

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2025-1-65-70

УДК 631.895:631.41:633.12

Влияние удобрений на урожайность гречихи и кислотность серой лесной почвы

К. Р. Гарафутдинова^{1,2✉}, аспирант кафедры «Агрохимия и почвоведение» научный сотрудник

Г. Ф. Рахманова², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Р. Р. Сафина², младший научный сотрудник

Р. Р. Газизов², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

¹ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

²Лаборатория молекулярно-генетических и микробиологических анализов ФИЦ КазНЦ РАН

420015, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65.

420059, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 20А

✉amiliamilka24@gmail.com

Резюме. В работе представлены результаты исследований по изучению влияния удобрений (цеолита, куриного помета, органоминерального удобрения (ОМУ)) на урожайность гречихи сортов Черемшанка и Никольская и кислотность (pH_{KCl}) серой лесной почвы в условиях вегетационного опыта. Схема опыта состояла из следующих вариантов: 1. Контроль; 2. $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ – фон; 3. Цеолит в почву 2,0 т/га; 4. Куриный помет в почву 2,0 т/га; 5. ОМУ в почву 2,0 т/га; 6. Фон + Цеолит в почву 2,0 т/га; 7. Фон + Куриный помет в почву 2,0 т/га; 8. Фон + ОМУ в почву 2,0 т/га. Использовали: цеолит Татарско-Шатрашанского месторождения Республики Татарстан (РТ), гранулированный куриный помет производства ООО «Птицефабрика Акашевская», ОМУ, полученное путем смешивания термически обработанного органического (куриный помет) при 60...70 °С и минерального (цеолит) компонента в соотношении 50 на 50. В качестве минеральных удобрений (фон) использовали аммофоску. Образцы почв и растений анализировали в лаборатории агрохимических и биохимических анализов по соответствующим методикам. Установлено увеличение продуктивности гречихи на 0,7...3,6 г/сосуд при внесении в почву минеральных удобрений совместно с исследуемыми удобрениями (цеолит, куриный помет, ОМУ). За три года исследований в среднем максимальная урожайность (7,3 г/сосуд) была выявлена в варианте совместного применения минеральных удобрений и куриного помета. Содержание общего азота в зерне гречихи по вариантам опыта составило 1,44...1,83 %, белка – 8,63...10,63 %. Под действием цеолита (2,0 т/га) снижалась кислотность почвы на 0,01...0,34 ед.

Ключевые слова: цеолит, куриный помет, органоминеральное удобрение, серая лесная почва, гречиха.

Для цитирования: Влияние удобрений на урожайность гречихи и кислотность серой лесной почвы / К. Р. Гарафутдинова, Г. Ф. Рахманова, Р. Р. Сафина и др. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. №1 (69). С. 65-70. doi:10.18286/1816-4501-2025-1-65-70

Effect of fertilizers on buckwheat yield and acidity of gray forest soil

K. R. Garafutdinova^{1,2✉}, **G. F. Rakhmanova**², **R. R. Safina**², **R. R. Gazizov**²

¹ FSBEI HE Kazan State Agrarian University

² Laboratory of molecular genetics and microbiological analysis of the Federal Research Center of Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

420015, Russian Federation, Republic of Tatarstan, Kazan, K. Marx St., 65.

420059, Russian Federation, Republic of Tatarstan, Kazan, Orenburgskiy Trakt St., 20A

✉amiliamilka24@gmail.com

Abstract. The paper presents results of the studies of the influence of fertilizers (zeolite, chicken manure, organomineral fertilizer (OMF)) on the yield of buckwheat varieties Cheremshanka and Nikolskaya and acidity (pH_{KCl}) of gray forest soil under conditions of a vegetation experiment. The experiment scheme consisted of the following variants: 1. Control; 2. $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ – background; 3. Zeolite of 2.0 t/ha into soil; 4. Chicken manure of 2.0 t/ha into soil; 5. OMF of 2.0 t/ha into soil; 6. Background + Zeolite of 2.0 t/ha into soil; 7. Background + Chicken manure of 2.0 t/ha into soil; 8. Background + OMF of 2.0 t/ha into soil. We used zeolite from the Tatar-Shatrashanskoye deposit of the Republic of Tatarstan (RT), granulated chicken manure produced by OOO Akashevskaya Poultry Farm and OMF obtained by mixing heat-treated organic (chicken manure) at 60-70°C and

