomineral fertilizer Geoton in barley crops]. *Nauchnyj vestnik Luganskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 3(12): 90-94.
14. Naliukhin A. N., Vlasova O. A., Erejin A. V. [The influence of biomodified organomineral fertilizers on the yield and quality of barley grain]. *Plodorodie*. 2022; 6(129):104-108. [https://doi.org/ 10.25680/S19948603.2022.129.27](https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.129.27).
15. Maryina-Chernmykh O. G. [Influence of organomineral fertilizer EcoOrganika on barley yield]. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Sel'skohozjajstvennye nauki. Jekonomicheskie nauki*. 2021; 2(26):143-149. [https://doi.org/ 10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148](https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148).
16. Varlamova L. D., Bakharev A. V., Sergeev V. V. [Assessing the effectiveness of silicon-containing minerals when applied to field crops]. *Agrohimicheskij vestnik*. 2017; 2: 21-24.
17. Matyuchenkov V. V., Bocharnikova E. A., Pirogovskaya G. V. [Prospects for the use of silicon preparations in agriculture (review of scientific literature)]. *Pochvovedenie i agrohimiya*. 2022; 1(68): 219-234. [https://doi.org/ 10.47612/0130-8475-2022-1\(68\)-219-234](https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1(68)-219-234).
18. Kozlov A. V., Kulikova A. Kh., Uromova I. P. [Mobility of silicates, indicators of fertility of soddy-podzolic soil, bioaccumulation of silicon and productivity of agricultural crops under the influence of zeolite]. *Sel'skohozjajstvennaja biologija*. 2021; 1(56): 183-198. [https://doi.org/ 10.15389/agrobiology.2021.1.183rus](https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.1.183rus).
19. Olenin O. A., Zudilin S. N. [Elements of organic technology for cultivating spring barley in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2022; 3(218):13-23. [https://doi.org/ 10.32417/1997-4868-2022-218-03-13-23](https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-218-03-13-23).
21. Ugaslov D. N., Pankratova E. V., Shipov R. A. [Organomineral fertilizer "Naturagro ecocrystal" based on dehydrated zeolite and liquid spropel concentrate]. *Kremnij i zhizn'. Kremnistye porody v sel'skom hozjajstve: Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii s Mezhdunarodnym uchastiem, Ul'janovsk, 08-09 aprelja 2021 goda. Ul'janovsk: Ul'janovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. P.A. Stolypina, 2021; 1:121-127.*

The work was carried out as part of the research project "Development of biostimulants and organo-mineral fertilizer compositions based on food industry waste".

Authors:

Safin Radik Ilyasovich - Doctor of Agricultural Sciences, head of the department, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>
Vafin Ilshat Khafizovich - Senior lecturer, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru, [http:// orcid.org/0000-0002-1415-0734](http://orcid.org/0000-0002-1415-0734)
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.