

## ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ОБРАБОТОК ОРГАНИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА КАЧЕСТВО И УРОЖАЙНОСТЬ ПРОДУКЦИИ ТОМАТА

В.И. ТЕРЕХОВА, М.Е. ДЫЙКАНОВА, М.В. ВОРОБЬЕВ, М.А. БОЧАРОВА

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

*В современном овощеводстве большое внимание уделено охране окружающей среды, особенно контролю водного режима, качеству и количеству применяемых удобрений. Применение препаратов, разрешенных в органическом овощеводстве, способствует снижению пестицидной нагрузки и обогащению овощной продукции биоэлементами. Исследования проводили на территории УНПЦ садоводства и овощеводства им. В.И. Эдельштейна в весенней пленочной теплице. Цель исследований – изучение влияния некорневых обработок препаратами, перспективными для органического земледелия, на урожайность, биохимический и элементный состав плодов томата. Объектами исследований являлись 3 гибрида томата и органические препараты Ростовит, Аминозол. При проведении исследований пользовались стандартными методиками и ГОСТами. Качество продукции определяли в ЦКП РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и ФГБНУ ФНЦО. В результате исследований установлена положительная реакция томата на препараты, разрешенные в органическом овощеводстве и содержащие в составе пивные дрожжевые экстракты, макро-, микроэлементы, аминокислоты. Вместе с тем отмечена видоспецифичная реакция гибридов. 3-кратные некорневые подкормки водными растворами препаратов Аминозол и Ростовит повысили урожайность гибрида F<sub>1</sub> Черныш на 31 и 28% соответственно по сравнению с контрольными вариантами. Изучаемые препараты положительно повлияли на биохимический и элементный состав исследуемых плодов томата: калия (K), аскорбиновой кислоты (витамин C), железа (Fe), меди (Cu).*

**Ключевые слова:** биохимический и элементный состав, качество продукции, некорневые обработки, урожайность, органические препараты, томат.

### Введение

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) – ценная овощная культура. В 2005 г. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО) оценила мировое производство томатов в 123 млн т на посевной площади 4 000 500 га, в 2020 г. производство достигло 186 821 млн т на посевной площади 5 051 983 га [1]. По оценке экспертов, в Российской Федерации за период 2018–2021 гг. валовой сбор томатов увеличился на 5,5% – с 2,90 до 3,06 млн т. В 2022 г. валовой сбор достиг 3,15 млн т, увеличившись на 2,9% в сравнении со сбором 2021 г. [2].

Томат относится к особо ценным культурам и является источником питательных веществ [3]. Соблюдение диеты, в состав которой входят томаты и томатпродукты, оказывает положительное влияние на здоровье человека, главным образом благодаря содержанию в плодах томата антиоксидантов – таких, как каротиноиды (ликопин, бета-каротин, лютеин), аскорбиновая кислота (витамин C), полифенолы [4, 5]. Ликопин обладает антиоксидантной активностью и активностью по улавливанию свободных радикалов и известен как наиболее эффективный гаситель синглетного кислорода среди природных каротиноидов [6, 7]. Организм человека поглощает 23–24% поступившего с пищей ликопина, который циркулирует в плазме крови, печени [8]. Бета-каротин является провитамином и превращается в ретинол – соединение, необходимое

для зрения. В результате исследований К.Р. Джаяприян с коллегами [9] пришли к выводу о том, что это связано с противораковой активностью включая индуцирование апоптоза раковых клеток и снижение их пролиферации.

Известны противораковые свойства ликопина, витамина С и полифенолов [10]. Употребление в пищу томатов позволяет снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний – исследования показывают связь между потреблением томатов и гипертонией.

Развитие подотрасли овощеводства является одним из приоритетов государственной политики в сельском хозяйстве в России, особенно в условиях процесса импортозамещения. Индустрия производства томатов – инновационно развивающаяся в мире и нашей стране. Эффективность производства томатов зависит от погодных условий (в открытом грунте), параметров микроклимата (в защищенном грунте), ценовой политики на рынках основного сырья, материалов, оборудования, инвестиционной составляющей, логистики, взаимоотношений с торговыми сетями [2]. Современные потребители при выборе томатов обращают внимание не только на внешний вид плодов, форму, но и на пищевую ценность, которая с каждым годом приобретает большее значение у потребителей [11, 12]. На качество плодов томата оказывают влияние не только генетические особенности сорта, но и факторы окружающей среды (параметры микроклимата), элементы технологии выращивания [13].

В последние десятилетия в современном овощеводстве большое внимание уделено охране окружающей среды, особенно контролю водного режима, качеству и количеству применяемых удобрений [14]. Повышенное содержание минеральных удобрений при употреблении в свежем виде овощной продукции становится проблемой для здоровья населения, так как ввиду содержания нитратов могут нарушаться функции дыхательной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем [15]. В этой связи многие исследования посвящены получению новых знаний, разработке элементов технологии выращивания овощных культур, в том числе применению биостимуляторов [16], использование которых значительно повышает урожайность сельскохозяйственных культур за счет стимуляции и улучшения физиологических и метаболических процессов растений в условиях почвенно-климатического стресса [17, 18].

Биостимуляторы – продукты, которые стимулируют процессы питания растений независимо от содержания питательных веществ в продукте, с единственной целью повышения эффективности использования питательных веществ растениями. Эти продукты могут содержать различные компоненты: гуминовые кислоты, гидролизованые белки, экстракты водорослей, хитозан, полезные грибы и бактерии, биологические полимеры [19]. Однако в последние годы к биостимуляторам добавлено большое количество свободных аминокислот, поскольку они оказывают широкое влияние на сельскохозяйственные культуры, заключающееся в таких эффектах, как увеличение доступности питательных веществ и качества растений, смягчение негативного воздействия. Эффекты определенных стрессов окружающей среды действуют как предшественники гормонов, как сигнальные факторы для различных физиологических процессов, регулируют поглощение азота, способствуют развитию корней, регулируют антиоксидантную активность [20, 21].

Использование органических препаратов, в состав которых входят макро- и микроэлементы, аминокислоты, имеют большое значение в сокращении применения обычных удобрений.

На качество (биохимический и элементный состав) овощной продукции влияет способ внесения удобрений. Известно, что способы внесения удобрений подразделяют на корневую и некорневую подкормку [22]. В работах В. Фернандеза, П.Х. Брауна [22, 23] установлены достоинства некорневых обработок комплексами микро- или макроэлементов, экстрактами гуминовых кислот, аминокислотами: активизация

биохимических и обменных процессов, происходящих в вегетативных и генеративных органах растений [24]; устранение дефицита элементов питания в растениях; увеличение содержания биологически активных соединений, микроэлементов в листьях, плодах [25]. У мяты, чабера, змееголовника отмечено увеличение содержания эфирных масел и фенольных соединений [26].

**Цель исследований:** изучение влияния некорневых обработок препаратами, перспективными для органического земледелия, на урожайность, биохимический и элементный состав плодов томата.

### Материал и методы исследований

Экспериментальные исследования были проведены в 2022–2023 гг. в весенней пленочной теплице на базе УНПЦ Садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва). Объектом исследований являлись F<sub>1</sub> гибриды томата:

F<sub>1</sub> Черныш. Выведен в ФГБОУ ВО МичГАУ. Растение индетерминантного типа. Соцветие простое. Плод гладкий, округлый, коричневой окраски, массой 60–70 г;

F<sub>1</sub> DRK 564. Выведен De Ruiter Seeds. Раннеспелый гибрид. Растение среднерослое, сбалансированное в сторону генеративности. Плоды красной окраски, массой 18–20 г. Предназначен для выращивания в продленном обороте и на светокультуре. Сбор возможен кистью и поштучно;

F<sub>1</sub> Belido. Выведен Syngenta. Раннеспелый гибрид. Растение среднерослое. Плоды красной окраски, массой 12–15 г. Предназначен для выращивания в продленном обороте и на светокультуре. Сбор возможен кистью и поштучно.

Исследования проводили в соответствии с общепринятыми рекомендациями для исследований с овощными культурами в защищенном грунте [27]. Органические препараты применяли в виде водных растворов по вегетирующим растениям. Первую некорневую обработку произвели в фазу раскрытия 3–4 цветков в соцветии, вторую и третью обработки – с интервалом в 3 недели.

Некорневую обработку производили органическими препаратами:

- Ростовит (Агроресцилинг-Групп, Россия), в состав которого входит дрожжевой экстракт, микроэлементы N, F, K, Mg, Ca и макроэлементы Mn, Mo, Na, Cu, Ni, Si, B, органическое вещество (от сухого остатка) – 89%.

- Аминозол (Avgust, Россия). Органическое азотно-калийное удобрение с составом: 9,4% – суммарная массовая доля азота (N) 116 г/л; 58% органических веществ (аминокислоты) 713 г/л.

Схема опыта: вариант I – дистиллированная вода (контроль); вариант II – Ростовит 1 мг/л; вариант III – Аминозол 1 мг/л. Опыт заложили в весенней пленочной грунтовой теплице в 3-кратной повторности, площадь учетной делянки составила 3,5 м<sup>2</sup>. Урожай учитывали в динамике во время каждого сбора, взвешивая плоды с каждой делянки с последующим пересчетом, кг/м<sup>2</sup> [27].

В ЦКП определяли кислотность общую, моль/100 мл, – ГОСТ ISO 750–2013; нитраты, мг/кг, – ГОСТ 34570–2019; аскорбиновая кислота (витамин C), %, – ГОСТ 24556–89 (п. 2); сахар общий, %, – ГОСТ 8756.13–87(п. 2); содержание элементов (Fe, Mg, Cu, Zn, K, Ca) – ПНД Ф 16.2.2:2.3.71–2011. Для определения элементов применяли оборудование: атомно-абсорбционный двухлучевой спектрофотометр AA-7000, спектрофотометр двухлучевой UV-1900i, автоматический анализатор азота/белка по Кьедалу UDK159 с автоматическим дигестором DKL 20, пламенный фотометр Sherwood Model 410, pH – иономер Metrohm 781 pH/Ion Meter. В качестве вспомогательного оборудования использовали микроволновую систему

пробоподготовки Mars 6., шейкер-термостат Stegler SB-22, влагомер Sartorius MA 160, блендер лабораторный MICROTRON MB550, весы аналитические Mettler Toledo ME204T/A00, сушильный шкаф Binder FD-53.

Содержание сухого вещества, каротиноидов, хлорофиллов определяли в аналитической лаборатории ФГБНУ ФНЦО: гравиметрическим высушиванием образцов устанавливали содержание сухого вещества при температуре +70°C до постоянной массы (ГОСТ 28561–90, п. 2); количество полифенолов определяли на спектрофотометре Unicо с использованием реактива Фолина-Чиоколтеу на спиртовых экстрактах высушенных растений при температуре +80°C, 70% этанол, в течение 1 ч. Галловую кислоту использовали в качестве стандарта. Уровень антиоксидантной активности (АОА) определяли титрометрически с использованием 0,01 N раствора перманганата калия (KMnO<sub>4</sub>). Каротиноиды определяли спектрофотометрически, используя количественную тонкослойную хроматографию для разделения каротиноидов на хроматографической бумаге (ватман формата 3А) в системе Гексан (для разделения бета-каротина, зета-каротина) и гексан-ацетон, 10:1 (для разделения ликопина и лютеина). Содержание индивидуальных каротиноидов рассчитывали, используя удельное поглощение бета-каротина, зета-каротина, лютеина и ликопина. Выделение хлорофилла из коричневых томатов также осуществляли количественной тонкослойной хроматографией, элюируя пятно хлорофиллов с хроматографической бумаги с помощью этилового спирта. Содержание хлорофилла *a* и хлорофилла *b* рассчитывали согласно формуле Lichtentailer по величине поглощения спиртовых экстрактов при 649 и 664 нм [28].

*Агротехника в опыте.* Рассадку выращивали на УГС-4 в рассадном отделении многорядной теплицы серии Ришель 9,6 SR. Семена сеяли для выращивания рассады 24 марта 2022–2023 гг. в кассеты с размером ячейки 5×5×5 см. В качестве субстрата использовали верховой торф с добавлением перлита. Массовые всходы отмечали на 7–8-е сутки после посева, на 20-е сутки от массовых всходов проводили перевалку сеянцев в горшки объемом 0,8 л. Расстановку рассады растений (20 шт./м<sup>2</sup>) производили однократно в момент смыкания листьев.

В течение периода выращивания рассады устанавливали оптимальные параметры микроклимата. Рассаду высаживали в теплицу 22–23 мая. Густота стояния растений составила 2,5 шт./м<sup>2</sup>. Почву в теплице замульчировали нетканым материалом перед высадкой рассады. Комплекс мероприятий по уходу за растениями включал в себя подкручивание главного стебля, удаление листьев и пасынков, после 4-го соцветия у мелкоплодных гибридов томата оставляли дополнительный побег. При появлении бурой окраски плодов в первом соцветии удаляли нижние листья, не более 3 шт. за один прием. Поливы проводили ежедневно. Ликвидацию растений произвели 14–15 сентября.

Статистическая обработка данных выполнена при помощи программного обеспечения Microsoft Office Excel 2019. В тексте и таблицах приведены средние арифметические значения параметров и их доверительные интервалы при 95%-ном уровне значимости.

## Результаты и их обсуждение

Учет урожайности плодов томата показал, что максимальный результат получен от применения препарата Аминозол у гибрида F<sub>1</sub> Черныш. Масса плода увеличилась на 6 г, а урожайность возросла на 31% в сравнении с контрольным вариантом. Действие препарата Ростовит было менее эффективным, при увеличении массы плодов на 4 г урожайность увеличилась на 28%. Достоверная существенная разница после 3-кратной некорневой обработки органическими препаратами Ростовит и Аминозол на массу плодов и урожайность гибридов F<sub>1</sub> DRK 564 и F<sub>1</sub> Belido не выявлена (табл. 1).

**Влияние некорневых обработок органическими препаратами  
на урожайность томата**

Варианты	Масса плода, г	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Прибавка к контролю	
			кг/м <sup>2</sup>	%
F <sub>1</sub> DRK 564				
Контроль (дистиллированная вода)	11,28	5,51	-	-
Ростовит 1 мг/л	12,30	6,02	0,516	109,3
Аминозол 1 мг/л	11,98	5,94	0,427	107,8
НСР <sub>05</sub>	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл		
F <sub>1</sub> Belido				
Контроль (дистиллированная вода)	13,23	7,49	-	-
Ростовит 1 мг/л	14,01	8,07	0,571	107,7
Аминозол 1 мг/л	13,89	7,91	0,416	105,6
НСР <sub>05</sub>	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл		
F <sub>1</sub> Черныш				
Контроль (дистиллированная вода)	64	6,4	-	-
Ростовит 1 мг/л	68	8,2	1,8	128,1
Аминозол 1 мг/л	70	8,4	2,0	131,2
НСР <sub>05</sub>	0,5	1,8		

Микроэлементы способны положительно влиять на накопление витаминов и других биологически активных веществ в овощной продукции. В наших исследованиях установлено положительное влияние некорневых обработок препаратами Ростовит и Аминозол на накопление в плодах томата калия (К), аскорбиновой кислоты (витамин С), железа (Fe), меди (Cu).

Калий – один из наиболее востребованных катионных минералов, оказывающий влияние на ростовые процессы, урожайность и качество плодов томата [29]. Калий участвует в процессе фотосинтеза, активации ферментов и синтезе белка [30]. Разумное внесение удобрений, содержащих в составе калий, повышает урожайность и качество плодов многих культур [31], дефицит же калия может замедлить рост растений, ускорить старение листьев [32] (табл. 2).

## Биохимический и элементный состав продукции томата при применении некорневых обработок

Варианты	Нитраты, мг/кг	Белковый азот, %	Витамин С, мг/100 г свежей продукции	Общий сахар, %	Сухое вещество, %	Ca, мг/100 г свежей продукции	Fe, мг/100 г свежей продукции	Mg, мг/100 г свежей продукции	Cu, мг/100 г свежей продукции	K, мг/100 г свежей продукции
F <sub>1</sub> DRK 564										
Контроль (дистиллированная вода)	18±1,4	2,0	18±1,6	4,49	9,6	8,15±1,0	0,3±0,1	0,68±0,12	0,7±0,14	176,8±18,2
Ростовит 1 мг/л	19±1,8	2,8	26±1,8	4,29	9,2	17,01±1,4	0,5±0,08	1,42±0,18	1,2±0,15	294,2±24,2
Аминозол 1 мг/л	19±1,6	2,4	18±2,4	3,87	9,7	8,87±1,2	0,5±0,1	0,83±0,2	1,0±0,18	228,7±20,2
F <sub>1</sub> Belido										
Контроль (дистиллированная вода)	16±1,4	2,0	20±1,4	3,92	9,9	8,27±1,6	0,2±0,08	1,12±0,32	1,5±0,3	234,7±18,2
Ростовит 1 мг/л	15±1,4	3,2	24±1,8	3,79	10,2	12,17±1,4	0,5±0,1	0,78±0,22	2,0±0,06	288,2±22,2
Аминозол 1 мг/л	18±1,5	4,0	26±1,6	3,49	10,9	10,10±1,2	0,4±0,1	0,75±0,12	1,9±0,16	259,1±18,0
F <sub>1</sub> Черныш										
Контроль (дистиллированная вода)	18±1,5	2,0	18±1,2	4,12	9,71	8,27±1,2	0,3±0,08	1,12±0,08	1,5±0,3	268,2±20,0
Ростовит 1 мг/л	19±1,8	2,8	22±1,6	4,86	11,3	14,17±2,0	0,6±0,1	0,84±0,06	2,2±0,5	294,7±24,2
Аминозол 1 мг/л	20±1,5	2,4	20±1,5	4,54	10,1	10,10±1,2	0,5±0,08	0,92±0,08	2,0±0,5	288,1±19,4

По мнению В. Гуокси [33], повышенное содержание калия улучшает активность аскорбатпероксидазы в плодах томата и тем самым способствует увеличению аскорбиновой кислоты.

Положительное влияние применения некорневых обработок органическими препаратами отмечено на поступление элемента Fe в вариантах, где зафиксирована максимальная концентрация витамина C (табл. 2). Экспериментальные данные согласуются с опубликованными результатами работ Р.Ф. Хьюрелла и соавт. [34], где они отмечают, что аскорбиновая кислота из овощей и фруктов активизирует усвоение железа. Принято считать, что микроэлемент железо из растительных источников сложно усваивается организмом человека. Однако действие процесса саморегулирования обеспеченностью железом в организме человека в условиях недостатка потребления из животных источников микроэлемента усиливает процесс абсорбции железа из растений [35]. В наших опытах расчетные дозы органических препаратов положительно повлияли на содержание меди. Установлено влияние меди на активность ферментных систем, которые усиливают процесс связывания молекулярного азота атмосферы и усвоение азота почвы и удобрений, что в итоге увеличивает урожайность.

Увеличение степени антиоксидантной активности (АОА) и полифенолов в плодах томата во всех вариантах опыта (табл. 3) в сравнении с контрольными не выявлено.

Из источников литературы известно, что недостаток питательных веществ, водный режим могут негативно влиять на процесс фотосинтеза, вызывая, таким образом, окислительный стресс, и усилить выработку антиоксидантов в растениях [36, 37]. В ряде исследований выявлено, что снижение поступления азота (N) в растения приводит к накоплению полифенолов в ответ на абиотический стресс, связанный с ограничением N. Таким образом, в нашем эксперименте уровень полифенолов в вариантах после некорневых обработок препаратами Аминозол и Ростовит, в состав которых входит с высоким содержанием азот, достоверно не увеличивал содержание полифенолов в плодах, что согласуется с исследованиями Бенара и др. [38].

Каротиноиды – наиболее мощные улавливатели синглетного кислорода из всех известных биологически активных соединений, способствующих профилактике, защите, снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний вследствие уменьшения интенсивности оксидантного стресса в местах локализации атеросклеротических бляшек. Защитная функция β-каротина в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний известна во многих странах мира [39].

Неоднозначным было влияние некорневых обработок Ростовитом и Аминозолом на содержание каротиноидов: в опытах у F<sub>1</sub> DRK 564 и F<sub>1</sub> Belido после обработок Ростовитом незначительно повышалась концентрация бета-каротина, ликопина, тогда как у F<sub>1</sub> Черныш наблюдалось ее снижение (табл. 3). Ликопин определен несколькими исследователями [40–43], и его значения могут варьировать в широких пределах у разных сортов томата. По мнению этих авторов, изменчивость связана с такими факторами, как генотип, влияние факторов внешней среды (параметров микроклимата), питание растений, которые вместе оказывают влияние на биосинтез каротиноидов.

Следует отметить, что некорневые подкормки Ростовитом, Аминозолом не повлияли на накопление в плодах томатов нитратов, общего сахара, сухого вещества. Однако применение Ростовита значительно увеличило содержание K (калия) у F<sub>1</sub> DRK 564 в 1,7 раза, F<sub>1</sub> Belido – в 1,2 раза; содержание аскорбиновой кислоты у F<sub>1</sub> DRK 564 – в 2 раза, у F<sub>1</sub> Belido – в 1,5 раза, у F<sub>1</sub> Черныш – в 1,7 раза по сравнению с контролем.

**Содержание каротиноидов и антиоксидантная активность томатов при применении некорневых подкормок органическими препаратами, мг-экв. ГК/г с.м.**

Варианты	Бета-каротин	Лютеин	Ликопин	Хлф а	Хлф b	АОА	Полифенолы
F <sub>1</sub> DRK 564							
Контроль (дистиллированная вода)	0,4	1,09	4,39	-	-	42,4	27,6
Ростовит 1 мг/л	0,5	1,27	5,52	-	-	44,3	28,2
Аминозол 1 мг/л	0,47	1,46	6,18	-	-	43,18	26,8
НСР <sub>05</sub>	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл	1,2			Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл
F <sub>1</sub> Belido							
Контроль (дистиллированная вода)	0,35	1,31	4,19	-	-	47,3	27,4
Ростовит 1 мг/л	0,45	1,13	5,86	-	-	47,8	28,6
Аминозол 1 мг/л	0,38	1,04	5,90	-	-	48,8	28,1
НСР <sub>05</sub>	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл	0,8			Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл
F <sub>1</sub> Черныш							
Контроль (дистиллированная вода)	1,69	1,0	4,85	0,015	0,030	39,8	29,2
Ростовит 1 мг/л	1,53	1,44	5,67	0,024	0,038	44,5	30,6
Аминозол 1 мг/л	1,53	1,34	5,00	0,021	0,040	40,8	30,2
НСР <sub>05</sub>	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл	Fфакт ≤ Fтабл

### Выводы

Установлена положительная реакция томата на препараты, разрешенные в органическом овощеводстве, содержащие в составе пивные дрожжевые экстракты, макро-, микроэлементы, аминокислоты. Вместе с тем отмечена видоспецифичная реакция гибридов. 3-кратные некорневые подкормки водными растворами препаратов Аминозол и Ростовит повысили урожайность гибрида F<sub>1</sub> Черныш на 31 и 28% соответственно по сравнению с контрольными вариантами. Изучаемые препараты положительно повлияли на биохимический и элементный состав плодов исследуемых гибридов томата: калия (К), аскорбиновой кислоты (витамин С), железа (Fe), меди (Cu).



## Библиографический список

1. *Chanthini K.M.P. et al.* The macroalgal biostimulant improves the functional quality of tomato fruits produced from plants grown under salt stress // *Agriculture*. – 2022. – Т. 13, № 1. – С. 6.
2. Анализ рынка томатов в России. – Режим доступа: [https://businessstat.ru/images/demo/tomatoes\\_russia](https://businessstat.ru/images/demo/tomatoes_russia) (дата обращения: 01.05.2024).
3. *Toor R.K., Lister C.E., Savage G.P.* Antioxidant activities of New Zealand-grown tomatoes // *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. – 2005. – Vol. 56, № 8. – Pp. 597–605.
4. *Kearney P.M. et al.* Global burden of hypertension: analysis of worldwide data // *The Lancet*. – 2005. – Vol. 365, № 9455. – Pp. 217–223.
5. *Borguini R.G., Ferraz Da Silva, Torres E.A.* Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants // *Food Reviews International*. – 2009. – Vol. 25, № 4. – Pp. 313–325.
6. *Friedman M.* Anticarcinogenic, cardioprotective, and other health benefits of tomato compounds lycopene,  $\alpha$ -tomatine, and tomatidine in pure form and in fresh and processed tomatoes // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 61, № 40. – Pp. 9534–9550.
7. *Capurso A., Crepaldi G., Capurso C.* The Mediterranean diet: a pathway to successful aging // *Aging Clinical and Experimental Research*. – 2020. – Vol. 32. – Pp. 1187–1188.
8. *Moran N.E. et al.* Compartmental and noncompartmental modeling of  $^{13}\text{C}$ -lycopene absorption, isomerization, and distribution kinetics in healthy adults // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2015. – Vol. 102, № 6. – Pp. 1436–1449.
9. *Jayappriyan K.R. et al.* In vitro anticancer activity of natural  $\beta$ -carotene from *Dunaliella salina* EU5891199 in PC-3 cells // *Biomedicine & Preventive Nutrition*. – 2013. – Vol. 3, № 2. – Pp. 99–105.
10. *Конюшков П.Ф., Гинс В.К., Пивоваров В.Ф. и др.* Овощи как продукт функционального питания: монография. – М.: Столичная типография, 2008. – 128 с.
11. *Causse M. et al.* Inheritance of nutritional and sensory quality traits in fresh market tomato and relation to consumer preferences // *Journal of Food Science*. – 2003. – Vol. 68, № 7. – Pp. 2342–2350.
12. *Wang F. et al.* Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments // *Agricultural Water Management*. – 2011. – Vol. 98, № 8. – Pp. 1228–1238.
13. *Krumbein A., Schwarz D.* Grafting: A possibility to enhance health-promoting and flavour compounds in tomato fruits of shaded plants? // *Scientia Horticulturae*. – 2013. – Vol. 149. – Pp. 97–107.
14. *Mutale-joan C., Redouane D., Najib E. et al.* Screening of microalgae liquid extracts for their bio stimulant properties on plant growth, nutrient uptake and metabolite profile of *Solanum Lycopersicum* L. // *Sci Rep*. – 2020. – Vol. 10, № 1. – Art. 2820. DOI: 10.1038/s41598-020-59840-4.
15. *Fernandez V., Eichert T.* (2009) Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Crit Rev Plant Sci*. 28:36–68.
16. *Lucini L., Roupael Y., Cardarelli M., Canaguier R., Kumar P., Colla G.* The effect of a plant-derived biostimulant on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions // *Sci. Hortic*. – 2015. – Vol. 182. – Pp. 124–133.
17. *Кефели Н.И.* Рост растений и природные ресурсы: сборник научных трудов. – М.: Наука, 1977. – 256 с.

18. *Rouphael Y., Colla G.* Editorial: Biostimulants in Agriculture // *Front Plant Sci.* – 2020. – Vol. 11. – Pp. 124–133.
19. *Du Jardin P.* Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation // *Sci. Hortic.* – 2015. – Vol. 196. – Pp. 3–14.
20. *Khan S., Yu H., Li Q., Gao Y., Sallam B.N., Wang H., Liu P., Jiang W.* Exogenous application of aminoacids improves the growth and yield of lettuce by enhancing photosynthetic assimilation and nutrient availability // *Agronomy.* – 2019. – Vol. 9, № 5. – Art. 266. DOI: 10.3390/agronomy9050266.
21. *Teixeira W.F., Fagan E.B., Soares L.H., Umburans R.C., Reichardt K., Neto D.D.* Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop // *Front. Plant Sci.* – 2017. – Vol. 8. – Art. 32. DOI: 10.3389/fpls.2017.00327.
22. *Fernandez V., Eichert T.* Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization // *Crit Rev Plant Sci.* – 2009. – Vol. 28. – Pp. 36–68.
23. *Fernandez V., Brown P.H.* From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients // *Front Plant Sci.* – 2013. – Vol. 4. – Art. 289. DOI: 10.3389/fpls.2013.00289.
24. *Азагова-Вафина Ф.Г.* О комплексном характере действия физиологически активных гумусовых веществ на растения // *Научные доклады высшей школы. Биологические науки.* – 1992. – № 10. – С. 119–124.
25. *Cai Z.* Scientific and technological issues of nutrient management under greenhouse cultivation in China // *Acta Pedofol Sin.* – 2019. – Vol. 56. – Pp. 1–9 (in Chinese).
26. *Маланкина Е.Л., Ткачева Е.Н., Терехова В.И., Зуйкова Е.Ю.* Содержание фенольных соединений и эфирного масла в сырье мяты перечной (*Mentha x piperita* L.) при выращивании в условиях органической культуры // *Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии.* – 2022. – Т. 25, № 4. – С. 52–60. DOI: 10.29296/25877313-2022-04-08.
27. *Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / Под ред. В.Ф. Белика.* – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
28. *Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В. и др.* Антиоксиданты растений и методы их определения: Монография. – М.: Инфра-М, 2020. – 181 с.
29. *Daoud B., Pawelzik E., Naumann M.* Different potassium fertilization levels influence water-use efficiency, yield, and fruit quality attributes of cocktail tomato – A comparative study of deficient-to-excessive supply // *Sci. Hortic.* – 2020. – Vol. 272. – Art. 109562. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109562.
30. *White P., Karley A.* Potassium // In: *Hell R., Mendel R. (eds.). Cell Biology of Metals and Nutrients, Plant Cell Monographs 17.* – Berlin: Springer, 2010. – Pp. 199–224.
31. *Çolpan E., Zengin M., Ozbahçe A.* The effects of potassium on the yield and fruit quality components of stick tomato // *Hortic. Environ. Biotechnol.* – 2013. – Vol. 54. – Pp. 20–28.
32. *Pujos A., Morard P.* Effects of potassium deficiency on tomato growth and mineral nutrition at the early production stage // *Plant Soil.* – 1997. – Vol. 189, № 2. – Pp. 189–196.
33. *Guoxi W.* Effects of Potassium Fertilizer on Vitamine C, Nitrate Content and Related Enzyme Activities of Tomato in Greenhouse // *Journal of Anhui Agricultural Sciences.* – 2007. – Vol. 35, № 8. – Pp. 22–25.
34. *Hurrell R.F.* Iron Fortification Practices and Implications for Iron Addition to Salt. *J. Nutr.* – 2021. – Vol. 151. – Suppl. 1. – Pp. 3S-14S.
35. *Голубкина Н.А., Сирота С.М., Пивоваров В.Ф., Яшин А.Я., Яшин Я.И.* Биологически активные соединения овощей. – М.: Изд-во ВНИИССОК, 2010. – 200 с.

36. Buoso S. *et al.* Nodulating white lupins take advantage of the reciprocal interplay between N and P nutritional responses // *Physiologia Plantarum*. – 2022. – Vol. 174, № 1. – Art. e13607. DOI: 10.1111/ppl.13607.
37. Tattini M. *et al.* Isoprenoids and phenylpropanoids are part of the antioxidant defense orchestrated daily by drought-stressed *P. latanus* × *acerifolia* plants during Mediterranean summers // *New Phytologist*. – 2015. – Vol. 207, № 3. – Pp. 613–626.
38. Bénard C., Bourgaud F., Gautier H. Impact of temporary nitrogen deprivation on tomato leaf phenolics // *International journal of molecular sciences*. – 2011. – Vol. 12, № 11. – Pp. 7971–7981.
39. Di Mascio P., Kaiser S., Sies H. Lycopene as the most efficient biological carotenoids in higher singlet oxygen quencher // *Arch. Biochem. Biophys.* – 1989. – Vol. 274. – Pp. 532–538.
40. Ali M.Y. *et al.* Nutritional composition and bioactive compounds in tomatoes and their impact on human health and disease: A review // *Foods*. – 2020. – Vol. 10, № 1. – Art. 45. DOI: 10.3390/foods10010045.
41. George B. *et al.* Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype // *Food chemistry*. – 2004. – Vol. 84, № 1. – Pp. 45–51.
42. Collins E.J. *et al.* Tomatoes: An extensive review of the associated health impacts of tomatoes and factors that can affect their cultivation // *Biology*. – 2022. – Vol. 11, № 2. – Art. 239. DOI: 10.3390/biology11020239.
43. Lenucci M.S. *et al.* Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars // *Journal of agricultural and food chemistry*. – 2006. – Vol. 54, № 7. – Pp. 2606–2613.

## EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION WITH ORGANIC PREPARATIONS ON TOMATO QUALITY AND YIELD

V.I. TEREKHOVA, M.E. DYIKANOVA, M.V. VOROBYOV, M.A. BOCHAROVA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*In modern vegetable growing, much attention is paid to environmental protection, especially to control of water regime, quality and quantity of fertilizers used. The use of preparations approved for organic vegetable growing contributes to the reduction of the pesticide pollution and the enrichment of vegetable products with bioelements. The research was carried out on the territory of the V.I. Edelstein National Center for Horticulture and Vegetable Growing in a spring film greenhouse. The aim of the research is to study the effect of foliar fertilization with preparations promising for organic farming on the yield, biochemical and elemental composition of tomato fruits. Three tomato hybrids and organic preparations Rostovit and Aminozol were studied. Standard methods and GOST standards were used in the research. The quality of the products was determined in the Central Research Institute of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy and the Federal Research Center for Vegetable Growing. As a result of the research, the positive reaction of tomatoes to the preparations approved for organic vegetable growing and containing brewer's yeast extracts, macro- and microelements, amino acids was established, at the same time, the species-specific reaction of hybrids was noted. The triple foliar fertilization with aqueous solutions of Aminozol and Rostovit increased the yield of the Chernysh F<sub>1</sub> hybrid by 31% and 28%, respectively, in comparison with the control varieties. The studied preparations had a positive effect on the biochemical and elemental composition of the fruits of the studied tomato hybrids: potassium (K), ascorbic acid (vitamin C), iron (Fe), copper (Si).*

**Keywords:** *biochemical and elemental composition, product quality, foliar fertilization, productivity, organic preparations, tomato.*

## References

1. Chanthini K.M.P. et al. The macroalgal biostimulant improves the functional quality of tomato fruits produced from plants grown under salt stress. *Agriculture*. 2022;13(1):6.
2. Analysis of the tomato market in Russia. (In Russ.) [Electronic source]. URL: [https://businessstat.ru/images/demo/tomatoes\\_russia](https://businessstat.ru/images/demo/tomatoes_russia) (accessed: May 05, 2024)
3. Toor R.K., Lister C.E., Savage G.P. Antioxidant activities of New Zealand-grown tomatoes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2005;56(8):597–605.
4. Kearney P.M. et al. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *The Lancet*. 2005;365(9455):217–223.
5. Borguini R.G., Ferraz Da Silva Torres E.A. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. *Food Reviews International*. 2009;25(4):313–325.
6. Friedman M. Anticarcinogenic, cardioprotective, and other health benefits of tomato compounds lycopene,  $\alpha$ -tomatine, and tomatidine in pure form and in fresh and processed tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013;61(40):9534–9550.
7. Capurso A., Crepaldi G., Capurso C. The Mediterranean diet: a pathway to successful aging. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2020;32:1187–1188.
8. Moran N.E. et al. Compartmental and noncompartmental modeling of  $^{13}\text{C}$ -lycopene absorption, isomerization, and distribution kinetics in healthy adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2015;102(6):1436–1449.
9. Jayappriyan K.R. et al. In vitro anticancer activity of natural  $\beta$ -carotene from *Dunaliella salina* EU5891199 in PC-3 cells. *Biomedicine & Preventive Nutrition*. 2013;3(2):99–105.
10. Kononkov P.F., Gins V.K., Pivovarov V.F. et al. *Vegetables as a product of functional nutrition*. Moscow, Russia: Stolichnaya tipografiya, 2008:128. (In Russ.)
11. Causse M. et al. Inheritance of nutritional and sensory quality traits in fresh market tomato and relation to consumer preferences. *Journal of Food Science*. 2003;68(7):2342–2350.
12. Wang F. et al. Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. *Agricultural Water Management*. 2011;98(8):1228–1238.
13. Krumbein A., Schwarz D. Grafting: A possibility to enhance health-promoting and flavour compounds in tomato fruits of shaded plants? *Scientia Horticulturae*. 2013;149:97–107.
14. Mutale-joan C., Redouane D., Najib E. et al. Screening of microalgae liquid extracts for their bio stimulant properties on plant growth, nutrient uptake and metabolite profile of *Solanum Lycopersicum* L. *Sci. Rep.* 2020;10(1):2820. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59840-4>
15. Fernandez V., Eichert T. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Crit. Rev. Plant Sci.* 2009;28:36–68.
16. Lucini L., Roupael Y., Cardarelli M., Canaguier R. et al. The effect of a plant-derived biostimulant on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions. *Sci. Hortic.* 2015;182:124–133.
17. Kefeli N.I. *Plant growth and natural resources*. Moscow, USSR: Nauka, 1977:256. (In Russ.)
18. Roupael Y., Colla G. Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Front. Plant Sci.* 2020;11:124–133.
19. Du Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic.* 2015;196:3–14.
20. Khan S., Yu H., Li Q., Gao Y. et al. Exogenous application of amino acids improves the growth and yield of lettuce by enhancing photosynthetic assimilation and nutrient availability. *Agronomy*. 2019;9(5):266. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050266>

21. Teixeira W.F., Fagan E.B., Soares L.H., Umburans R.C. et al. Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. *Front. Plant Sci.* 2017;8:32. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00327>
22. Fernandez V., Eichert T. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Crit. Rev. Plant Sci.* 2009;28:36–68.
23. Fernandez V., Brown P.H. From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients. *Front. Plant Sci.* 2013;4:289. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00289>
24. Azanova-Vafina F.G. On the complex nature of the action of physiologically active humic substances on plants. *Nauchnye doklady vysshey shkoly. Biologicheskie nauki.* 1992;10:119–124. (In Russ.)
25. Cai Z. Scientific and technological issues of nutrient management under greenhouse cultivation in China. *Acta Pedofil Sin.* 2019;56:1–9. (In Chin.)
26. Malankina E.L., Tkacheva E.N., Terekhova V.I., Zujkova E.Yu. Flavonoids and essential oils contained in peppermint (*Mentha x piperita* L.) raw materials grown in organic farming. *Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry.* 2022;25(4):52–60. <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-04-08>
27. *Methodology of experimental business in vegetable and melon growing.* Ed. by V.F. Belik. Moscow, Russia: Agropromizdat, 1992:181–193. (In Russ.)
28. Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V. et al. *Plant antioxidants and methods of their determination: monograph.* Moscow, Russia: Infra-M, 2020;181. (In Russ.)
29. Daoud B., Pawelzik E., Naumann M. Different potassium fertilization levels influence water-use efficiency, yield, and fruit quality attributes of cocktail tomato—A comparative study of deficient-to-excessive supply. *Sci. Hortic.* 2020;272:109562. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109562>
30. White P., Karley A. Potassium. In: *Hell R., Mendel R. (Eds.) Cell Biology of Metals and Nutrients, Plant Cell Monographs 17.* Berlin, Germany: Springer, 2010:199–224.
31. Çolpan E., Zengin M., Ozbahçe A. The effects of potassium on the yield and fruit quality components of stick tomato. *Horticult. Environ. Biotechnol.* 2013;54:20–28.
32. Pujos A., Morard P., Effects of potassium deficiency on tomato growth and mineral nutrition at the early production stage. *Plant Soil.* 1997;189(2):189–196.
33. Guoxi W. Effects of Potassium Fertilizer on Vitamine C, Nitrate Content and Related Enzyme Activities of Tomato in Greenhouse. *Journal of Anhui Agricultural Sciences.* 2007;35(8):2225.
34. Hurrell R.F. Iron Fortification Practices and Implications for Iron Addition to Salt. *J. Nutr.* 2021;151(Suppl 1):3S-14S.
35. Golubkina N.A., Sirota S.M., Pivovarov V.F., Yashin A.Ya., Yashin Ya.I. *Biologically active compounds of vegetables.* Moscow, Russia: VNISSOK, 2010:200. (In Russ.)
36. Buoso S. et al. Nodulating white lupins take advantage of the reciprocal interplay between N and P nutritional responses. *Physiologia Plantarum.* 2022;174(1): e13607. <https://doi.org/10.1111/ppl.13607>
37. Tattini M. et al. Isoprenoids and phenylpropanoids are part of the antioxidant defense orchestrated daily by drought-stressed *P. latanus* × *acerifolia* plants during Mediterranean summers. *New Phytologist.* 2015;207(3):613–626.
38. Bénard C., Bourgaud F., Gautier H. Impact of temporary nitrogen deprivation on tomato leaf phenolics. *International Journal of Molecular Sciences.* 2011;12(11):7971–7981.

39. Di Mascio P., Kaiser S., Sies H. Lycopene as the most efficient biological carotenoids in higher singlet oxygen quencher. *Arch. Biochem. Biophys.* 1989;274:532–538.
40. Ali M.Y. et al. Nutritional composition and bioactive compounds in tomatoes and their impact on human health and disease: A review. *Foods.* 2020;10(1):45. <https://doi.org/10.3390/foods10010045>
41. George B. et al. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry.* 2004;84(1):45–51.
42. Collins E.J. et al. Tomatoes: An extensive review of the associated health impacts of tomatoes and factors that can affect their cultivation. *Biology.* 2022;11(2):239. <https://doi.org/10.3390/biology11020239>
43. Lenucci M.S. et al. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2006;54(7):2606–2613.

### Сведения об авторах

**Терехова Вера Ивановна**, канд. с.-х. наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой овощеводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: v\_terekhova@rgau-msha.ru

**Дыйканова Марина Евгеньевна**, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры овощеводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: dyikanova@rgau-msha.ru

**Воробьев Михаил Владимирович**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры овощеводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: vorobyov@rgau-msha.ru

**Бочарова Мария Алексеевна**, аспирант, ассистент кафедры овощеводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: bocharova@rgau-msha.ru

### Information about the authors

**Vera I. Terekhova**, CSc (Ag), Associate Professor, Acting Head of the Department of Vegetable Growing, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: v\_terekhova@rgau-msha.ru)

**Marina E. Dyikanova**, CSc (Ag), Associate Professor at the Department of Vegetable Growing, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: dyikanova@rgau-msha.ru)

**Mikhail V. Vorob'ev**, CSc (Ag), Associate Professor at the Department of Vegetable Growing, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: vorobyov@rgau-msha.ru)

**Maria A. Bocharova**, postgraduate student, Assistant at the Department of Vegetable Growing, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: bocharova@rgau-msha.ru)