

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПОД ДЕЙСТВИЕМ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ**Р. Р. Газизов, Р. Р. Сафина, Л. З. Каримова, К. Р. Гарафутдинова**

Реферат. Исследования проводили с целью изучения влияния кремнийсодержащего органо-минерального удобрения (ОМУ) на количественные и качественные характеристики яровой пшеницы сорта Йолдыз, гречихи сорта Никольская и основные агрохимические показатели серой лесной почвы. Работу выполняли в условиях вегетационного опыта, схема которого предполагала изучение следующих вариантов: без удобрений (контроль); $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон; ОМУ 2 т/га; ОМУ 3 т/га; фон + ОМУ 2 т/га; фон + ОМУ 3 т/га. ОМУ получено путем смешивания термически обработанного органического (куриный помет) при 60...70°C и минерального (цеолит Татарско-Шатрашанского месторождения Республики Татарстан) компонентов в соотношении 1:1. Образцы почв и растений анализировали по общепринятым методикам. Перед закладкой опыта содержание органического вещества в серой лесной среднесуглинистой почве составляло 2,9%, pH_{KCl} – 5,86 ед., гидролитическая кислотность – 2,16, сумма поглощенных оснований – 20,2 мг-экв./100 г, щелочно-гидролизующего азота – 77,0, подвижного фосфора и калия – соответственно 238,0 и 180 мг/кг. Под действием ОМУ агрохимические свойства почвы под посевами пшеницы и гречихи улучшались: обменная и гидролитическая кислотность снижались на 0,03...0,20 мг-экв./100г, сумма поглощенных оснований возрастала до 22,0...22,6 мг-экв./100 г, повышалось содержание макроэлементов. Внесение ОМУ в дозах 2 и 3 т/га как отдельно, так и в комплексе с минеральными удобрениями способствовало улучшению структуры урожая и повышению урожайности и качества зерна пшеницы: высота растений увеличивалась, по сравнению с контролем, на 5,7...15,8 см, длина колоса – на 0,8...2,6 см, биомасса – на 5,5...9,5 г, урожайность зерна – на 0,9...3,5 г/сосуд, содержание белка – на 7,03...8,38%. Высота растений гречихи увеличивалась относительно величины этого показателя в контроле на 1,1...14,8 см, биомасса – на 1,0...11,3 г, урожайность – на 0,3...2,5 г/сосуд, содержание белка в зерне – на 0,21...1,18%.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), гречиха (*Fagopyrum esculentum* Moench), органо-минеральное удобрение, агрохимическая характеристика, структура урожая.

Введение. Зерновые культуры и продукты их переработки служат основой питания человека, рациона сельскохозяйственных животных, а также важным сырьем для технологической переработки во многих отраслях промышленности. Наибольшее продовольственное значение имеют пшеница и гречиха [1].

Пшеница (*Triticum aestivum* L.) – одна из важнейших продовольственных культур, которая характеризуется высокими питательными и вкусовыми качествами. Согласно статистической службе ФАО, в 2022 году посевные площади пшеницы в мире составляли 219 млн га, валовой сбор превышал 800 млн т [2]. Россия – один из крупнейших производителей и озимой, и яровой пшеницы. Посевные площади яровой пшеницы в 2022 году, по данным Росстата, составляли 12790 тыс. га или 15,5% от всех посевных площадей. Валовой сбор культуры достигал 30,2 млн т зерна при средней урожайности 2,38 т/га [3]. Наибольшие посевные площади яровой пшеницы сосредоточены в Алтайском крае, Омской, Оренбургской, Новосибирской, Челябинской, Курганской областях, Республике Башкортостан, Красноярском крае, Республике Татарстан (РТ) [4, 5]. Согласно данным Росстата, площадь возделывания яровой пшеницы в РТ в 2022 году составляла 440,2 тыс. га, валовой сбор – 1516,2 тыс. т, урожайность – 3,45 т/га [6].

Гречиха (*Fagopyrum esculentum* Moench) –

важная крупяная культура, легкоусвояемая, имеющая высокие питательные и вкусовые качества [7]. Лидером по производству гречихи выступает РФ, ежегодный объем производства культуры в стране составляет около половины от мирового. Крупнейшие площади посева в стране сосредоточены на юге страны, на Алтае, в Республике Башкортостан и Черноземье. В 2023 году по предварительным данным Росстата посевные площади гречихи в РФ составляли 1286,3 тыс. га [3]. Согласно этим данным, площадь возделывания гречихи в РТ в 2022 году составляла 15,3 тыс. га, валовой сбор – 20,8 тыс. т, урожайность – 1,37 т/га [6].

Одним из направлений увеличения урожайности яровой пшеницы и гречихи выступает применение новых комплексных органо-минеральных удобрений (ОМУ), которые имеют ряд достоинств, способствующих повышению количественных и улучшению качественных показателей сельскохозяйственных культур [8, 9, 10]. Кроме того, они способствуют улучшению структурности почвы, усилению активности почвенной микробиоты, обладают пролонгированным действием [12, 13]. Ежегодно количество ОМУ на рынке растет. В связи с этим актуальной задачей становится определение эффективности ОМУ в системе земледелия.

Цель исследования – оценить влияние ОМУ на агрохимические свойства серой лесной почвы, величину и качество урожая

яровой пшеницы и гречихи.