mineral (zeolite) components in a 50 to 50 ratio. Ammophoska was used as mineral fertilizers (background). Soil and plant samples were analyzed in the laboratory of agrochemical and biochemical analysis using the appropriate methods. An increase in buckwheat productivity by 0.7...3.6 g/vessel was established when mineral fertilizers were added to the soil together with the studied fertilizers (zeolite, chicken manure, OMF). Over three years of the research, the average maximum yield (7.3 g/vessel) was revealed in the variant of combined usage of mineral fertilizers and chicken manure. The total nitrogen content in buckwheat grain in the experimental variants was 1.44...1.83%, protein – 8.63...10.63%. Under the influence of zeolite (2.0 t/ha), soil acidity decreased by 0.01...0.34 units.

Key words: zeolite, chicken manure, organomineral fertilizer, gray forest soil, buckwheat.

For citation: Effect of fertilizers on buckwheat yield and acidity of gray forest soil / K. R. Garafutdinova, G. F. Rakhmanova, R. R. Safina, et al. // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2025;1(69): 65-70 doi:10.18286/1816-4501-2025-1-65-70

**Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования
№124050300050-4**

Введение

Гречиха (*Fagopyrum*) принадлежит к группе основных зерновых культур, которые занимают ведущее место в мировом земледелии и имеют важнейшее значение для населения наряду с такими культурами как пшеница, рожь, ячмень, овес, рис и др. Семена гречихи богаты белками, микроэлементами и аминокислотами, поэтому гречневая крупа и ее производные активно применяются во всех сферах пищевой промышленности: начиная от детского и диетического питания и заканчивая изготовлением кормов для животных [1, 2].

Российская Федерация (РФ) – лидер по производству гречихи, ежегодно производит половину от мирового объема культуры. Самые крупные плантации сосредоточены на юге страны, на Алтае, в Республике Башкортостан и в Черноземье. В 2023 г., по предварительным данным Росстата, посевные площади гречихи в РФ составили 1286,3 тыс. га, что на 13,0 % (на 147,5 тыс. га), больше, чем в 2022 г. [3].

Согласно статистическим данным Росстата, площадь возделывания гречихи в Республике Татарстан (РТ) в 2022 г. составила 15,3 тыс. га, валовый сбор – 20,8 тыс. т, урожайность – 13,7 ц/га [4].

Общеизвестно, что одним из эффективных путей дальнейшего повышения и стабилизации сборов зерна является рациональное использование удобрений. Сегодня практически все системы удобрений, используемые в сельском хозяйстве, основаны на комбинированном использовании минеральных и органических удобрений. Повышение эффективности их применения в последнее время приобретает все большее значение. Отдача от применения органических и минеральных удобрений зависит от способа их внесения: раздельного или совместного. При использовании только минеральных удобрений, особенно физиологически кислых происходит подкисление почвы, и как следствие, нарушение биоциклов. Использование органических удобрений позволяет устранить эти негативные последствия. Однако в минеральных удобрениях установлено оптимальное соотношение питательных веществ, которого не хватает в органических [5].

Цель исследований – оценить влияние природных удобрений как отдельно, так и в сочетании с

минеральными удобрениями на урожайность гречихи и кислотность серой лесной почвы.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования были проведены в вегетационных условиях в 2021-2023 гг.

Почва – серая лесная среднесуглинистая. Исходная агрохимическая характеристика представлена в таблице 1.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика

Показатели	2021	2022	2023
Массовая доля органического вещества, %	3,82	2,02	2,90
pH _{ксл} , ед.	5,90	6,58	5,86
Гидролитическая кислотность (Н _г), мг-экв/100 г	1,86	1,15	2,16
Сумма поглощенных оснований (S _{по}), мг-экв/100 г	29,2	21,0	20,2
Азот щелочно-гидролизуемый (N _{щел}), мг/кг	210	63	77
Подвижный фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг	288	372	238
Обменный калий (K ₂ O), мг/кг	201	280	180

Культура в опыте – гречиха сортов Черемшанка (2021-2022 гг.) и Никольская (2023 г.). Сорт Черемшанка – среднеспелый, характеризуется повышенной устойчивостью к полеганию. Сорт Никольская – среднеспелый, вегетационный период 70...110 суток [6].

