

## Агрономическая эффективность органоминерального удобрения на черноземных почвах Среднего Урала

М. Ю. Карпухин<sup>1✉</sup>, Ю. Л. Байкин<sup>1</sup>, Э. Р. Батыршина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: mkarpuhin@yandex.ru

**Аннотация.** Цель – изучить эффективность сложного многокомпонентного органоминерального удобрения пролонгированного действия на основе местных техногенных отходов металлургической промышленности и птицеводства и добываемых источников минерального питания растений. **Методы.** В статье представлены данные по изучению влияния нового органоминерального удобрения на рост, развитие и урожайность ярового ячменя. Проведены фенологические и биометрические наблюдения, учет урожайности и определены качественные показатели зерна: масса 1000 семян, натура и содержание белка. **Результаты.** Установлено, что применение инновационного смешанного многокомпонентного органоминерального удобрения улучшает рост и развитие растений ячменя. Так, при дозах 60 и 90 кг д. в. на 1 га азота и фосфора длина стебля растений увеличивалась на 6,78–6,84 см, повышались число зерен в колосе от 0,39 до 1,08 шт. и их масса на 0,13–0,15 га. Самая высокая урожайность получена при NP (60) – 4,91 т/га, что значительно выше контрольного варианта. При применении удобрения улучшались показатели качества зерна: масса 1000 семян, натура зерна и содержание белка в зерне. Отмечено, что применение нового органоминерального удобрения в дозе NP (60) повышает продуктивность и качество продукции и является оптимальным при возделывании ячменя на Среднем Урале. **Научная новизна.** Впервые на Среднем Урале создан и апробирован новый инновационный продукт – комбинированное смешанное многокомпонентное удобрение для выращивания сельскохозяйственных культур, заявка на патент РФ № 2023100288 (входящий номер 000549) от 09.01.2023 г.

**Ключевые слова:** комбинированное удобрение, урожай, диатомит, гипс, сульфат аммония, фосфоритная мука, птичий помет, целлюлозолитическая активность почвы, фенология, биометрия, показатели качества зерна.

**Для цитирования:** Карпухин М. Ю., Байкин Ю. Л., Батыршина Э. Р. Агрономическая эффективность нового органоминерального удобрения на черноземных почвах Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2023. № 04 (233). С. 2–14. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14.

**Дата поступления статьи:** 28.02.2023, **дата рецензирования:** 13.03.2023, **дата принятия:** 23.03.2023.

### Постановка проблемы (Introduction)

Развитие сельского хозяйства и повышение его продуктивности неразрывно связаны с интенсификацией отрасли, ростом эффективности производства. Один из важнейших факторов интенсификации – применение удобрений и других средств химизации земледелия.

При внесении удобрений не только сохраняется плодородие почв, но и осуществляется расширенное его воспроизводство. Правильное использование удобрений должно быть экономически выгодным, обеспечивать получение большего количества качественной продукции при относительно меньших дополнительных затратах средств производства и труда в сельском хозяйстве, то есть снижать себестоимость и увеличивать производительность труда при обязательном условии

экологической безопасности. Так, мировой и отечественный опыт развития сельского хозяйства свидетельствует о том, что научно обоснованное применение удобрений – основной путь увеличения урожайности и валовых сборов возделываемых культур, создания прочной кормовой базы для животноводства, сохранения и повышения почвенного плодородия [4; 9].

В современных условиях особо остро стоит вопрос о наиболее эффективном, экономически выгодном и ресурсосберегающем применении достаточно ограниченных количеств органических и минеральных удобрений.

Однако эти два вида удобрений отличаются различной насыщенностью питательными веществами. Как правило, органические удобрения не всегда содержат полный необходимый комплекс

питательных веществ, необходимых для растений. В таком случае органические удобрения дополняют минеральными. [1; 11; 14; 16; 17].

Недостатком минеральных удобрений является негативное действие их на микробы почвы при несбалансированном внесении. Они часто вымываются из почвы, попадают в грунтовые воды и воздух.

В последние годы появился новый вид удобрений – органоминеральные. Они сочетают в себе и органическую, и минеральную составляющие. С одной стороны, они включают в себя минеральные элементы для питания растений, а с другой – питание для почвенной микрофлоры. В этой связи они являются более экологически безопасными, а главное – не уступающими по эффективности ни минеральным, ни органическим удобрениям. С каждым годом ассортимент этих удобрений растет, однако в зависимости от используемых в них компонентов эффективность может резко отличаться.

Поэтому научно обоснованный подбор компонентов и проверка эффективности их в системе удобрения сельскохозяйственных культур – актуальная проблема в настоящее время [8].

Разработка системы удобрений должна осуществляться также с учетом требований технического обеспечения и экологических ограничений, производственно-ресурсного потенциала товаропроизводителя и уровня его квалификации. Однако наиболее высокий эффект от применения органоминеральных удобрений можно достичь при применении их с учетом почвенно-климатических условий региона и биологических особенностей возделываемых культур. Настоящая работа посвящена изучению механизмов действия нового сложносмешанного многокомпонентного гранулированного удобрения на рост, развитие и продуктивность ярового ячменя, а также на агрономическую эффективность в условиях Среднего Урала. [6; 7; 10; 15].

В Уральском ГАУ разработана технология производства органоминерального смешанного многокомпонентного гранулированного удобрения, созданного на основе природного добываемого минерального сырья, птичьего помета и отходов коксохимической промышленности.

Удобрение содержит три добываемых источника минерального питания растений: гипс, диатомит, фосфоритную муку. Использование птичьего помета в составе удобрения является одновременно вкладом в решение экологической проблемы утилизации этого отхода птицеводства.

Инновационный продукт – органоминеральное гранулированное удобрение – создано на основе минерального и органического сырья, содержащего макро- и микроэлементы для питания растений [5; 12].

Сульфат аммония синтетический  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – кристаллическое серосодержащее минеральное азотное удобрение. Содержит 21 % азота в аммонийной форме и 23–24 % серы в форме сульфат-иона, доступного для питания растений. Удобрение может применяться на любых типах почв и для всех сельскохозяйственных культур. Хорошо смешивается с другими туками.

Фосфоритная мука – минеральное удобрение  $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$  – не уступает по эффективности суперфосфату. Содержит 20 % фосфора. На основе фосфоритной муки хорошо приготавливаются навозные и торфяные компосты, органоминеральные удобрения, готовятся любые марки тукокомпозиции. Способствует повышению плодородия почвы, урожайности и качества получаемой сельскохозяйственной продукции.

Гипс – агромелиорант, минеральное удобрение  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Содержит 32,6 % кальция и 46,5 % серы. Применяется для химической мелиорации и в качестве минерального удобрения. Хорошо смешивается с другими туками. Улучшает плодородие почвы и повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Диатомит – природные останки древних диатомовых водорослей, в составе которых преобладает доступный для растений оксид кремния  $\text{SiO}_2$ . Химически диатомит на 96 % состоит из водного кремнезема. Используется как природный адсорбент и удобрение. Улучшает водно-физические свойства почвы, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к болезням и вредителям, урожайность и качество получаемой сельскохозяйственной продукции.

Птичий помет – органическое удобрение. Содержит при натуральной влажности 16 % азота, 15 % фосфора и 8 % калия. Может применяться на всех типах почв и под любые сельскохозяйственные культуры в чистом виде, в виде компостов или в составе органоминеральных удобрений.

Комплексное органоминеральное удобрение пролонгированного действия содержит в своем составе 6 питательных элементов для растений: азот, фосфор, калий, кальций, кремний и серу. Удобрение гранулированное, обладает хорошей сыпучестью, удобно для применения в сельскохозяйственном производстве. Оно может использоваться на любых типах почв и под все сельскохозяйственные культуры. Производство удобрения – инновационного продукта – способствует сохранению и повышению почвенного плодородия, увеличению урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур.

Функциональное назначение продукта – удобрение сельскохозяйственных культур. Может использоваться в качестве основного и припосевного внесения в почву при помощи сельскохозяйственной техники [3; 13].

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Название почвы	pH <sub>сол.</sub>	Гумус, %	Гидролитическая кислотность, мг·экв/100 г	Сумма поглощенных оснований, мг·экв/100	Азот легкогидролизуемый, мг/кг	Подвижные формы	
						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг
Чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый	5,18	4,56	12,82	32,1	204,7	243,7	251,6

Table 1

Agrochemical characteristics of the soil of the experimental plot

Soil name	pH <sub>saline</sub>	Humus, %	Hydrolytic acidity, mg·eq/100 g	The amount of absorbed bases, mg·eq/100 g	Easily hydrolyzable nitrogen, mg/kg	Movable forms	
						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	K <sub>2</sub> O, mg/kg
Podzolized heavy loamy chernozem	5.18	4.56	12.82	32.1	204.7	243.7	251.6

Таблица 2

Анализ посевного материала ярового ячменя сорта Сонет

Культура	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса 1000 семян, г
Ячмень	65	75	48

Table 2

Analysis of seed material of spring barley of the Sonet variety

Culture	Germination energy, %	Laboratory germination, %	Weight of 1000 seeds, g
Barley	65	75	48

Химический состав удобрения: азот (N) – 12 %, фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 12 %, калий (K<sub>2</sub>O) – 2 %, сера (S) – 10 %, кальций (Ca) – 36 %, кремний (Si) – 25 %.

Цель исследования – изучить эффективность сложного многокомпонентного органоминерального удобрения пролонгированного действия на основе местных техногенных отходов металлургической промышленности и птицеводства и добываемых источников минерального питания растений при выращивании ярового ячменя.

Задачи исследования:

1) провести фенологические наблюдения за развитием растений ячменя при различных дозах внесения удобрений;

2) определить биометрические показатели растений ячменя в зависимости от дозы внесения удобрений;

3) определить урожайность ярового ячменя при разных дозах внесения удобрений;

4) определить качество зерна при разных дозах внесения удобрений;

5) провести статистический анализ полученных данных.

**Методология и методы исследования (Methods)**

Однофакторный опыт был заложен в 2022 г. в учебно-опытном хозяйстве ФГБОУ ВО Уральский ГАУ (п. Студенческий Белоярского городского округа Свердловской области). Почва опытного участка – чернозем оподзоленный, по гранулометрическому составу – тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели пахотного слоя: pH со-

левой вытяжки по методу Каппена – 5,18; гумус по методу И. Тюрина – 4,6 %; гидролитическая кислотность – 13 мг·экв/100 г почвы; сумма поглощенных оснований – 32,1 мг·экв/100 г почвы; количество азота легкогидролизуемого по Корнфилду – 208,7 мг/кг; подвижный фосфор по Кирсанову – 243,7 мг/кг; уровень обменного калия по Кирсанову – 252,6 мг/кг почвы.

Черноземы оподзоленные характеризуются повышенным естественным плодородием. Они обладают хорошими водно-воздушными свойствами, отличаются комковатой или зернистой структурой, содержанием в почвенном поглощающем комплексе от 70 до 90 % кальция, нейтральной или почти нейтральной реакцией, интенсивной гумификацией и высоким (15 %) содержанием в верхних слоях гумуса, содержанием симбиоза бактерий и микроорганизмов. Почвы нуждаются во внесении фосфорных и калийных удобрений.

В 2022 г. весна была затяжная, полный сход снега зафиксирован 13 апреля, а переход через 5 градусов произошел 9 апреля, на 13 дней раньше среднемноголетней даты. В результате практически все зимние осадки просочились в почву, сток воды на полях отсутствовал. Среднемесячная температура воздуха за апрель превысила среднемноголетнюю на 2,1 °С. За месяц количество осадков было на уровне 28 мм, при этом значительная часть их выпала в первой декаде.

В мае среднесуточная температура воздуха по всем декадам была практически на уровне средне-многолетних показателей. Переход температуры воздуха через  $10^{\circ}$  произошел 8 мая, что на 5 дней раньше многолетней даты. Общее количество осадков за май составило 67,4 мм, что выше нормы на 46 %, это благоприятно отразилось на появлении дружных всходов культур.

Среднесуточная температура воздуха за июнь составила  $14,6^{\circ}$ , что выше нормы на  $0,5^{\circ}$ . Атмосферные осадки выпали во второй декаде месяца на уровне 60 % от общего количества. В целом за июнь суммарное количество осадков составило 100,6 мм, что превысило норму на 48 %.

В первой половине июля наблюдалась умеренно теплая погода, во второй части – жаркая с превышением среднесуточной температуры на  $2,4-5,0^{\circ}$  С. Температура воздуха за месяц превысила среднемноголетнюю норму на  $1,7^{\circ}$ . Небольшое количество осадков выпало в первой и второй декадах месяца, в целом за месяц – всего 17,1 мм, или 20,3 % от нормы. Высокие температуры воздуха в дневное время, особенно во второй половине июля, заметно ускорили созревание зерновых культур. Фаза цветения наступила 26 июля. Период налива зерна у яровых зерновых составил всего 32–35 дней.

За период с мая по первую декаду августа гидротермический коэффициент (ГТК) равнялся 1,22 ед., т. е. во время вегетации зерновых и зернобобовых культур, несмотря на острый дефицит осадков в период налива зерна, условия увлажнения в среднем были умеренные. Это обеспечило высокую продуктивность зерновых культур, в особенности ячменя.

В первой половине июля наблюдалась умеренно теплая погода, во второй части – жаркая с превышением среднесуточной температуры на  $2,4-5,0^{\circ}$  С. Температура воздуха за месяц превысила среднемноголетнюю норму на  $1,7^{\circ}$ . Небольшое количество осадков выпало в первой и второй декадах месяца, в целом за месяц – всего 17,1 мм, или 20,3 % от нормы. Высокие температуры воздуха в дневное время, особенно во второй половине июля, заметно ускорили созревание зерновых культур. Фаза цветения наступила 26 июля. Период налива зерна у яровых зерновых составил всего 32–35 дней.

В августе по-прежнему наблюдалась жаркая погода, среднесуточная температура за месяц превысила норму на 3,9 градуса. Общее количество атмосферных осадков за месяц составило 13 мм, или 17,5 % от нормы. В августе наблюдалась жаркая погода с недостатком почвенной влаги. ГТК за август равнялась 0,22, что соответствует острозасушливым условиям увлажнения.

Таким образом, погодные условия 2022 года благоприятно складывались для зерновых колосовых культур.

Агротехника в опыте общепринятая и заключалась в яблечной вспашке, ранневесеннем бороновании, внесении удобрений, предпосевной культивации с заделкой удобрений для зерновых культур (яровой ячмень).

Общая площадь делянки –  $36 \text{ м}^2$  ( $12 \times 3 \text{ м}$ ), учетная –  $20 \text{ м}^2$ ; повторность трехкратная, расположение делянок в опыте систематическое. Внесение удобрений вручную под предпосевную культивацию, уборка сплошная, комбайновая.

В опытах определяли влияние доз удобрения на целлюлозолитическую активность почвы.

Схема опыта: эффективность новой формы органоминерального удобрения при возделывании ярового ячменя в условиях Среднего Урала.

Варианты опыта:

1. Без удобрений (контроль).
2. ОМУ ( $\text{N}_{30}\text{P}_{30}$ ).
3. ОМУ ( $\text{N}_{60}\text{P}_{60}$ ).
4. ОМУ ( $\text{N}_{90}\text{P}_{90}$ ).

