

ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТА И МЕТАЛЛОЦЕНА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО
КАРТОФЕЛЯ

Е. А. Прищепенко, М. М. Хисматуллин, Г. Ф. Рахманова

Реферат. Исследования проводили с целью изучения влияния цеолита и Металлоцена (Cu) совместно с минеральными удобрениями на урожайность и качество картофеля сортов отечественной и зарубежной селекции. Работу выполняли в 2020–2021 годах в Республике Татарстан на серой лесной тяжелосуглинистой почве, которая характеризовалась следующими агрохимическими показателями: гумус – 3,2%, pH_{KCl} – 6,8 ед., N_T – 0,7 мг-экв/100 г, S – 23,12 мг-экв/100 г, $N_{щел.}$ – 84,0 мг/кг, P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – соответственно 143 и 107 мг/кг. При проведении исследования использован рендомизированный проект полного блока с тремя повторениями. Общая площадь опытной делянки составляла 74,7 м², учетная – 35 м². Схема опыта включала вариант без внесения удобрений (контроль), три фона минеральных удобрений ($N_{100}P_{120}K_{120}$, $N_{120}P_{140}K_{140}$, $N_{140}P_{170}K_{170}$) с добавлением цеолита в дозе 5 т/га, Металлоцена (Cu) в дозе 2 л/га в виде некорневой подкормки в фазе бутонизации или их сочетания. Совместное применение $N_{140}P_{170}K_{170}$, цеолита и Металлоцена (Cu) обеспечило максимальное в опыте повышение урожайности отечественного сорта картофеля Сальса до 28,84 т/га, зарубежного сорта Ароза – до 26,04 т/га, или соответственно в 2,2 и 1,8 раза по отношению к контролю. При этом содержание крахмала увеличилось соответственно с 21,1% до 23,2% и с 21,6% до 25,2%, сухого вещества – с 13,9% до 16,0% и с 14,4% до 18,0%.

Ключевые слова: картофель (*Solanum tuberosum*), урожайность, цеолит, минеральные удобрения, обработка, сорт, бутонизация.

Введение. Устойчивый рост продуктивности сельскохозяйственных культур, невозможен без оптимизации минерального питания растений. С учетом роста стоимости минеральных удобрений, важнейшее практическое значение приобретает разработка приемов, направленных на повышение отдачи от их внесения [1]. Особую значимость решение задачи имеет для одной из важнейших культур – картофеля, клубни которого содержат ценные питательные вещества [2, 3, 4]. По данным ФАО ООН, в среднем за последние годы ежегодное мировое производство картофеля оценивается в 370,4 млн т, а площади посадок достигают 17,34 млн га, Россия выступает одним из мировых лидеров в производстве картофеля [5]. Для Республики Татарстан картофель одна из основных полевых культур, где ежегодное производство клубней за последние годы составляет 0,8...1,2 млн т, но при этом по урожайности культуры значительно уступает развитым странам [6]. Одна из причин этого – недостаточное обеспечение потребности растений в элементах питания, что требует проведения исследований по оптимизации системы удобрения картофеля в рамках общих подходов в разработке эффективной агротехнологии возделывания культуры [7, 8, 9]. Кроме того, удобрения оказывают разностороннее влияние на качественные характеристики и сохранность клубней картофеля [10, 11, 12].

В последние годы все большее значение в системах удобрений сельскохозяйственных культур приобретает использование природных высококремнистых минералов (цеолита, диатомита, опоки, трепела), которые, наряду с прямым удобрительным действием, играют важную роль в повышении отдачи от внесенных минеральных и органических удобрений [13, 14, 15]. К числу таких природных минералов относятся цеолиты, представляющие

собой кристаллические алюмосиликаты [16]. В ряде исследований показано, что внесение цеолитов в почву оказывает положительное влияние на растения – повышает урожайность картофеля и качество сельскохозяйственных культур, в том числе вследствие роста эффективности использования питательных веществ из внесенных удобрений. В исследованиях В. А. Борисова [17] установлено, что основное внесение цеолита в дозах 400 и 600 кг/га на фоне полного минерального удобрения повышает урожайность овощных культур на 2...16%.