Закладка опыта производилась в сосудах Вагнера площадью 0,018 м². В каждый сосуд высаживали по 15 семян. Схема опыта: 1. Контроль; 2. N₆₀P₆₀K₆₀ – фон; 3. Цеолит в почву 2,0 т/га; 4. Куриный помет в почву 2,0 т/га; 5. ОМУ в почву 2,0 т/га; 6. Фон + Цеолит в почву 2,0 т/га; 7. Фон + Куриный помет в почву 2,0 т/га; 8. Фон + ОМУ в почву 2,0 т/га. Повторность в опытах трехкратная.

Цеолит Татарско-Шатрашанского месторождения РТ, в составе которого 65,8 % SiO₂; 17,16 % CaO; 6,19 % Al₂O₃; 2,65 % Fe₂O₃ общ.; 1,45 % MgO; 1,43 % K₂O; 0,35 % TiO₂; 0,16 % Na₂O; 0,13 % P₂O₅; <0,01 % MnO, 4,6 % п.п.п. Минеральный состав: 20,0-30,0% клиноптилолит; 20,0-30,0% монтмориллонит; 28,0-36,7% опал-кристобалит; 10,6...21,0 % кальцит; 4,6...11,3 % кварц [7].

Куриный помет – гранулированный

производства ООО «Птицефабрика Акашевская». Куриный помет прошел ферментативное компостирование и термически обработан при температуре $\approx 900^\circ\text{C}$. Относится к 4 классу опасности и не представляет угрозы для окружающей среды. Удобрение переработано в гранулы размером 2,0...2,5 см $\times$ 0,5 см;

ОМУ получено путем смешивания термически обработанного при 60...70 $^\circ\text{C}$ куриного помета с цеолитом в соотношении 50 на 50. ОМУ произведен в виде гранул круглой формы размером 0,2...0,6 мм для возможности удобного внесения в почву.

В качестве минеральных удобрений (фон) использовали комплексное азотно-фосфорно-калийное (тройное) минеральное гранулированное удобрение – аммофоска. Влажность почвы в период вегетации растений поддерживалась в пределах 70...75 % от полной полевой влагоемкости почвы.

Агрохимические показатели почвы определяли в соответствии со стандартными методическими указаниями: содержание органического вещества по ГОСТ 26213-2021; pH солевой вытяжки (pH_{KCl}) по

ГОСТ 26483-85; гидролитическую кислотность по ГОСТ 26212-2021; сумму поглощенных оснований по ГОСТ 27821-2020; щелочно-гидролизующий азот по методу Корнфилда; подвижные соединения фосфора и калия по ГОСТ Р 54650-2011.

Содержание азота в зерне сельскохозяйственных культур определяли по ГОСТ 13496.4-2019, белка по методу Барнштейна.

Статистическая обработка результатов экспериментов проводилась по Б.А. Доспехову (1985) методом дисперсионного анализа с использованием программного пакета Microsoft Office Excel 2019 [8].

Результаты

Одним из важных показателей сельскохозяйственной отрасли является урожайность. Урожайность гречихи за три года исследований по вариантам опыта колебалась в пределах от 2,9 до 9,4 г/сосуд. В контрольном варианте в среднем за годы исследований был получен самый низкий уровень урожайности – 4,0 г/сосуд (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность гречихи в зависимости от применения удобрений

