

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Е.А. Прищепенко, к.с.-х.н., М.М. Хисматуллин, д.с.-х.н., ФГБУ «Управление» Приволжскмелиоводхоз», Центр органического сельского хозяйства и производства экологически чистой продукции Института прикладных исследований Академии наук Республики Татарстан

Приведены результаты исследований влияния различных удобрений, цеолита и биостимулятора Металлоцен на урожайность и качество картофеля сортов Сальса и Ароза в условиях Республики Татарстан. Полевые опыты проводили на серой лесной тяжелосуглинистой почве в течение 2020-2022 г. Результаты показали, что комплексное применение минеральных удобрений, цеолита и биостимулятора Металлоцен позволило повысить урожайность картофеля на 30-70%. При этом наблюдались улучшение качества клубней, увеличение содержания сухого вещества и крахмала. Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности предложенных схем удобрения и могут быть использованы для повышения продуктивности картофелеводства.

Ключевые слова: картофель, урожайность, качество продукции, цеолиты, удобрения, агрохимические показатели.

Для цитирования: Прищепенко Е.А., Хисматуллин М.М. Применение комплекса удобрений при возделывании картофеля// Плодородие. – 2024. – №6. – С. 35-39. DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.07.

В современном ведении сельскохозяйственного производства высокоинтенсивные методы выращивания стали наиболее конкурентоспособным подходом, направленным на создание оптимальных условий, позволяющих максимально реализовать генетический потенциал сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Один из важнейших аспектов этого процесса – обеспечение растений достаточным количеством питательных веществ. Учитывая растущую стоимость минеральных удобрений, разработка эффективной системы их использования становится насущной задачей.

Картофель – один из основных продуктов питания в мире, его выращивание имеет огромное значение для обеспечения продовольственной безопасности.

Удобрения играют ключевую роль в повышении урожайности и качества сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля. Истощение почв, снижение плодородия, необходимость поиска экологически безопасных и эффективных методов повышения урожайности.

Цель исследований – определить эффективность применения комплекса удобрений при возделывании картофеля.

Методика. Полевой опыт проводили на базе опытного поля Казанского научного центра Российской академии наук (с. Большие Кабаны Лаишевского муниципального района) Республики Татарстан в 2020-2022 г.

Объекты исследований – серая лесная тяжелосуглинистая почва, цеолит Татарско-Шатрашанского месторождения, Металлоцен (Cu), картофель сортов Сальса и Ароза.

Агрохимическая характеристика почвы: гумус – 3,2%, pH_{KCl} 6,8 ед., H_r – 0,7 мг-экв/100 г, S – 23,12 мг-экв/100 г, $N_{щел.}$ – 84,0 мг/кг, P_2O_5 – 143, K_2O – 107 мг/кг.

Химический состав цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения, %: SiO_2 – 65,8; CaO – 17,16; Al_2O_3 – 6,19; $Fe_2O_{3общ.}$ – 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. 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 с содержанием действующих веществ, г/л: N (общий) – 41,4; P_2O_5 (водорастворимый) – 60,6; K_2O (водорастворимый) – 76,21; Cu – 335,9.

Картофель сорта Сальса отечественной селекции выведен в ТатНИИСХ – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН путем скрещивания (Удача х 21-98). Сорт включен в Госреестр по Волго-Вятскому и Средневолжскому регионам. Товарная урожайность – 168-398 ц/га, что на 58-78 ц/га выше стандартов Кортни, Леди Клэр. Максимальная урожайность – 412 ц/га, на уровне стандарта Ирбитский (Нижегородская обл.). Сорт среднеранний, столовый.