Картофель положительно реагирует на внесение различных микроудобрений, в том числе содержащих медь. Некорневая подкормка удобрениями, содержащими медь, не только повышает урожайность, но и способствует снижению развития основных листовых болезней картофеля [18, 19]. В последние годы, для некорневой подкормки чаще всего используются хелатные формы микроэлементов, входящие в состав различных комплексных жидких удобрений. К числу таких удобрений относится Металлоцен (Cu), представляющий собой комплекс макро- и микроэлементов в жидкой форме.

В то же время, комплексная оценка эффективности совместного применения минеральных удобрений, цеолита и медьсодержащих препаратов в условиях Предкамья Республики Татарстан не проводилась.

Цель исследований – изучение влияния цеолита и Металлоцена (Cu) совместно с минеральными удобрениями на урожайность и качество картофеля сортов отечественной и зарубежной селекции.

Условия, материалы и методы. Работу выполняли на опытном поле Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства – Обособленного структурного

подразделения Федерального исследовательского центра Казанского научного центра Российской академии наук (Татарский НИИСХ – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН) вблизи села Большие Кабаны Лаишевского муниципального района Республики Татарстан в 2020–2022 годах.

Для закладки опыта использовали цеолит Татарско-Шатрашанского месторождения Республики Татарстан, Металлоцен (Cu) – удобрение с комплексом макро- и микроэлементов в водорастворимой, легкодоступной для растений форме.

Опыт закладывали на серой лесной тяжелосуглинистой почве со следующими агрохимическими характеристиками: содержание гумуса – 3,2%; pH_{KCl} – 6,8; N_r – 0,7 мг-экв/100 г; $S_{по}$ – 23,1 мг-экв/100 г; $N_{цел.}$ – 84,0 мг/кг; подвижные (по Кирсанову) P_2O_5 и K_2O – соответственно 143 и 107 мг/кг.

Химический состав цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения РТ, %: SiO_2 – 65,8; CaO – 17,2; 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. Минеральный состав: клиноптилолит – 20,0...30,0, монтмориллонит – 20,0...30,0, опал-кристобалит – 28,0...36,7, кальцит – 10,6...21,0, кварц – 4,6...11,3%.

Металлоцен (Cu) – жидкое комплексное хелатное удобрение для некорневого внесения с содержанием действующих веществ, г/л: N (общий) – 41,4 г/л; P_2O_5 (водорастворимый) – 60,6 г/л; K_2O (водорастворимый) – 76,2 г/л; Cu – 335,9 г/л.

В качестве объектов исследований выступали сорт картофеля отечественной селекции Сальса (ТатНИИСХ – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН) и сорт зарубежной селекции Ароза (Solana Deutschland GMBH & CO KG, Hamburg, Germany).

Схема полевого опыта включала следующие варианты: без удобрений (контроль); $N_{100}P_{120}K_{120}$ – фон 1; фон 1 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации; фон 1 + внесение цеолита в почву; фон 1 + внесение цеолита в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации; $N_{120}P_{140}K_{140}$ – фон 2; фон 2 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации; фон 2 + внесение цеолита в почву; фон 2 + внесение цеолита в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации; $N_{140}P_{170}K_{170}$ – фон 3; фон 3 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации; фон 3 + внесение цеолита в почву; фон 3 + внесение цеолита в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации».

В качестве минеральных удобрений (фон) применяли диаммофоску и аммиачную селитру. Удобрения вносили перед посевом под культивацию. Цеолит фракции 1,0 мм вносили из расчета 5 т/га. Некорневую подкормку растений картофеля проводили жидким

комплексным удобрением Металлоцен (Cu) из расчета 2 л/га.

Опыт закладывали в 2020 и 2021 годах. в трехкратной повторности с рандомизированным размещением вариантов. Общая площадь делянки составляла 74,7 м², учетная – 35 м².

Содержание крахмала и сухого вещества в клубнях определяли по ГОСТ 7194-81. Статистический анализ полученных данных осуществляли с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2019. Для оценки значимости различий между вариантами опыта был применен дисперсионный анализ (Доспехов, Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.).

Результаты и обсуждение. Внесение удобрений в почву и некорневая подкормка оказали влияние на формирование урожая картофеля сорта Сальса (табл. 1).

Во всех вариантах с внесением удобрений урожайность картофеля была значительно выше, чем в контроле. С увеличением нормы внесения минеральных удобрений урожайность картофеля увеличивается. Так, в среднем за 2 года исследований при внесении $N_{140}P_{170}K_{170}$ (фон 3) она была на 7,87 т/га выше, чем при использовании $N_{100}P_{120}K_{120}$ (фон 1), и на 5,53 т/га выше, чем на фоне $N_{120}P_{140}K_{140}$ (фон 2). Внесение цеолита в почву оказывает положительное влияние на всех фонах применения минеральных удобрений. На первом фоне использования удобрений рост составил 6,08 т/га, на втором – 4,39 т/га, на третьем – 2,00 т/га. Проведение некорневой подкормки медьсодержащим удобрением Металлоцен (Cu) в сочетании с внесением в почву NPK привело к увеличению урожайности картофеля в среднем за два года на первом фоне на 1,89 т/га, на втором – на 1,11 т/га, на третьем – на 1,60 т/га. При сочетании всех трех приемов (использование минеральных удобрений, внесение цеолита, проведение подкормки Металлоценом (Cu)) урожайность, по сравнению с внесением только минеральных удобрений, на первом фоне выросла на 7,00 т/га, на втором – на 5,06 т/га, на третьем – на 2,53 т/га. Максимальная урожайность на сорте Сальса была отмечена на фоне $N_{140}P_{170}K_{170}$ с внесением цеолита и проведением некорневой обработки Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации (28,84 т/га), которая по отношению к контролю выросла в 2,23 раза, а к соответствующему фону минеральных удобрений на 9,62 %. Ключевыми показателями качества картофеля выступают содержание крахмала и сухого вещества в клубнях, характеризующие его лежкость при хранении, внешний вид, пищевые качества и др. Согласно полученным данным (рис. 1), сорт Сальса характеризуется высоким содержанием крахмала – 21,1 ... 23,2 % и сухого вещества – 13,9...16,0%.

Таблица 1 – Урожайность клубней картофеля сорта Сальса, т/га

Вариант	2020 год	2021 год	Средняя за 2 года	Прибавка к контролю
Контроль (без удобрений)	16,05	10,95	13,50	
N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ (фон 1)	21,47	15,41	18,44	4,94
Фон 1 + Металлоцен (Cu)	22,62	18,04	20,33	6,83
Фон 1 + цеолит	27,63	21,40	24,52	11,02
Фон 1 + цеолит + Металлоцен (Cu)	28,48	22,40	25,44	11,94
N ₁₂₀ P ₁₄₀ K ₁₄₀ (фон 2)	24,74	16,82	20,78	7,28
Фон 2 + Металлоцен (Cu)	25,06	18,71	21,89	8,39
Фон 2 + цеолит	28,21	22,12	25,17	11,67
Фон 2 + цеолит + Металлоцен (Cu)	28,76	22,91	25,84	12,34
N ₁₄₀ P ₁₇₀ K ₁₇₀ (фон 3)	29,50	23,12	26,31	12,81
Фон 3 + Металлоцен (Cu)	32,31	23,50	27,91	14,41
Фон 3 + цеолит	32,80	23,82	28,31	14,81
Фон 3 + цеолит + Металлоцен (Cu)	33,67	24,01	28,84	15,34
HCP ₀₅	0,86	0,84		