Вариант	Урожайность, г/сосуд				Прибавка, г/сосуд, +/-					
	2021	2022	2023	ср.	к контролю			к фону		
Контроль	5,8	3,2	2,9	4,0	-	-	-	-	-	-
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ – фон	7,6	4,6	4,3	5,5	1,8	1,4	1,4	-	-	-
Цеолит, 2,0 т/га	6,4	3,7	3,6	4,6	0,6	0,5	0,7			
Куриный помет, 2,0 т/га	6,5	4,0	4,0	4,8	0,7	0,8	1,1			
ОМУ, 2,0 т/га	5,7	3,9	2,8	4,1	-0,1	0,7	-0,1			
Фон + Цеолит, 2,0 т/га	8,7	5,6	5,0	6,4	2,9	2,4	2,1	1,1	1,0	0,7
Фон + Куриный помет, 2,0 т/га	9,4	6,2	6,3	7,3	3,6	3,0	3,4	1,8	1,6	2,0
Фон + ОМУ, 2,0 т/га	8,7	6,0	5,4	6,7	2,9	2,8	2,5	1,1	1,4	1,1
HCP_{05}	0,88	0,52	0,41							

Таблица 3. Качественные показатели семян гречихи в зависимости от применения удобрений

Вариант	N общий, %			Белок, %		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Контроль	1,53	1,59	1,83	9,55	9,28	10,51
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ – фон	1,55	1,60	1,71	9,81	9,29	10,10
Цеолит, 2,0 т/га	1,49	1,71	1,79	9,40	9,97	10,37
Куриный помет, 2,0 т/га	1,49	1,49	1,54	9,40	10,61	9,05
ОМУ, 2,0 т/га	1,46	1,82	1,64	9,31	8,63	9,62
Фон + Цеолит, 2,0 т/га	1,53	1,44	1,53	9,55	9,40	8,92
Фон + Куриный помет, 2,0 т/га	1,71	1,62	1,64	10,63	10,06	9,64
Фон + ОМУ, 2,0 т/га	1,62	1,74	1,59	10,22	9,37	9,41
HCP_{05}	0,06	0,08	0,09	0,14	0,13	0,11

Установлено увеличение продуктивности гречихи при внесении в почву минеральных удобрений совместно с исследуемыми удобрениями (цеолит, куриный помет, ОМУ). При применении цеолита в дозе 2,0 т/га на фоне минеральных удобрений урожайность повысилась на 2,1...2,9 г/сосуд по отношению к контролю, на 0,7...1,1 г/сосуд по отношению к фону. При использовании куриного помета в дозе 2,0 т/га на фоне минеральных удобрений урожайность увеличилась на 3,0...3,6 г/сосуд по сравнению с контролем, на 1,6...2,0 г/сосуд по сравнению с

фоном. При внесении ОМУ в дозе 2,0 т/га на фоне минеральных удобрений повышение урожайности составило 2,5...2,9 г/сосуд и 1,1...1,4 г/сосуд по отношению к контролю и фону соответственно. За три года исследований в среднем максимальная урожайность (7,3 г/сосуд) была выявлена в варианте совместного применения минеральных удобрений и куриного помета.

Наряду с урожайностью важную роль играет качество продукции. Оценка качества урожая гречихи включала определение в образцах зерна

содержания азота и белка (табл. 3).

Содержание элементов питания по вариантам опыта в течение всего периода исследований существенно не изменялось: содержание общего азота в зерне гречихи варьировало в пределах 1,44...1,83 %, белка – 8,63...10,63 %.

Кислая реакция почвенной среды – один из основных факторов, препятствующих получению высоких урожаев большинства сельскохозяйственных культур. По результатам анализов почвенных образцов наблюдали изменение реакции почвенной среды (табл. 4).

Таблица 4. Кислотность почвы (рН_{кд}) в зависимости от применения удобрений

Вариант	Год исследований		
	2021	2022	2023
Контроль	5,43	6,30	5,74
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	5,56	6,31	5,57
Цеолит, 2,0 т/га	5,76	6,32	5,91
Куриный помет, 2,0 т/га	5,81	6,33	5,63
ОМУ, 2,0 т/га	5,85	6,33	5,69
Фон + Цеолит, 2,0 т/га	5,88	6,36	5,70
Фон + Куриный помет, 2,0 т/га	5,89	6,36	5,52
Фон + ОМУ, 2,0 т/га	5,90	6,33	5,45
HCP ₀₅	0,09	0,05	0,13

Внесение в почву исследуемых удобрений способствовало переходу почвы в класс с реакцией среды, близкой к нейтральной и нейтральной. В варианте с применением цеолита в дозе 2,0 т/га за три года исследований наблюдали сдвиг показателя в сторону нейтрализации на 0,02...0,33 и 0,01...0,34 ед. по сравнению с контролем и фоном соответственно. На фоне минеральных удобрений под влиянием цеолита сдвиг показателя рН_{кд} в сторону нейтрализации составил 0,05...0,32 ед. по отношению к фону.

