

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-95-104>

УДК: 635.64:631.816.12:631.559(470.31)

Я.П. Тукусер^{1*}, С.М. Надежкин^{1,3},
А.А. Байков^{2*}, М.Р. Енгалычев²,
И.Ю. Кондратьева³, А.Ф. Пэлли⁴,
Д.Р. Шафигуллин¹, М.С. Гинс^{1,2}1 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия,
Московская область, Одинцовский район,
п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 142 Российский университет дружбы народов имени Патрика Пумумбы (РУДН)
117198, Россия, г. Москва,
ул. Миклухо-Маклая, д. 63 УОПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова
141592, Россия, Московская область,
г.о. Солнечногорск, дер. Чашниково4 Акционерное Общество "Апатит"
162625, Россия, Вологодская обл.,
г. Череповец, Северное ш., 75, АО "Апатит"

*Авторы для переписки: physiol@inbox.ru, yana-tukuser@mail.ru

Вклад авторов: М.С. Гинс: руководство исследованиями, методология, верификация данных, ресурсы, редактирование рукописи. С.М. Надежкин: концептуализация, курирование данных, редактирование рукописи. Я.П. Тукусер: проведение исследований, изучение литературы, создание черновика рукописи и ее редактирование. А.А. Байков: редактирование и оформление рукописи. М.Р. Енгалычев: проведение исследований. И.Ю. Кондратьева: руководство исследованием, редактирование рукописи. А.Ф. Пэлли: ресурсы. Д.Р. Шафигуллин: визуализация.**Конфликт интересов:** М.С. Гинс и С.М. Надежкин являются членами редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2008 года, но не имеют никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.**Для цитирования:** Тукусер Я.П., Надежкин С.М., Байков А.А., Енгалычев М.Р., Кондратьева И.Ю., Пэлли А.Ф., Шафигуллин Д.Р., Гинс М.С. Влияние листовых подкормок ApaSil и Apaliqua ЖКУ на урожайность томата (*Solanum lycopersicum* L.) при выращивании на капельном поливе в условиях открытого грунта Центрального района Нечерноземной зоны. «Овощи России» 2025;(6):95-104.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-95-104>

Поступила в редакцию: 05.11.2025

Принята к печати: 25.11.2025

Опубликована: 18.12.2025

Yana P. Tukuser^{1*}, Sergey M. Nadezhkin^{1,3},
Alexey A. Baikov^{2*}, Muzar R. Engalychev²,
Irina Yu. Kondrat'eva³, Aleksandr F. Pely⁴,
Damir R. Shafiqullin¹, Murat S. Gins^{1,2},1 FSBSI Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14 Selektionsnaya str., VNIISOK, Odintsovo region,
Moscow district, 143072, Russia2 Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of
Russia (RUDN University)
6, Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russia3 Educational and Experimental Soil and Ecological
Center Chashnikovo
of Lomonosov Moscow State University
Chashnikovo Village, Solnechnogorsk Urban District,
Moscow Region, 141592, Russia4 Joint Stock Company "Apatit"
75, Severnoye Shosse, JSC "Apatit" Cherepovets,
Vologda Region, 162625, Russia*Corresponding authors: physiol@inbox.ru,
yana-tukuser@mail.ru**Authors' Contributions:** М.С. Гинс: supervision, methodology, validation, resources, writing – review & editing. С.М. Надежкин: conceptualization, data curation, writing – review & editing. Я.П. Тукусер: investigation, writing – original draft. А.А. Байков: writing – review & editing. М.Р. Енгалычев: investigation. И.Ю. Кондратьева: supervision, writing – review & editing. А.Ф. Пэлли: resources. Д.Р. Шафигуллин: visualization.**Conflict of interest.** М.С. Гинс и С.М. Надежкин являются членами редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2008 года, но не имеют никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.**For citation:** Tukuser Ya.P., Nadezhkin S.M., Baikov A.A., Engalychev M.R., Kondrat'eva I.Yu., Pely A.F., Shafiqullin D.R., Gins M.S. The effect of foliar fertilizers ApaSil and Apaliqua LCF on the yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) when grown on drip irrigation in open ground conditions of the Central district of the Non-Chernozem zone. Vegetable crops of Russia. 2025;(6):95-104. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-95-104>

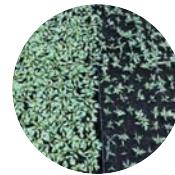
Received: 05.11.2025

Accepted: 25.11.2025

Published: 18.12.2025



Влияние листовых подкормок ApaSil и Apaliqua ЖКУ на урожайность томата (*Solanum lycopersicum* L.) при выращивании на капельном поливе в условиях открытого грунта Центрального района Нечерноземной зоны

**РЕЗЮМЕ**

Актуальность. Растущий спрос на продукты питания в условиях сокращения водных ресурсов обуславливает необходимость внедрения ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве. В Центральном районе Нечерноземной зоны России в условиях открытого грунта, где в период вегетации томата рост температуры воздуха сопровождается уменьшением количества осадков, применение капельного полива и удобрений становится критически важным элементом технологии возделывания. Капельное орошение является перспективной технологией, позволяющей значительно экономить воду (на 30-70%) и повышать урожайность (на 20-90%). Томат – одна из важнейших овощных культур мирового значения, требовательная к водному и питательному режиму. Однако потенциал сочетания капельного орошения с применением препаратов ApaSil (регистрационный номер – 445-10-3473-1) и Apaliqua ЖКУ (регистрационный номер – 312-10-1656-1), для повышения продуктивности томата в открытом грунте Центрального района Нечерноземной зоны Московской области не изучен.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2020-2023 гг. в открытом грунте на опытном участке ФГБНУ ФНЦО. Объектами исследования являлись сорта томата культурного *Solanum lycopersicum* L. из коллекции лаборатории селекции и семеноводства паслёновых культур ФГБНУ ФНЦО: Магнат, Благодатный, Гном.

Результаты. Наивысшая масса плода у сортов: Магнат 195,4 г (+10% к контролю), Благодатный – 116,4 г (+19,3%), Гном – 59,3 г (+10,3%), получена при комплексном применении препаратов ApaSil (400 г/га) и Apaliqua ЖКУ (40 л/га). Урожайность при той же обработке увеличилась до 74,3 т/га (Магнат, +26,8%), 88,1 т/га (Благодатный, +27,4%) и 67,1 т/га (Гном, +18,2%). Комбинированное использование препаратов оказалось эффективнее их раздельного применения.

Заключение. Анализ данных показал, что листовые подкормки ApaSil (400 г/га) и Apaliqua ЖКУ (40 л/га) при капельном орошении эффективно повышают продуктивность томата в открытом грунте Центрального района Нечерноземья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Solanum lycopersicum L., открытый грунт, капельный полив, применение листовых подкормок, масса плода, урожайность

The effect of foliar fertilizers ApaSil and Apaliqua LCF on the yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) when grown on drip irrigation in open ground conditions of the Central district of the Non-Chernozem zone

ABSTRACT

Relevance. The growing demand for food in the context of shrinking water resources necessitates the introduction of resource-saving technologies in agriculture. In the Central district of the Non-Chernozem zone of Russia under open ground conditions, where an increase in air temperature is accompanied by a decrease in precipitation during the tomato vegetation period, the use of drip irrigation and fertilizers becomes a critically important element of the cultivation technology. Drip irrigation is a promising technology that allows significant water savings (30-70%) and increases yield (20-90%). Tomato is one of the most important vegetable crops of global significance, demanding in terms of water and nutrient regimes. However, the potential of combining drip irrigation with the application of ApaSil (registration number – 445-10-3473-1) and Apaliqua LCF (registration number – 312-10-1656-1) preparations to increase tomato productivity in the open ground of the Central district of the Non-Chernozem zone of Moscow Region has not been studied.

Materials and Methods. The research was conducted in 2020-2023 in open ground at the experimental plot of FSBSI FSVC. The objects of the study were cultivars of cultivated tomato *Solanum lycopersicum* L. from the collection of the laboratory of breeding and seed production of solanaceous crops of FSBSI FSVC: Magnat, Blagodatny, Gnom. Results. The highest fruit weight for the cultivars: Magnat 195.4 g (+10% to control), Blagodatny – 116.4 g (+19.3%), Gnom – 59.3 g (+10.3%), was obtained with the combined application of ApaSil (400 g/ha) and Apaliqua LCF (40 l/ha) preparations. The yield with the same treatment increased to 74.3 t/ha (Magnat, +26.8%), 88.1 t/ha (Blagodatny, +27.4%) and 67.1 t/ha (Gnom, +18.2%). The combined use of the preparations was more effective than their separate application.

Conclusion. Analysis of the data showed that foliar fertilizing with ApaSil (400 g/ha) and Apaliqua LCF (40 l/ha) under drip irrigation effectively increases tomato productivity in the open ground of the Central district of the Non-Chernozem zone.

KEYWORDS:

Solanum lycopersicum L., open ground, drip irrigation, application of foliar fertilizers, fruit weight, yield

Введение

Растущий спрос на продукты питания и сокращение водных ресурсов вызывают необходимость в поиске новых технологий для эффективного использования воды и удобрений в сельском хозяйстве. Ресурс осадков распределяется в мире неравномерно. Из-за ограниченного количества осадков засушливые районы широко распространены в Африке, Азии, Америке и Европе. В засушливых регионах сельскохозяйственные культуры часто страдают от засухи. Многочисленные исследователи продемонстрировали, что водный стресс почвы оказывает большое влияние на сопротивление растительного покрова и эвапотра нспирацию [1,2,3,4].

Нехватка воды является основным препятствием для производства сельскохозяйственной продукции, приоритетом должно быть принятие соответствующих стратегий орошения, которые помогают экономить поливную воду [5]. Поэтому эффективное использование ограниченных доступных ресурсов пресной воды в орошаемом земледелии требует использования систем орошения под давлением, таких как поверхностные и подземные капельные системы, для повышения урожайности и качества плодов [6]. Таким образом, методы и управление орошением имеют большое значение для состояния почвы и воды для растений. Исследования во многих странах показали, что при правильном эксплуатировании капельное орошение может позволить сэкономить использование воды на 30-70% и повысить урожайность на 20-90% в зависимости от почвы и климата [7,8]. Кроме того, с учетом экономии воды и повышения урожайности за счет капельного орошения эффективность водопользования также увеличивается как минимум на 50% [9].

Капельное орошение – это новая технология, которая применяется во всем мире и имеет огромный потенциал для улучшения плодородия почвы, увеличения урожайности и качества овощной продукции. Капельное орошение позволяет гарантировать, что каждое растение получает именно то количество воды, которое ему нужно, поскольку оно использует гибкие трубы из полиэтилена, подключенные к отдельным капельницам. Капельницы подведены к корневой зоне каждого растения и через капельницу растение получает определенное количество воды в каждом цикле полива [10].

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) является одной из наиболее широко выращиваемых овощных культур в мире. Мировое годовое производство томата в настоящее время составляет около 180 миллионов тонн [11]. Плоды томата имеют большое пищевое значение, а также высокую питательную ценность благодаря наличию многочисленных антиоксидантных соединений, таких как каротиноиды, фенольные соединения, витамин С и Е. Эти соединения полезны для здоровья человека, например снижают риск воспалительных процессов, онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний [12].

Правильное сочетание воды и питательных веществ является предпосылкой для получения более высоких урожаев и хорошего качества продукции томата. Способ применения удобрений также важен для повышения эффективности использования питательных веществ. Поскольку орошение и внесение удобрений неразрывно связаны, для томата, требуется соответствующее управление орошением, чтобы избежать выщелачивания питательных веществ и загрязнения грунтовых вод. Это

очень важно, особенно в системах выращивания томата, которые требуют значительного количества азотных удобрений [13]. Кроме того, Локасио и др. обнаружили, что урожайность крупных и общих плодов томата на мелкозернистых песках увеличивается при капельном внесении N и K по сравнению с предпосевным внесением [14]. Подобно частому поливу, дробное внесение удобрений путем фертигации улучшает качество и количество плодов томата по сравнению с обычной практикой. Хеббар и др. сообщили, что урожайность томата была на 33% выше при использовании водорастворимых NPK-удобрений, чем при ленточном и бороздковом орошении [15]. Водный режим томата, как и остальных овощных культур, во многом зависит от равномерности и мощности потока воды, который во все время суток постоянно поднимается через растение из корневой системы в листья, где значительная ее часть испаряется. Если испарение восполняется поступлением оросительной влаги, то в растениях устанавливается бездефицитный водный баланс [16].

В различные периоды вегетации растения томата расходуют неодинаковое количество влаги, наибольшее потребление воды растениями отмечается с начала массового цветения и до массового завязывания плодов томата, в среднем это количество находится в пределах от 53 до 58 м³/га [17]. В Центральном районе Нечерноземной зоны России, где в периоды вегетаций томата, рост температуры воздуха сопровождается уменьшением количества осадков, то применение орошения и удобрений становится критически важным элементом в технологии возделывания [18]. В настоящее время капельный полив и фертигация нашли широкое применение во многих странах мира для возделывания сельскохозяйственных культур. В таких странах, как Израиль, Кипр, Испания, Чили, доля капельного орошения превышает 70-80%, в США она составляет около 40-50% [19]. Россия в этом плане сильно отстает. Общая площадь орошаемых земель в России: составляет примерно 4,5-5 млн гектар [20]. Технология внесения удобрений при капельном орошении основана на питании. Орошение создает предпосылки для эффективного применения минеральных удобрений под все культуры и на всех почвах. Применение только одного орошения без использования удобрения и поднятия общего уровня агротехники не может дать эффекта и обеспечить большие урожаи и высокую оплату оросительной воды. И наоборот, удобрения, применяемые в засушливой зоне без орошения, не будут эффективно использованы растениями и не окажут решающего влияния на повышение урожая. Орошение повышает эффективность удобрений при возделывании томата в 3-5 раз. В то же время эффективность орошения на фоне удобрений возрастает в 1,5-2,0 раза. Основное условие получение максимального эффекта от применения минеральных удобрений в орошаемом земледелии это оптимальное сочетание поливного режима и удобрений [21].

Многими учеными уделялось большое внимание изучению вопроса – поступление и наличие элементов минерального питания во время роста и развития растений томата. Содержание отдельных элементов в листьях, стеблях и плодах томата дает возможность судить о потребности культуры в питательных веществах. Независимо от фона питания усвоение растениями

азота, фосфора и калия возрастало в первую половину вегетации (до плодоношения) и соответствовало приростам органического вещества растений. Во вторую половину вегетации, в период плодоношения томата, темп суточного накопления минеральных веществ растениями снижался [22]. Ученые Байрамбеков и Анишко отмечали, что растения томата по своей биологии характеризуются способностью к продолжительному росту и новообразованию органов, в связи с чем имеют большие потенциальные возможности формирования высокой продуктивности. Улучшение условий питания позволяет активизировать ростовые процессы, цветение и плодообразование продолжается в течение большей части вегетационного периода [23].

Из элементов минерального питания томат наиболее отзывчив на фосфорные удобрения. Урожайность при этом находится в прямой зависимости от содержания в почве легкорастворимых фосфатов, а также от норм внесения азотного удобрения. Особенно чувствительны растения томата к недостатку фосфора в первый период вегетации. При малом содержании фосфора в почве повышенные дозы азота до посева ухудшали поступление фосфора в растения и угнетали их развитие, вследствие чего растения проявляют признаки не только фосфорного, но и азотного голода. При нормальном содержании фосфора в почве действие повышенных доз азота ослаблялось или устранялось полностью. Однако урожайность плодов томата в ранние сроки при этом все же уменьшалась. Недостаток азота при высоком содержании фосфора тоже снижает урожайность плодов в ранние сроки и на конец сборов. Калий томаты используют в наибольшем количестве, особенно в период плодоношения растений. Роль калия важна и на первых этапах развития томата. Он необходим для формирования стеблей и завязей, активной ассимиляции углекислоты и передвижения ассимилятов, в том числе и белковых веществ в растениях. Калий участвует в ферментных системах, которые катализируют превращение фосфорорганических соединений в другие вещества [24]. Между тем в отечественной и зарубежной литературе опубликовано большое количество научных исследований, показывающих положительное влияние кремнийсодержащих удобрений и при возделывании овощных культур [25, 26]. Однако механизмы действия этого элемента на растения до настоящего времени изучены недостаточно. Ряд авторов отмечали, что особую роль кремний играет в повышении устойчивости растений к неблагоприятным внешним факторам, биогенным и абиогенным стрессам [27, 28]. Несмотря на распространенность этого элемента в природе и высокое содержание его в почве, доступность его растениям является крайне низкой, а применение различных кремнийсодержащих препаратов способно как увеличить урожай, так и улучшить его качество [29]. Отдельные авторы указывают на усиление использования растениями основных элементов питания (NPK) при применении кремнийсодержащих препаратов [30, 31]. На текущий момент в широком ассортименте минеральных удобрений, в зависимости от состава и способа применения, выделяют: кремнийсодержащие мелиоранты (например, цеолиты, диатомиты и др.), которые используются для внесения в почву в больших количествах; кремневые удобрения для внесения в почву, предпосевной обработки семян и подкормок (к ним относятся силикаты

натрия и калия, аморфный SiO_2 и др.); кремнийсодержащие биостимуляторы для обработки растений в течение вегетации [32]. Наиболее известными и эффективными синтетическими кремниевыми удобрениями являются Biosil (производится в Европе) и Zumsil (производится в США). По химическому составу оба препарата представляют собой концентрированный раствор монокремниевой кислоты, поэтому их применение основано на опрыскивании растений разбавленными водными растворами. Низкие дозы этих препаратов (2-6 л/га) обеспечивают высокий эффект [33]. Самый известный российский препарат «Силиплант» – содержит кремний (до 7%) в биодоступной форме, а также калий и микроэлементы в хелатной форме. Используется для листовых подкормок и полива [34]. «МикроСилк/MicroSilk» – концентрированные жидкости на основе коллоидного кремния [35]. «Энерген» – основное действующее вещество – гуминовые кислоты, также содержит соединения кремния [36]. Среди водорастворимых удобрений на данный момент наиболее распространенные препараты: Fertika (Кемира) [37], Agricola [38], Чистый Лист [39], Master (Valagro) [40], Plantafol (Valagro) [41].

Очевидно, что эффективное использование воды и удобрений напрямую влияют на повышение урожайности и качества плодов томата. Тем не менее, современных знаний о повышении урожайности и качестве плодов томата выращенных в условиях открытого грунта при капельном орошении с внесением удобрения недостаточно.

Цель исследований – изучить влияния капельного орошения с применением листовых подкормок ApaSil и Apaliqua ЖКУ на повышение урожайности томата в условиях открытого грунта Центрального района Нечернозёмной зоны.

Условия, материалы и методы

Исследования проводили в 2020-2023 годах в открытом грунте на опытном участке ФГБНУ ФНЦО. Объектами исследования являлись сорта томата культурного *Solanum lycopersicum* L. из коллекции лаборатории селекции и семеноводства паслёновых культур ФГБНУ ФНЦО: Магнат, Благодатный, Гном. Оригинатор – ФГБНУ ФНЦО, Россия.

Полевые опыты закладывали согласно Методическим указаниям по селекции сортов и гибридов томата для открытого и защищенного грунта (1986) [42]. Агротехника возделывания включала общепринятые приемы для рассадной культуры томата с плотностью посадки 2,5 растений на m^2 . В течение вегетационного периода осуществлялись фенологические наблюдения по фазам развития: бутонизация, цветение, начало плодоношения, техническая и биологическая спелость согласно «Методическим указаниям по апробации овощных и бахчевых культур (2018)» [43] и «Методике полевого опыта в овощеводстве» С.С. Литвинова [44]. Оценка основных морфологических признаков была проведена с подробным описанием по методике UPOV [45]. В условиях землепользования ФГБНУ ФНЦО Московской области томаты высаживали рассадным способом. Перед высадкой рассады проводили обработку почвы фрезой Ф-200 на глубину 10-12 см. Для получения рассады (рис.1А) 25 апреля проводился посев семян в кассетах с размером ячейки 5x5 см вручную на глубину 1,0-1,5 см.



Рис. 1. Выращивание томата культурного в условиях открытого грунта Центрального района Нечернозёмной зоны (А – рассада томата в кассетах в условиях пленочной теплицы; Б – опытное поле томата с системой капельного полива)

Fig. 1. Cultivation of tomato in open ground conditions of the Central district of the Non-Chernozem zone (A – tomato seedlings in trays in a film greenhouse; B – experimental tomato field with a drip irrigation system)

Высадку рассады в грунт ежегодно проводили во II декаде июня, когда среднесуточная температура воздуха достигала +20...+21°C. Июнь был жарким, температуры воздуха в отдельные дни достигали +27°C. В среднем по декадам температура воздуха варьировала +20...+26°C. В общем погодные условия для растений томата в период вегетации в 2020-2023 годах сложились благоприятно [46]. Сборы по сортам ежегодно начинали проводить во II декаде августа, а последние во II декаде сентября. Всего за сезон было проведено 3 сбора. Параметры капельной ленты: тип капельной ленты – эмиттерная, плюсами которой являются повышенная устойчивость к засорению и равномерный водовылив; расстояние между капельницами – 20 см; водовылив одной капельницы – 1,1 л/час (рис.1Б).

Перед высадкой рассады проводили полив. После высадки рассады поливы проводили через день для поддержания влажности почвы на уровне 80-85% НВ для лучшей приживаемости рассады. Для сортов томата в опыте была выбрана схема посадки 90x45см (рис.1Б). Согласно проведенным исследованиям по изучению норм удобрений при выращивании томата в почвенно-климатических условиях Московской области, установлено, что наиболее оптимальными дозами на га $N_{60}P_{120}K_{90}$ азотных 15-20 г/м²; суперфосфата -60-80 г/м²; калийной соли 20-25 г/м² [21].

В качестве удобрений использовали ниже описанные коммерческие препараты компании ФосАгро.

Адаптоген ApaSil – инновационный продукт ФосАгро с содержанием оксида кремния 31,5%. ApaSil поставляет растениям биологически доступный кремний. Кремний повышает устойчивость растений к таким стрессовым факторам, как засуха, высокая концентрация солей в почвенном растворе, поражение болезнями и повреждение вредителями, а также обработка гербицидами. Кремний усиливает защитные реакции растений против болезнетворных микро-

организмов.

По литературным данным растения из семейства паслёновых хорошо отзываются на применение кремний содержащих препаратов. Проводимые исследования показали, что на паслёновых культурах (картофель, томат) возможно некорневое применение сравнительно высоких доз кремния. Благодаря применению возрастающих концентраций ApaSil распространённость альтернариоза в фазу начала созревания плодов первой кисти снижается в 1,4–1,5 раза, а степень развития болезни уменьшается в 1,6–1,8 раза. Применение ApaSil способствует увеличению высоты растения на 6–12%, массы растения – на 27–42%, количества побегов на растении – на 15–35%, количества кистей на растении – на 13–24%, количества плодов с одного растения – на 7–16%, а массы плода – на 10–14% относительно контроля, не получавшего агрохимикат. Существенный прирост общей урожайности плодов на 6,9–18,7 т/га, или на 10–28%, относительно контроля. Аналогичным образом увеличивается и товарная урожайность томата при внесении возрастающих доз препарата ApaSil [47].

Apaliqua ЖКУ N:P 11:37. Жидкое азотно-фосфорное удобрение производит компания «ФосАгро», Россия. Предыдущими исследованиями показана высокая степень доступности и усвоения растениями фосфора по сравнению с традиционными твёрдыми фосфорсодержащими удобрениями, особенно на почвах с высоким содержанием карбоната кальция. Также обеспечивает получение хорошей прибавки урожайности на разных культурах при проведении листовых подкормок, максимально эффективно в условиях засухи [15]. Важно отметить удобство хранения в хозяйствах. Преимущества: широкие сроки применения; высокоэффективное фосфорное удобрение; жидкая форма – не требует влаги для растворения; пролонгированное фосфорное питание; подходит для листовых и прикорневых подкормок.

Таблица 1. Схема опыта внесения удобрений
Table 1. Scheme of the experiment for fertilizer application

Сорта: 1.Магнат 2.Благодатный 3.Гном		Средняя масса плода, г Урожайность, т/га			
ApaSil, г/га	0	Apaliqua ЖКУ, л/га			
		0	10	20	40
0	0	+	+	+	+
100	+	+	+	+	+
200	+	+	+	+	+
400	+	+	+	+	+

мок; эффективные низкие дозы применения. Применение – осенью, весной или летом. Можно вносить при посеве и перед посевом, под любые почвы [48].

Почва опытного участка относится к типу дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая, с $\text{pH}=5,6-5,8$. Содержание гумуса составляет 2,5-3,2%. Содержание элементов питания составляет: P_2O_5 20,1-25,0 мг на 100г абсолютно сухой почвы и K_2O 8,1-17,0 мг на 100г абсолютно сухой почвы. Прополки в период роста и развития растений томата проводились вручную. Обработку от фитофторы проводили трижды за сезон – Ридомил Голд (50 г/л).

В опытах (табл. 1) использовали сорта томата селекции ФГБНУ ФНЦО: Магнат, Благодатный и Гном.

Исследования проведены на 3 сортах томата селекции ФГБНУ ФНЦО имеющих красную окраску плодов, но с различным типом куста, массой плода и группой спелости.

В течение вегетационного периода постоянно проводились фенологические наблюдения (дата посева, единичные и массовые всходы, начало и массовое созревание) и морфологическое описание признаков томата. Уборку и учет урожая проводили вручную по вариантам опыта по мере массового созревания плодов. Плоды убирали в полной зрелости (с окраской, присущей сорту). Сборы начинали с момента начала зрелости у 10–15% растений. Учет биологической урожайности с учетных растений проводился регулярно по мере созревания плодов. Продуктивность сортов томата оценивали по урожайности. Всего за сезон было проведено 3 сбора. Листовые обработки удобрениями проводили 3 раза за вегетационный период с концентрациями указанными в схеме опыта.

Результаты исследований

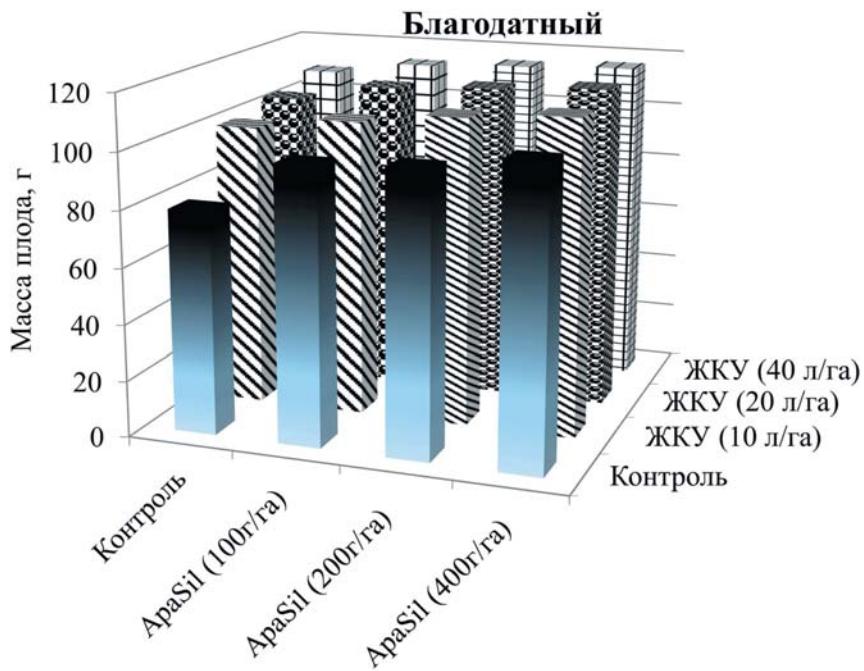
Изучаемые препараты оказали влияние на развитие растений томата, что впоследствии значительно сказалось на формирование массы плода и урожайности в анализируемых сортах томата.

Обработка экспериментальных данных отражает положительное влияние удобрений Apaliqua ЖКУ и ApaSil на массу плода томата. Таким образом масса плода сорта Магнат под воздействием увеличения концентраций Apaliqua ЖКУ возрастала от 179,7 до 187,8 г, при этом рост нормы использования удобрения с 10 до 20 л/га способствовало увеличению массы плода на 3,8г, а при росте с 20 до 40 л/га – еще на 4,3г. Применение жидкого комплексного удобрения является ключевым фактором увеличения средней массы плода. С ростом дозы Apaliqua ЖКУ от 0 до 40 л/га наблюдается стабильный и значительный прирост массы без ApaSil (с 170 до 187,8г). Максимальная эффективность препарата Apaliqua ЖКУ достигается в концентрации 40 л/га в комплексе с агрохимикатом ApaSil 400г/га, при данной обработке масса плода достигала уровня 195,4 г. Необходимо отметить, что препарат ApaSil аналогично оказывал положительное влияние на увеличение массы плода томата по мере роста дозировки. С увеличением дозы ApaSil с 0 до 400 г/га средняя масса плода по всем вариантам с удобрением возрастает от 170 до 183,5 г. Своевременное применение листовых подкормок препаратом ApaSil в комплексе с Apaliqua ЖКУ усиливают действие и способствуют увеличению массы плода при всех нормах расхода относительно контроля. Следовательно в нашем эксперименте максимальная масса плодов наблюдается при применении 400 г/га ApaSil и 40 л/га

Таблица 2. Масса плода томата сорта Магнат, среднее за 2020-2023 годы
Table 2. Fruit weight of tomato cultivar Magnat, average for 2020-2023

Магнат	Средняя масса плода, г				Среднее, г	Отклонение, г	Отклонение, %			
	Apaliqua ЖКУ, л/га									
	0	10	20	40						
0	170,0	179,7	183,5	187,8	180,3	-	-			
100	177,6	184,2	189,8	192,4	186,0	5,7	3,2			
200	178,3	188,2	191,7	194,1	188,1	7,8	4,3			
400	183,5	190,8	193,7	195,4	190,9	10,6	5,9			
Среднее, г	177,4	185,7	193,0	195,0	-	-	-			
Отклонение, г	-	8,4	15,7	17,7	-	-	-			
Отклонение, %	-	4,7	8,8	10,0	-	-	-			

HCP₀₅: частных различий – 10,7, фактора А = В – 6,1, взаимодействия АВ – 4,5



НСР₀₅: частных различий – 8,3, фактора А = В – 5,3, взаимодействия АВ – 4,1

Рис. 2. Масса плода томата сорта Благодатный, среднее за 2020-2023 годы
Fig. 2. Fruit weight of tomato cultivar Blagodatny, average for 2020-2023

Apaliqua ЖКУ – 195г, что на 10% выше, чем при отсутствии внесения удобрений. Среднее отклонение массы плодов также увеличивается с ростом доз, что свидетельствует о вариабельности плодообразования при больших дозах (табл. 2).

Представленная диаграмма (рис. 2) наглядно демонстрирует эффективность применения препаратов Apaliqua ЖКУ и ApaSil на увеличение средней массы плодов сорта Благодатный. Все варианты применения препаратов ApaSil и Apaliqua ЖКУ показали результаты (116,4 г) выше контроля (79,0 г), что подтверждает их эффективность. Наблюдается четкая тенденция, чем выше доза препарата ApaSil, тем больше средняя масса плодов. Обработка дозой 400 л/га показала наилучший результат (104,5 г) среди всех вариантов с этим препаратом. Для Apaliqua ЖКУ также прослеживается дозозависимый эффект – увеличение дозы удобрения с 10 л/га до 40 л/га приводит к последовательно-

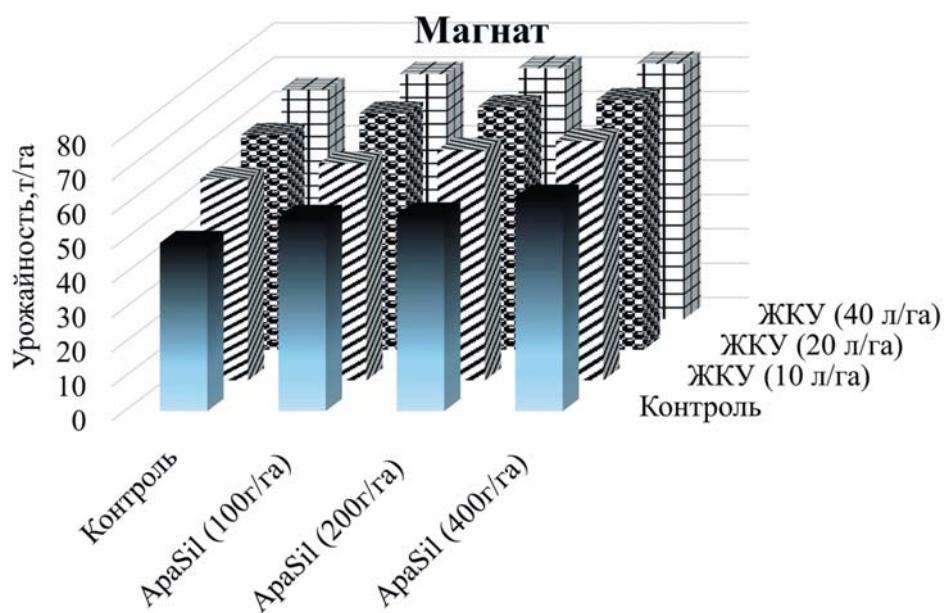
му росту массы плодов (100,7-108,8 г). Наивысший результат в целом по диаграмме показала обработка Apaliqua ЖКУ в дозе 40л/га и ApaSil 400 г/га (116,4 г), что свидетельствует о выраженном положительном эффекте комбинированного применения данных удобрений на формирование крупных плодов у сорта Благодатный.

Прибавка массы плода у сорта Гном от применения только Apaliqua ЖКУ составил 5,3 г. При изучении доли влияния ApaSil, также наблюдается положительная динамика прироста массы плода сорта Гном с увеличением нормы расхода агрохимиката с 0 до 400 г/га. Максимальный прирост от применения агрохимиката ApaSil составил 1,1 г. Также заметно, что при росте доз ApaSil при фиксированных дозах Apaliqua ЖКУ масса плодов увеличивается, что указывает на положительное влияние фосфорно-органической добавки ApaSil на формирование плодов. Результаты исследования показывают, что применение препаратов по отдельности дает

Таблица 3. Масса плода томата сорта Гном, среднее за 2020-2023 годы
Table 3. Fruit weight of tomato cultivar Gnom, average for 2020-2023.

Гном	Средняя масса плода, г				Среднее, г	Отклонение, г	Отклонение, %			
	Apaliqua ЖКУ, л/га									
	0	10	20	40						
0	50,0	51,4	52,5	53,0	51,7	-	-			
100	51,3	52,7	54,0	55,5	53,4	1,7	3,2			
200	51,2	53,3	55,0	57,5	54,3	2,5	4,9			
400	51,8	54,5	56,6	59,3	55,6	3,8	7,4			
Среднее, г	51,1	53,0	54,5	56,3	-	-	-			
Отклонение, г	-	1,9	3,5	5,3	-	-	-			
Отклонение, %	-	3,7	6,8	10,3	-	-	-			

НСР₀₅: частных различий – 5,1, фактора А=В – 3,8, взаимодействия АВ – 3,3



HCP₀₅: частных различий – 8,6, фактора А=В – 5,4, взаимодействия АВ – 4,6

Рис. 3. Урожайность томата сорта Магнат, среднее за 2020-2023 годы
Fig. 3. Yield of tomato cultivar Magnat, average for 2020-2023.

положительный результат, однако их совместное использование приводит к существенно большему эффекту. Значительный рост массы плода наблюдается при максимальных дозах — 400 г/га ApaSil и 40 л/га ЖКУ, где средняя масса достигает 59,3 г, что на 10,3% выше контроля. Таким образом, комплексное применение ApaSil и Apaliqua ЖКУ в увеличенных дозах способствует значительному повышению средней массы плода сорта Гном. Это свидетельствует о целесообразности использования данных удобрений для повышения урожайности и качества томатов данного сорта (табл. 3).

Урожайность и качество являются основными показателями, на которых направленно производство сельскохозяйственных культур. Именно потенциал сорта определяет величину урожая и в конечном итоге прибыль от его

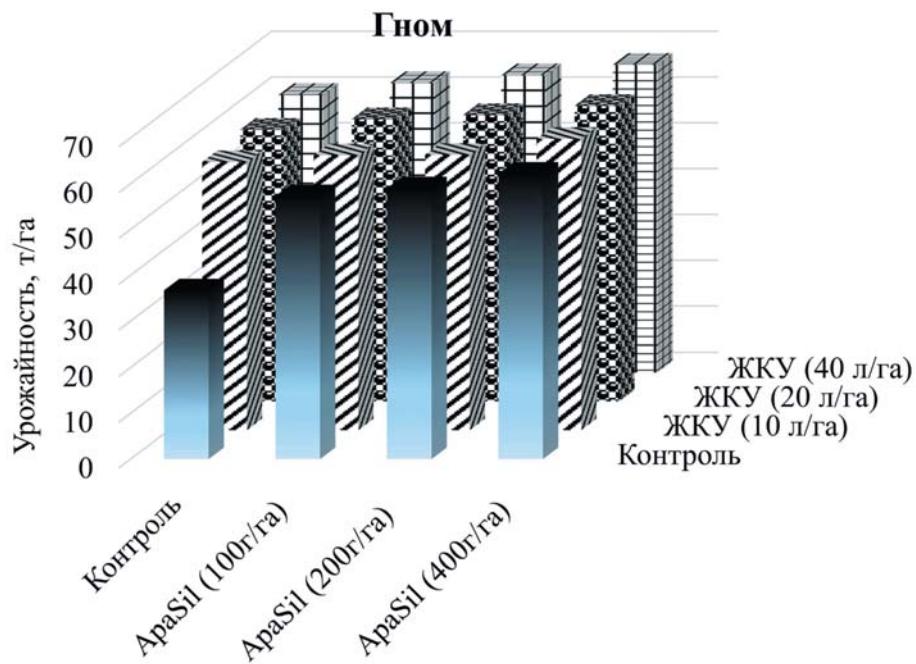
возделывания.

У сорта Магнат под влиянием возрастающих норм использования Apaliqua ЖКУ урожайность возрастила от 58,6 до 66,7 т/га, при этом рост нормы использования удобрения с 10 до 20 л/га вызывал прирост урожайности на 3,8 т/га, а при росте с 20 до 40 л/га – еще на 4,3 т/га (рис. 3). Таким образом, среди применяемых доз только Apaliqua ЖКУ наилучший результат по урожайности в целом по диаграмме показала обработка в дозе 40 л/га (66,7 т/га). Влияние адаптогена ApaSil имело схожий характер. При уровне 100-200 г/га положительное влияние на урожайность томата сорта Магнат было ярко выражено и составило 56,5-57,2 т/га, а возрастающие дозировки агрохимиката с 200 до 400 г/га обеспечили прирост урожайности на 5,2 т/га. Согласно полученным данным при-

Таблица 4. Урожайность томата сорта Благодатный, среднее за 2020-2023гг.
Table 4. Yield of tomato cultivar Blagodatny, average for 2020-2023

Благодатный	Урожайность, т/га				Среднее, т/га	Отклонение, т/га	Отклонение, %			
	Apaliqua ЖКУ, л/га									
	0	10	20	40						
0	50,7	72,4	76,2	80,5	70,0	–	–			
100	69,3	76,9	82,5	85,1	78,5	8,5	12,2			
200	71,0	80,9	84,4	86,8	80,8	10,8	15,5			
400	76,2	83,5	86,4	88,1	83,6	13,6	19,4			
Среднее, т/га	66,8	78,4	82,4	85,1	–	–	–			
Отклонение, т/га	–	11,6	15,6	18,3	–	–	–			
Отклонение, %	–	17,4	23,3	27,4	–	–	–			

HCP05: частных различий – 5,1, фактора А =В – 3,8, взаимодействия АВ – 3,3



НСР₀₅: частных различий – 5,8, фактора А=В – 4,6, взаимодействия АВ – 4,1

Рис. 4. Урожайность томата сорта Гном, среднее за 2020-2023 годы
Fig. 4. Yield of tomato cultivar Gnom, average for 2020-2023

менение агрохимиката ApaSil и жидкого комплексного удобрения ЖКУ как по отдельности, так и комплексно является высокоэффективным агроприемом для увеличения средней массы плода у сорта Магнат. Оптимальной с агрономической точки зрения является схема с использованием ApaSil в дозе 200-400 г/га и Apaliqua ЖКУ в дозе 20-40 л/га.

Анализ данных приведенных в таблице 4 показывает, что с увеличением дозы удобрений наблюдается устойчивый рост средней урожайности от 66,8 т/га при отсутствии подкормок до максимальных значений 85,1 т/га под влиянием удобрения Apaliqua ЖКУ 40 л/га и агрохимиката ApaSil 400 г/га. Отклонения в процентах демонстрируют значительный положительный вклад комплексного применения удобрений в повышение урожая – прирост доходит до 27,4% по сравнению с контролем. Эти результаты указывают на эффективность использования данных доз для значительного улучшения продуктивности сорта Благодатный в условиях эксперимента.

Полученные результаты (рис. 4) демонстрируют влияние различных дозировок удобрений ApaSil и Apaliqua ЖКУ на хозяйственную урожайность томата сорта Гном в пересчёте на тонны с гектара. Оба препарата, показали увеличение урожайности по сравнению с контрольной группой, где обработка не проводилась. Урожайность возрастает при максимальных дозах Apaliqua ЖКУ (40 л/га) до 60,5 т/га, а также при применении ApaSil в дозировке 400 г/га – 62,2 т/га. Комплексное применение препаратов Apaliqua ЖКУ (40 л/га) в комбинации агрохимиката ApaSil 400 г/га, обеспечили максимальную урожайность (67,1 т/га) по сравнению с другими вариантами опыта. Это свидетельствует о положительном эффекте подкормок на продуктивность растений по сравнению с контролем. Таким образом, для сорта Гном наибольший прирост урожая наблюдается при увеличении доз удобрений Apaliqua ЖКУ 40 л/га и ApaSil 400 г/га, что необходимо учитывать при оптимизации системы питания растений.

Выводы

Анализ взаимосвязи формирования массы плода и урожайности селекционных образцов томата с изучаемыми концентрациями Apaliqua ЖКУ и ApaSil показал, что листовые подкормки в условиях капельного орошения являются высокоэффективным агротехническим приемом для повышения продуктивности томата в открытом грунте Центрального района Нечерноземной зоны. Согласно полученным данным, установлен четкий дозозависимый эффект от применения изучаемых препаратов с ростом их доз до 400 г/га для ApaSil и 40 л/га для Apaliqua ЖКУ, под влиянием которых последовательно увеличиваются средняя масса плода и урожайность у всех исследуемых сортов томата. Таким образом, максимальная масса плода (195,4 г) у сорта Магнат достигнута при комбинации ApaSil 400 г/га + Apaliqua ЖКУ 40 л/га, что на 10% выше контроля. У сорта Благодатный комбинация тех же доз удобрений дала максимальный результат – 116,4 г относительно контроля (79 г). Наивысший показатель массы плода (59,3 г) у сорта Гном, также зафиксирован при обработке ApaSil 400 г/га + Apaliqua ЖКУ 40 л/га, что на 10,3% выше контроля. Аналогично, своевременное применение листовых подкормок ApaSil и Apaliqua ЖКУ существенно повысило урожайность всех изучаемых сортов. У сорта Магнат урожайность росла с увеличением доз удобрений. Наиболее эффективной оказалась комбинация ApaSil 400 г/га + Apaliqua ЖКУ 40 л/га, при данной комбинации урожайность зафиксирована на уровне 74,3 т/га, что на 17,9% выше контроля. Максимальная урожайность (88,1 т/га) сорта Благодатный получена при комбинации ApaSil 400 г/га + Apaliqua ЖКУ 40 л/га, что на 27,4% выше контроля. Наибольшая урожайность (67,1 т/га) сорта Гном также достигнута при совместном применении максимальных доз ApaSil (400 г/га) и ЖКУ (40 л/га). Полученные положительные результаты позволят рационально определять нормы применения препаратов Apaliqua ЖКУ и ApaSil для выращивания сортов томата с различным типом куста, массой и формой плода.

• Литература / References

- Rana G., Katerji N. Measurement and estimation of actual evapotranspiration in the field under Mediterranean climate: a review. *European Journal of agronomy*. 2000;13(2-3):125-153. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00070-8](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00070-8)
- Zhang K., Greenwood D.J., Spracklen W.P., Rahn C.R., Hammond J.P., White P. J., Burns I. G. A universal agro-hydrological model for water and nitrogen cycles in the soil-crop system SMCR_N: Critical update and further validation. *Agricultural water management*. 2010;97(10):1411-1422. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.03.007>
- Jung J.K., McCouch S. Getting to the roots of it: genetic and hormonal control of root architecture. *Frontiers in plant science*. 2013;(4):186. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00186>
- Bastiaanssen W.G., Menenti M., Feddes R.A., Holtslag A.M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 1. Formulation. *Journal of hydrology*. 1998;(212):198-212.
- Merroud A., Tamini T.D., Yacouba H. Impacts of different irrigation schedules on the water balance components of an onion crop in a semi-arid zone. *Agricultural water management*. 2005;77(1-3):282-295. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.09.033>
- Çolak Y.B., Yazar A., Gönen E., Eroğlu E.Ç. Yield and quality response of surface and subsurface drip-irrigated eggplant and comparison of net returns. *Agricultural Water Management*. 2018;(206):165-175. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.05.010>
- Cetin O., Bilgel L. Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. *Agricultural Water Management*. 2002;54(1):1-15. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(01\)00138-X](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(01)00138-X)
- Postel S., Polak P., Gonzales F., Keller J. Drip irrigation for small farmers: A new initiative to alleviate hunger and poverty. *Water International*. 2001;26(1):3-13.
- Chartzoulakis K., Bertaki M. Sustainable water management in agriculture under climate change. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015;(4):88-98. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.03.011>
- Fan J., Lu X., Gu S., Guo X. Improving nutrient and water use efficiencies using water-drip irrigation and fertilization technology in Northeast China. *Agricultural Water Management*. – 2020;(241):106352. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106352>
- FAOSTAT. Statistics Database. 2022. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (accessed on 11 October 2022).
- Pérez-Labrada F., López-Vargas E.R., Ortega-Ortiz H., Cadenas-Pliego G., Benavides-Mendoza A., Juárez-Maldonado A. Responses of tomato plants under saline stress to foliar application of copper nanoparticles. *Plants*. 2019;8(6):151. <https://doi.org/10.3390/plants8060151>
- Zotarelli L., Scholberg J.M., Dukes M.D., Muñoz-Carpema R., Icerman J. Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. *Agricultural water management*. 2009;96(1):23-34. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.06.007>
- Locascio S.J. Management of irrigation for vegetables: Past, present, and future. *Hort Technology*. 2005;15(3):482-485. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.15.3.0482>
- Hebbar S.S., Ramachandrappa B.K., Nanjappa H.V., Prabhakar M.J. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *European Journal of agronomy*. 2004;21(1):117-127. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(03\)00091-1](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00091-1)
- Tyutyuma N.V., Solodovnikov A.P., Mukhortova T.V., Kudryashova N.I. Determination of the optimal irrigation regime and the level of mineral nutrition of tomato hybrids of Russian selection in the conditions of the north of the Astrakhan region. *Agrarian scientific journal*. 2017;(8):32-38. (In Russ.) <https://elibrary.ru/zemasf>
- Petrov N.Yu., Zvolinsky V.P., Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Complex use of water-soluble fertilizer and growth regulator in tomato crops. Current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management. 2018. P.442-447. (In Russ.) <https://elibrary.ru/ywmflt>
- Kondratieva I.Yu. Private selection of tomato. Moscow, 2010. ISBN 978-5-901695-38-8. (In Russ.) <https://elibrary.ru/qlbhtz>
- Fan J. Improving nutrient and water use efficiencies using water-drip irrigation and fertilization technology in Northeast China. J. Fan et al. *Agricultural Water Management*. 2020;(241):106352. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106352>
- <https://specagro.ru>
- Klimenko N.N. Vegetable growing in the south of Russia. *Potato and vegetables*. 2013;(8):2-5. (In Russ.) <https://elibrary.ru/rdflcl>
- Tumanyan A.F. Increasing the yield of tomatoes, sweet peppers and eggplants with drip irrigation by regulating mineral nutrition. *Theoretical & Applied Problems of Agro-industry*. 2016;28(3):11-17. (In Russ.) <https://elibrary.ru/xhsejx>
- Bairambekov Sh.B., Anishko M.Yu., Gulyaeva G.V., Garyanova E.D. Influence of foliar application on tomato productivity in the volga delta conditions. *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>
- Filin V.I. Scientific foundations for optimizing mineral nutrition and methods for determining fertilizer rates for the planned yield of agricultural crops. Management of crop formation processes in the field: collection of scientific papers. Volgograd: Volgograd Agricultural Institute, 1984. pp. 42-57. (In Russ.)
- Dudnikova S.A., Lapina V.V., Dorozhkina L.A. Ways to improve protection of cucumber when growing using low-volume technology. *Agrochemical herald*. 2022;(6):74-77. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2022-6-014> <https://elibrary.ru/zjdstq>
- Vernichenko I.V., Osipova L.V., Kurnosova T.L., Lapushkina A.A., Bykovskaya I.A. Influence of selenium and silicon on nitrogen nutrition of barley and its resistance to drought and aluminum (experiments with ^{15}S isotope). *Agrochemical herald*. 2021;(6):38-44. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-6-008> <https://elibrary.ru/avamax>
- Osipova L.V., Vernichenko I.V., Romadina L.V., Kurnosova T.L., Bykovskaya I.A., Lapushkina A.A. Effect of silicon on the ontogenetic adaptation of spring barley under the oxidative stress. *Plodorodie*. 2020;1(112):18-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.112.06> <https://elibrary.ru/symwx>
- Khoroshilov A.A., Frolova S.A. Use of mineral fertilizer with microelements "NanoSilicon" in the technology of growing cucumbers in closed ground. *Scientific journal of young scientists*. 2017;2(9):10-13. (In Russ.) <https://elibrary.ru/xtdlv>
- Lapushkin V.M., Dobryn P.V. Effect of silicon-containing fertilizers on tomato and cucumber yields under conditions of low-volume hydroponics. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*. 2023;(1):5-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-1-5-19> <https://elibrary.ru/xwexef>
- Li Z., Guo F., Cornelis J.T., Song Z., Wang X., Delvaux B. Combined silicon-phosphorus fertilization affects the biomass and phytolith stock of rice plants. *Frontiers in plant science*. 2020;(11):67. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00067>
- Laîné P., Haddad C., Arkoun M., Yvin J.C., Etienne P. Silicon promotes agronomic performance in *Brassica napus* cultivated under field conditions with two nitrogen fertilizer inputs. *Plants*. 2019;8(5):137. <https://elibrary.ru/zemasf>

- <https://doi.org/10.3390/plants8050137>

32. Matychenkov V.V., Bocharkova E.A., Pirogovskaya G.V., Ermolovich I.E. Prospects for the use of silicon preparations in agriculture (scientific literature review). *Pochvovedenie i agrokhimiya*. 2022;1(68):219–234. (In Russ.) [https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1\(68\)-219-234](https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1(68)-219-234) <https://elibrary.ru/rmuzpg>

33. Bocharkova E.A., Matychenkov V.V., Matychenkov I.V. Silicon fertilizers and ameliorants: the history of study and the theory and practice of application. *Agrohimia*. 2011;(7):84–96. (In Russ.) <https://elibrary.ru/nxrygv>

34. Kshnikatkina A.N., Alenin P.G., Kshnikatkina S.A., Voronova I.A. Agro-ecological aspects of application of herbicide tank mixtures together with the preparations albit and siliplant on seed crops of hungarian clover. *Zemledelie*. 2016;(7):45–48. (In Russ.) <https://elibrary.ru/wwqywd>

35. Park B.K., Um I.C., Han S.M., Han S.E. Electrospinning to surpass white natural silk in sunlight rejection for radiative cooling. *Advanced Photonics Research*. 2021;2(6):2100008. <https://doi.org/10.1002/adpr.202100008>

36. Odnoshnova E.M., Erofeeva T.V., Odnoshnova Yu.V. Use of Energen Aqua in growing table beets. Modern scientific and practical solutions in the agro-industrial complex, forestry, and hospitality: Proceedings of the national conference. Ryazan: Ryazan State Agrarian University. 2021. P. 81–87. (In Russ.)

37. Kachalova, M.V. "A Comparative Analysis of the Efficiency of Various Mineral Fertilizers in Pre-Sowing Seed Treatment." Proceedings of the International Conference of Students, Postgraduates, and Young Scientists "Prospect Svobodny-2015," dedicated to the 70th Anniversary of the Great Victory. 2015. P. 30. (In Russ.) <https://elibrary.ru/ulsrpn>

38. Sailor D. *The Agricola. A companion to Tacitus*. 2012. <https://doi.org/10.1017/S0009840X1300070X>

39. Treskina N.N., Ginda E.F., Kolosov I.G. Influence micropers on massa groudzi and paramania ygods stosoryvino. *Scientific achievements and discoveries*. 2020. Pp. 63–69. (In Russ.) <https://elibrary.ru/jloqjy>

40. Ito R.M., Lee G.T.S., Ganelevin R., Fagnani M.A., Leite C.A. Light spectrum management using colored nets to control the growth and blooming of Phalaenopsis. *ISHS Acta Horticulturae* 770: *XXVII International Horticultural Congress - IHC2006: International Symposium on Cultivation and Utilization of Asian, Sub-tropical, and Underutilized Horticultural Crops*. 2008. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.770.20>

41. Zubkova T., Vinogradov D., Butov M. Effectiveness of foliar fertilizing spring oilseed rape in the forest-steppe conditions of central black earth economic region of Russia. *BIO Web of Conferences. EDP Sciences*. 2023;(71):01035. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101035>

42. Methodical instructions for selection of tomato varieties and hybrids for open and protected ground. M., 1986. P. 111. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-58-61>

43. Guidelines for testing vegetable and melon crops. M., 2018. 224 c. (In Russ.)

44. Litvinov S.S. Methodology of field experiments in vegetable growing. 2011. (In Russ.)

45. <https://gossortf.ru/deyatelnost-upov> (date of access: 15.10.2023). (In Russ.)

46. Weather archive in Nemchinovka [Electronic resource] URL: https://rp5.md/Архив_ходы_в_Немчиновке (date of access: 15.10.2023). (In Russ.)

47. ApaSil [Electronic resource] URL: <https://apasil.phosagro.ru/#rec460562131> (date of access: 15.10.2023). (In Russ.)

48. Liquid complex fertilizers (LCF) [Electronic resource] URL: <https://www.phosagro.ru/production/fertilizer/zhidkie-kompleksnye-udobreniya/2837/> (date accessed: 15.10.2023). (In Russ.)

Об авторах:

Яна Петровна Тукусер – младший научный сотрудник
лаб. молекулярной генетики и цитологии,
<https://orcid.org/0000-0003-2305-1575>,
SPIN-код: 8520-1999, автор для переписки, yana-tukuser@mail.ru

Сергей Михайлович Надежкин – доктор биол. наук,
профессор РАН, зав. лабораторно-аналитическим отделом,
<https://orcid.org/0000-0001-5786-3454>,
Scopus ID: 57193556462, SPIN-код: 1564-1159, nadegs@yandex.ru

Алексей Алексеевич Байков – старший научный сотрудник,
лаб. физиологии и биохимии растений,
интродукции и технологии создания функциональных продуктов,
<https://orcid.org/0000-0003-4393-7525>,
SPIN-код: 7794-9703, автор для переписки, physiol@inbox.ru

Мязар Ренатович Енгальышев – кандидат с.-х. наук
лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур,
<https://orsid.org/0000-0002-8609-8883>,
SPIN-код: 4131-4856, muzazar@mail.ru

Ирина Юрьевна Кондратьева – кандидат с.-х. наук,
научный консультант лаборатории селекции
и семеноводства пасленовых культур,
SPIN-код: 3870-5032

Александр Федорович Пэлий – главный специалист
центра инноваций,
<https://orsid.org/0000-0002-0717-7533>,
SPIN-код: 7064-6985, kaluga-pelyi@yandex.ru

Дамир Рамисович Шафигуллин – кандидат с.-х. наук,
научный сотрудник, лаб. физиологии и биохимии растений,
интродукции и технологии создания функциональных продуктов,
SPIN-код: 1024-2613, Shafigullin89@yandex.ru

Мурат Сабирович Гинс – доктор биологических наук,
член-корреспондент РАН, заведующий
лаборатории физиологии и биохимии растений,
интродукции и технологии создания функциональных продуктов,
<https://orcid.org/0000-0001-5995-2696>,
Scopus Author ID: 6603575024,
SPIN-код: 6459-7630, apirr@bk.ru

About the Authors:

Yana P. Tukuser – Junior Researcher,
Laboratory of Molecular Genetics and Cytology,
<https://orcid.org/0000-0003-2305-1575>,
SPIN code: 8520-1999, Corresponding Author, yana-tukuser@mail.ru

Sergey M. Nadezhkin – Dr. Sci. (Biology),
Professor of the Russian Academy of Sciences, Head
of the Laboratory Analytical Department,
<https://orcid.org/0000-0001-5786-3454>,
SPIN code: 1564-1159,
Scopus ID: 57193556462, nadegs@yandex.ru

Alexey A. Baikov – Senior Researcher,
Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry,
Introduction and Technology of Functional Product Creation,
<https://orcid.org/0000-0003-4393-7525>,
SPIN code: 7794-9703, Corresponding Author, physiol@inbox.ru

Myazar R. Engalychev – Cand. Sci. (Agriculture),
Laboratory of Breeding and Seed Production of Solanaceous Crops,
<https://orsid.org/0000-0002-8609-8883>,
SPIN code: 4131-4856, myazar@mail.ru

Irina Yu. Kondratyeva – Cand. Sci. (Agriculture),
Scientific Consultant, Laboratory of Breeding and Seed Production
of Solanaceous Crops, SPIN code: 3870-5032, priemnaya@vniissok.ru.

Aleksandr F. Pelyi – Lead Specialist, Innovation Center,
<https://orsid.org/0000-0002-0717-7533>,
SPIN code: 7064-6985, kaluga-pelyi@yandex.ru

Damir R. Shafigullin – Cand. Sci. (Agriculture),
Researcher, Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry,
Introduction and Technology of Functional Product Creation,
SPIN code: 1024-2613, Shafigullin89@yandex.ru

Murat S. Gins – Dr. Sci. (Biology), Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory
of Plant Physiology and Biochemistry, Introduction
and Technology of Functional Product Creation,
<https://orcid.org/0000-0001-5995-2696>,
SPIN code: 6459-7630,
Scopus Author ID: 6603575024, anirr@bk.ru