

ГРНТИ 68.33.29

DOI: 10.51886/1999-740X_2025_1_73

Т.К. Василина^{1*}, Е.С. Абилдаев¹, А.А. Жаппарова¹, А.Н. Жамангараева¹,
Ш.Н. Абдухаимова¹

**ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТА И УДОБРЕНИЙ НА РОСТ, УРОЖАЙНОСТЬ
И КАЧЕСТВО ТОМАТА (*SOLANUM LYCOPERSICUM*)**

¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
050010, Алматы, проспект Абая 8, Казахстан, *e-mail: v_tursunai@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния цеолита мелкой фракции Шанканайского месторождения на урожайность и качество плодов томата сорта «Самаладай», при возделывании на темно-каштановой почве юго-востока Казахстана в 2023–2024 гг. Установлено, что применение цеолита способствует повышению урожайности, улучшению качества продукции и повышению рентабельности. Урожайность томата составила на контроле (без удобрений) 22,3 т/га, на вариантах с внесением цеолита и удобрений увеличилась. Максимальная прибавка урожая 6,7 т/га была достигнута при применении 2 т цеолита с N₉₀P₉₀K₉₀. Увеличение доз удобрений повышало содержание сухого вещества в плодах томата с 4,93% на контрольном варианте до 5,46% при применении цеолита и двойной дозы минеральных удобрений, незначительно повышалось содержание сахара. Минеральные удобрения увеличивают содержание нитратов в плодах томата, варьируя от 61 до 78 мг/кг по сравнению с контролем (68 мг/кг), тогда как внесение цеолита снижает уровень нитратов на 7 мг/кг относительно контроля. Содержание подвижных форм тяжелых металлов (Zn, Cu, Cd, Pb) в слое почвы 0–20 см под посевом томата на контроле составляет 2,50; 0,70; 1,20; 0,40 мг/кг соответственно. Применение цеолита способствует снижению их содержания благодаря его способности связывать тяжелые металлы и уменьшать их доступность для растений. Анализ показал, что применение цеолита при выращивании томатов на темно-каштановых почвах увеличивает урожайность на 3,1 т/га и обеспечивает рентабельность 64% благодаря низким затратам, тогда как сочетание цеолита с минеральными удобрениями повышает урожайность на 5,7–6,7 т/га, но снижает рентабельность до 42%.

Ключевые слова: цеолит, удобрения, томат, урожай, качество, нитраты, почва, микроэлементы.

ВВЕДЕНИЕ

Овощеводство играет ключевую роль в сельском хозяйстве Казахстана, обеспечивая население свежей продукцией, а также сырьём для переработки и экспорта. В Казахстане выращивается разнообразие овощных культур, среди которых томаты занимают особое место [1–3].

Согласно данным на 2022 год, в Казахстане под выращивание томатов отведено около 30 тысяч гектаров, с урожайностью примерно 750 центнеров с гектара. В 2023 году урожайность помидоров открытого грунта в хозяйствах всех категорий Казахстана составила 274,3 ц/га убранный площади, что

на 3,8% (на 10,1 ц/га) больше, чем в 2022 году [4].

Применение цеолита в сочетании с удобрениями оказывает положительное влияние на рост, урожайность и качество овощных культур [5, 6]. Благодаря своим уникальным свойствам, цеолит улучшает структуру почвы, способствует развитию корневой системы и повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям [7–9].

Исследования показали, что внесение цеолита в почву в количестве 15 кг/м² увеличивает урожайность томатов на 12,1–19,3% [10–12]. По результатам опытов было установлено, что внесение цеолита в дозах 5, 10 и 15 кг/м²

повышает урожайность различных сортов томатов по сравнению с контролем. Внесение цеолита в субстраты для выращивания рассады томатов положительно влияет на рост и развитие растений, увеличивая их биомассу и улучшая общее состояние рассады [13].

Применение цеолита способствует развитию корневой системы, ускоряет рост и развитие растений, повышает устойчивость к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды [14, 15].

Использование цеолита в почвенных смесях способствует повышению содержания питательных веществ в плодах томатов и снижению накопления токсичных элементов, что улучшает качество продукции [16, 17].

Таким образом, интеграция цеолита с удобрениями является эффективным агротехническим приёмом, улучшающим агрохимические свойства почвы и способствующим повышению продуктивности и качества томатов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые опыты закладывались в 3-х кратной повторности в условиях 4-польного интенсивного овощного севооборота на орошаемой темно-каштановой почве на стационаре Казахского научно-исследовательского института картофелеводства и овощеводства. Почва участка характеризуется щелочной реакцией ($pH=8,36$), содержанием гумуса - 2,27%, общего азота - 0,098%, фосфора - 0,225% и калия - 2,4% в пахотном слое.