Картофель сорта Ароза импортный (Solana Deutschland GMBH & CO KG, Hamburg, Germany), включен в Госреестр по Северо-Кавказскому, Уральскому, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому, Средневолжскому регионам. Товарная урожайность 188-204 ц/га, что на 65-111 ц/га выше стандарта Пушкинец. Урожайность на 45-й день после полных всходов (первая копка) – 126 ц/га, что на 38 ц/га выше стандарта, на 55-й день (вторая копка) – 208 ц/га, что на 61 ц/га выше стандарта (Республика Мордовия). Максимальная урожайность – 248 ц/га, что на 94 ц/га выше стандарта (Республика Мордовия).

Исследования проводили по следующей схеме опыта: 1. Контроль (без удобрений); 2. Фон 1 – $N_{100}P_{120}K_{120}$; 3. Фон 1 + некорневая обработка растений Металлоцен (Cu) в фазе бутонизации; 4. Фон 1 + цеолит в почву; 5. Фон 1 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации; 6. Фон 2 – $N_{120}P_{140}K_{140}$; 7. Фон 2 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации; 8. Фон 2+ цеолит в почву; 9. Фон 2 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации; 10. Фон 3 – $N_{140}P_{170}K_{170}$; 11. Фон 3+ некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации; 12. Фон 3 + цеолит в почву; 13. $N_{140}P_{170}K_{170}$ + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации.

В качестве минеральных удобрений (фон) применяли диаммофоску и аммиачную селитру и природный мелиорант – цеолит фракции 1,0 мм, удобрения вносили перед посевом под культивацию. Цеолит применяли из расчета 5 т/га. Для некорневой подкормки растений картофеля использовали жидкое комплексное удобрение Металлоцен (Cu) из расчета 2 л/га.

Опыты закладывали в трехкратной повторности с рандомизированным размещением вариантов. Учетные площади: делянки – 35 м², варианта – 74,7, опыта – 996 м².

Определение крахмала и сухого вещества проводили в чистых, отмытых от земли клубнях картофеля с помощью весовых устройств типа весов Парова путем взвешивания пробы в воздухе и воде в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора [13].

Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью Microsoft Office Excel 2019 по методу дисперсионного анализа Б.А. Доспехова [14].

Результаты и их обсуждение. Урожайность и качество картофеля напрямую зависят от сорта, климатических условий, применяемых удобрений и состава почвы. Урожайность картофеля сорта Ароза представлена в таблице 1.

1. Урожайность картофеля сорта Ароза, ц/га

№ п/п	Вариант	2020 г.	2021 г.	2022 г.	В среднем	Прибавка, %	
						к контролю	к соответствующему фону
1	Контроль (б/у)	187,5	101,6	205,8	165,0	-	-
2	Фон 1 – N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	229,9	140,0	252,0	207,3	25,6	-
3	Фон 1 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	242,1	154,3	280,9	225,8	36,8	8,9
4	Фон 1+ цеолит в почву	253,0	161,5	284,0	232,8	41,1	12,3
5	Фон 1+ цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	260,0	165,1	294,2	239,8	45,3	15,7
6	Фон 2 – N ₁₂₀ P ₁₄₀ K ₁₄₀	249,0	158,0	273,9	227,0	37,6	-
7	Фон 2 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	257,0	163,2	278,0	232,7	41,0	2,5
8	Фон 2+ цеолит в почву	286,4	183,0	288,3	252,6	53,1	11,3
9	Фон 2 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	292,4	191,0	309,1	264,2	60,1	16,4
10	Фон 3 – N ₁₄₀ P ₁₇₀ K ₁₇₀	283,1	181,1	313,9	259,4	57,2	-
11	Фон 3 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	289,9	190,0	316,0	265,3	60,8	2,3
12	Фон 3 + цеолит в почву	295,7	197,2	317,2	270,0	63,6	4,1
13	Фон 3 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	305,6	215,1	321,3	280,7	70,1	8,2
	НСР ₀₅						

2020 г. характеризовался удовлетворительными погодными условиями для роста и развития растений картофеля. В условиях этого года общая урожайность клубней сорта Ароза по вариантам опыта сильно варьировала (см. табл. 1).