Сорт ярового ячменя – Сонет.

Исследования проводились в полевых опытах в соответствии с основными требованиями к их проведению по Б. А. Доспехову [2].

В основу опытной работы положены следующие методические рекомендации: Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур; Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами.

### Результаты (Results)

Для посева ячменя был использован сорт Сонет. Перед посевом нами были проверены показатели посевных качеств семян.

Анализ посевного материала ячменя показал (таблица 2), что энергия прорастания составила 65 %, лабораторная всхожесть – 75 %, масса 1000 семян – 48 г.

В ходе учета за датами наступления фенологических фаз развития растений ячменя установлено (таблица 3), что после посева 20.05 всходы появились практически одновременно – по 24.05.

Следует отметить, что на варианте с NP (60) они появились на один день раньше, однако разница была практически незаметной. Фаза трех листьев наступила 06.06–07.06 с разницей в один день на вариантах с NP (60) и NP (90). Фаза кущения растений на контрольном и других вариантах наступила 20.06, за исключением варианта с NP (90), где эта фаза наступила на один день позже. Такая же закономерность отмечена в фазу выхода в трубку. Это объясняется высоким уровнем азотного питания, что немного задерживает прохождение фенофаз при интенсивном развитии вегетативной части растений. Фаза колошения наступила на контроль-

ном варианте и NP (30) 22.07. Однако на варианте с NP (60) – на 1–2 дня раньше по сравнению с контролем и другими вариантами. Вариант NP (90) показал более позднее наступление фазы колошения. Фаза цветения на варианте NP (60) наступила раньше по сравнению с контролем и другими вариантами на 1–2 дня. Вариант при внесении повышенной дозы удобрения показал более поздний срок наступления фазы.

Уборка проводилась в один срок после полного созревания зерна – 27.08.

Таким образом, наступление фаз развития растений ячменя практически не зависело от доз внесения удобрений с небольшим (в 1–2 дня) опозданием на варианте с высокой дозой внесения органического удобрения.

От скорости прохождения межфазных периодов зависит продолжительность вегетационного периода растений.

Нашими наблюдениями установлено (таблица 4), что в зависимости от доз внесения удобрений фаза всходов наступила через 3–4 дня после посева, причем на варианте с NP (60) – на один день раньше. Фаза трех листьев наступила быстрее на вариантах с NP (60) и NP (90), однако разница в одни сутки была несущественной. Фаза кущения наступила через 28–29 дней после посева с опозданием в одни сутки на варианте с повышенной дозой удобрения. Такая же тенденция была отмечена и при наступлении фазы выхода в трубку, которая наступила через 40–41 сутки после посева. Фаза колошения наступила чуть раньше на варианте NP (60) – на 59-й день после посева. Позже

всех полное колошение наступило на варианте NP (90) – на 61-й день. Закономерность, выявленная на более ранних стадиях, подтвердилась и фазу цветения, которая наступила через 62–64 дня после посева. Уборка была проведена через 96 дней после посева на всех изучаемых вариантах. Таким образом, скорость прохождения межфазовых периодов у растений ячменя практически не зависит от доз внесения удобрений при небольшом (1–2 дня) опоздании на повышенной дозе органоминерального удобрения.

Измерение длины стебля показало (рис. 1), что этот показатель колебался по вариантам от 72,83 до 76,87 см, причем на вариантах с применением различных доз органоминерального удобрения длина стебля у растений ячменя была выше на 1,6–4,04 см по сравнению контрольным вариантам без внесения удобрения.

Следует отметить, что наиболее высокие растения были на вариантах NP (60) и NP (90). Однако разница была несущественной. Увеличение длины стебля растений ячменя было обусловлено повышением и оптимизацией питания растений. Следует отметить, что благоприятные условия в период роста ячменя в 2022 г., а главное – достаточное количество осадков способствовали лучшему усвоению питательных веществ растениями.

Таким образом, применение органоминерального удобрения положительно влияет на рост стебля растений ячменя.

Длина колоса – биометрический показатель, от которого зависит количество зерен, и в итоге урожайность варьировала по вариантам от 6,14 до 6,84 см (рис. 2).

Таблица 3

**Результаты фенологических наблюдений за растениями ярового ячменя в зависимости от дозы внесения органоминерального удобрения, дата (2022 г.)**

№ п/п	Варианты	Календарные сроки							
		Посев	Всходы	Фаза трех листьев	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Цветение	Уборка
1	Контроль (без удобрений)	20.05	24.05	07.06	20.06	02.07	22.07	25.07	27.08
2	NP (30)	20.05	24.05	07.06	20.06	02.07	22.07	25.07	27.08
3	NP (60)	20.05	23.05	06.06	20.06	02.07	21.07	24.07	27.08
4	NP (90)	20.05	24.05	06.06	21.06	03.07	23.07	26.07	27.08

Table 3

**Results of phenological observations of spring barley plants depending on the dose of organomineral fertilizer application, date (2022)**

No.	Options	Calendar dates							
		Sowing	Seedlings	Phase of 3 leaves	Tillering	Stalk-shooting	Stubble	Bloom	Cleaning
1	Control (without fertilizer)	20.05	24.05	07.06	20.06	02.07	22.07	25.07	27.08
2	NP (30)	20.05	24.05	07.06	20.06	02.07	22.07	25.07	27.08
3	NP (60)	20.05	23.05	06.06	20.06	02.07	21.07	24.07	27.08
4	NP (90)	20.05	24.05	06.06	21.06	03.07	23.07	26.07	27.08

## Продолжительность прохождения межфазовых периодов у растений ярового ячменя в зависимости от доз внесения органоминерального удобрения, суток (2022 г.)

№ п/п	Варианты	Количество суток от посева до						
		Всходов	Фазы трех листьев	Кушения	Выхода в трубку	Колошения	Цветения	Уборки
1	Контроль (без удобрений)	4	15	28	40	60	63	96
2	NP (30)	4	15	28	40	60	63	96
3	NP (60)	3	14	28	40	59	62	96
4	NP (90)	4	14	29	41	61	64	96

Table 4

## The duration of the passage of interphase periods in spring barley plants, depending on the doses of application of organomineral fertilizer, days (2022)

No.	Options	Number of days from sowing before						
		Seedlings	Phase of 3 leaves	Tillering	Stalk-shooting	Stubble	Bloom	Cleaning
1	Control (without fertilizer)	4	15	28	40	60	63	96
2	NP (30)	4	15	28	40	60	63	96
3	NP (60)	3	14	28	40	59	62	96
4	NP (90)	4	14	29	41	61	64	96

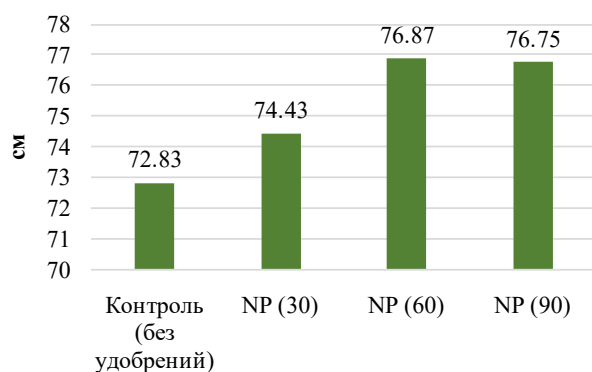


Рис. 1. Длина стебля ярового ячменя в зависимости от доз внесения органоминерального удобрения, см, 2022 г.

Самая большая длина колоса отмечена на вариантах с NP (60) и NP (90): 6,84 и 6,78 см соответственно. Следует отметить, что на вариантах с применением удобрений длина колоса ячменя была выше по сравнению с контролем на 0,2–0,7 см.

Таким образом, внесение органоминерального удобрения положительно влияет на длину колоса растений ячменя.

Количество зерен в колосе колебалось (рис. 3) в зависимости от доз внесения удобрения от 15,61 до 16,69 шт. Использование нового органоминерального удобрения повышает количество зерен в колосе на 0,39–1,08 шт.

Варианты NP (60) и NP (90) показали увеличение количества зерен в колосе на 1,08 и 0,95 шт. соответственно.

Таким образом, применение доз NP (60) и NP (90) органоминерального удобрения повышает количество зерен в колосе.

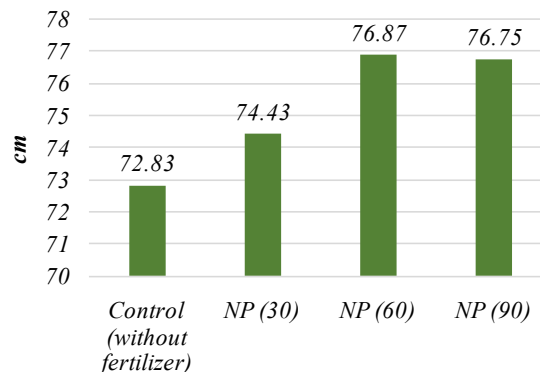


Fig. 1. The length of the stem of spring barley, depending on the doses of application of organomineral fertilizer, cm, 2022

Урожайность зерновой колосовой культуры зависит от многих факторов и показателей, в том числе от массы зерен в колосе. Наши исследования показали (рис. 4), что внесение нового органоминерального удобрения в дозе NP (60) и NP (90) увеличивает этот показатель на 0,13–0,15 г.

Контрольный вариант и доза внесения NP (30) находились практически на одном уровне.

Таким образом, внесение нового органоминерального удобрения положительно влияет на массу зерен в колосе.

Одним из главных показателей качества зерна является масса 1000 семян. В опыте с применением различных доз нового органоминерального удобрения в посевах ярового ячменя установлено (рис. 5), что данный показатель варьировал от 54,2 до 58,32 г.

Следует отметить, что на вариантах с внесением удобрения масса 1000 семян была выше на 1,4–4,12 г по сравнению с контрольным вариантом.

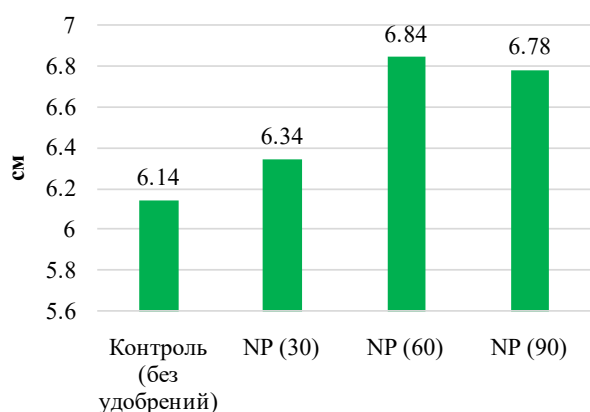


Рис. 2. Длина колоса ярового ячменя в зависимости от доз внесения органоминерального удобрения, см, 2022 г.

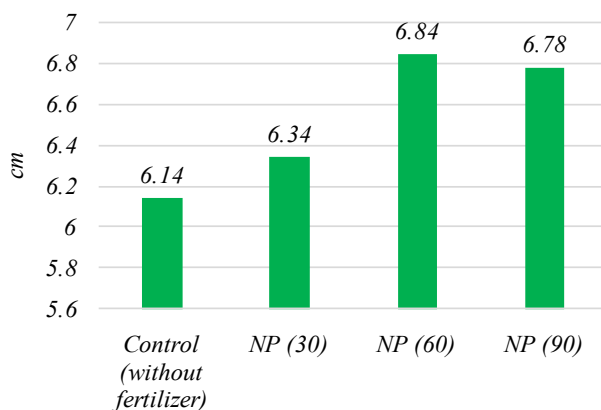


Fig. 2. The length of the ear of spring barley, depending on the doses of application of organomineral fertilizer, cm, 2022

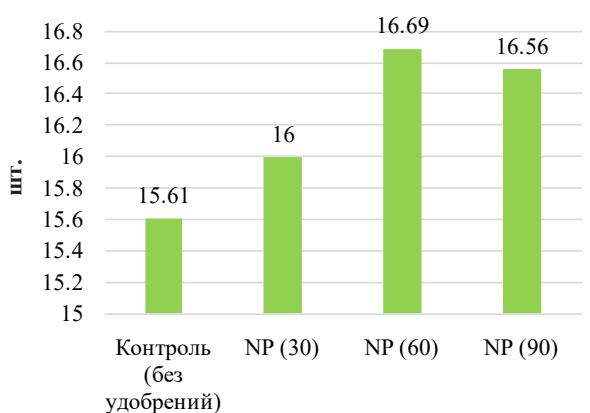


Рис. 3. Количество зерен в колосе ячменя в зависимости от доз внесения органоминерального удобрения, шт., 2022 г.

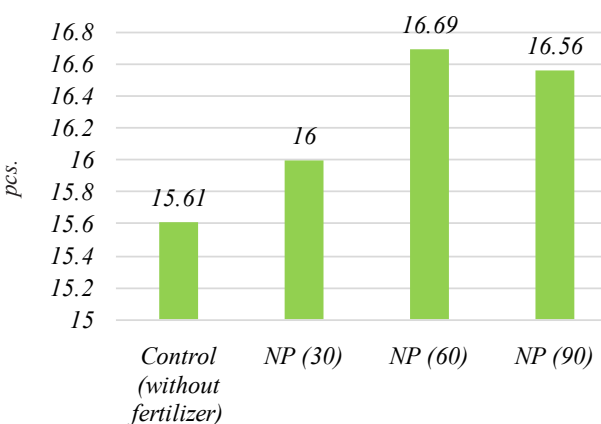


Fig. 3. The number of grains in an ear of barley, depending on the doses of application of organomineral fertilizer, pcs., 2022

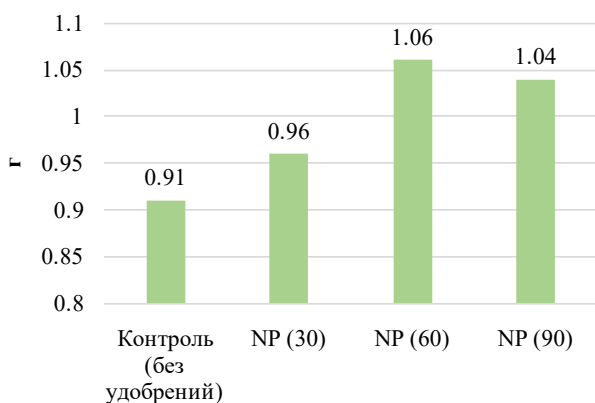


Рис. 4. Масса зерен в колосе ячменя в зависимости от доз внесения органоминерального удобрения, г, 2022 г.

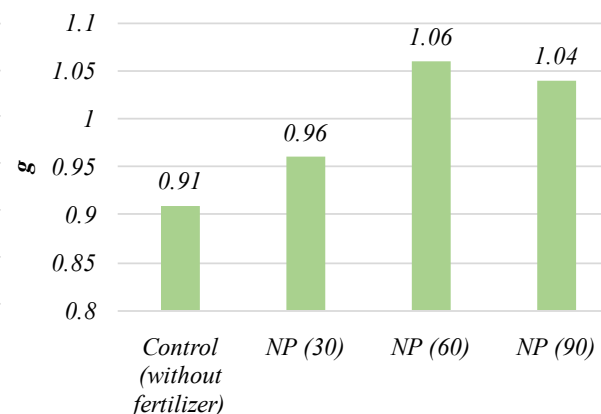


Fig. 4. The mass of grains in an ear of barley, depending on the doses of application of organomineral fertilizer, g, 2022

Отмечено, что наилучшими дозами удобрения под ячмень были NP (60) и NP (90) для повышения массы 1000 семян. Однако доза NP (60) обеспечила лучший вариант.

Таким образом, внесение нового органоминерального удобрения в дозе NP (60) является оптимальным для повышения массы 1000 семян ярового ячменя.

Зерно ярового ячменя на Среднем Урале используется на корм скоту. Ценность кормового зер-

на напрямую зависит от содержания в нем белка. По результатам биохимического анализа в наших исследованиях установлено (рис. 6), что содержание белка в опыте варьировало от 14,12 до 15,03 %, причем на вариантах с NP (60) и NP (90) этот показатель был выше на 0,88–0,91 %.

Физические свойства зерна характеризуют его физиологическое состояние. Одним из важных показателей качества зерна является натура, характеризующая выполненность и плотность зерна.

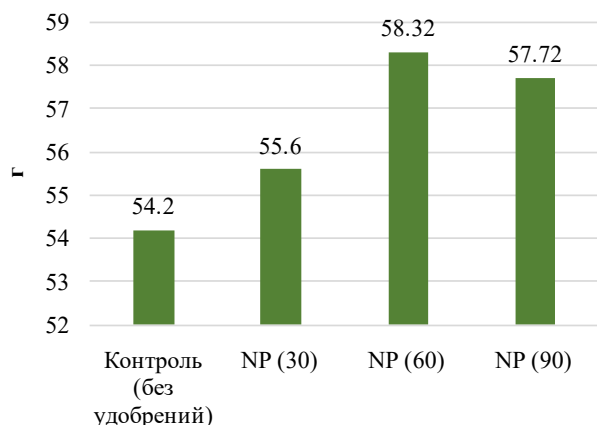


Рис. 5. Масса 1000 семян ярового ячменя в зависимости от доз органоминерального удобрения, 2022 г.

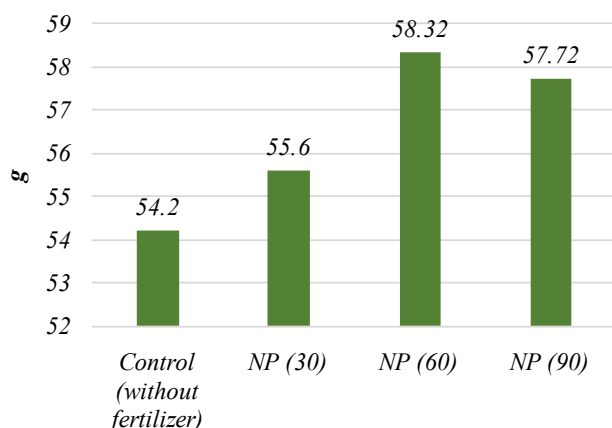


Fig. 5. Mass of 1000 seeds of spring barley depending on the doses of organomineral fertilizer, 2022

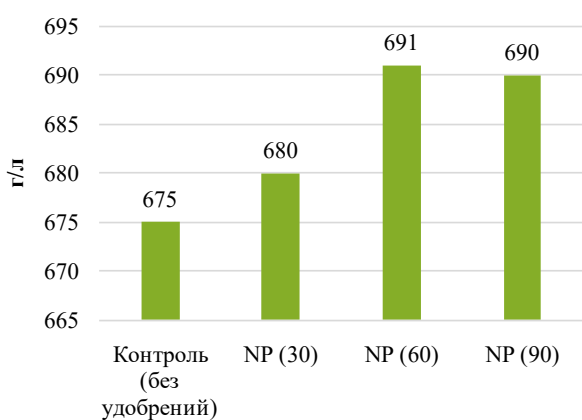


Рис. 6. Натура зерна ячменя в зависимости от доз внесения органоминерального удобрения, г/л, 2022 г.

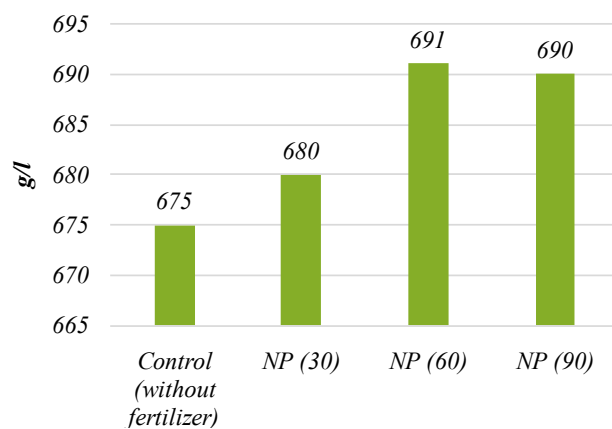


Fig. 6. Nature of barley grain depending on the doses of application of organomineral fertilizer, g/l, 2022

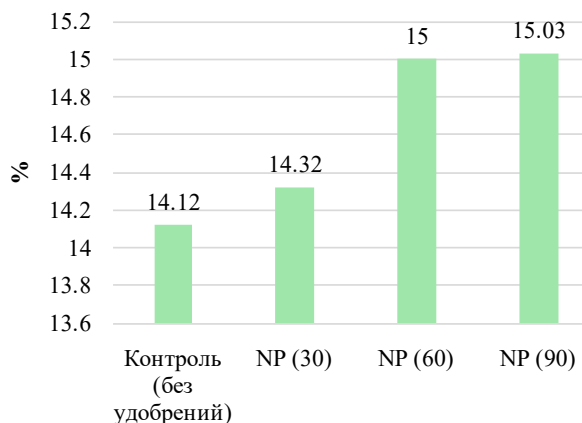


Рис. 7. Содержание белка в зерне ячменя в зависимости от доз внесения органоминерального удобрения, %, 2022 г.

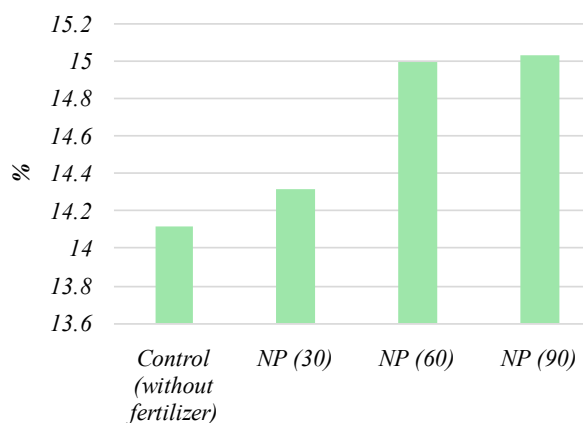


Fig. 7. Protein content in barley grain depending on the doses of organic fertilizer, %, 2022

Нашими исследованиями установлено, что (рис. 7) натура зерна ячменя, в зависимости от дозы внесения удобрения варьировала от 675,0 до 691,0 г/л, причем показатель при внесении NP (60) был выше по сравнению с контролем и другими вариантами на 5,0–16,0 г/л. Следует отметить, что с увеличением дозы внесения удобрения показатель натуры зерна увеличивался. На контрольном варианте по показателю натуры зерна было хоро-

шим, а на вариантах с применением удобрения – отличным.

Таким образом, применение нового органоминерального удобрения повышает качество зерна ячменя.

Вариант с NP (30) показал незначительное увеличение данного показателя. Таким образом, применение нового органоминерального удобрения в дозах NP (60) и NP (90) повышает количество белка в зерне ярового ячменя.



В 2022 г. в начале активной вегетации было достаточное количество осадков и хорошие условия для роста и развития ячменя. Погодные условия способствовали хорошим всходам, кущению и формированию колоса зерновых культур. Во второй половине вегетации ячменя стояла жаркая погода с небольшим количеством осадков, что способствовало хорошему созреванию и уборке без потерь.

Применение органоминерального удобрения показало эффективность в дозе NP (60) (таблица 5).

При дозе NP (30) прибавка оказалась недостоверной, однако при увеличении дозы до 90 кг/га, также не отмечалось увеличение урожайности. По всей вероятности, оказалось недостаточное количество калия в удобрении.

В нашем опыте была изучена биологическая активность почвы. Учитывая, что в составе удобрения есть птичий помет – органический компонент, как правило, увеличивающий активность микробов почвы.

Мы заложили льняное полотно для подтверждения этого. Данная методика основана на основе целлюлозолитической активности, характеризуемой скоростью и степенью разложения клетчатки (целлюлозы) микробами почвы. Исследования подтвердили рабочую гипотезу, что новое удобрение активизирует деятельность почвенных микробов. Во всех вариантах с разными дозами нового органоминерального удобрения степень разложения льняного полотна на 2,1–3,1 % выше по сравнению с контролем, но не зависела от доз удобрения.

Новое органоминеральное смешанное многокомпонентное гранулированное удобрение уве-

личивает урожайность ярового ячменя в дозах 60–90 кг/га действующего вещества азота, фосфора и активизирует деятельность микробов почвы. Однако степень их активности не зависела от доз применяемого удобрения.

Расчет корреляционного анализа показал (таблица 6), что величина урожайности ярового ячменя имеет сильную корреляционную зависимость от длины стебля и количества зерен в колосе, массы 1000 семян, среднюю от массы зерен в колосе и природы зерна.

Урожайность зерна ярового ячменя слабо зависела от длины колоса и содержания белка.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. В ФГБОУ ВО Уральский ГАУ создан уникальный инновационный продукт – органоминеральное смешанное многокомпонентное гранулированное удобрение на основе природного добываемого минерального сырья, птичьего помета и отходов коксохимической промышленности. Удобрение содержит шесть макроэлементов: азот (N) – 12 %, фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 12 %, калий (K<sub>2</sub>O) – 2 %, сера (S) – 10 %, кальций (Ca) – 36 %, кремний (Si) – 25 %.

2. По результатам проведения фенологических наблюдений установлено, что наступление фенологических фаз у растений ярового ячменя и продолжительность прохождения межфазовых периодов практически не зависели от доз внесения удобрения при незначительном опоздании (на 1–2 дня) на повышенной дозе.

3. При определении биометрических показателей у растений ярового ячменя отмечено, что длина стебля напрямую зависела от дозы внесения

Таблица 5  
Агрономическая эффективность комбинированного органоминерального удобрения при выращивании ячменя (зерно, т/га), 2022 г.

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка		БАП (разложение льняного полотна, убыль, %)
			т/га	%	
1	Контроль (без удобрений)	3,96	–	–	17,7
2	NP (30)	4,62	0,66	16,7	18,9
3	NP (60)	4,91	0,95	24,0	20,8
4	NP (90)	4,75	0,79	19,9	19,8
	HCP <sub>05</sub>	0,71			2,21

Table 5  
Agronomic efficiency of the combined organo-mineral fertilizer for growing barley (grain, t/ha), 2022

No.	Options	Productivity, t/ha	Increase		Biological activity of the soil (decomposition of linen, loss, %)
			t/ha	%	
1	Control (without fertilizer)	3.96	–	–	17.7
2	NP (30)	4.62	0.66	16.7	18.9
3	NP (60)	4.91	0.95	24.0	20.8
4	NP (90)	4.75	0.79	19.9	19.8
	LSD <sub>05</sub>	0.71			2.21

Таблица 6  
Коэффициент корреляции урожайности с биометрическими  
и качественными показателями ячменя

№ п/п	Вариант	Урожайность, т/га	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Количество зерен, шт.	Масса зерен в колосе, г	Натура зерна, г/л	Масса 1000 семян, г	Белок, %
1	Контроль (без удобрений)	3,96	72,83	6,14	15,61	0,91	675,00	54,20	14,12
2	NP (30)	4,62	74,43	6,34	16,00	0,96	680,00	54,60	14,32
3	NP (60)	4,91	76,87	6,84	16,69	1,06	691,00	58,32	15,00
4	NP (90)	4,75	76,75	6,78	16,56	1,04	690,00	57,72	15,03
Коэффициент корреляции			0,83	0,15	0,56	0,33	0,35	0,50	0,24

Table 6  
Correlation coefficient of yield with biometric and quality indicators of barley

No.	Options	Productivity, t/ha	Stem length, cm	Spike length, cm	Number of grains, pcs.	Mass of grains in an ear, g	Nature of grain, g/l	Weight of 1000 seeds, g	Protein, %
1	Control (without fertilizer)	3.96	72.83	6.14	15.61	0.91	675.00	54.20	14.12
2	NP (30)	4.62	74.43	6.34	16.00	0.96	680.00	54.60	14.32
3	NP (60)	4.91	76.87	6.84	16.69	1.06	691.00	58.32	15.00
4	NP (90)	4.75	76.75	6.78	16.56	1.04	690.00	57.72	15.03
Correlation coefficient			0.83	0.15	0.56	0.33	0.35	0.50	0.24

удобрения, увеличивалась с повышением фона питания растений. Самая большая длина колоса отмечена при внесении дозы NP (60) и NP (90) – 6,84 и 6,78 см соответственно. Использование различных доз органоминерального удобрения повышает количество зерен в колосе от 0,39 до 1,08 шт. Масса зерен в колосе при дозах внесения удобрения NP (60) и NP (90) увеличивается на 0,13–0,15 г по сравнению с контролем.

4. Изучение показателей качества зерна ярового ячменя при разных дозах внесения органоминерального удобрения показало, что масса 1000 семян при дозе NP (60) была выше по сравнению с контролем на 4,12 г и была самой высокой в опыте. Лучшим вариантом при определении натуры зерна также оказался вариант с дозой внесения NP (60) и составил 691 г/л, что выше контроля и других вариантов на 5,0–16,0 г/л. Применение нового органоминерального удобрения повышало содержание белка в зерне, причем на вариантах с NP (60) и NP (90) этот показатель был выше на 0,88–0,91 %.

5. При определении урожайности зерна ячменя установлено, что она варьировала по вариантам от 3,96 до 4,91 т/га, причем наибольшая продуктив-

ность получена на вариантах NP (60) и NP (90),  $НСР_{05} = 0,71$  т/га, разница по сравнению с контролем была математически значима. Однако лучшим вариантом был NP (60), и повышение дозы нецелесообразно.

6. Статистическая обработка данных методом корреляционного анализа показала, что урожайность зерна ярового ячменя имеет сильную зависимость от длины стебля, количества зерен в колосе и массы 1000 семян, среднюю зависимость от массы зерен в колосе и натуры зерна и слабую от длины колоса и содержание белка.

7. Новое органоминеральное удобрение на основе природного добываемого минерального сырья, птичьего помета и отходов коксохимической промышленности при использовании в дозе 60 кг д. в. азота и фосфора способствует лучшему росту и развитию растений ячменя, повышению урожайности зерна и качества получаемой продукции.

#### Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, тема Государственного задания № 122032200206-4.

#### Библиографический список

1. Андреев М. И., Марьина-Черных О. Г. Система защиты растений как важный компонент в борьбе с их вредными объектами [Электронный ресурс] // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2019. № 3. С. 3–5. URL: <https://panor.ru/articles/sistema-zashchity-rasteniykak-vazhnyy-komponent-v-borbe-s-ikh-vrednymi-obektami/2134.html> (дата обращения: 21.01.2023).

2. Гребенникова И. Г., Чешкова А. Ф., Степочкин П. И., Алейников А. Ф., Чанышев Д. И. Методика оценки экологической пластичности сортов злаковых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 2. С. 100–108.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 351 с.
4. Дорошенко Е. С., Дорошенко Э. С., Шишкин Н. В. Полная иммунологическая характеристика коллекции голозерного ячменя в условиях южной зоны // Аграрный вестник Урала. 2022. № 08 (223). С. 15–26. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-223-08-15-26.
5. Зезин Н. Н., Намятов М. А., Севостьянов М. Ю. Оптимизация структуры посевов кормовых культур и особенности технологии их возделывания на Среднем Урале // Кормопроизводство. 2020. № 4. С. 25–29. DOI: 10.25685/KRM.2020.2020.63666.
6. Каренгина Л. Б., Байкин Ю. Л., Байкенова Ю. Г. Влияние высоких доз суперфосфата на групповой и фракционный состав фосфатов темно-серой лесной почвы // Аграрный вестник Урала. 2020. Специальный выпуск «Биология и биотехнологии». С. 19–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-14-119-27.
7. Карпухин М. Ю., Чулкова В. В., Чулков В. А., Батыршина Э. Р. Биологические свойства чернозёма оподзоленного при использовании различных сидеральных культур по системе органического земледелия на Среднем Урале // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3 (43). С. 16–25. DOI: 10.52463/22274227\_2022\_43\_16.
8. Леконцева Т. Г., Федоров А. В. Эффективность предпосевной обработки семян *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*, *Triticum aestivum* L., *Raphanus sativus* L., *Allium cepa* L. оксидом кремния // Аграрный вестник Урала. 2022. № 12 (227). С. 23–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-227-12-23-34.
9. Марьина-Чермных О. Г. Влияние органоминерального удобрения ЭкоОрганика на урожайность ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 2. С. 143–148. DOI: 10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148.
10. Научно обоснованная зональная система земледелия Свердловской области (коллективная монография) / Н. Н. Зезин, П. А. Постников, А. П. Колотов [и др.] ; под общ. ред. д-ра с.-х. наук Н. Н. Зезина. Екатеринбург: Уральский НИИСХ, 2019. 371 с.
11. Николаев П. Н., Юсова О. А., Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Реализация биологической урожайности ячменя ярового в условиях южной лесостепи Омской области // Аграрный вестник Урала. 2020. № 12 (203). С. 22–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-22-34.
12. Современное кормопроизводство Урала: монография / Н. Н. Зезин, А. Э. Панфилов, А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин, М. А. Намятов, П. А. Постников, А. П. Колотов, Н. И. Казакова, А. А. Зырянцева, Е. А. Тиханская; под общ. ред. Н. Н. Зезина и А. Э. Панфилова. Екатеринбург, 2018. 265 с.
13. Смывалов В. С., Карпов А. В., Куликова А. Х., Яшин Е. А., Захарова Д. А. Продуктивность и биоэнергетическая эффективность технологий возделывания яровой пшеницы в зависимости от применения кремний содержащих препаратов, диатомита и минерального удобрения // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 4 (16). С. 67–73.
14. Тойметов М. Э., Марьина-Чермных О. Г., Евдокимова М. А. Влияние средств защиты растений на микрофлору почвы и урожайность ярового ячменя [Электронный ресурс] // Вестник Ульяновской ГСХА. 2019. № 3 (47). С. 87–93. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-3-87-93. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sredstv-zaschity-rasteniy-na-mikrofloru-pochvy-i-urozhaynost-yarovogo-yachmenyu> (дата обращения: 21.01.2023).
15. Чамурлиев О. Г., Чамурлиев Г. О., Феофилова Л. А., Парпура Д. И. Влияние обработки почвы и бактериальных удобрений на продуктивность ярового ячменя // Вестник РУДН. Серия «Агрономия и животноводство». 2018. Т. 13. № 2. С. 93–103. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-2-93-102.
16. Abdullaev R. A., Lebedeva T. V., Alpatieva N. V., Batasheva B. A., Anisimova I. N., Radchenko E. E. Powdery mildew resistance of barley accessions from Dagestan // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. No. 25 (5). Pp. 528–533. DOI: 10.18699/VJ21.059.
17. Lukina K. A., Kovaleva O. N., Loskutov I. G. Naked barley: taxonomy, breeding, and prospects of utilization // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2022. No. 26 (6). Pp. 524–536. DOI: 10.18699/VJGB-22-64.

#### Об авторах:

Михаил Юрьевич Карпухин<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой овощеводства и плодоводства имени профессора Н. Ф. Коняева, ORCID 0000-0002-8009-9121, Author ID 339196; +7 912 253-04-13, [mkarpukhin@yandex.ru](mailto:mkarpukhin@yandex.ru)

Юрий Леонидович Байкин<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры химии, почвоведения и агроэкологии, ORCID 0000-0001-7044-5863, AuthorID 609727; +7 922 142-92-78, [ubaikin@rambler.ru](mailto:ubaikin@rambler.ru)

Эльвира Ришатовна Батыршина<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры овощеводства и плодоводства имени профессора Н. Ф. Коняева, ORCID 0000-0001-7001-713x AuthorID 270346; +7 908 913-23-99, [batirschina.elya@yandex.ru](mailto:batirschina.elya@yandex.ru)

<sup>1</sup> Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

## Agronomical efficiency of organomineral fertilizer on chernozem soils of the Middle Urals

M. Yu. Karpukhin<sup>✉</sup>, Yu. L. Baykin<sup>1</sup>, E. R. Batyrshina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: mkarpukhin@yandex.ru

**Abstract. The purpose.** To study the effectiveness of a complex multicomponent organomineral fertilizer of prolonged action based on local man-made waste from the metallurgical industry and poultry farming and extracted sources of mineral nutrition for plants. **Methods.** The article presents data on the study of the effect of a new organomineral fertilizer on the growth, development and yield of spring barley. Phenological and biometric observations were carried out, yields were taken into account, and quality indicators of grain were determined: weight of 1000 seeds, nature and protein content. **Results.** It has been established that the use of an innovative mixed multicomponent organomineral fertilizer improves the growth and development of barley plants. So at doses of 60 and 90 kg of AD per 1 ha of nitrogen and phosphorus, the length of the plant stem increased to 6.78–6.84 cm, the number of grains per ear increased from 0.39 to 1.08 pcs. and their weight increased by 0.13–0.15 ha. The highest yield was obtained with NP (60) – 4.91 t/ha, which is significantly higher than the control variant. When applying the fertilizer, the grain quality indicators improved: the weight of 1000 seeds, the nature of the grain and the protein content in the grain. It is noted that the use of a new organomineral fertilizer at a dose of NP (60) increases the productivity and quality of products and is optimal for the cultivation of barley in the Middle Urals. **Scientific novelty.** For the first time in the Middle Urals, a new innovative product was created and tested – a combined, mixed multicomponent fertilizer for growing crops, application for a patent of the Russian Federation, No. of the task number 122032200206-4.

**Keywords:** combined fertilizer, crop, diatomite, gypsum, ammonium sulfate, phosphorite flour, bird droppings, cellulolytic activity of soil, phenology, biometrics, grain quality indices.

**For citation:** Karpukhin M. Yu., Baykin Yu. L., Batyrshina E. R. Agronomicheskaya effektivnost' novogo organomineral'nogo udobreniya na chernozemnykh pochvakh Srednego Urala [Agronomical efficiency of organomineral fertilizer on chernozem soils of the Middle Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 04 (233). Pp. 2–14. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 28.02.2023, **date of review:** 13.03.2023, **date of acceptance:** 23.03.2023.