Обсуждение

Внесение в почву исследуемых удобрений как отдельно, так и в сочетании с минеральными удобрениями в условиях вегетационного опыта способствует повышению урожайности гречихи и снижению кислотности.

Положительное влияние применения подобных удобрений на свойства почвы, рост и развитие растений описано в ряде исследований [9-13]. Например, в работе А.Х. Куликовой с соавт. применение цеолита в качестве удобрений сопровождалось повышением урожайности семян рапса [14], исследования И.А. Бобренко с соавт. показали высокую отзывчивость капусты

белокачанной на внесение куриного подстилочного помета [15]. В полевом опыте А.Н. Налиухина с соавт. на дерново-подзолистой почве установлено, что применение ОМУ совместно с микробиологическими препаратами способствует повышению урожайности и качества зерна ячменя [16], на основании результатов испытаний И. С. Питюриной и Д. В. Виноградовым выявлено, что внесение ОМУ под посевы картофеля увеличивает товарность, урожайность и качество клубней [17]. В статье М.В.А. Ventura с соавт. представлены преимущества использования ОМУ для ряда сельскохозяйственных культур (салат, томаты, кукуруза, картофель, пшеница и др.) [18]. Исследуемые удобрения могут создать условия для значительного снижения доз минеральных удобрений.

При анализе результатов исследований установлено снижение кислотности почвы на 0,01...0,34 ед. при использовании цеолита. Наличие в природном цеолите макро- и микроэлементов, а также ионообменные свойства предполагает использование его для улучшения физико-химических свойств почвы. Аналогичные изменения при внесении в почву кремнийсодержащих пород приводятся в работах R. Jarosz с соавт. (2022) [19] и Д. А. Люлина с соавт. (2024) [20]. Мелиоративная способность цеолита связана, по нашему мнению, с наличием в составе оксида кальция, сорбционными и каталитическими свойствами нерудного минерала.

Заключение

1. Применение на серой лесной почве минеральных удобрений совместно с исследуемыми удобрениями (цеолит, куриный помет, ОМУ) сопровождалось повышением урожайности семян гречихи в среднем за 3 года на 2,1...3,6 г/сосуд по отношению к контролю, на 0,7...2,0 г/сосуд – к фону. За весь период исследований в среднем максимальная урожайность (7,3 г/сосуд) была выявлена в варианте совместного применения минеральных удобрений и куриного помета.

2. Установлено снижение почвенной кислотности на 0,01...0,34 ед. при применении цеолита в дозе 2,0 т/га, на 0,05...0,32 ед. при совместном внесении цеолита с минеральными удобрениями, что свидетельствует о его нейтрализующей кислотность почвы способности.

Исследуемые удобрения оказали положительное влияние на прибавку урожая зерна гречихи и снижение почвенной кислотности. Полученные данные могут быть использованы при разработке составов, технологий получения и применения новых форм комплексных удобрений.

Литература

1. Литвинчук О. В. Гречиха – ценная крупяная культура для Томской области: наставления для сельхозпроизводителей / СибНИИСХИТ – филиал СФНЦА РАН. Томск, 2022. 94 с.
2. Климова Л. Р., Кадырова Ф. З. Оценка продуктивности и качества урожая сортов гречихи обыкновенной в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 4(68). С. 5-10. doi: 10.12737/2073-0462-2023-5-10
3. Сельское хозяйство в России. 2023: Статистический сборник М.: Росстат. 2023. 103 с.
4. Статистический сборник «Республика Татарстан» 2022.: Стат. сб. М.: Росстат. 2023. 294 с.