Чередование культур в 4-польном интенсивном овощном севообороте: 1. Капуста белокочанная (поздняя). 2. Свекла столовая. 3. Огурец. 4. Томат. Севооборот развернут во времени и в пространстве. Площадь делянок – 63 м² (4,2 x 15).

В динамике по фазам развития растений определяли: сухое вещество -

весовым методом (ГОСТ 28561-90); общий сахар - по Бертрону (ГОСТ 13192-73); витамин С - по Мурри (ГОСТ 24556-89); нитраты потенциометрически 1%-м раствором дифениламина (ГОСТ 29270-95); тяжелые металлы в почве методом атомной абсорбции на спектрофотометре (ГОСТ 30178-96).

Климат юго-восточного предгорного района Казахстана (Алматинская область) резко континентальный. Средняя температура июля составляет 24-26°C, января - 8-12°C. Сумма положительных температур колеблется от 3450 до 3750°C, активных - от 3100 до 3400°C. Годовое количество осадков варьируется в пределах 350-600 мм, из которых 120-300 мм выпадает в вегетационный период.

Объектом исследования был районированный сорт томата «Самаладай». В работе использовался цеолит типа клиноптилолит из месторождения Шанканай (Казахстан) с содержанием клиноптилолита 75-77% и минеральные удобрения, характерные для интенсивного овощного севооборота: аммиачная селитра (34% д.в.), аммофос (N 12%, P 52%) и сульфат калия (50%). Химический состав цеолита включает (%): SiO₂ - 68,6; Al₂O₃ - 18,5; CaO - 8,6; MgO - 2,2; Na₂O - 1,5.

Схема внесения удобрений:

1. Контроль (без удобрений).
2. Цеолит 2 т/га.
3. N₄₅P₄₅K₄₅ (N₁P₁K₁).
4. N₉₀P₉₀K₉₀ (N₂P₂K₂).
5. Цеолит 2 т/га + N₄₅P₄₅K₄₅.
6. Цеолит 2 т/га + N₉₀P₉₀K₉₀.

Агротехника соответствовала общепринятой в регионах методике. Цеолит был измельчен до фракции менее 100 нм в планетарной шаровой мельнице и внесен вручную осенью 2022 года под перепахку согласно схеме опыта. Уборка культур проводилась вручную. Экспериментальные данные

обрабатывались методиками с использованием Microsoft Office Excel 2010 и Б. А. Доспехова [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общая динамика накопления сухой массы в томате отражает баланс между процессами роста, накопления питательных веществ и созревания. Это важный аспект в управлении культурой

и может быть использован для оптимизации агротехнических мероприятий, таких как подкормка, полив и обработка почвы. Это положение подтверждается и нашими исследованиями (рисунок 1). Динамика накопления сухой массы в томате может варьироваться в зависимости от фазы ее развития.

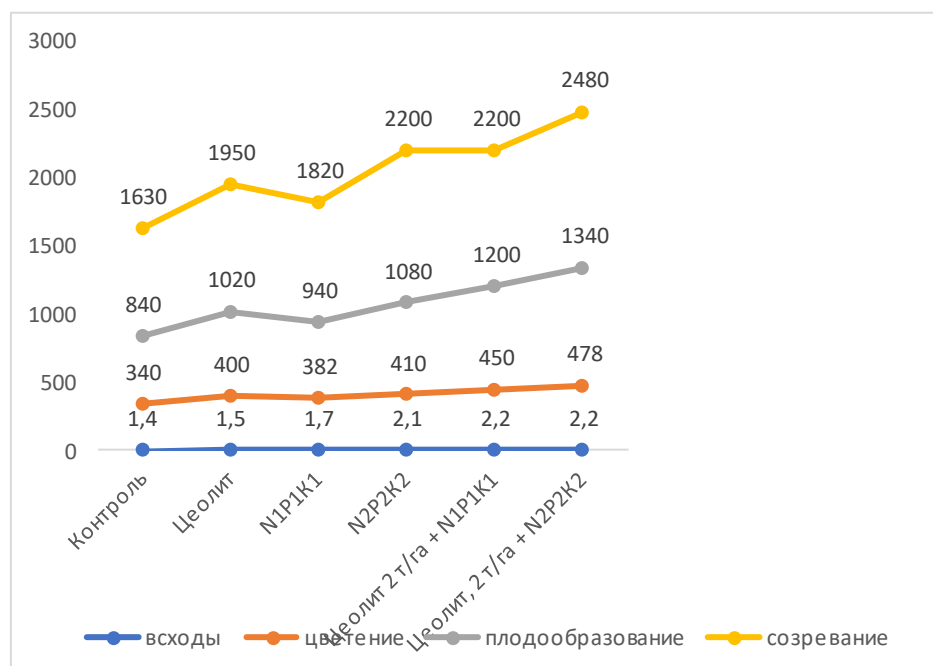


Рисунок 1 - Накопление абсолютно сухой массы растений томата в зависимости от применения цеолита и удобрений, г/1раст. (среднее за 2023-2024 гг.)