### References

1. Andreev M. I., Mar'ina-Chermnykh O. G. Sistema zashchity rasteniy kak vazhnyy komponent v bor'be s ikh vrednymi ob'ektami [Plant protection system as an important component in the fight against their harmful objects]. Ovoshchevodstvo i teplichnoe khozyaistvo [e-resource] // Vegetable growing and greenhouse farming. 2019. No. 3. Pp. 3–5. URL: <https://panor.ru/articles/sistemazashchity-rasteny-kak-vazhnyy-komponent-v-borbe-s-ikh-vrednymi-obektami/2134.html> (date of reference: 21.01.2023). (In Russian.)
2. Grebennikova I. G., Cheshkova A. F., Stepochkin P. I., Aleynikov A. F., Chanyshv D. I. Metodika otsenki ekologicheskoy plastichnosti sortov zlakovykh kul'tur [Methods for assessing the ecological plasticity of cereal varieties] // Siberian Herald of Agricultural Science. 2020. Vol. 50. No. 2. Pp. 100–108. (In Russian.)
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Field experiment methodology]. Moscow: Kolos, 1985. 351 p. (In Russian.)
4. Doroshenko E. S., Doroshenko E. S., Shishkin N. V. Polnaya immunologicheskaya kharakteristika kolleksii golozernogo yachmenya v usloviyakh yuzhnoy zony [Complete immunological characteristics of the collection of hull-less barley in the conditions of the southern zone] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 08 (223). Pp. 15–26. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-223-08-15-26. (In Russian.)
5. Zezin N. N., Namyatov M. A., Sevost'yanov M. Yu. Optimizatsiya struktury posevov kormovykh kul'tur i osobennosti tekhnologii ikh vozdeleyvaniya na Srednem Urale [Optimization of the structure of forage crops and peculiarities of their cultivation technology in the Middle Urals] // Fodder production. 2020. No. 4. Pp. 25–29. DOI: 10.25685/KRM.2020.2020.63666. (In Russian.)
6. Karengina L. B., Baykin Yu. L., Baykenova Yu. G. Vliyaniye vysokikh doz superfosfata na gruppovoy i fraktsionnyy sostav fosfatov temno-seroy lesnoy pochvy [Effect of high doses of superphosphate on the group and fractional composition of phosphates containing in dark gray forest soil] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. Special issue "Biology and biotechnologies". Pp. 19–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-14-19-27. (In Russian.)

7. Karpukhin M. Yu., Chulkova V. V., Chulkov V. A., Batyrshina E. R. Biologicheskiye svoystva chernozëma opodzolennogo pri ispol'zovanii razlichnykh sideral'nykh kul'tur po sisteme organicheskogo zemledeliya na Srednem Urале [Biological properties of podzolized chernozem when using various sideral crops according to the system of organic farming in the Middle Urals] // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2022. No. 3 (43). Pp. 16–25. DOI: 10.52463/22274227\_2022\_43\_16. (In Russian.)
8. Lekontseva T. G., Fedorov A. V. Effektivnost' predposevnoy obrabotki semyan Vigna unguiculata subsp. sesquipedalis, Triticum aestivum L., Raphanus sativus L., Allium cepa L. oksidom kremniya [Efficiency L., Allium cepa L. with silicon oxide] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 12 (227). Pp. 23–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-227-12-23-34. (In Russian.)
9. Maryina-Chernnykh O. G. Vliyaniye organomineral'nogo udobreniya EkoOrganika na urozhaynost' yachmenya [Influence of organic mineral fertilizer EcoOrganika on barley yields] // Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics". 2021. Vol. 7. No. 2. Pp. 143–148. DOI: 10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148. (In Russian.)
10. Nauchno obosnovannaya zonal'naya sistema zemledeliya Sverdlovskoy oblasti (kollektivnaya monografiya) [Scientifically based zonal system of agriculture of the Sverdlovsk region (collective monograph)] / N. N. Zezin, P. A. Postnikov, A. P. Kolotov et al.; under the general editorship of doctor of agricultural sciences N. N. Zezin. Ekaterinburg: Ural'skiy NIISKH, 2019. 371 p. (In Russian.)
11. Nikolaev P. N., Yusova O. A., Safonova I. V., Anisk'ov N. I. Realizatsiya biologicheskoy urozhaynosti yachmenya yarovogo v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Omskoy oblasti [Implementation of the biological yield of spring barley in the southern forest-steppe of the Omsk region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 12 (203). Pp. 22–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-22-34. (In Russian.)
12. Sovremennoye kormoproizvodstvo Urала: monografiya [Modern fodder production of the Urals: monograph] / N. N. Zezin, A. E. Panfilov, A. E. Nagibin, M. A. Tormozin, M. A. Namyatov, P. A. Postnikov, A. P. Kolotov, N. I. Kazakova, A. A. Zyryantseva, E. A. Tikhanskaya ; under the general editorship of doctor of agricultural sciences N. N. Zezin and A. E. Panfilov. Ekaterinburg, 2018. 265 p. (In Russian.)
13. Smyvalov V. S., Karpov A. V., Kulikova A. Kh., Yashin E. A., Zakharova D. A. Produktivnost' i bioenergeticheskaya effektivnost' tekhnologiy vozdeleyvaniya yarovoy pshenitsy v zavisimosti ot primeneniya kremniy soderzhashchikh preparatov, diatomita i mineral'nogo udobreniya [Productivity and bioenergetic efficiency of spring wheat cultivation technologies depending on the use of silicon-containing preparations, diatomite and mineral fertilizer] // Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives. 2017. No. 4 (16). Pp. 67–73. (In Russian.)
14. Toymetov M. E., Maryina-Chernnykh O. G., Evdokimova M. A. Vliyanie sredstv zashchity rastenii na mikrofloru pochvy i urozhainost' yarovogo yachmenya [Influence of plant protection means on soil microflora and yield of spring barley] [e-resource] // Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2019. No. 3 (47). Pp. 87–93. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sredstv-zaschity-rasteniy-na-mikrofloru-pochvy-i-urozhaynost-yarovogo-yachmenya> (date of reference: 21.01.2023). (In Russian.)
15. Chamurliiev O. G., Chamurliiev G. O., Feofilova L. A., Parpura D. I. Vliyaniye obrabotki pochvy i bakterial'nykh udobreniy na produktivnost' yarovogo yachmenya [Effect of soil treatment and bacterial fertilizers on the productivity of yarn barley] // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries, 2018, 13 (2), 93–102. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-2-93-102. (In Russian.)
16. Abdullaev R. A., Lebedeva T. V., Alpatieva N. V., Batasheva B. A., Anisimova I. N., Radchenko E. E. Powdery mildew resistance of barley accessions from Dagestan // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. No. 25 (5). Pp. 528–533. DOI: 10.18699/VJ21.059.
17. Lukina K. A., Kovaleva O. N., Loskutov I. G. Naked barley: taxonomy, breeding, and prospects of utilization // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2022. No. 26 (6). Pp. 524–536. DOI: 10.18699/VJGB-22-64.

#### Authors' information:

Mikhail Yu. Karpukhin<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of vegetable and fruit growing named after professor N. F. Konyaev, ORCID 0000-0002-8009-9121, Author ID 339196; +7 912 253-04-13, [mkarpukhin@yandex.ru](mailto:mkarpukhin@yandex.ru)

Yuriy L. Baykin<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor of chemistry, soil science and agroecology, ORCID 0000-0001-7044-5863, AuthorID 609727; +7 922 142-92-78, [ubaikin@rambler.ru](mailto:ubaikin@rambler.ru)

Elvira R. Batyrshina<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of vegetable and fruit growing named after professor N. F. Konyaev, ORCID 0000-0001-7001-713x AuthorID 270346; +7 908 913-23-99, [batirshina.elya@yandex.ru](mailto:batirshina.elya@yandex.ru)

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia