

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-60-64>
УДК 635.64:631.674.6(470.61)

В.А. Борисов¹, В.С. Соснов²,
А.М. Меньших^{1*}, И.Ю. Васючков¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) 140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500

² Бирючукская овощная селекционная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (Бирючукская ОСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО) 346414, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Селекционная, д. 19

*Автор для переписки:
soulsunnet@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Для цитирования: Борисов В.А., Соснов В.С., Меньших А.М., Васючков И.Ю. Эффективность основного внесения удобрений и подкормок томата при капельном орошении на обыкновенных чернозёмах Ростовской области. *Овощи России*. 2022;(4):60-64.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-60-64>

Поступила в редакцию: 08.04.2022

Принята к печати: 23.06.2022

Опубликована: 20.07.2022

Valery A. Borisov¹, Vyacheslav S. Sosnov²,
Aleksandr M. Menshikh^{1*}, Igor Yu. Vasyuchkov¹

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center 500, Vereya village, Ramensky urban district, Moscow region, Russia

² Birutchevskaya Vegetable Experimental Station – branch of FSBSI Federal Scientific Vegetable Center 19, Selektionnaya st., Novocherkassk, Rostov region, Russia

*Corresponding author: soulsunnet@gmail.com

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Borisov V.A., Sosnov V.S., Menshikh A.M., Vasyuchkov I.Yu. Efficiency of the main application of fertilizers and top dressing of tomato under drip irrigation on ordinary chernozems of the Rostov region. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(4):60-64. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-60-64>

Received: 08.04.2022

Accepted for publication: 23.06.2022

Published: 20.07.2022

Эффективность основного внесения удобрений и подкормок томата при капельном орошении на обыкновенных чернозёмах Ростовской области



Резюме

Актуальность. В современном овощеводстве южных и центральных регионов России широко используются новые научные разработки, включающие в себя использование новых сортов и гибридов, систему капельного орошения, фертигацию растворимыми удобрениями с микроэлементами. Все эти агроприёмы позволяют в несколько раз увеличить урожайность овощных культур, а также очень существенно повысить эффективность вносимых удобрений.

Целью нашей работы было установить эффективность применения расчётных доз минеральных удобрений под томат при основном внесении и подкормках в условиях капельного орошения. Исследования проводили в 2019-2021 годах на обыкновенном тяжелосуглинистом чернозёме опытного участка Бирючукской овощной селекционной опытной станции (БОСОС) ФНЦО (Ростовская обл., г. Новочеркасск) с новым сортом томата Красный банкир.

Результаты. Выявлено, что без внесения удобрений урожайность томатов была на уровне 32-35 т/га; применение в основное внесение рекомендуемой дозы $N_{120}P_{120}K_{120}$ увеличивало урожайность до 64-72 т/га; использование расчётной дозы минеральных удобрений (на урожайность 100 т/га) повышало урожайность томатов до 89-99 т/га. Применение трёхкратной корневой подкормки растений при капельном орошении увеличивало урожайность на 21%, а при листовой подкормке – на 2-8%. В качестве корневых подкормок при капельном поливе использовался раствор микрокристаллического водорастворимого удобрения «Мастер» различного соотношения питательных элементов, а при листовых подкормках органоминерального наноудобрения с ростостимулирующей активностью «Арксоил ККР». В целом, комплекс агрохимических приёмов позволил увеличить урожайность томата при капельном орошении с 33,7 до 102,8 т/га, более чем в 3 раза, без снижения содержания сухого вещества в плодах и отсутствия нитратного загрязнения продукции.

Ключевые слова: томат, минеральные удобрения, капельное орошение, подкормки, урожайность, качество

Efficiency of the main application of fertilizers and top dressing of tomato under drip irrigation on ordinary chernozems of the Rostov region

Abstract

Relevance. In modern vegetable growing in the southern and central regions of Russia, new scientific developments are widely used, including the use of new varieties and hybrids, a drip irrigation system, fertigation with soluble fertilizers with microelements. All these agricultural practices make it possible to increase the yield of vegetable crops by several times, as well as to significantly increase the efficiency of applied fertilizers. The purpose of our work was to establish the effectiveness of the use of calculated doses of mineral fertilizers for tomato with the main application and top dressing under drip irrigation.

Methodology. Research in 2019-2021 on ordinary heavy loamy chernozem of the experimental field of the Birutchevskaya Vegetable Experimental Station – branch of FSBSI Federal Scientific Vegetable Center (Rostov Region, Novocherkassk) with a new variety of tomato Krasny banker.

Results. It was revealed that without fertilization, the yield of tomatoes was at the level of 32-35 t/ha; the use of the recommended dose of $N_{120}P_{120}K_{120}$ in the main application increased the yield to 64-72 t/ha; the use of the estimated dose of mineral fertilizers (for a yield of 100 t/ha) increased the yield of tomatoes to 95 t/ha. The use of three-fold root feeding of plants with drip irrigation increased the yield by 21%, and with foliar feeding – by 2-8%. As a root top dressing for drip irrigation, a solution of microcrystalline water-soluble fertilizer "Master" with a different ratio of nutrients was used, and for foliar top dressing, an organomineral nanofertilizer with growth-stimulating activity "Arksoil KKR" was used. In general, a set of agrochemical practices made it possible to increase the tomato yield under drip irrigation from 33.7 to 102.8 t/ha, more than 3 times, without reducing the dry matter content in fruits and without nitrate contamination of products.

Keywords: tomato, mineral fertilizers, drip irrigation, top dressing, productivity, quality

Томат является одной из основных овощных культур, особенно большие площади он занимает в южных регионах нашей страны, преимущественно на выщелоченных, типичных и обыкновенных чернозёмах, где для этой культуры существуют благоприятные почвенно-климатические условия. Однако в целом в России уровень урожайности томата и валовое его производство недостаточно для обеспечения продовольственной безопасности страны; значительные объёмы томата импортируются.

Важнейшее значение для повышения урожайности томата имеет научно-обоснованная система применения удобрений в условиях капельного орошения и фертигации при возделывании новых интенсивных сортов и гибридов.

В 2019-2021 годах на обыкновенных чернозёмах опытного поля БОСОС (Ростовская обл., г. Новочеркасск) были проведены детальные исследования по повышению агрономической эффективности применения удобрений под культуру рассадного томата сорта Красный банкир (оригинатор: ООО ССЦ Ростовский ООО Агрофирмы «Поиск», Россия). Направление использования сорта: салатный. Срок созревания – среднеранний. Растение детерминантное, лист средней длины, темно-зеленой окраски. Соцветие простое. Плодоножка с сочленением. Плод округлой формы, плотный, слаборебристый. Масса плода – 250-300 г. Окраска незрелого плода светло-зеленая, зрелого – ярко-красного.

Методика исследований

В схему опыта были включены варианты без применения удобрений (контроль), рекомендованная доза удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$, половинная доза $N_{60}P_{60}K_{60}$, расчётная доза на урожайность 100 т/га $N_{314}P_{217}K_{157}$, а также варианты с корневыми и листовыми подкормками растворимыми удобрениями в период вегетации растений на фоне основного внесения минеральных удобрений; последние в форме аммиачной селитры (34%), двойного суперфосфата (43%) и хлористого калия (60%) вносили под предпосевную культивацию. Корневую подкормку проводили раствором микрокристаллического водорастворимого удобрения «Мастер» с разным соотношением питательных веществ (разных марок) для трёх основных периодов вегетации: 18N:18P₂O₅:18K₂O:3MgO + МЭ – рост вегетативных органов (I декада июня); 18:40:13 + МЭ – образование завязей (I декада июля); 10:18:32 + МЭ – начало плодоношения (I декада августа), с капельным поливом из расчёта ¼ части рекомендованной дозы азота (N_{120}). Все

марки удобрения «Мастер» содержат следующие микроэлементы (МЭ): В 0,02%, Fe (ЭДТА) – 0,07%, Mn (ЭДТА) – 0,03%, Zn (ЭДТА) – 0,01%, Cu (ЭДТА) – 0,005%, Mo – 0,01%. Листовую подкормку раствором органоминерального удобрения с ростостимулирующей активностью «Арксойл ККР» проводили в те же фазы развития путём опрыскивания дозой 5 мл/10 л.

Арксойл. Концентрат коллоидного раствора (ККР), органоминеральное удобрение с ростостимулирующей активностью, биоантидот и биофунгицид. Предназначено для обработки семян и вегетирующих растений. Действующие вещества: инактивированные бактерии (титр $5-8 \cdot 10^{10}$ клеток до инактивации). *Pseudomonas aureofaciens* H16 (3 индолилуксусная кислота, α-алонин, α-глутаминовая кислота), *Bacillus megaterium* (поли-β-гидроксимасляная кислота), *Bacillus subtilis* (ауксины) и продукты их метаболизма, необходимый набор макро и микро элементов в хелатной форме. Обработки Арксойлом ККР можно проводить как корневые, так и внекорневые. Класс опасности – 4. Практически не опасен для пчел.

Расчёт дозы минеральных удобрений на урожайность 100 т/га был проведён по методике Патрона П.И. [2], испытанной на обыкновенных чернозёмах Молдавии, близких по почвенно-климатическим условиям с Ростовской областью. Потребление питательных веществ (кг) томатом на 10 т урожая: N 32, P₂O₅ 9, K₂O 45, что близко к обобщённым данным зарубежных исследователей. По нашим предыдущим исследованиям, уровень естественного плодородия обыкновенного чернозёма при капельном орошении обеспечивает получение около 30 т/га томата, поэтому доза удобрений была рассчитана на прибавку урожая 70 т/га с целью доведения общей урожайности до 100 т/га и составила $N_{314}P_{217}K_{157}$.

Почва опытного участка – тяжелосуглинистый обыкновенный чернозём с нейтральной реакцией среды (pH_{кол} 6-7,5), содержанием гумуса в слое 0,20 см 2,76-3,16%, мощным гумусовым слоем (до 70 см), содержанием общего азота 0,23%, подвижного фосфора 65-75 мг/кг, обменного калия 730-820 мг/кг (по Мачигину).

Погодные условия в годы проведения опытов в целом были благоприятны для выращивания томата, с тёплой и влажной весной, засушливым летним периодом, что при капельном поливе обеспечило получение высоких урожаев плодов (табл. 1). За период вегетации растений для поддержания влажности почвы на уровне 70:70:70% НВ и

Таблица 1. Метеорологические условия (2019-2021 годы), БОСОС
Table 1. Meteorological conditions (2019-2021), BVES

Месяцы	Температура воздуха, °С				Осадки, мм			
	2019	2020	2021	средне-многолетние	2019	2020	2021	средне-многолетние
Май	9,6	14,7	17,6	16,5	74,8	59,3	75,6	38,2
Июнь	25,6	21,9	22,4	20,8	15,5	49,3	76,4	60,2
Июль	23,1	24,2	24,6	24,1	48,1	34,0	65,5	54,8
Август	23,0	21,8	24,6	22,2	14,9	33,0	49,0	42,9
Сентябрь	16,9	20,1	18,5	16,2	23,5	0	30,8	36,0
Сумма	-	-	-	-	176,8	175,6	297,3	232,1
∑t°>10°С	3311	3134	3419	-	-	-	-	-
Полив, кол-во	-	-	-	-	20	18	17	-
Оросит. норма м3/га	-	-	-	-	4480	4000	4050	-

глубиной увлажнения 0,3 м в начале вегетации и 0,4 м при плодообразовании было проведено 15–19 поливов нормой 3500–4050 м³/га.

Высадку 30-дневной рассады проводили во II декаде мая, по схеме [70x35] см, густота посадки 40–41 тыс. шт. растений/га; выборочные сборы – со II декады августа по II декаду сентября.

Защитные мероприятия от болезней и вредителей включали профилактические опрыскивания растений томата химическими препаратами, начиная с высадки рассады до начала массового плодообразования и биологическими препаратами (фитоспорин, фитOVERM) до массовой уборки плодов.

Все исследования проведены в соответствии с методическими разработками ВНИИО.

Результаты исследований. Исследования динамики содержания питательных элементов в почве (табл. 2) показали, что в начале вегетации уровень содержания мало отличался по вариантам опыта, а в период начала образования плодов содержание питательных веществ в почве возрастает, особенно при внесении высоких доз удобрений, и снижается до минимальных величин по нитратам и обменно калию к уборке урожая. Применение рекомендуемой дозы N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ несколько повышает содержание P₂O₅ и K₂O в почве и почти не влияет на содержание нитратов. Только применение высокой дозы азотных удобрений повысили уровень N-NO₃ с 3,6 до 5,0 5,1 мг/кг. Фосфатный и калийный режим питания чернозёмов от применения удобрений значительно улучшился.

Наблюдения за ростом и развитием растений в период вегетации выявили очень сильное различие по вариантам опыта (табл. 3). Минеральные удобрения, внесённые в рекомендованной дозе N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, ускоряли рост растений и увеличивали число завязей и плодов с 13,3 до 20,2 шт./растение, а наибольшее число плодов томата (31,8 шт./растение) отмечено при комплексном использовании расчётной дозы удобрений N₃₁₄P₂₁₇K₁₅₇ с корневыми и листовыми подкормками, что в 2,4 раза превышает контрольный вариант.

Следует отметить, что эта прибавка числа плодов получена за счёт расположения их не на центральном, а на боковых побегах, т.е. обильное питание растений томата стимулирует увеличение завязей и плодоношения на боковых побегах растения, изменяя характер самого габитуса растений.

Центральный побег является синонимом термина главный стебель у томата. При отсутствии удобрений куст формируется очень маленький и на главном стебле зачастую формируется всего одна кисть. В условиях применения удобрений куст образует более мощные побеги (пасынки) и большее количество плетей и плодов на них.

При высоких дозах удобрения совместно с орошением наблюдается более продолжительное цветение и плодоношение. Томат – культура ремонтантная, и для него характерны непрерывное цветение и плодоношение в течение всего вегетационного периода.

Общая масса плодов с растения томата под влиянием удобрений возрастала с 1370 г на контроле до 2790 г при внесении N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, и до 4090 г при комплексном применении расчётной дозы N₃₁₄P₂₁₇K₁₅₇ с корневой и листовой подкормками, т.е. в 3 раза (табл. 4). При этом средняя масса плода увеличилась незначительно (со 103 до 130 г), а основная прибавка урожайности получена за счёт увеличения числа плодов.

Этот довольно неожиданный результат указывает на очень важную роль оптимизации питания на продуктивный потенциал томатного растения.

Результаты учёта урожайности томата за 3 года исследований (табл. 5) показали, что внесение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ в сочетании с трёхкратными корневыми подкормками растворимыми удобрениями «Мастер», что практикуется в овощеводстве Ростовской области, позволили повысить урожайность томата на 61,3%, а дополнительно трёхкратная листовая подкормка «Аркасил ККР» ещё на 6,5%. Двойная доза удобрений в основное внесение N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ позволила увеличить урожайность томата более чем в 2 раза, с 33,7 до 69,0 т/га. Дополнительное внесение «Мастер» (трёхкратно) увеличило урожайность плодов с 69,0 до 76,2 т/га (21%).

Таблица 2. Динамика основных питательных веществ в почве (слой 0-20 см; среднее за 2019-2021 годы)
Table 2. Dynamics of the main nutrients in the soil (layer 0-20 cm; average for 2019-2021)

Вариант	N-NO ₃			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	мг/кг почвы								
	май	июль	сентябрь	май	июль	сентябрь	май	июль	сентябрь
Без удобрений (контроль)	6,7	5,1	3,6	64,3	57,6	61,0	728	692	690
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +КП*	7,3	5,2	2,2	74,5	74,2	67,0	780	732	695
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +КП+ЛП**	7,4	4,7	2,6	67,5	76,1	70,5	822	732	717
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	6,9	5,0	3,2	74,0	76,8	70,0	776	682	745
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +КП	7,1	4,4	4,2	67,5	76,8	70,5	774	772	735
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +КП+ЛП	6,7	4,5	4,5	71,0	77,6	64,0	755	738	730
N ₃₁₄ P ₂₁₇ K ₁₅₇ (100 т)	6,5	6,1	5,1	71,0	81,4	74,8	742	739	725
(NPK) расчет+КП	7,2	6,2	5,0	69,5	91,0	77,5	748	765	740
(NPK) расчет+КП+ЛП	6,7	6,2	5,0	73,2	85,8	78,5	772	766	710

* КП – корневая трёхкратная подкормка растений удобрением «Мастер»

**ЛП – листовая трёхкратная подкормка растений удобрением «Аркасил ККР»

Таблица 3. Характер расположения и количество плодов томата на растении в зависимости от применения удобрений (2019-2021 годы)
Table 3. Location and the number of tomato fruits on the plant, depending on the use of fertilizers (2019-2021)

Вариант	Количество плодов на одном растении, шт.				На центральном побеге, %			
	2019	2020	2021	среднее	2019	2020	2021	среднее
Без удобрений (контроль)	13,0	13,3	13,5	13,3	21,1	20,3	20,6	20,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +КП*	16,8	16,3	17,2	16,8	19,5	18,4	19,8	19,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +КП+ЛП**	18,0	16,9	17,7	17,5	20,8	18,3	19,5	19,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	19,7	20,1	20,8	20,2	21,6	17,9	18,9	19,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +КП	21,5	20,5	21,9	21,3	20,9	17,1	18,3	18,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +КП+ЛП	22,8	21,2	22,4	22,1	20,8	16,8	18,2	18,6
N ₃₁₄ P ₂₁₇ K ₁₅₇ (100т)	35,5	23,3	30,6	29,8	15,5	15,9	16,5	16,0
(NPK) расчет+КП	37,5	24,4	31,8	31,2	13,3	15,2	16,1	14,9
(NPK) расчет+КП+ЛП	38,2	24,9	32,3	31,8	15,1	15,3	16,3	15,6
HCP ₀₅ , шт.	2,37	0,83	1,32	-	-	-	-	-

* КП – корневая трёхкратная подкормка растений удобрением «Мастер»
**ЛП – листовая трёхкратная подкормка растений удобрением «Арксоил ККР»

Таблица 4. Продуктивность растений и масса плодов томата при применении удобрений (2019 2021 годы)
Table 4. Plant productivity and weight of tomato fruits when applying fertilizers (2019 2021)

Вариант	Продуктивность одного растения, кг				Средняя масса одного плода, г							
	2019	2020	2021	среднее	2019	2020	2021	среднее	На центральном побеге, г			
									2019	2020	2021	среднее
Без удобрений (контроль)	1,39	1,28	1,43	1,37	107	96	106	103	155	147	153	152
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +КП*	2,32	2,14	2,28	2,25	138	131	133	134	165	173	169	169
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +КП+ЛП**	2,44	2,23	2,36	2,34	136	132	134	134	163	173	172	169
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	2,69	2,77	2,91	2,79	137	138	140	138	157	195	193	182
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +КП	3,02	2,9	3,09	3,00	140	142	141	141	148	197	194	180
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +КП+ЛП	3,19	3,01	3,19	3,13	140	142	143	142	148	198	195	180
N ₃₁₄ P ₂₁₇ K ₁₅₇ (100 т)	3,82	3,41	4,06	3,76	108	146	133	129	160	206	187	184
(NPK) расчет+КП	4,12	3,53	4,26	3,97	110	145	134	130	162	212	186	187
(NPK) расчет+КП+ЛП	4,31	3,63	4,34	4,09	110	146	134	130	163	215	186	188
HCP ₀₅	0,136	0,103	0,142	-	5,19	2,47	3,56	-	-	-	-	-

* КП – корневая трёхкратная подкормка растений удобрением «Мастер»
**ЛП – листовая трёхкратная подкормка растений удобрением «Арксоил ККР»

Таблица 5. Влияние удобрений на урожайность и качество томата при капельном орошении и фертигации в условиях Ростовской обл. (2019-2021 годы)
Table 5. The effect of fertilizers on the yield and quality of tomato under drip irrigation and fertigation in the Rostov region. (2019-2021)

Вариант	Урожайность плодов, т/га				Прибавка урожая, %	Доля стандартных плодов, %	Сухое вещество, %	NO ₃ , мг/кг
	2019	2020	2021	среднее				
Без удобрений (контроль)	32,1	34,7	34,2	33,7	-	94,9	6,64	<29
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +КП*	53,9	54,3	54,7	54,3	61,3	95,3	6,66	<29
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +КП+ЛП**	54,7	58	56,8	56,5	67,8	95,7	6,65	<29
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	64,4	71,8	70,9	69,0	105,0	95,6	6,54	<29
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +КП	70,9	79,6	78,2	76,2	126,4	95,6	6,46	<29
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +КП+ЛП	72,8	82,7	80,8	78,8	134,0	95,8	6,56	<29
N ₃₁₄ P ₂₁₇ K ₁₅₇ (100т)	89,3	96,5	99,6	95,1	182,6	95,6	6,62	<29
(NPK) расчет+КП	95,3	100,7	104,1	100,0	197,1	96,0	6,51	<29
(NPK) расчет+КП+ЛП	98,5	103,4	106,5	102,8	205,3	96,2	6,51	<29
HCP ₀₅	3,76	4,13	4,21					

* КП – корневая трёхкратная подкормка растений удобрением «Мастер»
**ЛП – листовая трёхкратная подкормка растений удобрением «Арксоил ККР»

«Арксоил ККР» (трёхкратно) в комплексе с «Мастер» увеличил урожайность томата ещё на 8% – до 78,8 т/га при некотором повышении сухого вещества в плодах.

Использование расчётной дозы $N_{314}P_{217}K_{157}$ позволило получить урожайность по годам от 89,3 до 99,6 т/га, т.е. близко к расчётному показателю уровня 100 т/га, прибавка к контролю составила 205,3%. По уровню выхода стандартной продукции (94,9-96,2%) и содержанию в плодах сухого вещества и накоплению нитратов существенной разницы по вариантам опыта не наблюдается, т.е. качество продукции не ухудшалось.

Выводы

1. На обыкновенных чернозёмах Ростовской области при капельном орошении и фертигации выявлена высокая эффективность применения удобрений под томат нового сорта Красный банкир. Применение минеральных удобрений при основном внесении в рекомендованной ранее

дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ позволило увеличить урожайность томата с 33,7 до 69,0 т/га.

2. Использование на фоне основного внесения трёхкратной корневой подкормки растений водорастворимыми удобрениями «Мастер» при капельном поливе (фертигация) увеличивало урожайность томата до 76,2 т/га – на 21%. Применение нового водорастворимого наноудобрения «Арксоил ККЛ» (трёхкратно по листу) повышало урожайность томата до 78,8 т/га – ещё на 8%.

3. Внесение под томат минеральных удобрений из расчёта на урожайность 100 т/га $N_{314}P_{217}K_{157}$ позволило повысить урожайность томата до 95,1 т/га. Применение на этом фоне корневых и листовых подкормок позволило увеличить урожайность плодов томата до 102,8 т/га.

4. Применение минеральных удобрений перед высадкой и подкормок в вегетацию растений не оказало отрицательного влияния на качество плодов томата, выход товарных плодов составил 94,9-96,2%.

Об авторах:

Валерий Александрович Борисов – доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-8538-8953>, Researcher ID: J-4718-2018, Scopus Author ID: 57213419483, valeri.borisov.39@mail.ru

Вячеслав Семенович Соснов – старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-5688-988X>, Researcher ID: U 8618-2018, Scopus Author ID: 1113188, gubosos@mail.ru

Александр Михайлович Меньших – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-7254-8487>, Researcher ID: J-4664-2018, Scopus Author ID: 57222652225, автор для переписки, soulsunnet@gmail.com

Игорь Юрьевич Васючков – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-4143-3294>, gamov_igor@mail.ru

About the authors:

Valery A. Borisov – Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-8538-8953>, Researcher ID: J-4718-2018, Scopus Author ID: 57213419483, valeri.borisov.39@mail.ru

Vyacheslav S. Sosnov – Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-5688-988X>, Researcher ID: U 8618-2018, Scopus Author ID: 1113188, gubosos@mail.ru

Aleksandr M. Menshikh – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-7254-8487>, Researcher ID: J-4664-2018, Scopus Author ID: 57222652225, Correspondence Author, soulsunnet@gmail.com

Igor Yu. Vasyuchkov – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-4143-3294>, gamov_igor@mail.ru

• Литература

- Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства. М.: РАСХН, 2006. 776 с.
- Патрон П.И. Комплексное действие агроприёмов в овощеводстве. Кишинёв: Штинница, 1981. 284 с.
- Круг Г. Овощеводство (пер. с нем. Леунов В.И.). М.: Колос, 2000. 573 с.
- Гиль Л.С., Дьяченко В.И., Пашковский А.И., Сулима Л.Т. Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения и фертигации. ЧП Рута, 2007. 390 с.
- Борисов В.А. Система удобрения овощных культур. М.: ФГБНУ Росинформагrotech, 2016. 392 с.
- Борисов В.А., Авилон Н.В. Система минерального питания томата при капельном орошении в Ростовской области. *Картофель и овощи*. 2013;(1):14-15.
- Ванеян С.С. Технологические основы повышения эффективности орошения и гидроподкормки овощных и бахчевых культур в различных почвенно-климатических зонах России. М., 1997. 68 с.
- Меньших А.М., Ванеян С.С. Нормы увлажнения почвы при выращивании овощных культур. *Орошаемое земледелие*. 2017;(1):17-18.
- Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. Белика В.Ф./ М.:Агропромиздат, 1992. 319 с.
- Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: РАСХН, 2011. 649 с.
- Федосов А.Ю., Меньших А.М., Иванова М.И., Рубцов А.А. Инновационные технологии орошения овощных культур. М.: Изд-во «Ким Л.А.», 2021. 306 с.
- Иванов А.Л., Сычёв В.Г., Чекармаев П.А., Державин Л.М., Борисов В.А. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в интенсивном овощеводстве открытого грунта. М.: Росинформагrotech, 2012. 476 с.
- Бородычев В.В., Болдырь А.И., Гуренко В.М., Дмитриенко О.М. Потребность овощных культур в минеральном питании при капельном орошении. *Картофель и овощи*. 2005;(8):27-28.
- Гарьянова Е.Д., Соколова Г.Ф., Киселёва Н.Н., Филатов Г.А. Как повысить эффективность томатов при капельном орошении. *Картофель и овощи*. 2007;(6):15-18.

• References

- Litvinov S.S. Scientific foundations of modern vegetable growing. M.: RAAS, 2006. 776 p. (In Russ.)
- Patron P.I. Complex action of agricultural practices in vegetable growing. Chisinau: Shtinnitsa, 1981. 284 p. (In Russ.)
- Krug G. Vegetable growing (translated from German by Leunov V.I.). M.: Kolos, 2000. 573 p. (In Russ.)
- Gil L.S., Dyachenko V.I., Pashkovsky A.I., Sulima L.T. Modern industrial production of vegetables and potatoes using drip irrigation and fertigation systems. Ruta, 2007. 390 p. (In Russ.)
- Borisov V.A. Vegetable crop fertilization system. M.: FGBNU Rosinformagrotech, 2016. 392 p.
- Borisov V.A., Avilov N.V. The system of mineral nutrition of tomato with drip irrigation in the Rostov region. *Potatoes and vegetables*. 2013;(1):14-15. (In Russ.)
- Vaneyan S.S. Technological bases for increasing the efficiency of irrigation and hydro-feeding of vegetable and melon crops in various soil and climatic zones of Russia. M., 1997. 68 p. (In Russ.)
- Menshikh A.M., Vaneyan S.S. Soil moisture standards for vegetable crops. *Irrigated agriculture*. 2017;(1):17-18. (In Russ.)
- Methodology of experimental business in vegetable growing and melon growing / ed. Belik V.F./ M.: Agropromizdat, 1992. 319 p. (In Russ.)
- Litvinov S.S. Methods of field experience in vegetable growing. M.: RAAS, 2011. 649 p. (In Russ.)
- Fedosov A.Yu., Menshikh A.M., Ivanova M.I., Rubtsov A.A. Innovative technologies for irrigation of vegetable crops. M.: Publishing house "Kim L.A.", 2021. 306 p. (In Russ.)
- Ivanov A.L., Sychev V.G., Chekmarev P.A., Derzhavin L.M., Borisov V.A. Methodological guide for designing the use of fertilizers in intensive vegetable growing in open ground. M.: Rosinformagrotech, 2012. 476 p. (In Russ.)
- Borodichev V.V., Boldyr A.I., Gurenko V.M., Dmitrienko O.M. The need for vegetable crops in mineral nutrition under drip irrigation. *Potatoes and vegetables*. 2005;(8):27-28. (In Russ.)
- Garyanova E.D., Sokolova G.F., Kiseleva N.N., Filatov G.A. How to improve the efficiency of tomatoes with drip irrigation. *Potatoes and vegetables*. 2007;(6):15-18. (In Russ.)