

Научная статья

УДК 635.64:632.1(571.63)

EDN XWDXBU

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-1-17-31>

Развитие болезней и защита сортов томата открытого грунта в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока России

Ирина Алексеевна Ванюшкина¹, Наталья Александровна Синиченко²,
Елена Георгиевна Козарь³, Ольга Николаевна Пышная⁴

^{1,2} Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра
овощеводства, Приморский край, Суражевка, Россия

^{3,4} Федеральный научный центр овощеводства, Московская область, ВНИИССОК, Россия

¹ vanuschckina.i@yandex.ru

Аннотация. Приморский край расположен в условиях муссонного климата с годовым количеством осадков 700–800 мм, большая часть которых приходится на летний период, что в сочетании с повышенными температурами воздуха в период вегетации создает благоприятные условия для развития болезней овощных культур. Листовая поверхность растений томата в этих условиях поражается фитопатогенами из родов *Phytophthora*, *Alternaria*, *Septoria* и *Xanthomonas*. В годы, благоприятные для развития болезней, потери урожая томата достигают 60 % и более. В связи с этим исследования по динамике развития болезней томата в открытом грунте и эффективности защитных мероприятий для борьбы с ними являются актуальными. Цель исследований – оценить эффективность разработанной системы защиты районированных сортов томата с разными биологическими особенностями развития от болезней при различной напряженности инфекционного фона в условиях муссонного климата. Исследования проводились в 2022–2024 гг. на Приморской овощной опытной станции на сортах томата ее селекции – Одиссей и Фитилек. Степень распространения и развития болезней в период вегетации изучали в динамике, применяя пятибалльную шкалу. В качестве защитных мероприятий использовали баковую смесь фунгицидов Орвего и Сигнум. Первая обработка препаратами проводилась после появления первых признаков альтернариоза на листовой поверхности томата (в конце первой – начале второй декад июля); две последующие обработки – с интервалом 11–14 дней в зависимости от погодных условий. Учитывали интенсивность поражения листовой поверхности растений и долю пораженных плодов в структуре урожая. Учет урожайности проводили весовым методом по мере сбора плодов, начиная со второй половины августа. Отмечены различия в динамике и интенсивности развития болезней анализируемых сортов в разные годы исследований. Поражение растений листовыми пятнистостями, вызываемыми возбудителями альтернариоза и септориоза, приводит к снижению общей урожайности сортов томата. Однако поражения плодов этими болезнями не было отмечено и снижение товарности продукции связано в основном с развитием фитофтороза. Применение трехкратной обработки растений баковой смесью двух препаратов с разной фунгицидной активностью в отношении возбудителей альтернариоза и фитофтороза дает существенный положительный эффект, повышая общую, раннюю и товарную урожайность томата в два и более раз.

Ключевые слова: болезни, биологическая эффективность, пораженность, томат, фунгициды, урожайность

Для цитирования: Ванюшкина И. А., Синиченко Н. А., Козарь Е. Г., Пышная О. Н. Развитие болезней и защита сортов томата открытого грунта в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока России // Дальневосточный аграрный вестник. 2025. Том 19. № 1. С. 17–31. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-1-17-31>.

Disease development and protection of open-ground tomato varieties in monsoon climate conditions in the southern Russian Far East

Irina A. Vanyushkina¹, Natalya A. Sinichenko²,
Elena G. Kozar³, Olga N. Pyshnaya⁴

^{1,2} Primorskaya Vegetable Experimental Station – Branch of Federal Scientific Vegetable Center
Primorsky krai, Surazhevka, Russian Federation

^{3,4} Federal Scientific Vegetable Center, Moscow region, VNISSOK, Russian Federation

¹ vanuschckina.i@yandex.ru

Abstract. Primorsky krai is located in a monsoon climate with an annual rainfall of 700–800 mm, most of which falls in the summer. Since most of the precipitation occurs in the summer, this, in combination with elevated air temperatures during the growing season, creates favorable conditions for the development of diseases of vegetable crops. In these conditions, the leaf surface of tomato plants is affected by phytopathogens from the genera *Phytophthora*, *Alternaria*, *Septoria* and *Xanthomonas*. In years favorable for the development of diseases, tomato crop losses reach 60% or more. In this regard, research on the dynamics of tomato diseases in the open ground and the effectiveness of protective measures to combat them are relevant. To determine the effectiveness of the recommended system for protecting zoned tomato varieties with different biological developmental features from diseases in a monsoon climate. The studies were conducted in 2022, 2023 and 2024 at the Primorsky Vegetable Experimental Station on tomato varieties of its selection – Odyssey and Fitilyok. Orvego and Signum fungicides were used for protective measures. The first drug treatment was carried out after the first signs of alternariasis appeared on the tomato leaf surface (at the end of the first and beginning of the second decade of July). Two subsequent treatments were carried out with an interval of 11–14 days, depending on weather conditions. The damage to the leaf surface of plants was assessed in dynamics on a five-point scale. Crop counts were carried out by the weight method, starting from the second half of August. Differences in the dynamics of the intensity of alternariasis development of the analyzed varieties are noted. Damage to plants by leaf spots caused by pathogens of alternariasis, as well as septoria, leads to a decrease in the overall yield of tomato varieties. However, no damage to the fruits by these diseases was noted. The decrease in the marketability of products is mainly due to the development of late blight. The use of triple treatment of plants with a tank mixture of two preparations with different fungicidal activity against pathogens of alternariasis and late blight gives a significant positive effect, increasing the overall, early and commercial yield of tomatoes by two or more times.

Keywords: diseases, biological efficacy, infestation, tomato, fungicides, yield

For citation: Vanyushkina I. A., Sinichenko N. A., Kozar E. G., Pyshnaya O. N. Disease development and protection of open-ground tomato varieties in monsoon climate conditions in the southern Russian Far East. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2025;19;1:17–31. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-19-1-17-31>.

Введение. Томат относится к культурам с высокой экологической пластичностью и урожайностью. Однако не всегда удается получить стабильно высокие урожаи плодов в местных условиях. Препятствуют этому воздействие метеорологических факторов и комплекс вредных организмов. Климат юга Дальнего Востока России характеризуется муссонностью с ярко выраженной зональной континентальностью. Характерная особенность климата – крайне неравномерное выпадение осадков в вегетационный период с

ярко выраженным проявлением как засухи, так и переувлажнения. На фоне высоких температур, влажности воздуха (95–100 %), снижения инсоляции значительно повышается напряженность естественного инфекционного фона с преобладанием агрессивных рас грибных и бактериальных болезней, угнетающих овощные растения [1–5]. В годы, благоприятные для развития болезней, потери урожая томата достигают 60 % [1].

На листовой поверхности растений томата в условиях Приморского края развиваются фитопатогены из родов *Phytophthora*, *Alternaria*, *Septoria* и *Xanthomonas* [6]. Однако наибольшую опасность представляют возбудители альтернариоза и фитофтороза [7].

Альтернариоз (*Alternaria solani* Sorauer. и *A. linariae* (Neergaard) Simmons) особенно вредоносен в жаркие засушливые годы с периодическими осадками. Значимого поражения плодов альтернариозом в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока России пока не зарегистрировано, но в результате быстрого развития радиальной пятнистости и хлороза листьев, снижения их фотосинтетической активности, болезнь приводит к снижению урожая на 30 % и более [3, 9, 10].

Фитофтороз (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) проявляется в годы с избыточным увлажнением и пониженными температурами в августе – сентябре. Потери урожая от него часто бывают намного выше, чем от всех остальных болезней в сумме. В годы эпифитотий отдельные сорта томата теряют от 50 до 100 % урожая. Фитофторовые оомицеты способны повреждать плоды при их дозаривании, а также поражают семенной материал. Фитофтора часто является первичным возбудителем, позволяя в последующем на ослабленных растениях томата развиваться многочисленным грибным и бактериальным инфекциям [1, 8, 9].

Основным методом борьбы с этими болезнями является химическая защита, предусматривающая применение фунгицидов. В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2022 г.) всего зарегистрировано 53 препарата на основе 28 действующих веществ, рекомендованных для борьбы с фитофторозом и альтернариозом на томате [11].

Непрерывно разрабатываются и все чаще применяются комплексные препараты на основе нескольких соединений с фунгицидной активностью, чтобы затормозить процесс «привыкания» возбудителей и появление новых более агрессивных резистентных рас, способных преодолевать в том числе и генетическую устойчивость новых сортов и гибридов.

Правильный подбор системы фунгицидов и технологии их применения для защиты овощных культур, в том числе и томата, от болезней является залогом успеха в сохранении высокого урожая и получении товарной продукции высокого качества в конкретном регионе выращивания. На основании ранее проведенных нами исследований по изучению активности широкого спектра разрешенных препаратов последнего поколения в условиях муссонного климата Приморья были выделены два из них [6]. Сигнум представляет собой контактно-системный пестицид для защиты томата от альтернариоза, тогда как Орвего – системный пестицид для защиты от фитофтороза [11]. При этом эффективность их действия при обработке растений томата значительно повышается при совместном использовании в составе баковой смеси [7].

В рамках разработки сортовых технологий сочетание химического метода с генетическим открывает большие перспективы в защите растений. Это не только повышает эффективность защиты от патогенов, улучшает экологическую обстановку и удешевляет защиту, но и пролонгирует действие пестицидов, способствует увеличению продуктивности и качества урожая. Устойчивые сорта, как правило, являются сортами местной селекции, поскольку на распространение и развитие болезней в значительной степени влияют конкретные почвенно-климатические условия выращивания сельскохозяйственных культур. Фактор окружающей среды существенно воздействует и на реакцию растения-хозяина на заражение [12–16].

Целью работы являлась оценка эффективности разработанной схемы применения системы фунгицидов для защиты томата от болезней в условиях муссонного климата Дальнего Востока России. В задачи исследований входило изучение динамики развития болезней и влияния комплексного использования препаратов разного спектра действия на степень поражения и урожайность томата в зависимости от факторов внешней среды и сортовых особенностей.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2022–2024 гг. в условиях открытого грунта на базе Приморской овощной опытной стан-

ции – филиале Федерального научного центра овощеводства.

При этом были использованы наиболее востребованные районированные сорта томата селекции Приморской овощной опытной станции – Одиссей и Фитилек, входящие в одну группу спелости.

Сорт Одиссей относится к сортам средних сроков созревания для выращивания в открытом грунте. Период от всходов до технической спелости составляет 110–115 дней. Тип куста – детерминантный, растение компактное высотой 45–55 см. Плоды красные, овальные, с плотной мякотью темно-красной окраски, массой до 60 грамм. Сорт используется для цельноплодного консервирования и переработки. Он толерантен к фитофторозу и восприимчив к альтернариозу [6].

Сорт Фитилек – среднеспелый, период от всходов до технической спелости равен 110–120 дней. Растение детерминантного типа, средней мощности и облиственности, высотой до 100 см. Плод цилиндрический со слегка вытянутой вершиной, массой до 60 грамм, плотный. Окраска зрелого плода желтая. Сорт предназначен для цельноплодного консервирования и переработки, а также для детского и диетического питания из-за высокого содержания β -каротина. Особенностью данного сорта является интенсивное отрастание вегетативной массы и формирование плодов после завязывания 2–3 кисти. Сорт относительно устойчив к альтернариозу и средневосприимчив к фитофторозу [17, 18].

Рассада выращивалась в пленочных необогреваемых теплицах и была высажена в открытый грунт 8 июня в 2022 г. и 19 июня в 2023 и 2024 гг. из расчета густоты стояния растений (33,3 тыс. шт./га) на грядах по схеме 60 + 120 см. Уход за посадками включал проведение не менее двух междурядных обработок, обработок гербицидами (Тирон (0,7 кг/га) 7 июля в 2022 г. и Миура (1,0 л/га) 4 июля в 2024 г.) и рыхлений в рядах, ручных прополок по мере необходимости.

Вегетационный период в годы исследований был теплее, чем в среднем за многие годы: в 2022 г. – в среднем на 1,4 °C за счет повышенных (на 0,5–3,7 °C) среднемесячных температур воздуха в период с апреля по октябрь; в 2023 г. – на

2,8 °C за счет повышенных (на 1,5–5,2 °C) температур в период с апреля по сентябрь.

Количество выпавших осадков за вегетационный период 2022 г. (с апреля по октябрь) составило 792 мм, что несколько превышало среднемноголетние данные (на 42 мм или на 5,6 %). Наиболее значительное превышение по сравнению с нормой наблюдалось в июне (на 84 мм или на 80,0 %), менее значительное – в июле (на 27,0 %) и в сентябре (на 39,8 %). Напротив, в апреле, мае и августе количество выпавших осадков было ниже нормы на 51,2; 30,9 и 43,8 % соответственно. В целом погодные условия 2022 г. были удовлетворительными для роста и развития овощных культур. Развитие болезней не носило эпифитотийного характера.

В 2023 г. количество выпавших осадков составило 880 мм, превысив среднемноголетние данные на 165 мм или на 23,1 %. Наиболее значительное превышение наблюдалось в августе (на 326 мм или в 2,8 раза), менее значительное – в июне (на 18,1 %). В мае, июле, сентябре и октябре количество выпавших осадков было ниже нормы на 56,7; 25,2; 70,9 и 37,5 % соответственно. Погодные условия в данном году были крайне неблагоприятными для роста и развития овощных культур. Корневая система страдала из-за переувлажнения и последующего уплотнения почвы, что угнетало рост растений. Развитие болезней, в том числе альтернариоза и фитофтороза, на пасленовых носило прогрессирующий характер.

Вегетационный период 2024 г. в среднем был на 0,8 °C теплее, чем в среднем за многие годы. На это повлияли повышенные среднемесячные температуры воздуха (на 0,4–2,9 °C) в период с апреля по сентябрь по сравнению со среднемноголетними данными. Количество выпавших осадков превысило среднемноголетние данные на 38 мм или на 5,3 %. Наиболее значительное превышение по сравнению с нормой наблюдалось в июне (на 45 мм или в 1,4 раза), июле (на 51 мм или в 1,3 раза) и в октябре (на 38 мм или в 1,9 раза). Менее значительное – в апреле (на 13 мм или на 30%). Напротив, в мае, августе и сентябре количество выпавших осадков было ниже нормы на 6; 34 и 33 % соответственно. В целом погодные условия сезона 2024 г. были достаточно бла-

гоприятны для роста и развития томата. Однако из-за частых дождей в мае – июне были сдвинуты посевные и посадочные работы на более поздние сроки, что отразилось на развитии болезней и урожайности.

В основном опыте испытывали баковую смесь фунгицидов:

Сигнум (водно-диспергируемые гранулы; действующие вещества боскалид и пираклостробин; концентрации действующих веществ 267 и 67 г/кг соответственно) в дозе 1,5 кг/га;

Орвего (концентрат эмульсии; действующие вещества диметоморф и аметоктрадин; концентрации действующих веществ 225 и 300 г/л соответственно) в дозе 1,0 л/га.

В контрольном варианте производилась обработка водой. Опыт закладывали в четырехкратной повторности в соответствии с методикой полевого опыта [19].

Обработки проводили при норме расхода рабочей жидкости 300 л/га ранцевым опрыскивателем. Первая обработка препаратами проводилась в период появления первых признаков альтернариоза на листовой поверхности томата: в конце первой – начале второй декад июля. Две последующие обработки – с интервалом 11–14 дней в зависимости от погодных условий.

Дополнительно, в 2024 г. по аналогичной схеме был заложен рекогносцировочный опыт по изучению эффективности действия в системе интегрированной защиты томата баковой смеси фунгицидов совместно с регуляторами роста (Цитодиф (0,2 кг/га) + Циркон (1,0 мл/10 л воды)), а также биопрепаратами (Микорад (1,0 г/л) – одна обработка + Фитоспорин-М (1,0 мг/л) – три обработки).

Площадь опытной делянки – 21,6 м²; число учетных растений – 60 штук; размещение вариантов систематическое.

Оценку пораженности листьев растений болезнями проводили в динамике по пятибалльной шкале на фиксированных растениях каждого варианта. Учитывали распространенность (P%), индекс поражения в баллах (I) и рассчитывали степень развития болезни (R%) по соответствующей формуле [20, 21].

Сборы плодов начинали во второй половине августа с учетом сроков ожида-

ния для используемых фунгицидов. Собранные плоды взвешивали и проводили анализ структуры урожая, выделяя фракции товарных, пораженных и мелких нетоварных плодов.

Обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [22].

Результаты исследований. В исследуемый период в теплице отмечено незначительное проявление в рассадный период во второй декаде мая в фазу двух настоящих листьев на сеянцах томата черной бактериальной пятнистости, но после отбора и высадки здоровой рассады в открытый грунт симптомы на растениях дальше не развивались.

Септориоз на посадках томата был отмечен в 2022 и 2024 гг. Первые его признаки в 2022 г. обнаружены в конце третьей декады июля, когда распространенность альтернариоза составляла 100 %, а в 2023 г. – в первой декаде августа и через две недели его распространенность на сорте Одиссей составила 55 % при балле поражения 0,6; на сорте Фитилек – 37,5 % при балле 0,4.

Пятна альтернариоза на нижних листьях растений после высадки в открытый грунт отмечались с конца первой декады июля. В 2022 г. к концу июля распространенность болезни на сортах Одиссей и Фитилек достигла 100 % при среднем балле поражения 2,0 и 1,0 соответственно. К 10 августа этот показатель составил 2,2 и 1,1 балла. В первой декаде сентября на листовой поверхности томата были обнаружены мелкоспоровые виды *Alternaria* (комплекс *A. alternata*), что привело к усилению степени поражения листьев до 2,5–4 баллов.

В 2023 г. распространенность альтернариоза на обоих сортах достигла 100 % к началу августа при среднем балле поражения 1,0. К концу первой декады месяца этот показатель составил на сорте Одиссей 1,2 и на сорте Фитилек 1,6 балла. Со второй декады августа листовая поверхность была полностью поражена альтернариозом. В 2024 г. признаки альтернариоза, вызванные в основном мелкоспоровыми возбудителями из комплекса *A. alternata*, были отмечены на нижних листьях растений во второй декаде июля, тогда как появление спороношения специализированного гифомицета *A. solani* Sorauer на пораженных

листьях было зафиксировано только в начале сентября. К середине августа распространенность болезни на сортах Одиссей и Фитилек достигала 100 % при среднем уровне интенсивности развития, соответствующем около 1,1 балла.

Погодные условия 2022 г. (малое количество выпавших осадков в августе по сравнению со среднемноголетними данными) были более благоприятны для развития альтернариоза на листовой поверхности томата. Однако, во все годы сорт Фитилек проявил более высокую устойчивость к данной болезни по сравнению с сортом Одиссей (рис. 1).

Следует отметить различную динамику интенсивности развития болезни в зависимости от сорта (рис. 1). В начальный период проявления альтернариоза его развитие на сорте Одиссей идет более быстрыми темпами, чем на сорте Фитилек. Однако, начиная с августа, картина меняется и пораженность сорта Фитилек растет более интенсивно. Здесь проявляется особенность сорта Фитилек – интенсивное отрастание вегетативной массы после завязывания 2–3 кисти, когда обработки фунгицидами уже не проводились. Тем не менее, признаков поражения плодов аль-

тернариозом у обоих сортов во все годы исследований не было отмечено, в отличие от фитофтороза.

Первые симптомы фитофтороза на листовой поверхности томата в 2022 г. появились в начале первой декады сентября и уже к концу декады отмечались повсеместно. На плодах поражение единично встречалось с 1 сентября (при третьем сборе), а ощутимо присутствовало в двух последних сборах: 12 сентября потери плодов от фитофтороза в контрольных вариантах опыта составили 0,11 т/га на сорте Одиссей и 12,6 т/га на сорте Фитилек; 19 сентября – 1,0 и 4,2 т/га соответственно. В целом потери составили 5,6 % от общей урожайности на сорте Одиссей и 40,8 % на сорте Фитилек.

Погодные условия 2023 г. (достаточно высокая температура в сочетании с обилием влаги в августе) складывались более благоприятно для развития фитофтороза. На листовой поверхности томата первые признаки болезни были отмечены в начале третьей декады июля и уже в начале августа достигли 100-процентной распространенности. На плодах болезнь присутствовала уже с первого сбора (21 августа), на который пришлось основная масса пора-

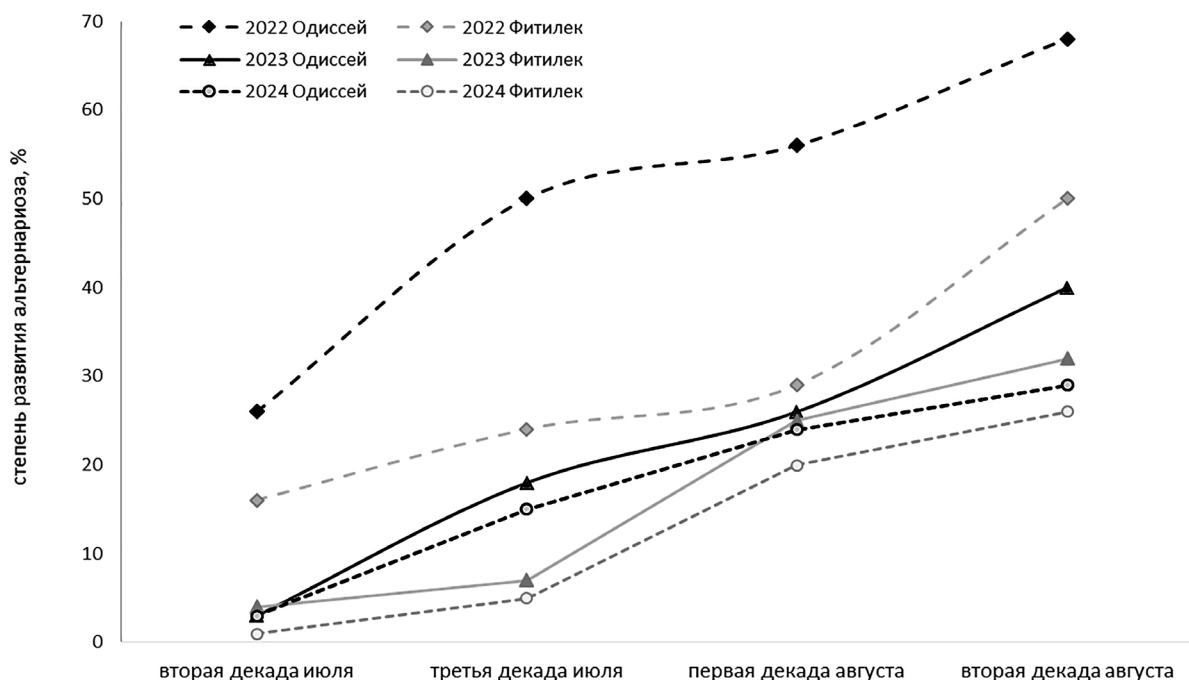


Рисунок 1 – Динамика степени развития альтернариоза (R%) на листовой поверхности сортов томата в период вегетации 2022–2024 гг. в Приморском крае

Figure 1 – Dynamics of the degree of alternariasis development (R%) on the leaf surface of tomato varieties during the growing season of 2022–2024 in Primorsky krai

женных плодов в контрольных вариантах опыта: 4,1 т/га на сорте Одиссей и 8,3 т/га на сорте Фитилек. В целом потери составили 2,5 % от общей урожайности на сорте Одиссей и 86,8 % на сорте Фитилек.

В 2024 г. благоприятные условия (пониженная температура в сочетании с обилием осадков) для развития фитофтороза сложились уже в первой декаде июня, но высокие (около 30 °С) температуры воздуха в июле и августе угнетающе действовали на возбудителя и первые симптомы фитофтороза на листовой поверхности томата в контроле проявились лишь во второй декаде августа, а 100-процентной распространенности болезнь достигла только к началу сентября. Присутствие в урожае пораженных плодов у сорта Фитилек отмечали уже при первом сборе (28 августа), у сорта Одиссей – со второго сбора (9 сентября). В целом потери в этом году составили 15,5 т/га или 35,6 % от общей урожайности на сорте Одиссей и 17,8 т/га или 63,1 % на сорте Фитилек.

Характер и скорость развития болезней на анализируемых сортах томата повлияли на эффективность защитных ме-

роприятий с использованием фунгицидов для борьбы с ними (табл. 1). В среднем за 2022–2023 гг. высокую биологическую эффективность (более 50 %) против альтернариоза при первых двух учетах (до середины августа) обработки растений баковой смесью фунгицидов показали на сорте Одиссей, а при третьем учете – на сорте Фитилек. В отношении фитофтороза в целом наблюдается такая же закономерность с учетом агрессивности болезни: 100-процентная биологическая эффективность препаратов в начале проявления болезни при первом учете на восприимчивом сорте Одиссей и при втором – на сорте Фитилек, которая к концу вегетации снижается до 18–21 % в зависимости от сорта (табл. 1).

Применение фунгицидов способствовало существенному увеличению урожайности томата по сравнению с контрольными вариантами опыта: общей – в среднем на 14,0 и 22,2 т/га или на 104,5 и 86,7 % на сортах Одиссей и Фитилек соответственно; товарной – на 13,6 и 9,4 т/га или на 161,9 и 87,0 %. Здесь была собрана наибольшая масса плодов при первом сбо-

Таблица 1 – Динамика развития пятнистостей листовой поверхности сортов томата в контроле и при обработках фунгицидами (2022–2023 гг.)

Table 1 – Dynamics of the development of leaf surface spots of tomato varieties in the control and treatment with fungicides (2022–2023)

Вариант	Показатели	Развитие болезни, периоды учетов						
		альтернариоз			фитофтороз			комплекс ¹
		III декада июля	I декада августа	II декада августа	III декада июля	I декада августа	II декада августа	
сорт Одиссей								
Контроль	Р, %	83,8	100,0	100,0	3,8	38,8	50,0	100,0
	R, %	33,8	40,0	48,8	1,2	10,0	20,0	100,0
Сигнум + Орвего	Р, %	53,8	55,0	57,5	0,0	17,5	18,8	100,0
	R, %	16,2	18,8	27,5	0,0	5,0	5,0	78,8
	БЭ, %	52,1	53,0	43,6	100,0	50,0	75,0	21,1
сорт Фитилек								
Контроль	Р, %	61,2	100,0	100,0	0,0	27,5	50,0	100,0
	R, %	15,0	26,2	45,0	0,0	7,5	17,5	100,0
Сигнум + Орвего	Р, %	36,2	68,8	71,2	0,0	0,0	2,5	100,0
	R, %	9,4	17,5	22,5	0,0	0,0	0,6	81,2
	БЭ, %	37,3	33,2	50,2	–	100,0	96,6	18,8
Примечания: 1 – комплекс болезней; Р – распространенность болезни, %; R – степень развития болезни, %; БЭ – биологическая эффективность по степени развития болезни, %.								

ре, а также пониженная доля мелких и пораженных фитофторозом плодов (табл. 2). Следует отметить также увеличение массы товарного плода в вариантах с применением фунгицидов, которое в случае с сортом Фитилек оказалось существенным (при биологической эффективности 27 %).

Полученные данные свидетельствуют об эффективности обработок примененными препаратами в отношении снижения развития патогенов. При этом общая урожайность плодов в этих вариантах существенно превышала контрольные показатели на обоих сортах томата и различалась в разные годы исследований (рис. 2, 3).

Так, в 2022 г. при позднем появлении фитофтороза наблюдалась тенденция увеличения урожайности товарных плодов в опытном варианте у сорта Одиссей в течение всего периода сборов (на 6–56 %), тогда как на сорте Фитилек – существенно только при первом сборе (на 27 %). Поражение фитофторозом плодов при этом было отмечено только в последних двух сборах в сентябре и процент больных плодов между вариантами (контроль/опыт) был сопоставим. У толерантного к фитофторозу сорта Одиссей он составил 3/5 % и 59/66 %; у восприимчивого сорта Фитилек соответственно 92/97 % и 74/90 % (рис. 2).

Однако в 2023 г. при раннем появлении фитофтороза товарный урожай томата был в основном получен только в опыт-

ном варианте с применением химических средств защиты. Применение фунгицидов за три сбора способствовало существенному приросту товарной урожайности – на 22,6 т/га на сорте Одиссей и на 18,6 т/га на сорте Фитилек по сравнению с контрольными вариантами, что соответственно превысило контроль в 15 и 23 раза (рис. 3).

Это связано с высокой степенью поражения плодов фитофторозом в контроле, особенно при первом сборе, где прямые потери у сорта Одиссей составили 80 % и 100 % у сорта Фитилек (рис. 4). В вариантах с обработкой фунгицидами доля больных плодов у обоих сортов в первом сборе была в три раза ниже. К последнему сбору, когда защитное действие фунгицидов существенно ослабевало, у сорта Одиссей товарные плоды были собраны только в опытном варианте, из которых всего лишь 11 % были поражены фитофторозом. У сорта Фитилек в опыте при более высокой продуктивности растений пораженность плодов составила около 60 %, тогда как в контроле около 20 %. Тем не менее, выход товарных плодов при последнем сборе у данного сорта составил более 3 т/га, а в контроле – менее 0,5 т/га.

В 2024 г. отмечены аналогичные эффекты действия баковой смеси фунгицидов в отношении развития болезней, особенно альтернариоза, где 100-процентная биологическая эффективность их действия сохранялась и в августе, как и в

Таблица 2 – Влияние защитных мероприятий с использованием фунгицидов на урожайность и структуру урожая сортов томата (2022–2023 гг.)

Table 2 – The impact of protective measures using fungicides on the yield and yield structure of tomato varieties (2022–2023)

Вариант	Урожайность, т/га			Нетоварная часть урожая, % от общей урожайности		Масса товарного плода, г
	общая	товарная		мелкие плоды	пораженные фитофторозом	
		ранняя	всего			
сорт Одиссей						
Контроль	13,4	3,1	8,4	13,0	4,0	52,6
Сигнум + Орвего	27,4	4,8	22,0	7,3	6,3	55,2
НСР ₀₅	5,0	0,8	4,9	—	—	6,9
сорт Фитилек						
Контроль	25,6	3,0	10,8	5,0	63,8	55,5
Сигнум + Орвего	47,8	6,3	20,2	2,0	48,7	62,0
НСР ₀₅	8,4	1,3	8,0	—	—	5,8

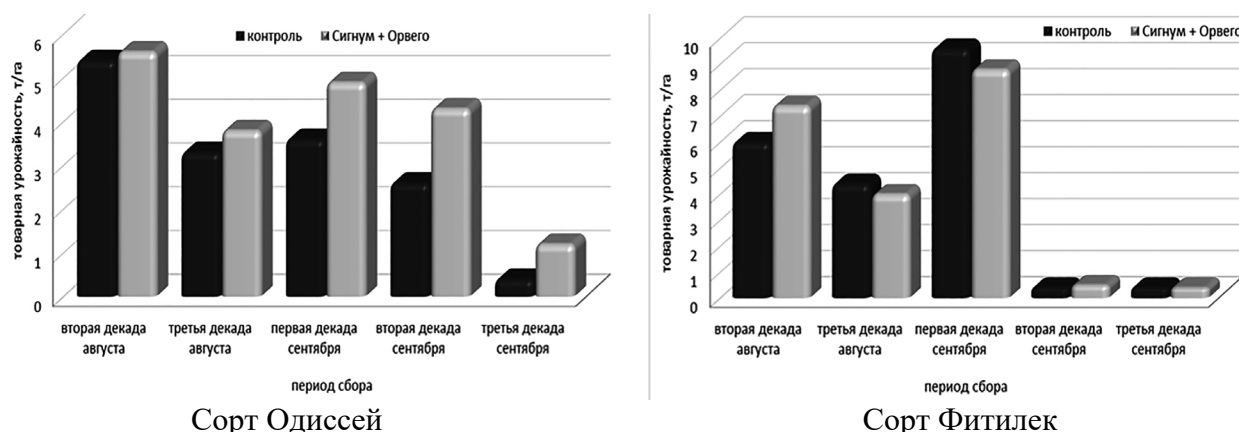


Рисунок 2 – Динамика выхода товарных плодов в контрольном и опытном вариантах с использованием обработок фунгицидами разных сортов томата (2022 г.)

Figure 2 – Dynamics of yield of commercial fruits in control and experimental versions using fungicide treatments of different tomato varieties (2022)

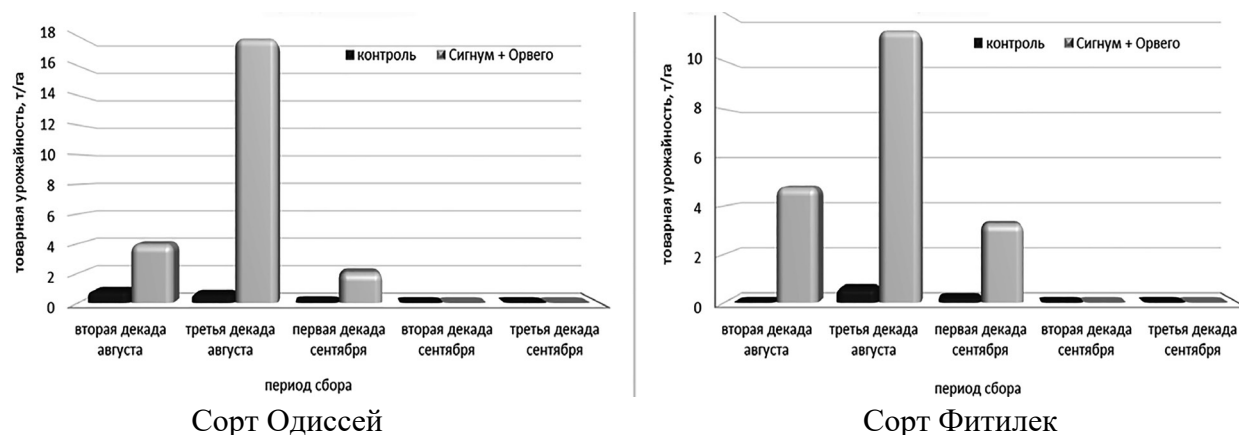


Рисунок 3 – Динамика выхода товарных плодов в контрольном и опытном вариантах с использованием обработок фунгицидами разных сортов томата (2023 г.)

Figure 3 – Dynamics of yield of commercial fruits in control and experimental versions using fungicide treatments of different tomato varieties (2023)

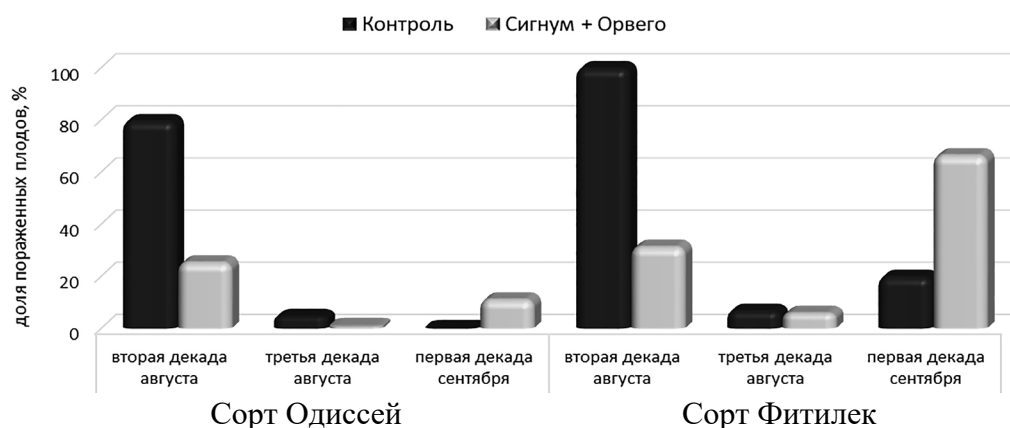


Рисунок 4 – Прямые потери урожая плодов томата от фитофтороза в контроле и опыте с использованием фунгицидов в 2023 г., % от общей урожайности

Figure 4 – Direct losses of tomato fruit yield from late blight in control and experiment using fungicides in 2023, in % of total yield

Таблица 3 – Динамика развития пятнистостей листовой поверхности сортов томата в контроле и при обработках фунгицидами (2024 г.)**Table 3 – Dynamics of the development of leaf surface spots of tomato varieties in the control and treatment with fungicides (2024)**

Вариант	Показатели	Развитие болезни, периоды учетов						
		альтернариоз				септориоз	фитофтороз	комплекс ¹
		II декада июля	III декада июля	I декада августа	II декада августа	III декада августа	III декада августа	I декада сентября
сорт Одиссей								
Контроль	P, %	13	40	95	100	55	45	100
	R, %	3	15	25	28	15	10	100
Сигнум + Орвего	P, %	0	0	0	18	25	0	100
	R, %	0	0	0	5	5	0	68
	БЭ, %	100	100	100	82	67	100	33
сорт Фитилек								
Контроль	P, %	5	22	80	100	37	77	100
	R, %	1	5	20	27	10	20	100
Сигнум + Орвего	P, %	0	0	10	15	0	0	100
	R, %	0	0	2,5	5	0	0	57
	БЭ, %	100	100	87	81	100	100	43
Примечания: 1 – комплекс болезней; P – распространенность болезни, %; R – степень развития болезни, %; БЭ – биологическая эффективность по степени развития болезни, %.								

отношении фитофтороза (табл. 3). Против развития септориоза активность фунгицидов была выше на сорте Фитилек. К концу вегетации, когда отмечали 100 % поражения листовой поверхности группой патогенов, биологическая эффективность относительно контроля составила 33 % у сорта Одиссей и 43 % у сорта Фитилек, что 1,5–2 два раза выше, чем в предыдущие годы при более высокой интенсивности поражения растений альтернариозом и фитофторозом.

Благоприятные условия 2024 г. и низкий инфекционный фон в первой половине вегетации способствовали более полной реализации продуктивного потенциала сортов, даже в контрольном варианте, особенно у растений сорта Одиссей. Применение фунгицидов способствовало существенному увеличению общей и товарной урожайности томата на 47 % по сравнению с контрольным вариантом. Здесь же была наименьшая доля мелких плодов и наибольшая масса товарного плода, значимо превышающая этот показатель в контроле (на 4,2 г или на 7 %). Товарность плодов в опытном варианте соот-

ветственно составила 63 % против 57 % в контроле (табл. 4).

На сорте Фитилек обработки фунгицидами способствовали существенному увеличению общей урожайности плодов на 25,3 т/га или на 89 %, а выход товарных плодов при раннем и общем сборе превысил контроль более чем в два раза, за счет снижения доли плодов, пораженных фитофторозом. Обработки способствовали также увеличению средней массы товарного плода (табл. 4).

Следует отметить, что использование баковой смеси фунгицидов совместно с регуляторами роста (Цитодеф + Циркон) или биопрепаратами (Микорад + Фитоспорин-М) в системе интегрированной защиты томата не дало ожидаемых положительных результатов. Это подтверждается данными, показанными на рисунке 5.

Таким образом, в сложившихся условиях вегетационного периода 2024 г. химические фунгициды сыграли определяющую роль в защите растений томата от болезней и снижении потерь урожая плодов.

Таблица 4 – Влияние защитных мероприятий с использованием фунгицидов на урожайность и структуру урожая сортов томата в условиях 2024 г.
Table 4 – The impact of protective measures using fungicides on the yield and yield structure of tomato varieties in 2024

Вариант	Урожайность, т/га			Нетоварная часть урожая, % от общей урожайности		Масса товарного плода, г
	общая	товарная		мелкие плоды	пораженные фитофторозом	
		ранняя	всего			
сорт Одиссей						
Контроль	43,6	7,9	25,1	3,7	36	58,8
Сигнум + Орвего	58,6	7,5	36,8	2,0	32	63,1
НСР ₀₅	6,3	—	7,3	—	—	2,6
сорт Фитилек						
Контроль	28,3	3,6	9,4	0,7	63	51,8
Сигнум + Орвего	53,6	7,1	29,3	0,7	42	55,3
НСР ₀₅	14,2	—	7,7	—	—	4,6

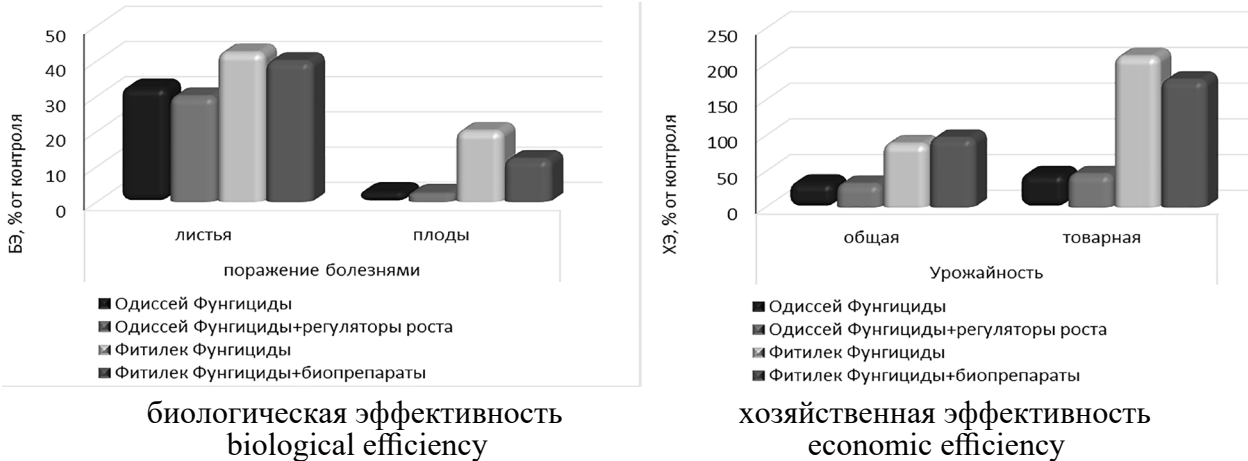


Рисунок 5 – Эффективность применения отдельно баковой смеси фунгицидов (Сигнум + Орвего) и совместно с регуляторами роста (сорт Одиссей) или биопрепаратами (сорт Фитилек) в условиях вегетационного периода 2024 года, % от контроля

Figure 5 – Efficiency of using a separate tank mixture of fungicides (Signum + Orvego) and together with growth regulators (Odyssey variety) or biological products (Fitylok variety) in the growing season of 2024, % of control

Закключение. На эффективность защитных мероприятий влияет характер и скорость развития болезней в зависимости от устойчивости сортов и погодных условий года, которые определяют степень напряженности складывающегося общего инфекционного фона. Отмечены различия в динамике интенсивности развития альтернариоза анализируемых сортов. В начальный период его развитие на сорте

Одиссей идет более быстрыми темпами, чем на сорте Фитилек. Однако, начиная с августа, пораженность у сорта Фитилек усиливается; при этом растения после завязывания 2–3 кисти начинают интенсивное формирование дополнительных вегетативных побегов. Поражение растений листовыми пятнистостями, вызываемыми возбудителями альтернариоза, а также септориоза, приводит к снижению общей

урожайности сортов. Тем не менее признаков поражения плодов этими болезнями у обоих сортов во все годы исследований не было отмечено, и снижение товарности продукции связано, в основном, с развитием фитофтороза, особенно во второй половине вегетации.

Высокую эффективность испытываемой баковой смеси в защите от альтернариоза обеспечивал фунгицид Сигнум, биологическая эффективность которого составляла от 100 % в начале опыта до 45–82 % спустя 10–14 суток после последней обработки в зависимости от года исследований.

Эффективность второго компонента этой смеси, фунгицида Орвего, против фитофтороза также была очевидна за счет сдерживания развития болезни на листьях до начала созревания плодов (биологическая эффективность 75–100 %) и снижения доли пораженных плодов, особенно у

восприимчивого к *Phytophthora infestans* сорта Фитилек (биологическая эффективность 15–21 %).

Таким образом, применение трехкратной обработки растений баковой смесью двух препаратов с разной фунгицидной активностью в отношении возбудителей альтернариоза и фитофтороза дает существенный положительный эффект даже в годы эпифитотийного развития болезней, повышая общую, раннюю и товарную урожайность томата в два и более раз.

На основании полученных результатов использование баковой смеси двух фунгицидов можно рекомендовать для производственных испытаний не только с целью получения товарной продукции, но и для повышения эффективности ведения семеноводства востребованных районированных сортов томата в условиях Приморского края.

Список источников

1. Гнутова Р. В., Золотарева Е. В. Болезни овощных культур и картофеля на Дальнем Востоке России. Владивосток : Дальнаука, 2011. 169 с. EDN QLCTDN.
2. Справочник по климату СССР. Приморский край. Часть 2. Температура воздуха и почвы. Ленинград : Гидрометеиздат, 1966. 220 с.
3. Золотарева Е. В., Ошлакова З. В., Гнутова Р. Ф., Толкач В. Ф. Вредители и болезни овощных культур Дальнего Востока. Хабаровск, 2006. 128 с.
4. Яркулов Ф. Я. Экологические основы биологической защиты растений от вредителей и болезней в Приморском крае. Владивосток : Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН, 2017. 247 с. EDN YLHLXW.
5. Михеев Ю. Г., Леунов В. И., Ванюшкина И. А., Корнилов А. С., Лапина Н. В., Синиченко Н. А. Создание нового исходного материала овощных культур с ценными хозяйственными признаками для условий Приморского края // Картофель и овощи. 2020. № 7. С. 33–36. doi: 10.25630/PAV.2020.97.18.005. EDN LTZTEY.
6. Ванюшкина И. А., Кушнарева Н. П. Защита томата от болезней при выращивании в открытом грунте в условиях Приморского края // Овощи России. 2020. № 2. С. 91–94. doi: 10.18619/2072-9146-2020-2-91-94. EDN RLBZXR.
7. Ванюшкина И. А., Синиченко Н. А., Козарь Е. Г. Применение системы фунгицидов на томате в условиях открытого грунта Приморского края // Овощи России. 2023. № 6. С. 101–107. doi: 10.18619/2072-9146-2023-6-101-107. EDN BTFTYF.
8. Багирова С. Ф., Горшкова Н. С., Игнатова С. И. Фитофторозы томата: диагностика, определение видов-возбудителей, оценка устойчивости растений, доноры устойчивости. М. : Московский государственный университет; Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 1999. 32 с.
9. Прогноз распространения главнейших вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае на 2012 год. Владивосток, 2012. 88 с.
10. Орина А. С., Ганнибал Ф. Б., Левитин М. М. Видовое разнообразие, биологические особенности и география грибов рода *Alternaria*, ассоциированных с растениями семейства Solanaceae // Микология и фитопатология. 2010. Т. 44. № 2. С. 150–159. EDN OJARBN.

11. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Краснодар : Полиграфические услуги, 2022. 774 с.
12. Тютюрев С. Л. Обработка семян фунгицидами и другими средствами оптимизации жизни растений. СПб. : Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 2006. 248 с. EDN ZRJPQR.
13. Макаров А. А., Коваленко Е. Д., Соломатин Д. А., Маторина Н. М. Методы полевой и лабораторной оценки неспецифической устойчивости растений к болезням // Типы устойчивости растений к болезням : материалы научного семинара. СПб. : Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 2003. С. 5–9. EDN QKVQMT.
14. Енгальчева И. А., Козарь Е. Г., Ушаков А. А. Селекция на иммунитет в Федеральном научном центре овощеводства – история и современность // Овощи России. 2024. № 4 (78). С. 5–15. doi: 10.18619/2072-9146-2024-4-5-14. EDN QEOSMH.
15. Морозов Д. О., Букреев В. В. Будущее за интегрированной системой защиты // Картофель и овощи. 2022. № 11. С. 12–13.
16. Огнев В. В., Чернова Т. В., Костенко А. Н., Барбирицкая И. В. Состояние и перспективные направления селекции томата для открытого грунта России // Картофель и овощи. 2021. № 9. С. 33–36. doi: 10.25630/PAV.2021.70.53.005. EDN IEFDXK.
17. Каталог сортов и гибридов овощных и цветочных культур. Лучшие сорта для овощеводов юга Дальнего Востока России / под ред. В. Г. Колодкина. Владивосток, 2012. 109 с.
18. Синиченко Н. А., Ванюшкина И. А., Хихлуха Е. А. Сорт томата Фитилек – новинка дальневосточной селекции // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока : материалы V междунар. науч.-практ. конф. Уссурийск : Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. С. 200–205. EDN AIVFLG.
19. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. 650 с. EDN VVLERZ.
20. Методические указания по селекции сортов и гибридов томата для открытого и защищенного грунта. М., 1986. 64 с.
21. Хохряков М. К., Потлайчук В. И., Семенов А. Я., Элбакян М. А. Определитель болезней сельскохозяйственных культур. Л. : Колос, 1984. 304 с.
22. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Альянс, 2011. 370 с. EDN QLCQEP.

References

1. Gnutova R. V., Zolotareva E. V. *Diseases of vegetable crops and potatoes in the Russian Far East*, Vladivostok, Dal'nauka, 2011, 169 p. EDN QLCTDN (in Russ.).
2. *Handbook of the USSR climate. Primorsky krai. Part 2. Air and soil temperature*, Leningrad, Gidrometeoizdat, 1966, 220 p. (in Russ.).
3. Zolotareva E. V., Oshlakova Z. V., Gnutova R. F., Tolkach V. F. *Pests and diseases of vegetable crops of the Far East*, Khabarovsk, 2006, 128 p. (in Russ.).
4. Yarkulov F. Ya. *Ecological foundations of biological protection of plants from pests and diseases in Primorsky krai*, Vladivostok, Tikhookeanskii institut geografii Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN, 2017, 247 p. EDN YLHLXW (in Russ.).
5. Mikheev Yu. G., Leunov V. I., Vanyushkina I. A., Kornilov A. S., Lapina N. V., Sinichenko N. A. Creation of a new source material for vegetable crops with valuable economic characteristics for the conditions of Primorsky krai. *Kartofel' i ovoshchi*, 2020;7:33–36. doi: 10.25630/PAV.2020.97.18.005. EDN LTZTEY (in Russ.).
6. Vanyushkina I. A., Kushnareva N. P. Protection of tomatoes from diseases when grown outdoors in the Primorsky krai. *Ovoshchi Rossii*, 2020;2:91–94. doi: 10.18619/2072-9146-2020-2-91-94. EDN RLBZXR (in Russ.).

7. Vanyushkina I. A., Sinichenko N. A., Kozar E. G. Application of a system of fungicides on tomatoes in open ground conditions of Primorsky krai. *Ovoshchi Rossii*, 2023;6:101–107. doi: 10.18619/2072-9146-2023-6-101-107. EDN BTFTYF (in Russ.).
8. Bagirova S. F., Gorshkova N. S., Ignatova S. I. *Late blight of tomatoes: diagnosis, identification of pathogen species, assessment of plant resistance, donors of resistance*, Moscow, Moskovskii gosudarstvennyi universitet, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut ovoshchevodstva, 1999, 32 p. (in Russ.).
9. *Forecast of the spread of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in Primorsky Krai for 2012*, Vladivostok, 2012, 88 p. (in Russ.).
10. Orina A. S., Gannibal F. B., Levitin M. M. Species diversity, biological features and geography of fungi of the genus *Alternaria* associated with plants of the Solanaceae family. *Mikologiya i fitopatologiya*, 2010;44;2:150–159. EDN OJARBN (in Russ.).
11. *The State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use in the territory of the Russian Federation*, Krasnodar, Poligraficheskie usluzhi, 2022, 774 p. (in Russ.).
12. Tyuterev S. L. *Seed treatment with fungicides and other means of optimizing plant life*, Saint-Petersburg, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut zashchity rastenii, 2006, 248 p. EDN ZRJPQR (in Russ.).
13. Makarov A. A., Kovalenko E. D., Solomatin D. A., Matorina N. M. Methods of field and laboratory assessment of nonspecific plant resistance to diseases. Proceedings from Types of plant resistance to diseases: *Nauchnyi seminar*. (PP. 5–9), Saint-Petersburg, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut zashchity rastenii, 2003. EDN QKVQMT (in Russ.).
14. Engalycheva I. A., Kozar E. G., Ushakov A. A. Breeding for immunity at the Federal Scientific Vegetable Center – history and modernity. *Ovoshchi Rossii*, 2024;4(78):5–15. doi: 10.18619/2072-9146-2024-4-5-14. EDN QEOSMH (in Russ.).
15. Morozov D. O., Bukreev V. V. The future belongs to the integrated protection system. *Kartofel' i ovoshchi*, 2022;11:12–13 (in Russ.).
16. Ognev V. V., Chernova T. V., Kostenko A. N., Barbiritskaya I. V. The state and promising directions of tomato breeding for the open ground of Russia. *Kartofel' i ovoshchi*, 2021;9:33–36. doi: 10.25630/PAV.2021.70.53.005. EDN IEFDXK (in Russ.).
17. Kolodkin V. G. (Eds.). *Catalog of varieties and hybrids of vegetable and flower crops. The best varieties for vegetable growers in the south of the Russian Far East*, Vladivostok, 2012, 109 p. (in Russ.).
18. Sinichenko N. A., Vanyushkina I. A., Khikhlyukha E. A. Tomato variety Fitilyok – a novelty of Far Eastern breeding. Proceedings from The role of agricultural science in the development of forestry and agriculture in the Far East: *V Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 200–205), Ussuriisk, Primorskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2021. EDN AIVFLG (in Russ.).
19. Litvinov S. S. *Methodology of field experience in vegetable growing*, Moscow, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut ovoshchevodstva, 2011, 650 p. EDN VVLERZ (in Russ.).
20. *Guidelines for the breeding of tomato varieties and hybrids for open and protected ground*, Moscow, 1986, 64 p. (in Russ.).
21. Khokhryakov M. K., Potlaichuk V. I., Semenov A. Ya., Elbakyan M. A. *Determinant of diseases of agricultural crops*, Leningrad, Kolos, 1984, 304 p. (in Russ.).
22. Dospekhov B. A. *Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*, Moscow, Al'yans, 2011, 370 p. EDN QLCQEP (in Russ.).

© Ванюшкина И. А., Синиченко Н. А., Козарь Е. Г., Пышная О. Н., 2025

Статья поступила в редакцию 25.12.2024; одобрена после рецензирования 28.02.2025; принята к публикации 05.03.2025.

The article was submitted 25.12.2024; approved after reviewing 28.02.2025; accepted for publication 05.03.2025.

Информация об авторах

Ванюшкина Ирина Алексеевна, старший научный сотрудник, Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5379-2981>, SPIN-код: 5195-8660, vanuschckina.i@yandex.ru;

Синиченко Наталья Александровна, старший научный сотрудник, Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0412-4835>, SPIN-код: 1046-1750, natsinichenko@mail.ru;

Козарь Елена Георгиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр овощеводства, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1319-5631>, SPIN-код: 1148-5177, kozar_eg@mail.ru;

Пышная Ольга Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заместитель директора по науке, Федеральный научный центр овощеводства, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>, SPIN-код: 7967-8504, pishnaya_o@mail.ru

Information about the authors

Irina A. Vanyushkina, Senior Researcher, Primorskaya Vegetable Experimental Station – Branch of the Federal Scientific Vegetable Center, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5379-2981>, SPIN: 5195-8660, vanuschckina.i@yandex.ru;

Natalya A. Sinichenko, Senior Researcher, Primorskaya Vegetable Experimental Station – Branch of the Federal Scientific Vegetable Center, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0412-4835>, SPIN: 1046-1750, natsinichenko@mail.ru;

Elena G. Kozar, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Federal Scientific Vegetable Center, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1319-5631>, SPIN: 1148-5177, kozar_eg@mail.ru;

Olga N. Pyshnaya, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Deputy Director for Science, Federal Scientific Vegetable Center, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>, SPIN: 7967-8504, pishnaya_o@mail.ru

Вклад авторов:

Ванюшкина И. А. – проведение исследований, обработка и анализ экспериментальных данных, написание статьи.

Синиченко Н. А. – проведение исследований, оформление статьи.

Козарь Е. Г. – систематизация и обобщение данных, написание статьи, оформление и редактирование статьи.

Пышная О. Н. – общее руководство исследованиями, редактирование статьи.

При этом все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

Vanyushkina I. A. – conducting research, processing and analyzing experimental data, and writing an article.

Sinichenko N. A. – conducting research, designing an article.

Kozar E. G. – systematization and generalization of data, writing of the article, design and editing of the article.

Pyshnaya O. N. – general research management, article editing.

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.