Урожайность картофеля на минеральном фоне питания увеличилась на 22,6-51,0% по сравнению с контролем. Применение минеральных удобрений совместно с некорневой обработкой растений Металлоценом в фазе бутонизации способствовало повышению урожайности на 29,1-54,6% по отношению к контрольному варианту. При заделке цеолита в почву и внесении минеральных удобрений урожайность увеличилась на 34,9-57,7%. Использование минеральных удобрений в комплексе с цеолитом и некорневой обработкой повысило урожайность картофеля на 38,7-63,0%. Максимальная урожайность клубней в 2020 г. получена в варианте 13 при сочетании высокого фона минеральных удобрений, цеолита и некорневой обработки растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации.

В 2021 г. картофель пострадал от длительной засухи, что привело к снижению урожайности. Урожайность клубней картофеля по вариантам опыта также изменялась. Повышение урожайности за счет фонов минеральных удобрений составило 38,4-79,5 ц/га, при сочетании фонов с некорневой обработкой Металлоценом – 52,7-88,4, при заделке цеолита совместно с применением различных фонов минерального питания – 59,9-95,6, при

комплексном применении минеральных удобрений с некорневой обработкой растений и заделкой в почву цеолита – 63,5-113,5 ц/га. Максимальная урожайность клубней в 2021 г. получена также в варианте 13.

Развитие картофеля в вегетационный период 2022 г. происходило в основном при благоприятных агрометеорологических условиях. Урожайность клубней картофеля по вариантам опыта различалась. Установлено повышение урожайности на 22,4-52,5% при использовании различных фонов минерального питания, на 35,1-53,5 – в вариантах с применением минеральных удобрений и некорневой обработки растений картофеля, на 38,0-54,1 – при заделке цеолита в почву совместно с внесением минеральных удобрений, на 50,0-56,1% – в вариантах с применением минеральных удобрений в комплексе с цеолитом и некорневой обработкой растений. Вариант 13 характеризовался наибольшей урожайностью клубней картофеля.

За 3 года проведения исследований самая высокая урожайность картофеля получена в варианте 13 при сочетании высокого фона минеральных удобрений, цеолита и некорневой обработки растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации.

Аналогично складывалась урожайность и у сорта Сальса. Однако отечественный сорт характеризовался более высокими показателями урожайности по сравнению с импортным сортом Ароза. Урожайность в среднем по вариантам опыта значительно различалась (табл. 2).

2. Урожайность картофеля сорта Сальса, ц/га

№ п/п	Вариант	2020 г.	2021 г.	2022 г.	В среднем	Прибавка, %	
						к контролю	к соответствующему фону
1	Контроль (б/у)	160,5	109,5	232,8	167,6	-	-
2	Фон 1 – N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	214,7	154,1	293,0	220,6	31,6	-
3	Фон 1 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	226,2	180,4	318,8	241,8	44,3	9,6
4	Фон 1 + цеолит в почву	276,3	214,0	323,6	271,3	61,9	23,0
5	Фон 1 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	284,8	224,0	327,0	278,6	66,2	26,3
6	Фон 2 – N ₁₂₀ P ₁₄₀ K ₁₄₀	247,4	168,2	309,7	241,8	44,3	-
7	Фон 2 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	250,6	187,1	329,7	255,8	52,6	5,8
8	Фон 2 + цеолит в почву	282,1	221,2	336,7	280,0	67,1	15,8
9	Фон 2 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	287,6	229,1	341,5	286,1	70,7	18,3
10	Фон 3 – N ₁₄₀ P ₁₇₀ K ₁₇₀	295,0	231,2	314,7	280,3	67,2	-
11	Фон 3 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	323,1	235,0	332,9	297,0	77,2	6,0
12	Фон 3 + цеолит в почву	328,0	238,2	338,2	301,5	79,9	7,6
13	Фон 3 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	336,7	240,1	367,8	314,9	87,9	12,3
	HCP ₀₅						

При этом за 3 года исследований наименьшие показатели отмечены в контрольных вариантах. Применение минеральных удобрений в дозе N₁₀₀P₁₂₀K₁₂₀, повышало урожайность картофеля в среднем на 53,0 ц/га (или 31,6%), в дозе N₁₂₀P₁₄₀K₁₄₀ – на 74,2 ц/га (или 44,3%), в дозе N₁₄₀P₁₇₀K₁₇₀ – на 112,7 ц/га (или 67,2%).

В опытных вариантах выявлено повышение урожайности в среднем на 61,9-79,9% – в вариантах с заделкой в почву цеолита, на 44,2-77,2% – при использовании Металлоценом (Cu) по сравнению с соответствующими фоновыми вариантами. Наибольшая урожайность получена при совместном применении различных фонов минеральных удобрений, внесении цеолита и некорневой обработке растений Металлоценом (Cu): прибавка к контролю составила 111,0-147,3 ц/га. Максимальная урожайность отмечена при сочетании высокого фона

минеральных удобрений, цеолита и некорневой обработки Металлоценом (Cu). При этом урожайность картофеля Сальса по сравнению с контролем увеличилась на 147,3 ц/га (или 87,9%), на фоне 3 – на 34,6 ц/га (или 12,3%).

В работе определяли содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля в зависимости от применения расчетных доз NPK и исследуемых веществ (природного минерала цеолита и минерального удобрения с мезо- и микроэлементами в форме хелатов Металлоценом (Cu)).

Установлено, что изучаемые сорта картофеля по-разному реагируют на внесение NPK и исследуемые вещества.

Так, наибольшее количество крахмала и сухого вещества содержали клубни картофеля сорта Ароза в контрольном варианте, где удобрения не вносили (табл. 3).

3. Качественные показатели картофеля сорта Ароза, %

№ п/п	Вариант	Крахмал			Сухое вещество			Среднее	
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Крахмал	Сухое вещество
1	Контроль (б/у)	17,2	18,8	18,3	24,4	26,1	24,0	18,1	24,8
2	Фон 1 – N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	16,8	17,3	16,9	24,0	24,6	23,1	17,0	23,9
3	Фон 1 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	16,2	18,7	17,7	23,4	26,0	21,0	17,5	23,5
4	Фон 1 + цеолит в почву	16,0	17,8	18,2	23,2	25,0	24,9	17,3	24,4
5	Фон 1 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	16,2	16,3	17,0	23,4	23,6	23,2	16,5	23,4
6	Фон 2 – N ₁₂₀ P ₁₄₀ K ₁₄₀	14,9	13,9	14,5	22,1	21,0	20,8	14,4	21,3
7	Фон 2 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	15,3	15,3	15,5	22,5	22,5	23,6	15,4	22,9
8	Фон 2 + цеолит в почву	14,1	16,6	17,3	21,2	23,8	22,4	16,0	22,5
9	Фон 2 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	16,8	15,3	16,9	24,0	22,5	23,3	16,3	23,3
10	Фон 3 – N ₁₄₀ P ₁₇₀ K ₁₇₀	15,0	16,2	17,1	22,2	23,4	21,9	16,1	22,5
11	Фон 3 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	15,7	13,9	15,5	22,9	21,0	21,8	15,0	21,9
12	Фон 3 + цеолит в почву	15,3	16,2	16,9	22,5	23,4	23,0	16,1	23,0
13	Фон 3 + цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	15,9	17,2	16,9	23,1	24,4	22,7	16,7	23,4
	HCP ₀₅								

Внесение NPK, цеолита, Металлоцена (Cu) под картофель этого сорта в среднем за годы исследований приводило к некоторому снижению крахмала (на 0,6-3,7%) и сухого вещества (на 0,4-3,5%) в клубнях по сравнению с контролем. В зависимости от варианта опыта в удобренных вариантах содержание крахмала и сухого вещества колебалось от 14,4 до 17,5% и от 21,3 до 23,9% соответственно. Наименьшая концентрация крахмала и сухого

вещества в клубнях в годы исследований отмечена в варианте N₁₂₀P₁₄₀K₁₄₀, что ниже контрольного варианта на 3,7 и 3,5% соответственно.

Анализируя качественные показатели картофеля сорта Сальса, выявлено, что содержание крахмала и сухого вещества в клубнях изменялось от 13,4 до 16,6% и 21,0 до 23,5% соответственно (табл. 4).

4. Качественные показатели картофеля сорта Сальса, %

№ п/п	Вариант	Крахмал			Сухое вещество			Среднее	
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Крахмал	Сухое вещество
1	Контроль (б/у)	15,3	14,0	15,1	22,4	21,1	21,0	14,8	21,5
2	Фон 1 – N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	12,9	15,4	14,2	20,0	22,6	21,9	14,2	21,5
3	Фон 1 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	13,0	16,5	15,5	20,1	23,7	22,5	15,0	22,1
4	Фон 1+ цеолит в почву	14,3	15,5	15,1	21,4	22,6	23,0	15,0	22,3
5	Фон 1+ цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	15,2	14,2	15,5	22,3	21,3	21,9	15,0	21,8
6	Фон 2 – N ₁₂₀ P ₁₄₀ K ₁₄₀	13,0	15,7	14,9	20,2	22,9	22,4	14,5	21,8
7	Фон 2 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	13,6	15,6	14,8	20,7	22,8	22,8	14,7	22,1
8	Фон 2+ цеолит в почву	14,3	15,5	15,0	21,4	22,7	22,0	14,9	22,0
9	Фон 2+ цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	15,5	16,4	16,6	22,6	23,7	23,2	16,2	23,2
10	Фон 3 – N ₁₄₀ P ₁₇₀ K ₁₇₀	12,9	14,9	13,4	20,0	22,1	21,7	13,7	21,3
11	Фон 3 + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	13,9	16,2	15,4	21,0	23,4	22,6	15,2	22,3
12	Фон 3+ цеолит в почву	14,2	16,8	15,9	21,3	24,0	23,5	15,6	22,9
13	Фон 3+ цеолит в почву + некорневая обработка растений Металлоценом (Cu) в фазе бутонизации	14,1	15,5	14,8	21,6	22,6	22,1	14,8	22,1
	HCP ₀₅								

В среднем за три года содержание крахмала в вариантах (3, 5, 9, 11 и 12) было выше на 0,3-1,5% в сравнении с данным показателем на контроле. Наибольшее содержание крахмала в клубнях отмечено в варианте со средней дозой минеральных удобрений (N₁₂₀P₁₄₀K₁₄₀) в сочетании с цеолитом и некорневой обработкой Металлоценом (Cu), что выше контроля на 1,5%. Низкое содержание крахмала выявлено в клубнях в варианте с максимальной дозой минеральных удобрений N₁₄₀P₁₇₀K₁₇₀. Содержание сухого вещества в картофеле колебалось в пределах 21,0-23,5%. Все исследуемые удобренные варианты отличались повышенным содержанием сухого вещества на 0,7-2,5% по сравнению с контролем. Наибольшее содержание сухого вещества отмечено в варианте 12 (N₁₄₀P₁₇₀K₁₇₀ + цеолит почву), что выше контрольного варианта на 2,5%. Минимальным содержанием сухого вещества характеризовался контрольный вариант без удобрений.

Необходимо отметить, что по вопросу влияния минеральных удобрений на содержание крахмала и сухого вещества в клубнях среди исследователей нет единого мнения, что можно объяснить неодинаковыми условиями возделывания и сортовыми особенностями картофеля. Многие ученые указывали на снижение крахмалистости клубней под влиянием удобрений, особенно в высоких дозах. [15].

Выводы. Картофель сорта Сальса обладает высокими показателями урожайности на серой лесной тяжелосуглинистой почве в условиях Республики Татарстан с применением высоких доз минеральных удобрений, обработкой металлоценом (Cu) и дополнительным добавлением цеолита в почву, что на 10,75% эффективнее, чем

импортный сорт Ароза с его изначальной преимущественной разницей в урожайности в 7,11%, что способствует возможности к импортозамещению семенного материала. Использование цеолитов улучшило структуру почвы и повысило эффективность использования удобрений. Микроэлементы в форме хелатов положительно влияли на рост и развитие растений, повышая устойчивость к стрессовым факторам. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности разработанных агротехнических приемов для повышения урожайности и качества картофеля.

Литература

1. Борисов, В.А., Применение цеолитов в овощеводстве // Картофель и овощи. – 2019. – № 8(112). – С. 110-149.
2. Gearan, E.C. and M.K. Fox, Updated Nutrition Standards Have Significantly Improved the Nutritional Quality of School Lunches and Breakfasts. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 2020. 120(3): p. 363370.
3. Burgos, G., et al., The potato and its contribution to the human diet and health, in The potato crop. 2020, Springer, Cham. p. 37-74.
4. White, P.J., et al., Relationships Between Yield and Mineral Concentrations in Potato Tubers. HortScience horts, 2009. 44(1): p. 6-11.
5. Haverkort, A.J. and B.V. Anisimov, Potato production and innovative technologies. 2007: Wageningen Academic Publishers.
6. Lindstrom, K. and S.A. Mousavi, Effectiveness of nitrogen fixation in rhizobia. Microb Biotechnol, 2020. 13(5): p. 1314-1335.
7. Zimmermann, B., et al., Mineral-Ecological Cropping Systems—A New Approach to Improve Ecosystem Services by Farming without Chemical Synthetic Plant Protection. Agronomy, 2021. 11(9): p. 1710.
8. Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений повышают стрессоустойчивость культур // Защита и карантин растений. – 2015. – № 2. – С 13–14.
9. Кольчин Н.Н. Отечественному картофелю нужна государственная поддержка // Картофель и овощи. – 2008. – №. 4. – С. 2-4.
10. Молявко А.А., Марухленко А.В. Влияние биологических препаратов на продуктивность и качество картофеля // Защита и карантин растений. – 2014. – № 2. – С. 28-29.

11. Шаповалов О.А. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства // Защита и карантин растений. – 2015. – № 2. – С. 13–14.
12. Ramesh K. and. Reddy D. D. Chapter Four – Zeolites and Their Potential Uses in Agriculture. Advances in Agronomy. D. L. Sparks, Academic Press, 2011. 113(2): p. 219-241.
13. ГОСТ 7194-81 Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества // Стандартинформ. – 2010. – С. 13.

14. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Филин В. И., Гулянов Ю. А. Влияние удобрений на качество клубней картофеля при программировании урожаев в условиях орошения // Известия ОГАУ. – 2004. – №2. – С. 95-96.

APPLICATION OF FERTILIZER COMPLEX IN CULTIVATION OF POTATOES

E.A. Prischepenko, PhD in Agricultural Sciences, M.M. Khismatullin, DSc in Agricultural Sciences, Federal State Budgetary Institution "Management" of Privolzhskmeliovodkhoz", Center for Organic Agriculture and Production of Ecologically Clean Products of the Institute of Applied Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan

The article presents the results of studies of the effect of various fertilizers, zeolite and the biostimulator Metallocene on the yield and quality of potatoes of Salsa and Arosa varieties in the conditions of the Republic of Tatarstan. Field experiments were conducted on gray forest heavy loamy soil during 2020-2022. The results showed that the combined use of mineral fertilizers, zeolite and the biostimulator Metallocene allowed to increase potato yields by 30-70%. At the same time, there was an improvement in the quality of tubers, an increase in the content of dry matter and starch. The data obtained indicate the high efficiency of the proposed fertilizer schemes and can be used to increase the productivity of potato farming.

Keywords: potatoes, yield, product quality, zeolites, fertilizers, agrochemical indicators.

УДК 633:57.045

DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.08

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ К ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХЕ

И.А. Быковская, Л.В. Осипова, д.б.н., Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»)

127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 31А; E-mail: legos4@yandex.ru

Представлены результаты исследований по изучению влияния обеспеченности основными элементами минерального питания на физиолого-биохимические параметры двух сортов ярового ячменя, в оптимальных условиях культивирования и при действии нарастающей почвенной засухи. Показаны особенности адаптации сортов по изменению параметров роста, газообмена, экзоосмоса электролитов и фотосинтетических пигментов. Установлено, что сортоспецифичность реакций на стресс зависит от обеспеченности минеральным питанием.

Ключевые слова: адаптация, ячмень, сорта, засуха.

Для цитирования: Быковская И.А., Осипова Л.В. Влияние минерального питания на особенности адаптации сортов ячменя к почвенной засухе // Плодородие. – 2024. – №6. – С. 39-42. DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.08.

Одним из элементов современных агротехнологий является сорт и его экологическая устойчивость – способность давать высокие и стабильные урожаи в широком диапазоне варьирования погодно-климатических факторов. Изучение физиолого-биохимических механизмов в растениях при стрессовом воздействии необходимо при оценке и выборе адаптивных сортов [1, 2].

Оценивая адаптацию ярового ячменя к почвенной засухе как множественные взаимодействия между физиологическими и морфологическими процессами в растениях, изучали влияние обеспеченности основными элементами минерального питания на устойчивость растений.

Цель исследований – изучить влияние минерального питания на адаптацию сортов ярового ячменя к почвенной засухе.

Методика. Объектами исследований служили сорта ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) Владимир и Московский 2. Оба сорта среднеспелые, пивоваренные, среднеустойчивые, близкие по средней и максимальной продуктивности, различающиеся по времени создания и включения в Госреестр селекционных достижений, соответственно, в 2007 и 1984 г.

Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, вегетационные опыты закладывали по методике З.Н. Журбицкого [3]. Агрохимическая характеристика следующая:

pH_{KCl} 4,7; Нг – 3,8 мг-экв/100 г почвы, P₂O₅ – 93 мг/кг, K₂O – 64 мг/кг. Яровой ячмень выращивали в сосудах, содержащих 5 кг воздушно-сухой почвы. Известкование проводили по полной норме гидролитической кислотности. Основные минеральные элементы вносили в виде чистых солей NH₄NO₃, NH₂H₂PO₄, K₂H₂PO₄ из расчета 100 и 300 мг/кг почвы. Почвенную влагоемкость (ПВ) поддерживали на уровне 70%. Время наступления этапов органогенеза определяли по [4]. В критический период закладки колосков и цветков на апексе главного побега в опытных вариантах прекращали полив до наступления влажности устойчивого завядания (ВУЗ) растений, что соответствовало 14% ПВ. Рост растений оценивали по величине нарастания ассимиляционной поверхности и абсолютному накоплению сухой биомассы [5]. Интенсивность газообмена определяли на газоанализаторе ГОА-5 по изменению концентрации CO₂, что фиксировалось на ленте самописца, и рассчитывали по формуле:

$$\Phi_{CO_2} = \frac{\Delta C \cdot V \cdot f \cdot 1,96}{\Delta t \cdot n \cdot 100}, \text{ мг CO}_2/\text{ч},$$

где ΔC – изменение концентрации от C₁ до C₂ за время t₁-t₂;

V – объем камеры, л;

f – коэффициент приведения к нормальным условиям атмосферы и температуры; 1,96 – коэффициент перевода мл CO₂/ч в мг CO₂/ч;