Условия, материалы и методы. Работу выполняли в 2023 году на базе вегетационного домика ФИЦ КазНЦ РАН в течение одного вегетационного периода (90 сут).

Схема вегетационного опыта предполагала изучение следующих вариантов: без удобрений (контроль); $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон; ОМУ 2 т/га; ОМУ 3 т/га; фон + ОМУ 2 т/га; фон + ОМУ 3 т/га. В качестве минеральных удобрений (фон) использовали азофоску марки $N_{16}P_{16}K_{16}$. Повторность трехкратная.

Почва – серая лесная среднесуглинистая с массовой долей органического вещества – 2,9%, pH_{KCl} – 5,86 ед., гидролитической кислотностью (H_t) – 2,16 мг-экв./100 г, суммой поглощенных оснований ($S_{по}$) – 20,2 мг-экв./100 г, содержанием щелочно-гидролизующего азота ($N_{щел.}$) – 77,0 мг/кг, подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) – 238,0 и 180 мг/кг соответственно.

Изучаемые культуры – пшеница яровая сорт Йолдыз и гречиха сорт Никольская. Закладку опыта проводили в сосудах Вагнера площадью 0,018 м² и массой почвы 5 кг. В каждый сосуд высаживали по 15 семян, в фазе полных всходов проводили прореживание посевов до 10 растений на сосуд.

ОМУ получено путем смешивания кремнийсодержащего минерального компонента с куриным пометом, прошедшим термическую обработку при 60...70°C, в соотношении 1:1. В качестве минерального компонента

использовали цеолит Татарско-Шатрашанского месторождения РТ. В состав цеолита входили клиноптилолит – до 30,0%, монтмориллонит – до 30,0, опал-кristобалит – до 36,7, кальцит – до 21,0, кварц – до 11,3%. Его общий химический состав включали следующие элементы (%): SiO_2 – 65,8; CaO – 17,16; Al_2O_3 – 6,19; Fe_2O_3 общ. – 2,65; MgO – 1,45; K_2O – 1,43; TiO_2 – 0,35; Na_2O – 0,16; P_2O_5 – 0,13; MnO < 0,01, прочие примеси – 4,6 [14].

Анализ структуры урожая проводили по З. И. Журбицкому (1968), учет надземной и корневой биомассы сельскохозяйственных культур – путем взвешивания на аналитических весах. Содержание белка в зерне определяли по Барнштейну, азота – по ГОСТ 13496.4-2019, фосфора – по ГОСТ 26657-97, калия – по ГОСТ 30504-97. Содержание органического вещества в почве выполняли по ГОСТ 26213-2021; pH_{KCl} – по ГОСТ 26483-85; H_t – по ГОСТ 26212-2021; $S_{по}$ – по ГОСТ 27821-2020; $N_{щел.}$ – по методу Корнфилда; подвижных соединений P_2O_5 и K_2O – по ГОСТ Р 54650-2011.

Статистическую обработку результатов экспериментов выполняли по Б. А. Доспехову (2014) методом дисперсионного анализа в программе Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение. Агрохимический анализ почвы отражает степень ее обеспеченности основными элементами питания, кислотность и уровень плодородия, на которых базируются качественные и количественные показатели будущего урожая (табл. 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы в зависимости от применения удобрений (после уборки урожая пшеницы)

Вариант	Массовая доля органического вещества, %	pH_{KCl} , ед.	H_t	$S_{по}$
			мг-экв./100 г	
Контроль	2,64	5,68	2,35	20,6
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	2,57	5,60	2,57	21,2
ОМУ 2 т/га	2,70	5,77	2,35	22,4
ОМУ 3 т/га	2,74	5,80	2,31	22,0
Фон + ОМУ 2 т/га	2,71	5,63	2,68	22,2
Фон + ОМУ 3 т/га	2,86	5,67	2,68	22,4
HCP_{05}	0,10	0,12	0,09	1,2

Внесение ОМУ во всех вариантах опыта способствует повышению содержания органического вещества: до 2,70...2,74% – при применении только ОМУ в исследуемых дозах, до 2,71...2,86% – при использовании ОМУ по фону минеральных удобрений.

Реакция среды почвенного раствора в контрольном варианте составляет 5,68 ед., при внесении НРК наблюдается сдвиг pH на 0,08 ед. в сторону подкисления. В вариантах только с применением ОМУ сдвиг реакции среды в сторону нейтральной при дозе 2 т/га составляет 0,09 и 0,17 ед., при дозе 3 т/га – 0,12 и 0,20 ед. по отношению к контролю и фону соответственно. Внесение ОМУ в дозе 2 т/га вместе с минеральными удобрениями

сдвигает реакцию почвенного раствора в сторону нейтрализации на 0,03 ед., при 3 т/га – на 0,07 ед., по сравнению с фоном.

Гидролитическая кислотность почвенной среды при внесении ОМУ в дозе 2 т/га не изменяется, при 3 т/га снижается на 0,04 мг-экв./100 г, по отношению к контролю. При внесении ОМУ совместно с минеральными удобрениями отмечено повышение исследуемого показателя на 0,11 мг-экв./100 г отношению к фону.

Сумма поглощенных оснований увеличивается во всех вариантах с 20,6 до 22,4 мг-экв./100 г по отношению к контролю. Внесение ОМУ в дозах 2 и 3 т/га повышает показатель на 1,4...1,8 мг-экв./100 г,

совместное применение органоминеральных и минеральных удобрений в исследуемых дозах – на 1,6...1,8 мг-экв./100 г.

С использованием удобрений повышается содержание подвижных форм основных

элементов питания в почве: щелочно-гидролизующего азота – на 7,0...18,0 мг/кг, подвижного фосфора – на 22,0...65,0 мг/кг, калия – на 3,0...19,0 мг/кг, по сравнению с почвой в контрольном варианте (рис. 1).

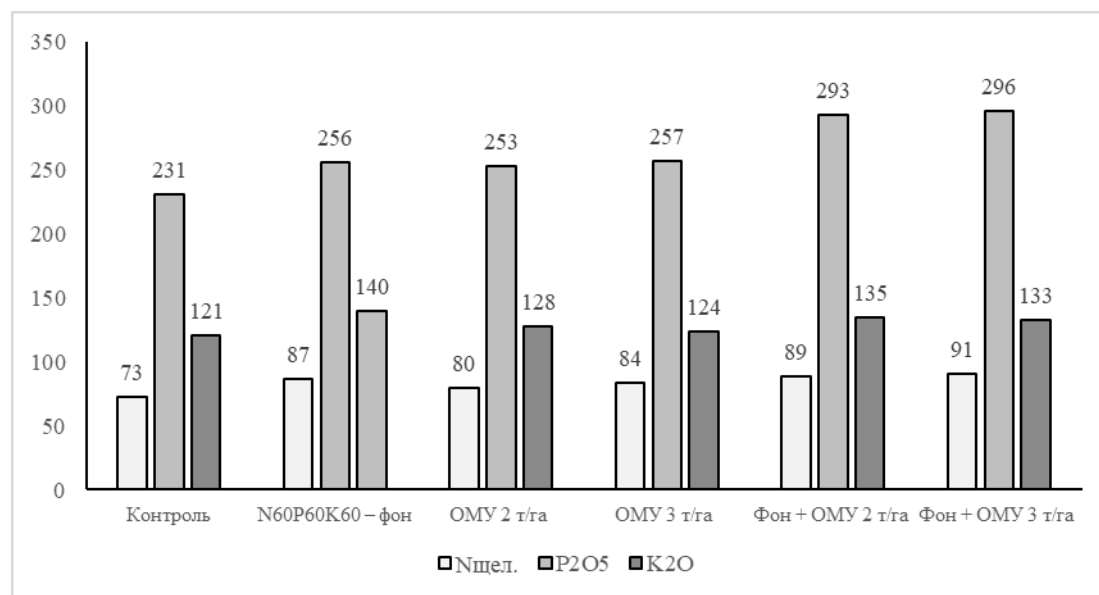


Рис. 1 – Содержание подвижных форм элементов питания в почве под посевами пшеницы (НСР₀₅ для N_{щел.} – 10,5; P₂O₅ – 8,9; K₂O – 6,4), мг/кг

Анализ почвенных образцов под посевами гречихи, отобранных после сбора урожая, показывает увеличение содержания

массовой доли органического вещества во всех вариантах с применением ОМУ (табл. 2).

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика почвы в зависимости от применения удобрений (после уборки урожая гречихи)

Вариант	Массовая доля органического вещества, %	рН _{КСЛ} , ед.	Н _г	S _{по}
			мг-экв./100 г	
Контроль	2,60	5,64	2,52	20,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	2,59	5,57	2,86	22,8
ОМУ 2 т/га	2,72	5,69	2,41	22,4
ОМУ 3 т/га	2,80	5,72	2,31	22,2
Фон + ОМУ 2 т/га	2,77	5,45	2,83	22,6
Фон + ОМУ 3 т/га	2,82	5,56	2,80	22,2
НСР ₀₅	0,16	0,11	0,14	1,2

При внесении ОМУ в дозах 2 и 3 т/га установлено повышение массовой доли органического вещества до 2,72...2,80%. В вариантах с ОМУ совместно с минеральными удобрениями массовая доля органического вещества увеличилась до 2,77...2,82%.

Отмечено изменение реакции почвенной среды. В контрольном варианте реакция близка к нейтральной и составляет 5,64 ед. Внесение в почву ОМУ в дозе 2 т/га смещает рН солевой вытяжки в сторону нейтрализации на 0,05 ед., в дозе ОМУ 3,0 т/га – на 0,08 ед., по отношению к контролю. Внесение минеральных удобрений сопровождается подкислением почвы на 0,07 ед. В вариантах с применением ОМУ в дозах 2 и 3 т/га на фоне минеральных удобрений кислотность по сравнению с фоном повышается на 0,19 и 0,08 ед. соответственно.

Гидролитическая кислотность почвенной

среды в контрольном варианте составляет 2,52 мг-экв./100 г. При внесении в почву ОМУ в дозах 2 и 3 т/га отмечено снижение исследуемого показателя на 0,11...0,21 мг-экв./100 г, по сравнению с контролем. Гидролитическая кислотность возрастает на 0,34 мг-экв./100 г при внесении минеральных удобрений, на 0,31 мг-экв./100 г – при использовании органо-минеральных (2 т/га) и минеральных удобрений совместно, на 0,28 мг-экв./100 г – при ОМУ в дозе 3 т/га.

Сумма поглощенных оснований повышается во всех вариантах опыта: на 1,8...2,0 мг-экв./100 г при использовании только ОМУ и 1,8...2,4 мг-экв./100 г при применении ОМУ на фоне минеральных удобрений. Содержание щелочно-гидролизующего азота возрастает на 10,0...21,0 мг/кг, подвижного фосфора – на 20,0...82,0 мг/кг, калия – на 12,0...28,0 мг/кг, по сравнению с контролем (рис. 2).

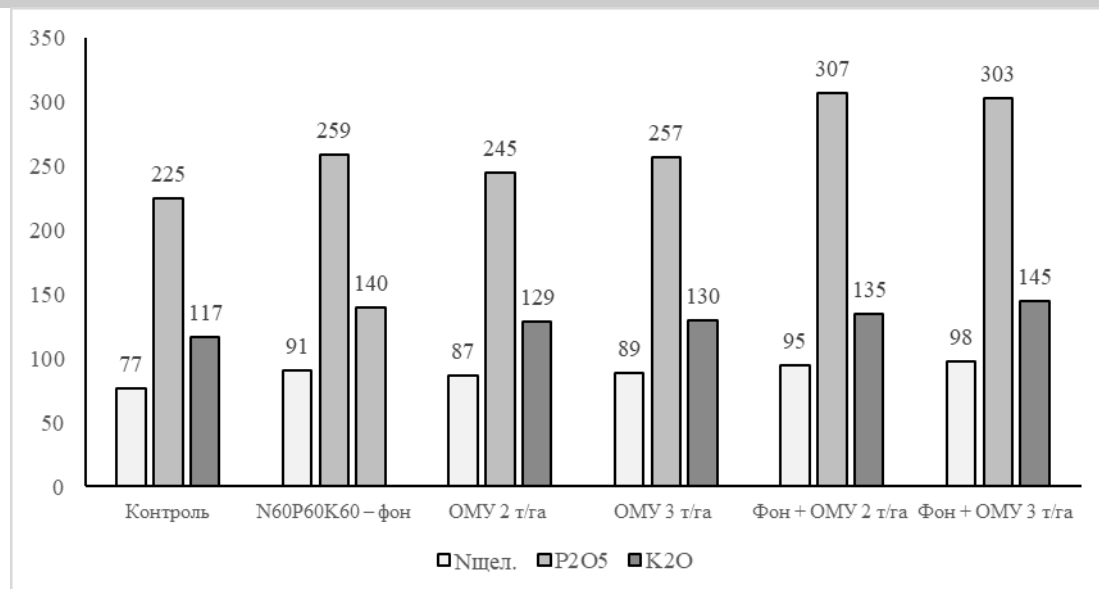


Рис. 2 – Содержание подвижных форм элементов питания в почве под посевами гречихи (НСР₀₅ для N_{общ.} – 6,8; P₂O₅ – 9,2; K₂O – 7,4), мг/кг

Применение ОМУ увеличивало высоту растений на 5,7...6,5 см (12,0...13,7%), по сравнению с контролем. Во всех вариантах с использованием минеральных удобрений величина этого показателя возрастала на

14,4...15,8 см (30,3...33,3%), по отношению к контролю. Максимальная в опыте высота растений отмечена при применении ОМУ в дозе 3 т/га совместно с NPK – 63,3 см (табл. 3).

Таблица 3 – Структура урожая пшеницы в зависимости от применения удобрений

Вариант	Высота растений, см	Длина колоса, см	Био-масса растений, г	Масса корней, г	Число в колосе, шт.		Масса зерен, г	
					колос-ков	зерен	с коло-са	с со-су-да
Контроль	47,5	3,8	7,0	1,3	8,0	8,0	0,19	2,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	61,9	5,9	13,7	3,3	12,0	17,0	0,40	4,8
ОМУ 2 т/га	53,2	4,6	12,5	2,4	9,0	15,0	0,26	3,0
ОМУ 3 т/га	54,0	4,7	13,1	2,0	9,0	14,0	0,32	3,2
Фон + ОМУ 2 т/га	63,0	6,4	15,3	2,9	13,0	17,0	0,42	5,0
Фон + ОМУ 3 т/га	63,3	6,2	16,5	3,0	12,0	18,0	0,45	5,6
НСР ₀₅	1,2	0,5	1,4	0,5	3,0	3,0	0,05	0,4

Длина колоса увеличивается во всех вариантах с внесением удобрений: при внесении ОМУ в исследуемых дозах без минеральных удобрений – на 0,8...0,9 см (21,1...23,7%), при внесении только NPK – на 2,1 см (55,3%), по отношению к контролю. В вариантах совместного внесения NPK с ОМУ длина колоса составляет 6,4 см (ОМУ 2 т/га) и 6,2 см (ОМУ 3 т/га), что выше фона на 5,1...8,5%. Наибольшая длина колоса отмечена в варианте при сочетании NPK с ОМУ в дозе 2 т/га.

Общая биомасса пшеницы в контрольном варианте составляет 7,0 г. При применении исследуемых удобрений биомасса была в 1,8...2,4 раза выше, чем в контроле. Прирост биомассы от использования только ОМУ составляет 5,5...6,1 г, при внесении только

NPK – 6,7 г, при добавлении NPK в сочетании с ОМУ – 8,3...9,5 г. Максимальное формирование биомассы растениями пшеницы отмечено в варианте с применением ОМУ в дозе 3 т/га по фону минеральных удобрений.

В вариантах с внесением удобрений масса корней была выше в 1,6...2,3 раза, по сравнению с контролем. При внесении ОМУ без минеральных удобрений она увеличивается на 0,7...1,1 г, по отношению к контрольному варианту, на 2,0 г – в случае применения только NPK, на 1,6...1,7 г – при сочетании NPK и ОМУ.

Число колосков в колосе по вариантам опыта составляет 8,0...13,0 шт. С внесением удобрений возрастают озерненность и масса зерна. Число зерен с одного растения по

вариантам опыта варьирует в пределах 8,0...18,0 шт. В варианте внесения в почву NPK совместно с ОМУ в дозе 3 т/га отмечено наибольшее количество зерен в колосе – 18,0 шт. (на 10 шт. выше контрольного варианта).

Масса зерна с колоса колеблется в опыте от 0,19 г в контрольном варианте и до 0,45 г в вариантах с применением исследуемых удобрений. В зависимости от удобрений и их дозы урожайность зерна пшеницы увеличивается на 0,9...3,5 г. При внесении минеральных удобрений общая масса зерна повышается до 4,8 г,

при использовании только ОМУ – до 3,2 г, а при их комплексном внесении – до 5,6 г.

Применение ОМУ увеличивало среднюю высоту растений, по сравнению с контролем, на 2,5...6,2%, минеральных удобрений – на 18,7...34,1%. Максимальная в опыте высота растений отмечена при использовании ОМУ в дозе 2 т/га совместно с NPK – 58,2 см. Количество семян на одном растении по вариантам опыта составляло от 6,0 до 12,0 шт. с наибольшей величиной этого показателя при внесении ОМУ 2 т/га на фоне минеральных удобрений (табл. 4).

Таблица 4 – Структура урожая гречихи в зависимости от применения удобрений

Вариант	Высота растений, см	Количество семян на одном растении, шт.	Биомасса растений, г	Масса корней, г	Масса зерен, г/сосуд
Контроль	43,4	6,0	20,7	2,9	2,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	53,5	9,0	28,6	3,0	4,3
ОМУ 2 т/га	44,5	7,0	21,7	2,5	3,5
ОМУ 3 т/га	46,1	8,0	22,0	2,2	3,2
Фон + ОМУ 2 т/га	58,2	12,0	32,0	3,8	5,4
Фон + ОМУ 3 т/га	51,5	11,0	28,0	2,7	4,9
НСР ₀₅	1,6	3,0	0,7	0,5	0,6

Прирост биомассы при использовании только ОМУ составляет 4,8...6,3%. В вариантах с использованием минеральных удобрений происходит более интенсивное накопление биомассы, чем в других вариантах. При применении только NPK биомасса повысилась до 28,6 г. При совместном применении NPK с ОМУ – до 32,0 и 28,0 г при дозах ОМУ 2 и 3 т/га соответственно.

Масса корней растений гречихи по вариантам опыта изменяется в пределах от 2,2 до 3,8 г. Наибольшая масса корней сформирована в варианте ОМУ (2 т/га) на фоне минеральных удобрений.

Применение минеральных и органоминеральных удобрений способствует увеличению урожайности гречихи. В вариантах с исследуемыми дозами ОМУ без минеральных удобрений урожайность повышается на 10,3...20,7%, по отношению к контролю. В варианте только с минеральными удобрениями урожайность, по сравнению с контролем, повышается на 48,3% и составляет 4,3 г/сосуд. При

совместном применении органоминеральных и минеральных удобрений лучшим оказался вариант с ОМУ в дозе 2 т/га, где урожайность повышается на 25,6%, по сравнению с фоном.

Наряду с получением высоких урожаев сельскохозяйственных культур не менее важной задачей остается качество растениеводческой продукции (химический состав, содержание белка в зерне и др.).

Содержание общего азота в зерне пшеницы по вариантам опыта варьирует в пределах 2,19...3,67%, фосфора – 0,56...0,68%, калия – 0,99...1,18% и белка – 12,24...20,62%.

Внесение ОМУ в почву как отдельно, так и в сочетании с минеральными удобрениями способствует улучшению биохимических показателей зерна пшеницы. Применение ОМУ в дозах 2 и 3 т/га увеличивает, по сравнению с контролем, содержание азота – на 1,33 и 1,48%, белка – на 7,62 и 8,38%; по сравнению с фоном содержание азота – на 0,17 и 0,32%, белка – на 0,88 и 1,64% соответственно (табл. 5).

Таблица 5 – Химические показатели зерна пшеницы в зависимости от применения удобрений

Вариант	Содержание азота (N) общего, %	Содержание белка, %
Контроль	2,19	12,24
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	3,35	18,98
ОМУ 2 т/га	3,52	19,86
ОМУ 3 т/га	3,67	20,62
Фон + ОМУ 2 т/га	3,46	19,27
Фон + ОМУ 3 т/га	3,61	20,44
НСР ₀₅	0,06	0,06

В варианте с ОМУ в дозе 2 т/га совместно с минеральными удобрениями содержание азота в зерне увеличивается на 1,27%, белка – на 7,03%, по сравнению с контролем.

По сравнению с фоном содержание азота и белка возрастает на 0,11 и 0,29% соответственно. Повышение дозы ОМУ до 3 т/га на фоне минеральных удобрений увеличивает содер-

жание азота на 0,26...1,42%, белка – на 1,46...8,2%, по сравнению с контрольным и фоновым вариантами.

Содержание азота в зерне гречихи по вариантам опыта варьирует в пределах 1,59...1,83%, фосфора – 0,42...0,49% и калия – 0,82...1,01%. Содержание азота, по отношению к контролю, повышается на 0,05 и 0,11% при внесении в почву отдельно ОМУ в дозах

2 и 3 т/га, на 0,24 и 0,20% при совместном внесении органоминеральных (в дозах 2 и 3 т/га) и минеральных удобрений соответственно (табл. 6). Применение ОМУ вместе с минеральными удобрениями повышает, в сравнении с фоном, содержание азота на 0,12% – при дозе 2 т/га, на 0,08% – при дозе 3 т/га и незначительно увеличивает содержания фосфора и калия в зерне.

Таблица 6 – Биохимические показатели зерна гречихи в зависимости от применения удобрений

Вариант	Содержание азота (N) общего, %	Содержание белка, %
Контроль	1,59	9,41
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	1,71	10,10
ОМУ 2 т/га	1,64	9,62
ОМУ 3 т/га	1,70	10,09
Фон + ОМУ 2 т/га	1,83	10,51
Фон + ОМУ 3 т/га	1,79	10,59
HCP ₀₅	0,16	0,12

Содержание белка в зерне гречихи по вариантам опыта варьирует в пределах 9,41...10,59%. Максимальное содержание белка отмечено при применении ОМУ и минеральных удобрений совместно: при дозе 2 т/га содержание белка составляет 10,51%, что выше контроля на 1,1%, фона – на 0,41%. В случае использования дозы 3 т/га содержание белка составляет 10,59%, что выше контрольного варианта на 1,18%, фона – на 0,49%.

Положительное влияние применения ОМУ на физические, химические и биологические свойств почвы, а также на рост и развитие различных растений представлено в исследованиях [15, 16, 17]. С внесением ОМУ происходит увеличение емкости поглощения почвой ионов, улучшение структурного состояния почвы, повышение подвижности катионов и анионов, а также их поступление в растения [18, 19, 20].

Выводы. Внесение ОМУ улучшает агрохимические свойства почвы под посевами яровой пшеницы и гречихи: содержание органического вещества увеличивается до 2,70...2,86%, обменная и гидролитическая кислотности снижаются на 0,03...0,20 мг-экв./100 г, сумма поглощенных оснований повышается до 22,0...22,4 мг-экв./100 г, возрастает содержание азота, фосфора и калия.

Положительный эффект на яровой пшенице выявлен в вариантах с применением ОМУ в

сочетании с минеральными удобрениями: по сравнению с фоном, высота растений увеличивается – на 1,8...2,3%, длина колоса – на 5,1...8,5%, биомасса – на 11,7...20,4%, урожайность зерна – на 4,2...16,7%; по сравнению с контролем, высота растений повышается – 32,6...33,3%, длина колоса – на 63,2...68,4%, биомасса – в 2,2...2,4 раза, урожайность зерна – в 2,4...2,7 раза. Максимальный в опыте выход зерна отмечен при внесении ОМУ (3 т/га) в комплексе с минеральными удобрениями. В случае применения ОМУ в дозе 3 т/га общее содержание азота и белка повышается до 3,67% и 20,62% соответственно. При применении 2 т/га ОМУ на фоне минеральных удобрений высота растений увеличивается на 8,8%, количества семян на одном растении – на 3,0 шт., биомасса – на 11,9%, масса корней – на 26,7%, урожайность зерна – на 25,6%, содержание азота в зерне повышается до 1,83%, белка – до 10,51% (на фоне минеральных удобрений без ОМУ – 1,71% и 10,10% соответственно).

Органоминеральное удобрение на основе куриного помета и цеолита можно рекомендовать в качестве источника элементов минерального питания пшеницы и гречихи, а также для сохранения потенциального плодородия почвы.

Сведения об источнике финансирования. Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования № 124050300050-4.

Литература

1. Коломейченко В. В. Растениеводство. М.: Агробизнесцентр, 2007. 600 с.
2. ФАОСТАТ: Продукты животноводства и сельскохозяйственных культур / URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL/visualize> (дата обращения: 05.02.2024).
3. Сельское хозяйство в России. 2023: Стат. сб. М.: Росстат, 2023. 103 с.
4. Ленточкин А. М. Оценка состояния посевных площадей зерновых культур // Пермский аграрный вестник. 2019. № 1 (25). С. 55–62.
5. Скороходов В. Ю. Продуктивность яровой мягкой пшеницы в сопряжении с содержанием макроэлементов и биоактивностью почвы на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2 (54). С. 46–53. doi: 10.18286/1816-4501-

2021-2-46-53.

6. Статистический сборник «Республика Татарстан» 2022: Стат. сб. М.: Росстат, 2023. 294 с.
7. Якименко А. Ф. Гречиха. М.: Колос, 1982. 196 с.
8. Семенюк О.В. Эффективность применения жидких комплексных органоминеральных удобрений для предпосевной обработки семян озимой пшеницы // Земледелие. 2023. № 7. С. 25-27.
9. Полухин А.А., Зубарева К.Ю., Катыльникова М.А. Перспективы использования органо-минеральных микроудобрений при выращивании кормовых бобов // Земледелие. 2022. № 2. С. 32-37.
10. Перченко Н.А., Сергеева О.Н. Эффективность препарата Турмакс при возделывании картофеля в условиях Томской области // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 5. С. 34-37.
11. Влияние нового органоминерального удобрения на агрохимическое состояние дерново-подзолистой глееватой почвы / П.А. Котьяк, Е.В. Чебыкина, М.Ю. Иванова и др. // Земледелие. 2022. № 3. С. 28-31.
12. Органоминеральные удобрения в земледелии и растениеводстве. Обзор / Г. Ф. Рахманова, К. Р. Гарифутдинова, Н. И. Кириллова и др. // Рисоводство. 2023. № 4 (61). С. 68-77. doi: 10.33775/1684-2464-2023-61-4-68-77.
13. 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. doi: 10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14.
14. Цеолиты Поволжья. URL: <https://zeol.ru/applying/selskoe-hozyaystvo> (дата обращения: 06.02.2024).
15. Advances in the use of organic and organomineral fertilizers in sustainable agricultural production / M. I. Abdulraheem, J. Hu, S. Ahmed, et al. // Organic fertilizers Organic Fertilizers – New Advances and Applications 1 (Agricultural Sciences), 2023. 358 p. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/1131638> (дата обращения: 06.02.2024). doi: 10.5772/intechopen.1001465.
16. Effect of organomineral fertilizers and growth promoters in potato seedlings in the foothills of the Republic of Artsakh / V. Aleksanyan, M. Mirzoyan, S. Galstyan, et al. // The scientific heritage. 2023. № 107. P. 4-8. doi: 10.5281/zenodo.7672838.
17. Smith W. B., Wilson M., Pagliari P. Organomineral fertilizers and their application to field crops // Animal manure: production, characteristics, environmental concerns, and management. 2020. P. 229-243. doi: 10.18619/2072-9146-2022-3-90-93.
18. Изменение агрохимических показателей серой лесной почвы при использовании кремнийсодержащей агроруды и органоминерального удобрения / Р. Р. Газизов, Г. Ф. Рахманова, И. А. Дегтярева и др. // Агрохимический вестник. 2023. № 5. С. 73-76. doi: 10.24412/1029-2551-2023-5-013.
19. Нуров Реджепнур Р., Аманов К. Я. Влияние экологически чистого органоминерального удобрения на плодородие почвы // Плодородие. 2021. № 6 (123). С. 29-33. doi: 10.25680/S19948603.2021.123.08.
20. Савич В. И., Мерзлая Г. Е., Седых В. А. Процессы, протекающие в почве при внесении органо-минеральных удобрений // Плодородие. 2017. № 4. С. 29-32.

Сведения об авторах:

Газизов Расим Рашидович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и микробиологических методов, e-mail: rasim_0410@mail.ru
 Сафина Руфина Ринатовна – младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и микробиологических методов, e-mail: rufina.masnavieva.63@gmail.com
 Каримова Лилия Зяудатовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и микробиологических методов, e-mail: Karimova-lcd@mail.ru
 Гарифутдинова Камила Рустемовна – научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и микробиологических методов, e-mail: amiliamilka24@gmail.com
 Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр АН, Казань, Россия

AGROCHEMICAL PROPERTIES OF GRAY FOREST SOIL AND THE STRUCTURE OF GRAIN CROPS YIELD UNDER THE INFLUENCE OF SILICON-CONTAINING ORGANOMINERAL FERTILIZER R. R. Gazizov, R. R. Safina, L. Z. Karimova, K. R. Garafutdinova,

Abstract. The aim of the research was to study the effect of silicon-containing organomineral fertilizer (OMF) on the quantitative and qualitative characteristics of spring wheat of the Yoldyz variety and buckwheat of the Nikolskaya variety, and the main agrochemical indicators of gray forest soil. The work was carried out under the conditions of a pot experiment, the scheme of which assumed the study of the following options: without fertilizers (control); $N_{60}P_{60}K_{60}$ - background; OMF 2 t/ha; chicken manure) at 60...70 °C and mineral (zeolite from Tatar-Shatrash deposit of the Republic of Tatarstan) components in a ratio of 1:1. Soil and plant samples were analyzed using generally accepted methods. Agrochemical characteristics of the soil before the experiment: gray forest medium loamy soil with an organic matter content of 2.9%, pH_{KCl} of 5.86 units, hydrolytic acidity of 2.16 mg-eq./100 g, the sum of absorbed bases of 20.2 mg-eq./100 g, the content of alkaline-hydrolyzable nitrogen of 77.0 mg/kg, mobile phosphorus and potassium of 238.0 and 180 mg/kg, respectively. Under the influence of OMF, the agrochemical properties of the soil under wheat and buckwheat crops improve: the exchange and hydrolytic acidity indicators decrease by 0.03...0.20 mg-eq./100 g, the sum of absorbed bases increases to 22.0...22.6 mg-eq./100 g, and the content of macroelements increases. Application of OMF in doses of 2 and 3 t/ha both separately and in combination with mineral fertilizers improves the crop structure and increases the yield and quality of wheat grain: plant height increases by 5.7...15.8 cm, ear length - by 0.8...2.6 cm, biomass - by 5.5...9.5 g, grain yield - by 0.9...3.5 g/vessel, compared to the control. Protein content increases by 7.03...8.38%. Improvement of buckwheat parameters under the influence of OMF and mineral fertilizers relative to the control values was established - plant height increases by 1.1...14.8 cm, biomass - by 1.0...11.3 g, yield - by 0.3...2.5 g/vessel. Protein content in buckwheat grain increases by 0.21...1.18%.

Key words: spring wheat (*Triticum aestivum* L.), buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), organomineral fertilizer, agrochemical characteristics, crop structure.

References

1. Kolomeychenko VV. Rasteniyevodstvo. [Plant growing]. Moscow: Agrobiznestsentr. 2007; 600 p.

2. [FAOSTAT: Livestock and agricultural products]. [cited 2024, February 05]. Available from: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL/visualize>.
3. Selskoe khozyaystvo v Rossii. 2023: Stat. sb. [Agriculture in Russia. 2023: statistical collection]. Moscow: Rosstat. 2023; 103 p.
4. Lentochkin AM. [Assessment of the state of sown areas of grain crops]. Permskiy agrarnyy vestnik. 2019; 1 (25). 55-62 p.
5. Skorokhodov VYu. [Productivity of spring soft wheat in conjunction with the content of macroelements and soil bioactivity on southern chernozems of the steppe zone of the Southern Urals]. Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2021; 2 (54). 46-53 p. doi: 10.18286/1816-4501-2021-2-46-53.
6. Statisticheskiy sbornik "Respublika Tatarstan" 2022: Stat. sb. [Statistical digest "Republic of Tatarstan" 2022: statistical collection]. Moscow: Rosstat. 2023; 294 p.
7. Yakimenko AF, Grechikha. [Buckwheat]. Moscow: Kolos. 1982; 196 p.
8. Semeniyuk OV. [Efficiency of using of liquid complex organomineral fertilizers for pre-sowing treatment of winter wheat seeds]. Zemledelie. 2023; 7. 25-27 p.
9. Polukhin AA, Zubareva KYu, Katalnikova MA. [Prospects for the use of organo-mineral microfertilizers in growing fodder beans]. Zemledelie. 2022; 2. 32-37 p.
10. Perchenko NA, Sergeeva ON. [Efficiency of Turmaks drug in potato cultivation of Tomsk region]. Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. 2020; 5. 34-37 p.
11. Kotyak PA, Chebykina EV, Ivanova MYu. [The impact of a new organomineral fertilizer on the agrochemical state of sod-podzolic gleyic soil]. Zemledelie. 2022; 3. 28-31 p.
12. Rakhmanova GF, Garafutdinova KR, Kirillova NI. [Organomineral fertilizers in agriculture and crop production. Review]. Risovodstvo. 2023; 4 (61). 68-77 p. doi: 10.33775/1684-2464-2023-61-4-68-77.
13. Karpukhin MYu, Baykin YuL, Batyrshina ER. [Agronomic efficiency of organomineral fertilizer on chernozem soils of the Middle Urals]. Agrarnyy vestnik Urala. 2023; 4 (233). 2-14 p. doi: 10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14.
14. [Zeolites of the Volga Region]. [cited 2024, February 06]. Available from: <https://zeol.ru/applying/selskoe-hozyaystvo>.
15. Abdullaheem MI, Hu J, Ahmed S. Advances in the use of organic and organomineral fertilizers in sustainable agricultural production. [Internet]. Organic fertilizers Organic Fertilizers – New Advances and Applications 1 (Agricultural Sciences), 2023; 358 p. [cited 2024, February 06]. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/1131638>. doi: 10.5772/intechopen.1001465.
16. Aleksanyan V, Mirzoyan M, Galstyan S. Effect of organomineral fertilizers and growth promoters in potato seedlings in the foothills of the Republic of Artsakh. The scientific heritage. 2023; 107. 4-8 p. doi: 10.5281/zenodo.7672838.
17. Smith WB, Wilson M, Pagliari P. Organomineral fertilizers and their application to field crops. Animal manure: production, characteristics, environmental concerns, and management. 2020; 229-243. doi: 10.18619/2072-9146-2022-3-90-93.
18. Gazizov RR, Rakhmanova GF, Degtyareva IA. [Changes in agrochemical parameters of gray forest soil using silicon-containing agronomic ores and organomineral fertilizer]. Agrokhimicheskiy vestnik. 2023; 5. 73-76 p. doi: 10.24412/1029-2551-2023-5-013.
19. Nurov Redzhepnur R, Amanov KYa. [Effect of environmentally friendly organomineral fertilizer on soil fertility]. Plodorodie. 2021; 6 (123). 29-33 p. doi: 10.25680/S19948603.2021.123.08.
20. Savich VI, Merzlaya GE, Sedykh VA. [Processes occurring in the soil when applying organomineral fertilizers]. Plodorodie. 2017; 4. 29-32 p.

Authors:

Gazizov Rasim Rashidovich – Ph.D. in Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Molecular-Genetic and Microbiological Methods, e-mail: rasim_0410@mail.ru
 Safina Rufina Rinatovna – Junior Researcher of the Laboratory of Molecular-Genetic and Microbiological Methods, e-mail: rufina.masnavieva.63@gmail.com
 Karimova Liliya Zyudatovna - Ph.D. of Biological sciences, senior researcher of the laboratory of Molecular-genetic and microbiological methods, e-mail: Karimova-lcd@mail.ru
 Garafutdinova Kamila Rustemovna – Researcher of the Laboratory of Molecular-Genetic and Microbiological Methods, e-mail: amiliamilka24@gmail.com
 Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Academy of Sciences, Kazan, Russia.