Определение сухой биомассы изучаемой культуры показало, что величина ее существенно повышается при внесении удобрений.

Из рисунка 1 видно, что томат по накоплению биомассы сильно реагирует на внесение цеолита. В период всходов значения сухой массы растений сильно не отличались. В период спелости максимальное количество сухой биомассы обеспечивал Цеолит 2 т/га + N₉₀P₉₀K₉₀.

Одним из основных условий получения высокого урожая стандартных овощных культур является обеспечение ее питательными веществами в течение всего периода вегетации. Уменьшение нормы внесения удобрений в почву приводит к снижению урожайности, а чрезмерное увеличение их количества может давать прибавку урожая, не окупающую затраты на удобрения. Поэтому вопросам выявления и создания новых дешевых нетрадиционных

видов удобрений отводится важная роль не только в повышении продуктивности культур, но и в сохранении благоприятной экологической обстановки в регионе.

Одним из таких видов удобрений являются удобрения с природными цеолитами. Использование природных цеолитов дает положительные результаты на продуктивность сельскохозяйственных культур почти во всех почвах с последствием в течение 5 лет и более [8].

Весна 2023 года была довольно холодной, что послужило причиной позднего посева овощных культур. 2024 год был относительно благоприятным как по распределению осадков, так и температуре воздуха и почвы в период вегетации изучаемой культуры. Урожайные данные по томату приведены в таблице 1.

Они показывают, что внесение как цеолита, так и минеральных удобрений дало положительный эффект на величину урожайности.

Таблица 1 – Урожайность томата в зависимости от применения удобрений, т/га

Вариант	2023 г.		2024 г.		Среднее за 2023-2024гг.	
	урожай, т/га	прибавка урожая, т/га	урожай, т/га	прибавка урожая, т/га	урожай, т/га	прибавка урожая, т/га
Контроль	21,7	-	22,8	-	22,3	-
Цеолит	24,8	3,1	25,9	3,1	25,4	3,1
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	23,7	2,0	24,8	2	24,3	2,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	26,4	4,7	27,5	4,7	27,0	4,3
Цеолит 2 т/га + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	27,9	6,2	28	5,2	28,0	5,7
Цеолит 2 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	29,1	7,4	28,8	6	29,0	6,7
НСР _{0,5} , т/га	2,12		3,7			

Под влиянием цеолита и удобрений урожайность томата увеличилась на 3,1-6,7 т/га, на контроле составила 22,3 т/га. Совместное внесение цеолита и минеральных удобрений высокоэффективно, повышает сбор урожая до 6,7 т. Применение цеолита с удобрениями значительно увеличивало урожайность томата, как в 2023 году, так и в 2024 году, показывая наибольшую прибавку урожая среди всех вариантов. Цеолиты улучшают агрофизические и агрохимические свойства почвы, именно благодаря своей ионообменной способности, нейтрализуют кислот-

ность, увеличивают емкость катионного обмена, пролонгируют действие внесенных удобрений, предотвращают вымывание питательных веществ, тем самым создавая благоприятные условия для получения высокого урожая [19].

Применение цеолита обеспечило не только рост урожайности, но и позволило повысить качество производимой продукции: при оптимальном питании снижалось накопление нитратов в плодах томата, а также повышалось содержание в них сухого вещества (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние цеолита и удобрений на качественные показатели томата (сорт Самаладай)

Вариант опыта	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Нитраты, мг/кг
Контроль	4.93	3.55	68
Цеолит, 2 т/га	5.04	3.58	61
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	5.10	3.60	73
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	5.36	3.60	78
Цеолит, 2 т/га + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	5.12	3.75	59
Цеолит, 2 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	5.46	3.80	64

Из таблицы 2 видно, что содержание сухого вещества в плодах томата зависит от цеолита и доз вносимых минеральных удобрений. С увеличением доз удобрений наблюдалось повышение содержания сухого вещества от 4,93% на контрольном варианте до 5,46% при внесении цеолита и двойной дозы минеральных удобрений.

Сахара являются основной составной частью органического вещества. Внесение цеолита и минеральных удобрений незначительно повышало содержание общего сахара в плодах томата. Внесение цеолита и расчетных доз удобрений незначительно снижало концентрацию общего сахара. Наиболее эффективным для накопления сахаров оказалось применение 2 т цеолита и N₉₀P₉₀K₉₀.

Данные по содержанию нитратов в томате свидетельствуют, что минеральные удобрения повышали содержание нитратов. Варьирование содержания нитратов в вариантах опыта было от 61 до 78 мг/кг при контроле 68 мг/кг. Внесение цеолита снижало содержание нитратов в плодах томата и на 7 мг/кг по сравнению с контролем. Количество нитратов в продукции при применении расчетных доз минеральных удобрений увеличилось на 5 мг/кг и более, что может отрицательно отражаться на качестве овощных культур, но эти значения не превышали ПДК. Тем самым при систематическом внесении удобрений в

повышенных дозах балластные элементы могут накапливаться в почве в значительных количествах, отрицательно влияя на ее свойства и плодородие, на урожай и его качество, мигрируя в грунтовые воды, они могут повышать концентрацию солей.

Минеральные удобрения – главный фактор повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, в т.ч. и овощных. Промышленные минеральные туки были и продолжают оставаться на сегодняшний день основой минерального питания растений, обеспечивая быстрое снабжение их легкоусвояемыми формами питательных веществ. В то же время, при внесении удобрений, вместе с питательными веществами в почву поступают также и вредные вещества в виде тяжелых металлов и других токсических элементов (фтор, хлор, нитраты и др.). В результате происходит загрязнение почвы токсичными веществами, сопутствующими питательным элементам минеральных удобрений. Поскольку в овощеводстве ежегодное внесение минеральных удобрений под культуры составляет в среднем 300-500 кг/га в физическом весе, примерно такое же количество является балластом, нетрудно посчитать какой объем вредных веществ поступает в почву.

Учитывая важность экологической чистоты почвы и продукции, мы изучили влияние вносимых минеральных удобрений на степень загрязнения

предгорной темно-каштановой почвы севооборота на содержание тяжелых токсикостатками. Результаты анализов металлов представлены в таблице 3. почвы под посевом томата овощного

Таблица 3 – Динамика содержания подвижных форм микроэлементов в почве в слое 0-20 см под посевом томата в зависимости от применения цеолита и удобрений, мг/кг почвы

Варианты	Подвижные формы микроэлементов, мг/кг							
	Zn	Cu	Cd	Pb	Zn	Cu	Cd	Pb
	2023 г.				2024 г. (последствие цеолита)			
Контроль	2,50	0,70	1,20	0,40	1,20	0,30	0,40	0,20
Цеолит, 2 т/га	1,60	1,30	0,70	0,50	1,60	0,20	0,40	0,00
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	3,40	0,60	0,90	0,60	1,50	0,30	0,90	0,60
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,10	0,40	0,80	0,60	1,60	0,70	0,70	0,30
Цеолит 2 т/га + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	1,50	1,20	1,00	0,60	1,40	0,30	0,30	0,10
Цеолит 2 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,90	1,10	0,70	0,50	1,4	0,30	0,20	0,20
ПДК	23	3,0	0,5	32,0	23	3,0	0,5	32,0

Под исследуемую культуру внесены аммиачная селитра (34% д.в.), двойной суперфосфат (45% д.в.), сульфат калия (50 % д.в.). С этими минеральными удобрениями в почву поступает некоторое количество тяжелых металлов: кадмий (Cd); свинец (Pb); цинк (Zn); медь (Cu).

Определены тяжелые металлы в исследуемой темно-каштановой почве под посевом томата. Полученные опытные данные свидетельствуют о том, что содержания подвижных форм микроэлементов (Zn, Cu, Cd, Pb) в почве в слое 0-20 см под посевом томата на контроле 2,50; 0,70; 1,20; 0,40 мг/кг соответственно (ПДК Zn - 23; Cu - 3,0; Cd - 0,5; Pb - 32,0), в зависимости от применения цеолита уменьшились. Сравнение этих значений с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) показывают, что содержание кадмия превышает установленную норму (ПДК Cd - 0,5 мг/кг), в то время как уровни Zn, Cu и Pb находятся значительно ниже их ПДК (23; 3,0 и 32,0 мг/кг соответственно). Превышение концентрации кадмия в почве, вероятно, связано с поступлением кадмия из удобрений (аммофоса),

его высокой мобильностью в данных почвенных условиях, однако в 2024 году, в период последствие цеолита, на вариантах с внесением цеолита его содержание снижается и имеет значения ниже ПДК.

Цеолиты могут оказывать положительное влияние на снижение содержания тяжелых металлов в почве из-за своих свойств. Они обладают способностью обменивать катионы с растворенными в почве ионами. Тяжелые металлы, такие как свинец, цинк, медь, и другие, могут быть прочно связаны с цеолитом и тем самым временно изолированы от растений и почвенного раствора.

Хотя цеолиты могут помочь снизить содержание тяжелых металлов в почве, следует учитывать, что их эффективность может зависеть от многих факторов, включая тип почвы, концентрации металлов и метода применения цеолитов.

Окончательным этапом исследований является расчёт экономической эффективности рекомендуемых производств элементов повышения урожайности овощной культуры. Был проведён

анализ, позволивший определить экономическую эффективность применения цеолита и удобрений в 2023-2024 гг. и их действия в условиях темно-каштановой почвы юго-востока Казахстана (таблица 4).

Таблица 4 - Экономическая эффективность применения удобрений под томат

Варианты опыта	Урожай, т/га	Прибавка урожая от удобрений, т/га	Стоимость продукции, тг/га	Затраты на 1 га посевов	Условно чистый доход, тг	Уровень рентабельности, %
Контроль	22,3	-	-	-	-	-
Цеолит	25,4	3,1	1 778 000	640 080	1 137 920	64
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	24,3	2,0	1 701 000	816 480	884 520	52
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	27,0	4,3	1 890 000	1 039 500	850 500	45
Цеолит 2 т/га + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	28,0	5,7	1 960 000	1 136 800	823 200	42
Цеолит 2 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	29,0	6,7	2 030 000	1 177 400	852 600	42

Примечание: средняя цена 1 т – 70 000 тенге

Анализ экономической эффективности применения различных удобрений при выращивании томата показывает, что использование цеолита обеспечивает наибольший уровень рентабельности - 64%. Это достигается благодаря относительно низким затратам на удобрения (640080 тг/га) и увеличению урожайности на 3,1 т/га по сравнению с контролем, что соответствует дополнительному доходу в 1137920 тг/га при цене 70000 тг за тонну продукции.

Варианты с совместным применением цеолита и минеральных удобрений демонстрируют более высокую прибавку урожая: 5,7-6,7 т/га. Однако затраты на такие комбинации удобрений также выше, достигая 1136800-1177400 тг/га, что снижает условно чистый доход и уровень рентабельности до 42%.

Таким образом, хотя комбинированное применение цеолита и минеральных удобрений приводит к более значительному увеличению урожайности, чистый доход и рентабельность оказываются ниже из-за возросших затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Удобрения и цеолит Шанканайского месторождения (Казахстан), улучшая питательный режим почвы, не только способствуют увеличению биомассы растений культур, но и положительно влияют на урожайность. Совместное внесение удобрений с цеолита дало наибольшие прибавки урожая, что свидетельствует о его высокой эффективности для повышения продуктивности изучаемой овощной культуры.

По результатам анализа качества изучаемой культуры, можно отметить, что в системе ресурсосберегающих технологий, рациональное применение удобрений, способствующее повышению не только урожайности, но и качественных показателей продукции, является важным рычагом управления продуктивностью культур. Установлено увеличение содержания сухого вещества, сахара и некоторое уменьшение количества нитратов в плодах томата.

Цеолиты, благодаря своим свойствам, могут снижать содержание тяжёлых металлов в почве, связывая такие

элементы, как цинк, свинец, кадмий и медь, уменьшая их доступность для растений и предотвращая миграцию в глубокие слои почвы и подземные воды.

Анализ экономической эффективности различных удобрений при выращивании томатов показал, что использование цеолита обеспечивает наибольшую рентабельность (64%)

благодаря относительно низким затратам (640080 тг/га) и увеличению урожайности на 3,1 т/га, тогда как комбинированное применение цеолита с минеральными удобрениями приводит к более высокой прибавке урожая (5,7–6,7 т/га), но меньшей рентабельности (42%) из-за возросших затрат (1136800–1177400 тг/га).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юсупов М., Петров Б., Ахметова Ф. Овощеводство Казахстана. Учебник. Том 2. - Алматы: Республиканский издательский кабинет Казахской академии образования им. И. Алтынсарина, 2000. - 268 с.
2. Жумашева С.Т., Кантарбаева Ш.М., Шинтаева С.С. Овощеводство и картофелеводство Казахстана как основное направление сельскохозяйственного производства// Проблемы агрорынка. – 2024. – Т. 1. – С. 136-153.
3. Щепетков Н. Овощеводство Северного Казахстана. Учебное пособие. Издательство Foliant. - 416 с.
4. [Электронный ресурс]: Режим доступа: Экспертно-аналитический центр агробизнеса "АБ-Центр" www.ab-centre.ru. <https://ab-centre.ru/news/ploschadi-sbory-i-urozhaynost-pomidorov-otkrytogo-grunta-v-kazahstane>, свободный.
5. Кузнецов А. Ю., Кузин Е. Н. Влияние природного цеолита и удобрений на свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур// Плодородие. - 2009. - № 3. - С. 12-13.
6. Malekian, R.; Abedi-Koupai, J.; Eslamian, S.S. Influences of clinoptilolite and surfactant-modified clinoptilolite zeolite on nitrate leaching and plant growth// J. Hazard. Mater. - 2011. – Т. 185. - Р. 970-976.
7. Ярван М.Э. Влияние удобрений на урожайность и качество столовых корнеплодов на дерново-карбонатных оподзоленных почвах Эстонии. Автореферат, дисс. ... канд с.-х. наук. - Рига. -1974. - 21 с.
8. Tucker R.L., Drew K., Ward C.M., Rutherford P.P. The effects of lifting date and storage temperature on the keeping quality of beetroots// J. hortic Sc. - 1980. - Vol. 55. - №4. – Р. 409-414.
9. Кан В.М., Кусаинова А.А., Шахаров Р.Ж. «Применение биоминерального удобрения на основе модифицированного цеолита - оптимизация органно-минерального питания на рисово-болотных почвах Казахстана»// Мат. Межд. конф. КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова. - Алматы - 2012. - С. 23-26.
10. Подковыров И. Ю., Костин М. В., Долгова А. И., Филипчук О. Д., Несват А. П. Влияние цеолитов на интенсивность жизненных процессов гибридных форм растений// Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - №. 2. - С. 31-36.
11. Голубкина Н.А., Кошелева О.В. Содержание аскорбиновой кислоты в растениях, выращенных в закрытом грунте с использованием цеолитов// Вопросы питания. - 1994. - № 5. - С. 3-4.
12. Гончарова Н.А., Крутилина В.С., Панов Н.П. Влияние цеолита на биологи-

ческий урожай и поступление Sr в растения// Тяжелые металлы в окружающей среде. Пушино. - 1996. - С. 155-156.

13. Анисимова, Т.Ю. Эффективность применения торфогрунтов с использованием биопрепаратов и цеолита для выращивания рассады овощных культур// Плодородие. - 2009. - №6. - С. 23-24.

14. Sonawane N.S. Effect of zeolite application on soil properties, yield and nutrient uptake of maize on Inceptisol. M.Sc. thesis, Mahatma Phule Krishi Vidyapeeth, Rahuri. - 2019. - P.167-182.

15. Романова Г. А. Цеолиты: эффективность и применение в сельском хозяйстве. Ч. 1. - М.: ФГНУ «Росинформагротех». - 2000. - 296 с.

16. Крищенко Е.Ф. Эффективность форм азотного компонента комплексного удобрения для теплиц в опытах с огурцами и томатами// Агрохимическая эффективность новых форм минеральных удобрений. М., 1983. - Вып. 242. - С. 115-126.

17. M. Kragovic, S. Pasalic, M. Markovic, M. Petrovic, B. Nedeljkovic, M. Momcilovic, M. Stojmenovic. Natural and modified zeolite - alginate composites. application for removal of heavy metal cations from contaminated water solutions// Minerals. - 2018. - Vol. 8. - № 1. - P. 11.

18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. - М.:Агропромиздат, 1985. - 358 с.

19. Романова Г. А. Цеолиты: эффективность и применение в сельском хозяйстве. Ч. 1. — М.: ФГНУ «Росинформагротех». - 2000. - 296 с.

REFERENCES

1. Yusupov M., Petrov B., Ahmetova F. Ovoshevodstvo Kazahstana. Uchebnik. Tom 2. - Almaty: Respublikanskij izdatelskij kabinet Kazahskoj akademii obrazovaniya im. I. Altynsarina, 2000. - 268 s.

2. Zhumasheva S.T., Kantarbaeva Sh.M., Shintaeva S.S. Ovoshevodstvo i kartofelevodstvo Kazahstana kak osnovnoe napravlenie selskohozyajstvennogo proizvodstva// Problemy agrorynka. - 2024. - Т.1. - С. 136-153.

3. Shepetkov N. Ovoshevodstvo Severnogo Kazahstana. Uchebnoe posobie. Izdatelstvo Foliant. - 416 s.

4. [Electronic resource]: Rezhim dostupa: Ekspertno-analiticheskij centr agrobiznesa "AB-Centr" www.ab-centre.ru. <https://ab-centre.ru/news/ploschadi-sbory-i-urozhajnost-pomidorov-otkrytogo-grunta-v-kazahstane,svobodnyj>.

5. Kuznecov A. Yu., Kuzin E. N. Vliyanie prirodnogo ceolita i udobrenij na svoystva pochvy i urozhajnost selskohozyajstvennyh kultur// Plodorodie. - 2009. - № 3. - С. 12-13.

6. Malekian R., Abedi-Koupai J., Eslamian S.S. Influences of clinoptilolite and surfactant-modified clinoptilolite zeolite on nitrate leaching and plant growth// J. Hazard. Mater. - 2011. - T. 185. - P. 970-976.

7. Yarvan M.E. Vliyanie udobrenij na urozhajnost i kachestvo stolovyh korneplodov na dernovo-karbonatnyh opodzolennyh pochvah Estonii. Avtoreferat, diss. ... kand s.-h. nauk. - Riga. -1974. - 21 s.

8. Tucker R.L., Drew K., Ward C.M., Rutherford P.P. The effects of lifting date and storage temperature on the keeping quality of beetroots// J. hort. Sc. - 1980. - Vol. 55. - №4. - P. 409-414.

9. Kan V.M., Kusainova A.A., Shaharov R.Zh. «Primenenie biomineralnogo udobreniya na osnove modificirovannogo ceolita - optimizaciya organno-mineralnogo pitaniya na risovo-bolotnyh pochvah Kazahstana»// Mat. Mezhd. konf. KazNII pochvovedeniya i agrohimii im. U.U. Uspanova. - Almaty - 2012. - С. 23-26.

10. Podkovyrov I. Yu., Kostin M. V., Dolgova A. I., Filipchuk O. D., Nesvat A. P. Vliyanie ceolitov na intensivnost zhiznennykh processov gibridnykh form rasteniy// Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2019. - № 2. - S. 31-36.
11. Golubkina H.A., Kosheleva O.V. Soderzhanie askorbinovoy kisloty v rasteniyah, vyrashennykh v zakrytom grunte s ispolzovaniem ceolitov// Voprosy pitaniya. - 1994. - № 5. - S. 3-4.
12. Goncharova H.A., Krutilina B.C., Panov N.P. Vliyanie ceolita na biologicheskij urozhaj i postuplenie Sr v rasteniya// Tyazhelye metally v okruzhayushej srede. Pushino. - 1996. - S. 155-156.
13. Anisimova, T.Yu. Effektivnost primeneniya torfogruntov s ispolzovaniem biopreparatov i ceolita dlya vyrashivaniya rassady ovoshnykh kultur.// Plodorodie.- 2009. - № 6. - S. 23-24.
14. Sonawane N.S. Effect of zeolite application on soil properties, yield and nutrient uptake of maize on Inceptisol. M.Sc. thesis, Mahatma Phule Krishi Vidyapeeth, Rahuri. - 2019. - P. 167-182.
15. Romanova G. A. Ceolity: effektivnost i primeneniye v selskom hozyajstve. Ch. 1. - M.: FGNU «Rosinformagroteh». – 2000. - 296 s.
16. Krishenko E.F. Effektivnost form azotnogo komponenta kompleksnogo udobreniya dlya teplic v opytah s ogurcami i tomatami// Agrohimicheskaya effektivnost novykh form mineralnykh udobrenij. M., 1983. - Vyp. 242. -S. 115-126.
17. M. Kragovic, S. Pasalic, M. Markovic, M. Petrovic, B. Nedeljkovic, M. Momcilovic, M. Stojmenovic. Natural and modified zeolite - alginate composites. application for removal of heavy metal cations from contaminated water solutions// Minerals. - 2018. - Vol. 8. - № 1. - P. 11.
18. Dospiehov B. A. Metodika polevogo opyta. – M.:Agropromizdat, 1985. – 358 s.
19. Romanova G. A. Ceolity: effektivnost i primeneniye v selskom hozyajstve. Ch. 1. - M.: FGNU «Rosinformagroteh». – 2000. - 296 s.

ТҮЙІН

Т.К. Василина^{1*}, Е.С. Абилдаев¹, А.А. Жаппарова¹, А.Н. Жамангараева¹,
Ш.Н. Абдухаимова¹

ЦЕОЛИТ ПЕН ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ҚЫЗАНАҚТЫҢ
(*SOLANUM LYCOPERSICUM*) ӨСҮІ, ӨНІМДІЛІГІ ЖӘНЕ САПАСЫНА ӘСЕРІ

¹«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ,

050010, Алматы қ., Абай даңғылы 8, Қазақстан, *e-mail: v_tursunai@mail.ru

Мақалада 2023–2024 жылдары Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы қара-қоңыр топырақта өсірілген «Самалдай» сортының қызанақтарының өнімділігі мен сапасына Шанканай кенішінің ұсақ фракциялы цеолитінің әсері зерттелген. Цеолитті қолдану өнімділікті арттыруға, өнім сапасын жақсартуға және рентабельділікті арттыруға ықпал ететіні анықталды. Бақылау тобында (тыңайтқышсыз) қызанақ өнімділігі гектарына 22,3 тонна болды, ал цеолит пен тыңайтқыштар қолданылған нұсқаларда өнімділік артты. Ең жоғары өнімділік 2 тонна цеолит пен N₉₀P₉₀K₉₀ тыңайтқыштарын қолданғанда гектарына 6,7 тоннаға жетті. Тыңайтқыш дозасын арттыру қызанақ жемістеріндегі құрғақ зат мөлшерін бақылау тобындағы 4,93%-дан 5,46%-ға дейін арттырды, қант мөлшері аздап өсті. Минералды тыңайтқыштар жемістердегі нитраттар мөлшерін бақылау тобындағы 68 мг/кг-дан 61-78 мг/кг аралығында арттырды, ал цеолит қолдану нитраттар деңгейін бақылау тобымен салыстырғанда 7 мг/кг-ға төмендетті. Тыңайтқыштар қолданылған топырақтың 0–20 см қабатындағы ауыр металдардың (Zn, Cu, Cd, Pb) қозғалмалы

түрлерінің мөлшері сәйкесінше 2,50; 0,70; 1,20; 0,40 мг/кг болды. Цеолит қолдану олардың мөлшерін төмендетуге ықпал етеді, себебі ол ауыр металдарды байланыстырып, өсімдіктерге қолжетімділігін азайтады. Экономикалық талдау нәтижелері бойынша, цеолит қолдану қызанақ өсіруде гектарына 3,1 тонна өнімділік арттырып, 64% рентабельділікті қамтамасыз етеді, ал цеолит пен минералды тыңайтқыштарды бірге қолдану өнімділікті гектарына 5,7–6,7 тоннаға арттырса да, рентабельділік 42%-ға дейін төмендейді.

Түйінді сөздер: цеолит, тыңайтқыштар, қызанақ, өнім, сапа, нитраттар, топырақ, микроэлементтер.

SUMMARY

T. Vassilina^{1*}, E. Abildayev¹, A. Zhapparova¹, A. Zhamangarayeva¹, Sh. Abdukhaimova¹
INFLUENCE OF ZEOLITE AND FERTILIZERS ON THE GROWTH, YIELD AND QUALITY OF
TOMATO (*SOLANUM LYCOPERSICUM*)

¹NPJSC "Kazakh National Agrarian Research University", 050010, Almaty,
Abay Avenue 8, Kazakhstan, *e-mail: v_tursunai@mail.ru

This study presents the results of research on the impact of fine fraction zeolite from the Shankhanai deposit on the yield and quality of Samaladay tomato fruits cultivated in the dark chestnut soils of southeastern Kazakhstan during 2023–2024. It has been established that the use of zeolite helps to increase yields, improve product quality and increase profitability. The control group (no fertilizers) yielded 22.3 tons per hectare, while treatments with zeolite and fertilizers showed increased yields. The maximum yield increase of 6.7 tons per hectare was achieved with 2 tons of zeolite combined with N₉₀P₉₀K₉₀ fertilizers. Increasing fertilizer doses raised the dry matter content in tomato fruits from 4.93% in the control group to 5.46% with zeolite and double doses of mineral fertilizers, with a slight increase in sugar content. Mineral fertilizers increased nitrate levels in tomato fruits, ranging from 61 to 78 mg/kg compared to the control (68 mg/kg), while zeolite application reduced nitrate levels by 7 mg/kg relative to the control. The content of mobile forms of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) in the 0–20 cm soil layer under tomato cultivation in the control group was 2.50, 0.70, 1.20, and 0.40 mg/kg, respectively. Zeolite application contributed to the reduction of these levels due to its ability to bind heavy metals and decrease their availability to plants. The analysis showed that using zeolite in tomato cultivation on dark chestnut soils increased yield by 3.1 tons per hectare and provided a profitability of 64% due to low costs, whereas combining zeolite with mineral fertilizers increased yield by 5.7–6.7 tons per hectare but reduced profitability to 42%.

Keywords: zeolite, fertilizers, tomato, yield, quality, nitrates, soil, microelements.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Василина Турсунай Кажымуратовна - ассоциированный профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология», PhD, e-mail: v_tursunai@mail.ru

2. Абилдаев Ержан Советбекович - декан факультета «Агробиология», PhD, e-mail: e-abildaev@mail.ru

3. Жаппарова Айгуль Абсултановна - профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: aigul7171@inbox.ru

4. Жамангараева Айгуль Нурдановна - старший преподаватель кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология», e-mail: zhamangaraeva_a@mail.ru

5. Абдухаимова Шырынкуль Нартайқызы - заместитель декана по воспитательной работе факультета «Агробиология», e-mail: shyrynkul.abdukhaimov@bk.ru