5. Тычинская И. Л., Панарина В. И., Михалева Е. С. Применение органических удобрений в решении проблем экологизации и продовольственной безопасности страны // Вестник аграрной науки. 2021. 2(89). С. 64-74. doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.2.64
6. Госсорткомиссия [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/> (дата обращения 06.03.2024).
7. Цеолиты Поволжья [Электронный ресурс]. URL: <https://zeol.ru/applying/selskoe-hozyaystvo> (Дата обращения 06.03.2024).
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Zeolites Enhance Soil Health, Crop Productivity and Environmental Safety / M. Mondal, B. Biswas, S. Garai, et al. // Agronomy. 2021. Vol. 11(3). P. 448. doi:10.3390/agronomy11030448
10. Куриный помет как органическое удобрение: технологии компостирования и влияние на почвенные свойства (обзор) / М. В. Семенов, А. Д. Железова, Н. А. Ксенофонтова и др. // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2023. №115. С.160-198. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-115-160-198>
11. Органоминеральные удобрения в земледелии и растениеводстве. Обзор / Г. Ф. Рахманова, К. Р. Гарафутдинова, Н. И. Кириллова и др. // Рисоводство. 2023. № 4(61). С. 68-77. doi: 10.33775/1684-2464-2023-61-4-68-77
12. Дегтярева И.А., Кириллова Н.И. Сравнительная оценка действия различных биоудобрений в комплексе с цеолитом на продуктивность и микробиоценоз гречихи // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19. № 4(76). С. 34-40 doi: 10.12737/2073-0462-2024-34-40
13. Агрохимические свойства серой лесной почвы и Структура урожая зерновых культур под действием кремнийсодержащего органоминерального удобрения / Р. Р. Газизов, Р. Р. Сафина, Л. З. и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19. № 4(76). С. 18-25. doi: 10.12737/2073-0462-2024-18-25
14. Куликова А. Х., Карпов А.В., Пахалин В. А. Влияние цеолита и удобрений на его основе на питательный режим чернозема выщелоченного и урожайность рапса // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4(64). С. 37-42. doi: 10.18286/1816-4501-2023-4-37-42
15. Эффективность применения куриного помета под капусту белокочанную на лугово-черноземной почве / И. А. Бобренко, Н. В. Гоман, В. П. Кормин А. Г. Шмидт // Плодородие. 2019. №1. С. 37-40. doi: 10.25680/S19948603.2019.106.12
16. Налиухин А. Н., Власова О. А., Ерегин А. В. Влияние биомодифицированных органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя // Плодородие. 2022. № 6. С. 104-108. doi: 10.25680/S19948603.2022.129.27
17. Питюрина И. С., Виноградов Д. В. Влияние органоминерального удобрения на урожайность и качество клубней картофеля в условиях Нечерноземной зоны // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3(75). С. 39-45. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-39-45.
18. Use of organomineral fertilizers in agriculture: potentiality, production and benefits / M. Ventura, R. Braghiroli, E. Souchie, et al. // Global Journal of Applied Sciences and Technology. 2020. No. 13(2). P. 84-99.
19. The use of zeolites as an addition to fertilisers – A review / R. Jarosz, J. Szerement, K. Gondek, et al. // Catena. 2022. 2013. P. 106125. doi: 10.1016/j.catena.2022.106125
20. Изменение плодородия серой лесной почвы при использовании кремнийсодержащей породы и индюшиного помета / Д. А. Люлин, А. Н. Арефьев, Е. Н. Кузин и др. // Нива Поволжья. 2024. № 2(70). doi: 10.36461/NP.2024.70.2.006

References

1. Litvinchuk O.V. Buckwheat is a valuable cereal crop for Tomsk region: instructions for agricultural producers / Siberian Research Institute of Agriculture and Peat - branch of the Siberian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Tomsk, 2022. 94 p.
2. Klimova L.R., Kadyrova F.Z. Evaluation of productivity and quality of the yield of common buckwheat varieties in the conditions of the Predkama zone of the Republic of Tatarstan // Vestnik of Kazan State Agrarian University. 2022. Vol. 17. No. 4(68). P. 5-10. doi: 10.12737/2073-0462-2023-5-10
3. Agriculture in Russia. 2023: Statistical Digest M.: Rosstat. 2023. 103 p.
4. Statistical Digest "Republic of Tatarstan" 2022.: Stat. Sat. M.: Rosstat. 2023. 294 p.
5. Tyhinskaya I. L., Panarina V. I., Mikhaleva E. S. Usage of organic fertilizers in solving problems of greening and food security of the country // Vestnik of Agrarian Science. 2021. Vol. 2(89). P. 64-74. doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.2.64
6. State variety committee [Electronic resource]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/> (access date: 06.03.2024).
7. Zeolites of the Volga region [Electronic resource]. URL: <https://zeol.ru/applying/selskoe-hozyaystvo> (access date: 06.03.2024).
8. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., suppl. and revised. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

9. Zeolites Enhance Soil Health, Crop Productivity and Environmental Safety / M. Mondal, B. Biswas, S. Garai, et al. // *Agronomy*. 2021. 11(3). P. 448. doi:10.3390/agronomy11030448
10. Chicken manure as an organic fertilizer: composting technologies and impact on soil properties (review) / M. V. Semenov, A. D. Zhelezova, N. A. Ksenofontova, et al. // *Vestnik of V.V. Dokuchaev Soil Institute*. 2023. No. 115. P. 160-198. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-115-160-198>
11. Organomineral fertilizers in agriculture and crop production. Review / G. F. Rakhmanova, K. R. Garafutdinova, N. I. Kirillova, et al. // *Rice growing*. 2023. No. 4 (61). P. 68-77. doi: 10.33775/1684-2464-2023-61-4-68-77
12. Degtyareva I. A., Kirillova N. I. Comparative assessment of the effect of various biofertilizers in combination with zeolite on productivity and microbiocenosis of buckwheat // *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2024. Vol. 19. No. 4(76). P. 34-40 doi: 10.12737/2073-0462-2024-34-40
13. Agrochemical properties of gray forest soil and the structure of grain crop yield under the influence of silicon-containing organomineral fertilizer / R. R. Gazizov, R. R. Safina, L. Z. et al. // *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2024. Vol. 19. No. 4(76). P. 18-25. doi: 10.12737/2073-0462-2024-18-25
14. Kulikova A. Kh., Karpov A. V., Pakhalin V. A. The influence of zeolite and fertilizers based on it on nutritional regime of leached black soil and rapeseed yield // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2023. No. 4 (64). P. 37-42. doi: 10.18286/1816-4501-2023-4-37-42
15. Efficiency of using chicken manure for white cabbage on meadow-black soil / I. A. Bobrenko, N. V. Goman, V.P. Kormin, et al. // *Soil Fertility*. 2019. No. 1. P. 37-40. doi: 10.25680/S19948603.2019.106.12
16. Naliukhin A. N., Vlasova O. A., Eregina A. V. Influence of biomodified organomineral fertilizers on yield and quality of barley grain // *Soil Fertility*. 2022. No. 6. P. 104-108. doi: 10.25680/S19948603.2022.129.27
17. Pityurina I. S., Vinogradov D. V. Effect of organomineral fertilizer on yield and quality of potato tubers in the Non-Black soil zone // *Vestnik of Samara State Agricultural Academy*. 2024. No. 3(75). P. 39-45. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-39-45.
18. Use of organomineral fertilizers in agriculture: potentiality, production and benefits / M. Ventura, R. Braghiroli, E. Soucie, et al. // *Global Journal of Applied Sciences and Technology*. 2020. No. 13(2). P. 84-99.
19. The use of zeolites as an addition to fertilisers – A review / R. Jarosz, J. Szerement, K. Gondek, et al. // *Catena*. 2022. 2013. P. 106125. doi: 10.1016/j.catena.2022.106125
20. Changes in soil fertility of gray forest soil when using silicon-containing rock and turkey manure / D. A. Lyulin, A. N. Arefyev, E. N. Kuzin, et al. // *Volga Region Farmland*. 2024. No. 2(70). doi: 10.36461/NP.2024.70.2.006