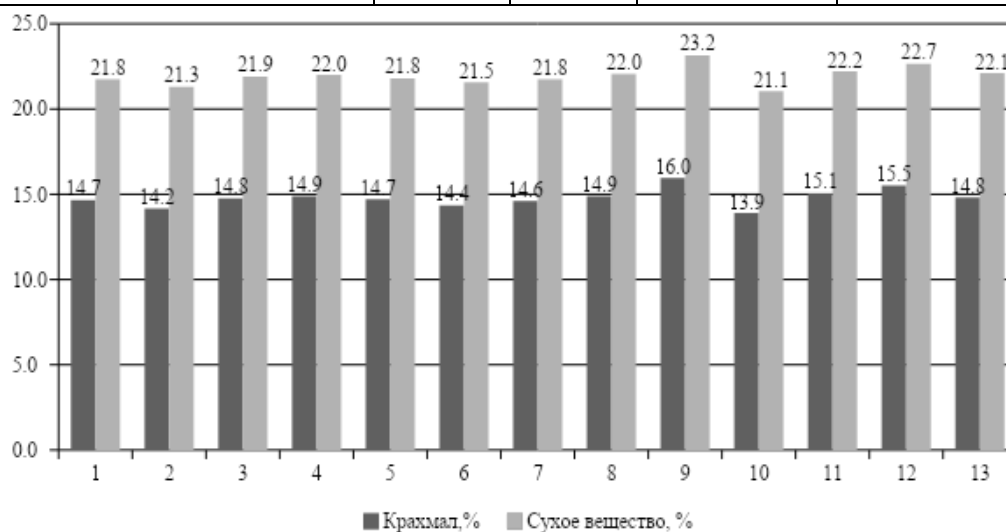


Рис. 1 – Содержание крахмала (HCP₉₅–0,7) и сухого вещества (HCP₉₅–0,7) в клубнях картофеля сорта Сальса: 1 – контроль; 2 – N₁₀₀P₁₂₀K₁₂₀ – (фон 1); 3 – фон 1 + Металлоцен (Cu); 4 – фон 1 + цеолит; 5 – фон 1 + цеолит + Металлоцен (Cu); 6 – N₁₂₀P₁₄₀K₁₄₀ (фон 2); 7 – фон 2 + Металлоцен (Cu); 8 – фон 2 + цеолит; 9 – фон 2 + цеолит + Металлоцен (Cu); 10 – N₁₄₀P₁₇₀K₁₇₀ (фон 3); 11 – фон 3 + Металлоцен (Cu); 12 – фон 3 + цеолит; 13 – фон 3 + цеолит в почву + Металлоцен (Cu)

На зарубежном сорте картофеля Ароза рост урожайности к контролю от внесения только минеральных удобрений на первом фоне составил 5,00 т/га, на втором – 6,85 т/га, на третьем – 9,71 т/га (табл. 2). Увеличение нормы внесения минеральных удобрений с N₁₀₀P₁₂₀K₁₂₀ (фон 1) до N₁₄₀P₁₇₀K₁₇₀ (фон 3) обеспечивало рост урожайности лишь на 4,71 т/га. При сравнении с результатами по отечественному сорту Сальса, можно заключить, что последний показал увеличение нормы внесения минеральных удобрений.

Рост урожайности от дополнительного внесения цеолита на первом фоне минеральных удобрений составил 2,23 т/га, на втором –

2,46 т/га, на третьем – 1,44 т/га, а при сочетании NPK и подкормки Металлоценом (Cu) – соответственно 1,32, 0,66 и 0,79 т/га.

Наибольшая в опыте урожайность картофеля сорта Ароза была получена на фоне N₁₄₀P₁₇₀K₁₇₀ с комплексным внесением цеолита и проведением некорневой обработки Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации – 26,04 т/га, которая превышала значения в контрольном варианте в 1,8 раза.

Согласно полученным данным, сорт характеризуется высоким содержанием крахмала – 21,6...25,2% и сухого вещества – 14,4...18% (рис. 2). Применение повышенных доз минеральных удобрений привело к снижению

содержания крахмала и сухого вещества в клубнях картофеля сорта Ароза, что связано с мощным развитием ботвы, более

поздним ее отмиранием, а, следовательно, с замедленным оттоком питательных веществ в клубни ко времени уборки.

Таблица 2 – Урожайность клубней картофеля сорта Ароза, т/га

Вариант	2020 год	2021 год	Средняя за 2 года	Прибавка к контролю
Контроль (без удобрений)	18,75	10,16	14,46	
N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ (фон 1)	22,99	14,00	18,50	5,00
Фон 1 + Микроцел (Cu)	24,21	15,43	19,82	6,32
Фон 1 + цеолит	25,30	16,15	20,73	7,23
Фон 1 + цеолит + Микроцел (Cu)	26,00	16,51	21,26	7,76
N ₁₂₀ P ₁₄₀ K ₁₄₀ (фон 2)	24,90	15,80	20,35	6,85
Фон 2 + Микроцел (Cu)	25,70	16,32	21,01	7,51
Фон 2 + цеолит	28,64	18,30	23,47	9,97
Фон 2 + цеолит + Микроцел (Cu)	29,24	19,10	24,17	10,67
N ₁₄₀ P ₁₇₀ K ₁₇₀ (фон 3)	28,31	18,11	23,21	9,71
Фон 3 + Микроцел (Cu)	28,99	19,00	24,00	10,50
Фон 3 + цеолит	29,57	19,72	24,65	11,15
Фон 3 + цеолит + Микроцел (Cu)	30,56	21,51	26,04	12,54
НСР ₀₅	1,05	1,02		

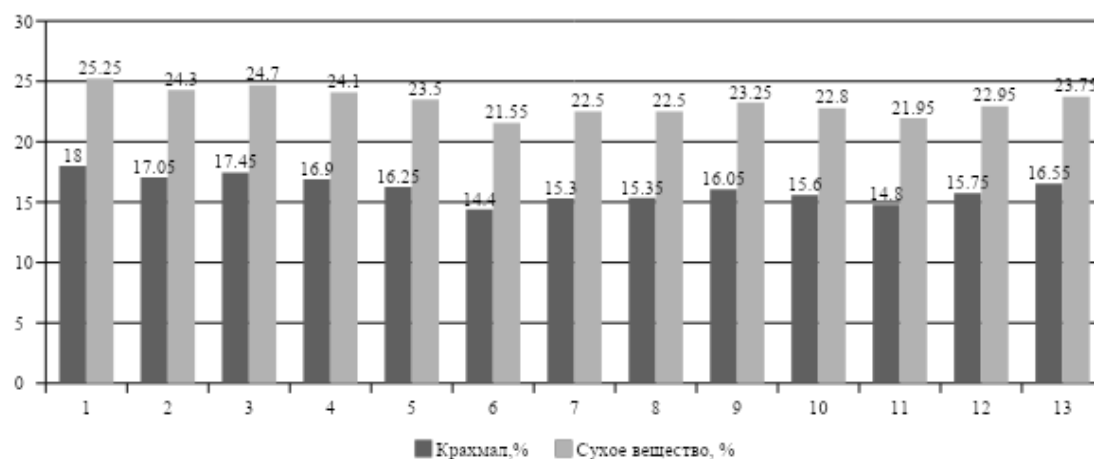


Рис. 2 – Содержание крахмала (НСР₉₅ – 0,6) и сухого вещества (НСР₉₅ – 0,6) в клубнях картофеля сорта Ароза

Выводы. На серой лесной тяжелосуглинистой почве Предкамья Республики Татарстан отечественный сорт картофеля Сальса обладает более высокой отзывчивостью на внесение высоких доз минеральных удобрений, цеолита и проведение некорневой подкормки Микроцелом (Cu), в сравнении с зарубежным сортом Ароза.

Наибольшая урожайность обоих сортов формируется при комплексном использовании перечисленных агрохимикатов. Самой высокой она была на фоне N₁₄₀P₁₇₀K₁₇₀ при выращивании сорта Ароза – 26,04 ц/га, сорта Сальса – 28,84 т/га, что больше, чем в контроле, на 12,54 и 15,34 ц/га соответственно.

Литература

1. Обоснование и определение параметров бороздообразователя картофелесажалки / М. Н. Калимуллин, Д. Т. Халиуллин, И. Х. Гайфуллин, Р. Р. Хамитов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 3(67). С. 84-89. – doi: 10.12737/2073-0462-2022-84-89.
2. Gearan E. C., Fox M. K. Updated Nutrition Standards Have Significantly Improved the Nutritional Quality of School Lunches and Breakfasts // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 2020. Vol. 120. No. 3. P. 363–370.

3. The potato and its contribution to the human diet and health / G. Burgos, T. Zum Felde, C. Andre, et al. // *The Potato Crop*. Cham (Switzerland): Springer, 2020. P. 37–74.
4. Действие органических и минеральных удобрений и их сочетание при внесении под картофель на черноземах Закамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Гараев [и др.] // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2024. Т. 19. № 2(74). С. 39-43. – doi: 10.12737/2073-0462-2024-39-43.
5. Variation and genetic basis of mineral content in potato tubers and prospects for genomic selection / J. Pandey, S. Gautam, D. C. Scheuring, et al. // *Front Plant Sci*. 2023. Vol. 14. P. 1–14. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1301297/full>. doi: 10.3389/fpls.2023.1301297 (дата обращения: 18.07.2024).
6. Lindstrom K., Mousavi S. A. Effectiveness of nitrogen fixation in rhizobia // *Microb Biotechnology*. 2020. Vol. 13. No. 5. P. 1314–1335.
7. Mineral-Ecological Cropping Systems-A New Approach to Improve Ecosystem Services by Farming without Chemical Synthetic Plant Protection / B. Zimmermann, I. Claß-Mahler, M. Cossel, et al. // *Agronomy*. 2021. Vol. 11. P. 1710. URL: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/9/1710> (дата обращения: 18.07. 2024). doi: 10.3390/agronomy11091710.
8. Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений повышают стрессоустойчивость культур // *Защита и карантин растений*. 2015. № 2. С 13–14.
9. Байбеков Р.Ф., Коваленко А.А., Забугина Т.М. Эффективность систем удобрения картофеля на дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности // *Земледелие*. 2021. № 8. С. 23-27.
10. Роль сорта и защитных мероприятий при возделывании картофеля в Зауралье / В. А. Задворнев, И. Н. Порсев, В. В. Половникова и др. // *Вестник Курганской ГСХА*. 2022. № 1 (41). С. 12–18.
11. Плотночников А.А., Иванчик В.А. Влияние применения различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество клубней картофеля на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Костромской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 5. С. 33-36.
12. Чагин В.В., Чагин В.В. Влияние удобрений на продуктивность, качество и сохранность картофеля в период хранения в степной зоне Хакасии // *Земледелие*. 2022. № 1. С. 23-25.
13. Захарова М. Н., Рожкова Л. В., Ушакова Е. Ю. Влияние доз минеральных удобрений и сроков скашивания ботвы на выход семенного картофеля // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2020. № 4. С. 58–60.
14. Куликова А. Х. Влияние цеолита и удобрений на его основе на урожайность кукурузы и баланс элементов питания в черноземе выщелоченном под ее посевами / А. Х. Куликова, А. В. Карпов, М. С. Черкасов // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023. № 2(62). С. 69-75. – doi: 10.18286/1816-4501-2023-2-69-75
15. Эффективность цеолита и цеолита, обогащенного аминокислотами, в качестве удобрения проса / А. Х. Куликова, Е. А. Яшин, А. С. Ромашкин, А. В. Козлов // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 3(59). С. 76-82. – doi: 10.18286/1816-4501-2022-3-76-82.
16. Ramesh K., Reddy D. D. Chapter four - zeolites and their potential uses in agriculture // *Advances in Agronomy*. D. L. Sparks, Academic Press. 2011. Vol. 113. No. 2. P. 219–241.
17. Борисов В. А. Применение цеолитов в овощеводстве // *Картофель и овощи*. 2019. № 8(112). С. 110–149.
18. Сравнительная оценка сортов среднераннего картофеля, выращенного в условиях Юга Тюменской области / Н. О. Ренев, М. В. Ренева, Е. С. Родина и др. // *Агропродовольственная политика России*. 2024. № 1(109). С. 44–52.
19. Эффективность нового медьсодержащего фунгицида против возбудителя фитофтороза картофеля / С.Н. Нековаль, А.В. Беляева, А.Е. Садовая и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 11. С. 48-52.

Сведения об авторах:

Прищепенко Елена Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, агроном-мелиоратор, e-mail: rea77@list.ru
 Хисматуллин Марс Мансурович – доктор сельскохозяйственных наук, директор, e-mail: rezi-lmet@yandex.ru
 Управление «Приволжскмелиоводхоз», Казань, Россия
 Рахманова Гульнара Фанисовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и микробиологических методов, e-mail: gulnara_rakhmanova@mail.ru
 Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН», Казань, Россия

INFLUENCE OF ZEOLITE AND METALLOCENE ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF POTATOES

E. A. Prischepenko, M. M. Khismatullin, G. F. Rakhmanova

Abstract. The studies were conducted to study the effect of zeolite and metallocene (Cu) together with mineral fertilizers on productivity and quality of potatoes of domestic and foreign varieties. The work was carried out in 2020-2021 in the Republic of Tatarstan on gray forest heavy loamy soil, which was characterized by the following agrochemical indicators: humus - 3.2%, pHKCl - 6.8 units, Hg - 0.7 mg-eq/100 g, S - 23.12 mg-eq/100 g, Nalkaline. – 84.0 mg/kg, P₂O₅ и K₂O (according to Kirsanov) – 143 and 107 mg/kg, respectively. A randomized complete block design with three replications was used in the study. The total area of the experimental plot was 74.7 m², the accounting one was 35 m². The experimental design included a variant without fertilizer application (control), three backgrounds of mineral fertilizers (N100P120K120, N120P140K140, N140P170K170) with the addition of zeolite at a dose of 5 t/ha, metallocene (Cu) at a dose of 2 l/ha as foliar feeding in the budding phase, or a combination of these. The combined use of N140P170K170, zeolite and metallocene (Cu) provided the maximum increase in the yield of the domestic potato variety Salsa to 28.84 t/ha, and the foreign variety Arosa to 26.04 t/ha, or 2.2 and 1.8 times, respectively, compared to the control. At the same time, the starch content increased from 21.1% to 23.2% and from 21.6% to 25.2%, respectively, dry matter from 13.9% to 16.0% and from 14.4% to 18.0%.

Key words: potato (*Solanum tuberosum*), yield, zeolite, mineral fertilizers, processing, variety, budding.

References

1. Kalimullin MN, Khaliullin DT, Gayfullin IKh, Khamitov RR. [Justification and determination of the parameters of the furrow former of the potato planter]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022; Vol.17. 3(67). 84-89 p. – doi: 10.12737/2073-0462-2022-84-89.
2. Gearan EC, Fox MK. Updated nutrition standards have significantly improved the nutritional quality of school lunches and breakfasts. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2020; Vol.120. 3. 363-370 p.
3. Burgos G, Zum Felde T, Andre C. The potato and its contribution to the human diet and health. *The Potato Crop*. Cham (Switzerland): Springer. 2020; 37-74 p.
4. Shaykhutdinov FSh, Serzhanov IM, Garaev RI. [The effect of organic and mineral fertilizers and their combination when applied to potatoes on chernozems of Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024; Vol.19. 2(74). 39-43 p. – doi: 10.12737/2073-0462-2024-39-43.
5. Pandey J, Gautam S, Scheuring DC. Variation and genetic basis of mineral content in potato tubers and prospects for genomic selection. [Internet]. *Front Plant Sci*. 2023; Vol.14. 1-14 p. [cited 2024, July 18]. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1301297/full>. doi: 10.3389/fpls.2023.1301297.
6. Lindstrom K, Mousavi SA. Effectiveness of nitrogen fixation in rhizobia. *Microb Biotechnology*. 2020; Vol.13. 5. 1314-1335 p.
7. Zimmermann B, Claß-Mahler I, Cossel M. Mineral-ecological cropping systems-a new approach to improve ecosystem services by farming without chemical synthetic plant protection. [Internet]. *Agronomy*. 2021; Vol.11. 1710 p. [cited 2024, July 18]. Available from: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/9/1710>. doi: 10.3390/agronomy11091710.
8. Vakulenko VV. [Plant growth regulators increase crop stress resistance]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2015; 2.13-14 p.
9. Baybekov RF, Kovalenko AA, Zabugina TM. [Efficiency of potato fertilization systems on sod-podzolic soils of different degrees of cultivation]. *Zemledelie*. 2021; 8. 23-27 p.
10. Zadvornev VA, Porsev IN, Polovnikova VV. [The role of variety and protective measures in potato cultivation in the Urals]. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2022; 1 (41). 12-18 p.
11. Plotnikov AA, Ivanchik VA. [Effect of the use of different doses of mineral fertilizers on the yield and quality of potato tubers on sod-podzolic light loamy soils of Kostroma region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020; Vol.34. 5. 33-36 p.
12. Chagin VV, Chagin VV. [The influence of fertilizers on the productivity, quality and safety of potatoes during storage in the steppe zone of Khakassia]. *Zemledelie*. 2022; 1. 23-25 p.
13. Zakharova MN, Rozhkova LV, Ushakova EYu. [The influence of mineral fertilizer doses and timing of tops mowing on the yield of seed potatoes]. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2020; 4. 58-60 p.
14. Kulikova AKh, Karpov AV, Cherkasov MS. [Effect of zeolite and fertilizers based on it on corn yield and nutrient balance in leached chernozem under its crops]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2023; 2(62). 69-75 p. – doi: 10.18286/1816-4501-2023-2-69-75
15. Kulikova AKh, Yashin EA, Romashkin AS, Kozlov AV. [Efficiency of zeolite and zeolite enriched with amino acids as a fertilizer for millet]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2022; 3(59). 76-82 p. – doi: 10.18286/1816-4501-2022-3-76-82.
16. Ramesh K, Reddy DD. Chapter four - zeolites and their potential uses in agriculture. *Advances in Agronomy*. D. L. Sparks, Academic Press. 2011; Vol.113. 2. 219-241 p.
17. Borisov VA. [Use of zeolites in vegetable growing]. *Kartofel i ovoshchi*. 2019; 8 (112). 110-149 p.
18. Renev NO, Reneva MV, Rodina ES. [Comparative assessment of mid-early potato varieties grown in the south of Tyumen region]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*. 2024; 1(109). 44-52 p.
19. Nekoal SN, Belyaeva AV, Sadovaya AE. [Efficiency of a new copper-containing fungicide against the causative agent of potato late blight]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020; Vol.34. 11. 48-52 p.

Authors:

Prischepenko Elena Aleksandrovna – Ph.D. of Agricultural sciences, agronomist-reclamation specialist, e-mail: pea77@list.ru

Khismatullin Mars Mansurovich – Doctor of Agricultural sciences, director, e-mail: rezi-almet@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution of the Administration “Privolzhskmeliovodkhoz”, Kazan, Russia

Rakhmanova Gulnara Fanisovna – Ph.D. of Agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of Molecular-genetic and microbiological methods, e-mail: gulnara_rakhmanova@mail.ru

Federal Research Center of Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia.