

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-73-78>
УДК: 635.64:631.559(470.46)

Н.В. Тютюма,
А.Н. Бондаренко*

ФГБНУ «Прикаспийский аграрный
федеральный научный центр РАН»
416251, Россия, Астраханская область,
Черноярский район,
с. Солёное Займище, кв. Северный-8

*Автор для переписки: bondarenko-a.n@mail.ru

Финансирование. Исследования проведены в рамках тематики НИР 2022...2024 гг. FNMW-2022-0012 «Разработать усовершенствованные зональные ресурсосберегающие агротехнологии, обеспечивающие повышение плодородия почвы, продуктивности сельскохозяйственных культур и качества продукции в природно-климатических условиях Северного Прикаспия».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Вклад авторов: Н.В. Тютюма: обобщение полученных данных, написание-рецензирование и редактирование рукописи. А.Н. Бондаренко: закладка полевого опыта, сбор фактического материала, написание рукописи.

Для цитирования: Тютюма Н.В., Бондаренко А.Н. Приемы повышения урожайности томата в условиях Астраханской области. *Овощи России*. 2024;(5):73-78.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-73-78>

Поступила в редакцию: 30.05.2024

Принята к печати: 11.07.2024

Опубликована: 27.09.2024

Natalya V. Tutuma,
Anastasia N. Bondarenko*

Federal State Budgetary Scientific Institution
«Precaspian Agrarian Federal Scientific Center
of Russian Academy of Sciences»
Severniiy-8, Solenoe Zaimishche,
Chernoyarsk district, Astrakhan region,
416251, Russia

*Corresponding Author: bondarenko-a.n@mail.ru

Funding. The research was conducted within the framework of the research topic 2022...2024. FNMW-2022-0012 "Develop improved zonal resource-saving agricultural technologies that ensure increased soil fertility, crop productivity and product quality in the natural and climatic conditions of the Northern Caspian region."

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: N.V. Tutuma: generalization of the obtained data, writing, reviewing and editing the manuscript. A.N. Bondarenko: laying out the field experiment, collecting factual material, writing the manuscript.

For citation: Tutuma N.V., Bondarenko A.N. Techniques for increasing tomato yield in Astrakhan region. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(5):73-78. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-73-78>

Received: 30.05.2024

Accepted for publication: 11.07.2024

Published: 27.09.2024

Приемы повышения урожайности томата в условиях Астраханской области

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Применение минеральных удобрений при возделывании томата в первую очередь должно обеспечивать наилучшие условия питания растений в течение всего периода вегетации в соответствии с их потребностью.

Методика исследований. Целью исследования являлось усовершенствование зональной технологии возделывания томата открытого грунта с использованием листовых подкормок препаратами KCL и KNO₃, направленной на повышение уровня урожайности при орошении в условиях севера Астраханской области. Полевые эксперименты были проведены на опытном орошаемом участке землепользования ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН» в период с 2021 по 2023 годы. В ходе работы был проведен сравнительный анализ различных норм применения препаратов с выделением наиболее перспективного варианта.

Результаты. Трехлетними исследованиями было установлено, что применение калийного удобрения KCl с концентрацией 0,5%, на 30-40 сут. после высадки (цветение), 50 сут. после высадки и 60 сут. после высадки дало существенную прибавку урожая относительно контрольного варианта. По итогам проведенного анализа, в среднем за пять сборов, был выделен вариант Фон + 3 обработки KCl (концентрация 0,5%), который имел наиболее высокие показатели по урожайности – 130,56 т/га. Данный вариант существенно отличался как от контроля, так и от других вариантов находящихся в изучении. Прибавка относительно контроля составила + 4,08 т/га или + 3,2%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

томат, гибрид, удобрения, листовые обработки, урожайность

Techniques for increasing tomato yield in Astrakhan region

ABSTRACT

Relevance. The use of mineral fertilizers in the cultivation of tomato in the first place should ensure the best conditions for the nutrition of plants during the entire growing season in accordance with their need.

The research methodology was based on generally accepted methods for vegetable growing. The main goal of this study was to improve the zonal technology for cultivating tomato in open ground using leaf dressing with KCL and KNO₃ preparations, aimed at increasing the level of yield during irrigation in the north of the Astrakhan region. Field experiments were carried out at the experimental irrigated land use area of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences" in the period from 2021 to 2023. The scientific novelty of the study was the theoretical and practical justification for the use of leaf dressing with KCL and KNO₃ in the cultivation of vegetables, aimed at the formation of highly productive commercial products.

Results. During the research work, a comparative analysis of various standards of use of drugs was carried out, highlighting the most promising option. Three-year studies found that the use of potassium fertilizer KCl with a concentration of 0.5%, 30... 40 days. after planting (flowering), 50 days. after planting and 60 days. after planting gave a significant increase in yield relative to the control option.

Conclusions. Based on the results of the analysis, an average of five charges, the KCl treatment variant Background + 3 (concentration 0.5%) was identified, which had the highest yield of 130.56 t/ha. This option was significantly different from both control and other options under study. The increase relative to the control was + 4.08 t/ha or + 3.2%.

KEYWORDS:

tomato, hybrid, fertilizers, leaf processing, yield

Введение

Томат довольно хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений [1,2,3]. Также растения томата положительно отзываются на листовые обработки стимуляторами роста [4,5,6].

Почвенно-климатические условия Нижнего Поволжья позволяют при внесении минеральных удобрений в дозах N – 200-220, P₂O₅ – 90-120 и K₂O — 120-140 в сочетании с орошением получать в открытом грунте урожай томата на уровне 80-100 т/га [7,8]. По данным Бочарова В.Н. и др., на каштановых почвах Астраханской области однократное основное внесение минеральных удобрений в дозе N₁₈₀P₁₃₅K₈₀ и дробное (N₁₀₀P₁₃₅K₈₀ в основное и N₈₀ в подкормку) обеспечивает получение 85-90 т/га томата [9].

Представлены результаты Пастуховой А.В и др. за 2018-2020 годы, полученные при проведении научно-исследовательской работы по изучению влияния азотных удобрений карбамидно-аммиачной смеси (КАС-32) и аммиачной селитры и их различных доз (40, 80 и 120 кг д.в/га) на качество плодов различных сортов томата, выращиваемого в открытом и защищенном грунте подтвердили положительное влияние доз разных азотсодержащих удобрений на структуру, качество и безопасность получаемой продукции томата. Такой результат позволил рекомендовать проверенные методы и нормы внесения удобрений в период вегетации растений [17].

Томат из почвы с урожаем выносит большое количество питательных элементов. Средний вынос питательных элементов растением по данным Гончаренко В.Е.: 110 кг азота, 30 кг фосфора, 115 кг калия на один га при урожае 10 т [10].

По данным Григоровой М.С., Кузнецова Ю.В., в среднем на 10 т томата выносятся с урожаем азота 35 кг, фосфора 11 кг, калия 59 кг. Потребление элементов питания томата в разные периоды значительно меняется [11, 12, 13].

По данным Кузнецова Ю.В., в условиях Нижнего Поволжья в период массового цветения растения томата потребляли N, P₂O₅ и K₂O в соотношении 1:0,3:0,75, в фазе плодообразования - 1:0,3:1,25, а перед уборкой – 1:1,7:0,3. [13].

Целью исследования явилось испытание листовых подкормок препаратами KCL и KNO₃ на томате открытого грунта.

В задачи исследований входило:

1. Определить действие листовых подкормок препаратами KCL и KNO₃ на основные показатели роста и развития томата;
2. Выявить высокопродуктивный вариант в зависимости от листовых подкормок препаратами KCL и KNO₃ на томатах открытого грунта по основным хозяйственно ценным признакам и уровню урожайности.

Материал изучения

Хлористый калий (KCL), он же хлорид калия – это концентрированное калийное удобрение. Выпускаемое как в порошковом, так и гранулированном виде. Хлористый калий относится к высокоэффективным удобрениям для всех видов садовых и огородных культур. Хлористый калий восполняет в почве запасы калия, который активно потребляют растения, способствует обогащению почвы микроэлементами.

Калиевая селитра (нитрат калия) KNO₃. Калиевая селитра является универсальным удобрением для плодовых и овощных культур. Калиевая селитра (KNO₃) – это эффективное водорастворимое удобрение с высоким содержанием калия и азота.

Научное обоснование направления исследования

Впервые для условий севера Астраханской области, в орошаемых условиях, разработаны и научно обоснованы нормы применения листовых подкормок препаратами KCL и KNO₃ на томатах открытого грунта.

Условия, материалы и методы

В опыте был использован гибрид томата агрофирмы «Седек» Ажур F₁. Предшественником являлся овощебахчевой севооборот. Агротехника в опыте осуществлялась в соответствии с зональными рекомендациями. Минеральные удобрения в виде подкормок вносили через систему капельного орошения 6 раз за вегетацию в следующие фазы развития растений (после высадки рассады в грунт (через 10 суток), бутонизация, начало цветения, полное цветение, начало образования плодов). За три листовые обработки по фазам развития растений суммарная потребность в калийных удобрениях составила: калий хлористый, KCL – 0,45 кг, калиевая селитра, KNO₃ – 0,45 кг. Фоновое внесение

Схема опыта

Варианты	Концентрация раствора, %		
	30-40 сут. после высадки (цветение) – 1-ая декада июня	50 сут. после высадки 2-ая декада июня	60 сут. после высадки 3-ая декада июня
1. NPK – фон (контроль) Внесение: азотоски NPK 16:16:16, аммиачной селитры, моноамонийфосфата, сульфата калия (подача трех последних видов удобрений осуществляется при помощи фертигации)	-	-	-
2. Фон + 3 обработки KCL	0,5	0,5	0,5
3. Фон + 3 обработки KCL	1,0	1,0	1,0
4. Фон + 3 обработки KNO ₃	0,5	0,5	0,5
5. Фон + 3 обработки KNO ₃	1,0	1,0	1,0

минеральных удобрений на 1 га в кг д. в.: аммиачная селитра – 111 кг, моноаммоний фосфат – 188 кг, сульфат калия – 168 кг.

Опыт был заложен в трехкратной повторности, схема размещения вариантов рендомизированная [14]. Размеры опытных делянок – 10 м².

Урожай учитывали за 5 сборов с каждой повторности с 10 учетных растений по мере созревания плодов, согласно Методическим указаниям по изучению подержанию мировой коллекции овощных, пасленовых культур (томаты, перцы, баклажаны, по ред. академика ВАСХНИЛ Д.Д. Брежнева, 1977), а также согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [15, 16].

Экономическая оценка изученных листовых подкормок (KCl и KNO₃) на культуре томата открытого грунта была проведена по Методике определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники (1998), а также Методическим рекомендациям [18, 19].

Результаты исследований и их обсуждение

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка весной до закладки опыта. Отборы почвенных проб на опытном поле были произведены 4 марта. В результате агрохимического анализа проведенного в ФГБУ «ЦАС «Волгоградский» испытательной лаборатории были получены следующие результаты по горизонту 0-20 см и 20-40 см (табл. 1).

Агрохимическая характеристика почвы после проведения опыта (по вариантам опыта). Проведенный агрохимический анализ почв опытного участка по вариантам опыта в горизонте почвы 0-20 см показал существенное изменение по содержанию основных элементов питания. Так, на контрольном варианте, так и на вариантах KCl (концентрация 1%) и на варианте KNO₃ (концентрация 0,5%) с листовыми обработками после окончания опыта содержание нитратного N существенно сократилось до 6,15-22,7 мг/кг почвы от первоначального значения 30,0 мг/га (табл. 2).

В вариантах Фон + 3 обработки KCl (концентрация 0,5%) и Фон + 3 обработки KNO₃ (концентрация 1%) наблюдался существенный рост данного показателя до

166-257 мг/кг. Содержание подвижного Р также оказалось велико, и по вариантам опыта разнилось от 39 до 93 мг/кг почвы. Несущественное увеличение содержания обменного К было отмечено только на варианте Фон + 3 обработки KCl (концентрация 0,5%) до 292,5 мг/кг почвы. В остальных вариантах отмечалось снижение данного показателя до 214,5-181 мг/кг, что существенно отличалось от первоначального значения 260,0 мг/кг при закладке полевого опыта.

Результаты показателей проб по хлоридам по горизонту 0-20 и 20-40 см не выявили каких-то существенных изменений по всем вариантам опыта, начиная от времени закладки опыта и после завершения опыта. В среднем, данный показатель составлял при закладке опыта 0,14 ммоль/100 г и после завершения опыта – 0,10-0,13 ммоль/100 г (табл. 3).

Структура и качество урожая. Учет товарных и нетоварных плодов, продуктивность с 1 растения, средняя масса плода, среднее число плодов на 1 растение проводился с 10 учетных растений делянки с каждой повторности. По итогам проведенного анализа, в среднем за пять сборов, был выделен вариант Фон + 3 обработки KCl (концентрация 0,5%), который имел наиболее высокие показатели по элементам структуры урожая (табл. 3).

Общее число плодов составляло 209,0 шт., что превышало контрольный вариант на 50 шт. Общий вес, так же оказался максимальным 31,6 кг с 10 учётных растений. Продуктивность с 1 растения была равна 3,2 кг, средний вес плода - 160,4 г, среднее число плодов на 1 растение было равным 21,8 шт.

Варианты листовых обработок (Фон + 3 обработки KCl (концентрация 1%), Фон + 3 обработки KNO₃ (концентрация 0,5%), Фон + 3 обработки KNO₃ (концентрация 1%), которые аналогично, присутствовали в опыте, были, менее результативными, по некоторым параметрам даже оказались ниже контрольного варианта (табл. 4). К примеру, продуктивность с 1 растения, которая варьировала от 2,5 до 3,1 кг, среднее число плодов от 15,8 до 18,8 шт., общая масса с делянки – от 24,8 до 30,5 кг. При этом в контроле общая масса был равен 24,0 кг, продуктивность с 1 растения 2,4 кг, средняя масса плода 159,8 г.

Таблица 1. Результаты показателей пробы по горизонтам
Table 1. Results of sample indicators by horizons

Показатели	Единица измерения	НД* на испытания	Фактическое значение	
			0-20 см	20-40 см
Гумус	%	ГОСТ 26213-91	0,88/0,92	0,84/0,88
pH _{KCL}		ГОСТ 26483-85	7,64/7,64	7,64/7,64
Аммонийный N	мг/кг	ГОСТ 26489-85	5,2/5,3	5,2/5,2
Нитратный N	мг/кг	ГОСТ 26951-86	30/3,0	4,9/4,9
Подвижный Р	мг/кг почвы	ГОСТ 26205-91	27,0/30,0	20,0/21,0
Обменный К	мг/кг почвы	ГОСТ 26205-91	260,0/270,0	225,0/232,0
Содержание хлора в слоях почвы	ммоль/100 г почвы или (%)	ГОСТ 26425-85	0,14/0,14	0,14/0,14

*НД – нормативные документы

Таблица 2. Результаты показателей пробы по горизонтам
Table 2. Results of sample indicators by horizons

Показатели	NPK – фон (контроль)			Фон + 3 обработки KCl (концентрация 0,5%)			Фон + 3 обработки KCl (концентрация 1%)			Фон + 3 обработки KNO ₃ (концентрация 0,5%)			Фон + 3 обработки KNO ₃ (концентрация 1%)		
	I повт*.	II повт.	среднее	I повт.	II повт.	среднее	I повт.	II повт.	среднее	I повт.	II повт.	среднее	I повт.	II повт.	среднее
0-20 см															
pH (водный)	7,0	7,1	7,05	7,1	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2	7,1	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2
Хлориды, %	0,004	0,005	0,004	0,011	0,011	0,011	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005
Хлориды, ммоль/100 г	0,10	0,15	0,125	0,30	0,30	0,3	0,10	0,10	0,1	0,10	0,15	0,125	0,15	0,15	0,15
Аммонийный N, мг/кг	5,2	4,7	4,95	64,6	62,0	63,3	2,8	2,2	2,5	2,6	2,5	2,55	66,9	68,5	67,7
Нитратный N, мг/кг	18,6	19,5	19,05	251	263	257	24,0	21,4	22,7	6,3	6,0	6,15	166	166	166
Подвижный P, мг/кг почвы	57	62	59,5	94	92	93	43	35	39	56	53	54,5	86	84	85
Обменный K, мг/кг почвы	194	192	193	298	287	292,5	210	216	213	181	181	181	210	219	214,5
20-40 см															
Хлориды, %	0,004	0,004	0,004	0,009	0,007	0,008	0,004	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004
Хлориды ммоль/100 г	0,10	0,10	0,10	0,25	0,20	0,22	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,13	0,15	0,10	0,13

Повт* – повторность

Таблица 3. Средние показатели элементов структуры урожая (за 5 сборов) с 10 учётных растений, среднее за 2021-2023 годы
Table 3. Average indicators of crop structure elements (for 5 harvests) from 10 accounting plants, average for 2021-2023

Испытываемый фактор	Общее число плодов, шт.	Общая масса, кг	Число товарных плодов, шт.	Масса товарных плодов, кг	Число нетоварных плодов, шт.	Масса нетоварных плодов, кг	Продуктивность плодов с 1 растения, кг	Средняя масса плода, г	Среднее число плодов на 1 растении, шт.
NPK – фон (контроль)	150,0	24,0	146,0	23,2	4,0	0,8	2,4	159,8	15,5
Фон + 3 обработки KCl (концентрация 0,5%)	209,0	31,6	200,0	30,2	9,0	1,4	3,2	160,4	21,8
Фон + 3 обработки KCl (концентрация 1%)	186,0	27,8	181,0	27,1	5,0	0,7	2,8	152,1	18,8
Фон + 3 обработки KNO ₃ (концентрация 0,5%)	159,0	30,5	151,0	29,1	8,0	1,4	3,1	189,2	15,8
Фон + 3 обработки KNO ₃ (концентрация 1%)	156,0	24,8	149,0	23,9	7,0	0,9	2,5	158,2	16,8
HCP ₀₅	68,9	8,3	65,1	8,0	7,7	1,2	0,8	40,5	6,4

Биохимические анализы качества плодов томата Ажур F₁ были проведены в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Государственный центр агрохимической службы «Астраханский» по следующим показателям: содержание сухого вещества, % (ГОСТ 31640-2012), массовая доля нитратов мг/кг (МУ 5048-89), массовая доля витамина С, % (ГОСТ 24556-89), массовая доля сахара, % (ГОСТ 8756.13-87).

По результатам биохимического анализа, приведенного в таблице 6 необходимо выделить следующее, что содержание сухого вещества (%) по всем вариантам опыта было в пределах ошибки особых отличий практически не наблюдалось. Диапазон данного показателя находился в пределах 5,8-6,1%.

Массовая доля нитратов во всех вариантах была даже ниже ПДК и варьировала от 33,1 до 40,5 мг/кг. Высокие показатели витамина С (%) были получены на двух вариантах с листовой обработкой KCl (концентрация 0,5%) и KNO₃ (концентрация 1%) от 52,0 до 52,9%. Вариант NPK – фон (контроль) и Фон+3 обработки KNO₃ (концентрация 1%) отличались высокими значениями массовой доли сахаров 2,9%. Необходимо отметить следующее, что изучаемый гибрид томата Ажур F₁ по результатам исследований оказался в итоге с низким значением массовой доли сахара менее 4,0% (ПДК) (табл. 4).

Результаты экономического анализа возделывания томата Ажур F₁ с использованием листовых подкормок препаратами KCl и KNO₃

Таблица 4. Биохимический анализ плодов после проведения опыта, среднее за 2021-2023 годы
Table 4. Biochemical analysis of fruits after the experiment, average for 2021-2023

Испытываемый фактор	Показатели																			
	содержание сухого вещества, %					массовая доля нитратов, мг/кг					массовая доля витамина С, %					массовая доля сахара, %				
	I	II	III	IV	среднее	I	II	III	IV	среднее	I	II	III	IV	среднее	I	II	III	IV	среднее
НРК – фон (контроль)	5,4	5,9	6,7	5,2	5,8	<30	44,0	< 30	46,0	37,5	34,3	46,6	30,3	49,8	40,3	1,6	1,3	3,3	2,4	2,2
Фон + 3 обработки КСl (концентрация 0,5%)	5,6	5,1	5,9	6,4	5,8	35,0	42,0	32,0	53,0	40,5	61,7	37,5	50,7	58,0	52,0	2,2	2,0	2,9	3,5	2,7
Фон + 3 обработки КСl (концентрация 1%)	5,7	5,3	6,1	6,7	6,0	37,5	32,0	< 30	47,0	36,6	35,4	44,1	48,9	63,0	47,9	2,8	2,6	2,9	3,3	2,9
Фон + 3 обработки КNO ₃ (концентрация 0,5%)	5,3	5,2	6,5	6,6	5,9	39,5	< 30	33,0	< 30	33,1	28,9	30,7	50,3	57,7	41,9	1,4	2,6	3,7	3,4	2,8
Фон + 3 обработки КNO ₃ (концентрация 1%)	5,6	6,1	6,3	6,2	6,1	31,0	57	< 30	36,0	38,5	40,7	40,2	64,3	66,4	52,9	2,4	2,6	3,3	3,3	2,9
ПДК	5-9%					150 мг/кг					34,0%					4,0%				
НСП ₀₅	0,7					12,3					14,2					0,7				

Таблица 5. Результаты экономического анализа возделывания томата Ажур F₁ с использованием листовых подкормок препаратами KCl и KNO₃, среднее за 2021-2023 годы
Table 5. Results of the economic analysis of the cultivation of tomato Azhur F₁ using foliar feeding with KCl and KNO₃, average for 2021-2023

Варианты	Испытуемый фактор	Урожайность, т/га	Общие затраты, тыс. руб./га	Себестоимость, тыс. руб./т	Стоимость реализованной продукции, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб./га	Чистый доход на 1 т/руб.	Рентабельность, %	Экономическая эффективность, руб./на руб. вложенных затрат
1 вариант	НРК – фон (контроль)	97,92	444020,79	4534,53	1468800,00	1024779,21	10465,47	230,80	3,31
2 вариант	Фон + 3 обработки KCl (концентрация 0,5%)	130,56	443278,29	3395,21	1958400,00	1515121,71	11604,79	341,80	4,42
3 вариант	Фон + 3 обработки KCl (концентрация 1%)	126,48	442921,59	3501,91	1897200,00	1454278,41	11498,09	328,34	4,28
4 вариант	Фон + 3 обработки KNO ₃ (концентрация 0,5%)	114,24	443570,19	3882,79	1713600,00	1270029,81	11117,21	286,32	3,86
5 вариант	Фон + 3 обработки KNO ₃ (концентрация 1%)	102,0	445055,79	4363,29	1530000,00	1084944,21	10636,71	243,78	3,44

Цена реализации продукции 15 руб. за 1 кг

Проведенный анализ экономической эффективности по возделыванию томата Ажур F₁ с использованием листовых обработок, различными калийными удобрениями, выявил высокорентабельный вариант Фон + 3 обработки KCl (концентрация 0,5%) с рентабельностью производства 341,80%. Себестоимость 1 тонны выращенной продукции составляла 3395,21 руб., чистый доход 1 га 1515121,71 руб. чистый доход на 1 т был равен 11604,79 руб., экономическая эффективность вложенных затрат 4,42 руб./руб. при урожайности 130,56 т/га. Данный вариант существенно отличался как от контроля, так и от других вариантов, находящихся в изучении. Прибавка относительно контроля составила + 4,08 т/га или + 3,2% (табл. 5).

Заключение

1. В результате трехлетних исследований проведен сравнительный анализ с выделением наиболее перспективного варианта листовой подкормки удобрениями. Обоснованы элементы ресурсосберегающей технологии возделывания томата в условиях орошения, обеспечивающие получение высокопродуктивной товарной продукции.

2. Использование калийного удобрения KCl (концентрация 0,5%), согласно установленной рекомендации, дало существенную прибавку урожая относительно контрольного варианта, и среднем по повторностям составляла + 4,08 т/га или + 3,2%. Рентабельность производства по данному варианту находилась на уровне 341,80%, при общих затратах на производство 443278,29 р./га.

• Литература

1. Алиева К.А. Влияние различных доз азотных удобрений на продуктивность томата и агрохимические свойства серо-бурой почвы на Апшеронском полуострове (Азербайджан). *Почвы и окружающая среда*. 2018;1(3):118-123.
2. Agarwal A., Sharma U., Ranjan R., Nasim M. Combining Ability Analysis for Yield, Quality, Earliness, and YieldAttributing Traits in Tomato. *International Journal of Vegetable Science*. 2017;23(6):605-615.
3. Zhu Q., Ozores-Hampton M., Li Y.C., Morgan K.T. Phosphorus application rates affected phosphorus partitioning and use efficiency in tomato production. *Agronomy Journal*. 2018;110(5):2050-2058. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.03.0152> <https://elibrary.ru/zbtuml>
4. Байрамбеков Ш.Б., Анишко М.Ю., Гуляева Г.В., Гарьянова Е.Д. Действие некорневых подкормок на продуктивность томата в условиях дельты Волги. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2019;2(54):63-69. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-02-6> <https://elibrary.ru/zbtuml>
5. Зволинский В.П., Плещачев Ю.Н., Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В. Влияние макро- и микроудобрений на качество плодов томата. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2019;1(53):32-41. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-01-3> <https://elibrary.ru/aciqah>
6. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Нарушев В.Б. и др. Приемы повышения продуктивности томата и картофеля при орошении в Поволжье. *Аграрный научный журнал*. 2017;4(4):36-40. <https://elibrary.ru/ynbirb>
7. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Убушаева С.В. и др. Влияние агротехнических приемов на рост, развитие и продуктивность томата в условиях Нижнего Поволжья. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2017;2(2):111-118. <https://elibrary.ru/zrtddh>
8. Бородычев В.В., Кузнецов Ю.В., Деметьев А.В. Водопотребление томата при капельном орошении. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2007;2(2):23-25. <https://elibrary.ru/zrtcxh>
9. Бочаров В.В., Киселева Н., Соколова Г. Применение минеральных удобрений под овощные культуры в дельте Волги. *Овощеводство и тепличное хозяйство*. 2012;5(5):28-29.
10. Гончаренко В.Е. Разработка и обоснование системы удобрения овощных культур в Лесостепи Украины. 2014. 35 с.
11. Григоров М.С., Кружилин Ю.И., Ходяков Е.А. Водосберегающие технологии выращивания томата. Проблемы научного обеспечения экономической эффективности орошаемого земледелия в рыночных условиях. ВГСА. Волгоград. 2001. С. 74-75.
12. Григоров М.С., Кузнецов Ю.В. Перспективы применения капельного орошения в Волгоградской области. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2003;4(4):2-5.
13. Кузнецов Ю.В. Вынос питательных веществ томатом зависит от водного режима почвы. Картофель и овощи. 2006;5(5):11-12.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 315 с.
15. Брежнев Д.Д. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции овощных пасленовых культур (томаты, перец, баклажаны). Л., 1977. 24 с.
16. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск четвертый картофель, овощные и бахчевые культуры. М.: «Министерство сельского хозяйства РФ». 2015. 61 с.
17. Пастухова А.В., Петров А.Ф., Гаврилец Н.В. Влияние форм и доз вносимых удобрений на показатели качества плодов томата. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021;11(205):31-40. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-205-11-31-40> <https://elibrary.ru/gtrhfc>
18. Шпилюк А.В. и др. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Часть 1. Методические указания. М.: РИЦ ГОСНИТИ, 1998. 331 с.
19. Эффективность сельскохозяйственного производства (методические рекомендации) /Под ред. И.С. Санду, В.А. Свободина, В.И. Нечаева, М.В. Косолаповой, В.Ф. Федоренко. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. С. 46-50.

• References (In Russ.)

1. Aliyeva K.A. Effect of different doses of nitrogen fertilizers on tomato production and agrochemical properties of gray-brown soil on the Absheron Peninsula (Azerbaijan). *Soils and the environment*. 2018;1(3):118-123. (In Russ.)
2. Agarwal A., Sharma U., Ranjan R., Nasim M. Combining Ability Analysis for Yield, Quality, Earliness, and YieldAttributing Traits in Tomato. *International Journal of Vegetable Science*. 2017;23(6):605-615.
3. Zhu Q., Ozores-Hampton M., Li Y.C., Morgan K.T. Phosphorus application rates affected phosphorus partitioning and use efficiency in tomato production. *Agronomy Journal*. 2018;110(5):2050-2058. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.03.0152> <https://elibrary.ru/zbtuml>
4. Bayrambekov Sh. B., Anishko M.Yu., Gulyaeva G.V., Garyanova E.D. The effect of non-root feeding on tomato productivity in the Volga delta. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2019;2(54):63-69. (In Russ.) <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-02-6> <https://elibrary.ru/zbtuml>
5. Zvolinsky V.P., Pleskachev Yu.N., Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Influence of macro- and micro-fertilizers on the quality of tomato fruits. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2019;1(53):32-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-01-3> <https://elibrary.ru/aciqah>
6. Kalmykova E.V., Petrov N.Yu., Narushev V.B. et al. Techniques for increasing the productivity of tomato and potatoes during irrigation in the Volga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2017;4(4):36-40. (In Russ.) <https://elibrary.ru/ynbirb>
7. Kalmykova E.V., Petrov N.Yu., Ubushaeva S.V. et al. The influence of agrotechnical techniques on the growth, development and productivity of tomato in the conditions of the Lower Volga region. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2017;2(2):111-118. (In Russ.) <https://elibrary.ru/zrtddh>
8. Borodychev V.V., Kuznetsov Yu.V., Dementiev A.V. Water consumption of tomatoes for drip irrigation. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2007;2(2):23-25. (In Russ.) <https://elibrary.ru/zrtcxh>
9. Bocharov B.V., Kiseleva N., Sokolova G. Application of mineral fertilizers for vegetable crops in the Volga delta. *Vegetable growing and greenhouse farming*. 2012;5(5):28-29.
10. Goncharenko V.E. Development and justification of the fertilization system for vegetable crops in the Forest-Steppe of Ukraine. 2014. 35 p. (In Russ.)
11. Grigorov M.S., Kruzililn Yu.I., Khodyakov E.A. Water-saving technologies for growing tomatoes. Problems of scientific provision of economic efficiency of irrigated agriculture in market conditions. HCCA. Volgograd. 2001. Pp. 74-75. (In Russ.)
12. Grigorov M.S., Kuznetsov Yu.V. Prospects for the use of drip irrigation in the Volgograd region. *Land reclamation and water management*. 2003;4(4):2-5. (In Russ.)
13. Kuznetsov Yu.V. The removal of nutrients by tomato depends on the water regime of the soil. *Potatoes and vegetables*. 2006;5(5):11-12. (In Russ.)
14. Dospekhov B.A. Field Experience Methodology. M.: Agropromizdat. 1985. 315 p. (In Russ.)
15. Brezhnev D.D. Guidelines for the study and maintenance of the world collection of vegetable nightshade crops (tomatoes, peppers, eggplants). L., 1977. 24 p. (In Russ.)
16. Methods of State Variety Testing of Crops. Release fourth potatoes, vegetables and melons. M.: "Ministry of Agriculture of the Russian Federation." 2015. 61 p. (In Russ.)
17. Pastukhova A.V., Petrov A.F., Gavrilits N.V. Influence of forms and doses of applied fertilizers on quality indicators of tomato fruits. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2021;11(205):31-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-205-11-31-40> <https://elibrary.ru/gtrhfc>
18. Shpilko A.V. et al. Methodology for determining the economic efficiency of technologies and agricultural machinery. Part 1. Guidelines. M.: RIC GOSNITI, 1998. 331 p. (In Russ.)
19. Efficiency of agricultural production (guidelines) / Ed. I.S. Sandu, V.A. Svobodina, V.I. Nechaeva, M.V. Kosolapova, V.F. Fedorenko. - M.: FGBNU "Rosinformagrotech," 2013. Pp. 46-50. (In Russ.)

Об авторах:

Наталья Владимировна Тютюма – доктор с.-х. наук, член-корр. РАН, директор ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», tutumanv@list.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6582-2628>, SPIN-код: 8392-3931

Анастасия Николаевна Бондаренко – доктор с.-х. наук, зав. лабораторией агротехнологий овощных культур, автор для переписки, bondarenko-a.n@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4816-5667>, SPIN-код: 2590-2399

About the Authors:

Natalya V. Tyutyuma – Dr. Sci. (Agriculture), Corresponding Member of RAS, tutumanv@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6582-2628>, SPIN-code: 8392-3931

Anastasia N. Bondarenko – Dr. Sci. (Agriculture), Head Laboratory of Agricultural Technologies of Vegetable Crops, Corresponding Author, bondarenko-a.n@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4816-5667>, SPIN-code: 2590-2399