
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Сохранность возбудителей болезней томата и сопутствующих микроорганизмов на шпалерах после трехлетней перезимовки

Сергей Яковлевич Попов[✉], Алексей Николаевич Смирнов

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: sergei_ya_popov@mail.ru

Аннотация

Определяли сохранность возбудителей болезней томата (*Solanum lycopersicum* L.) на деревесных шпалерах и подвязочных средствах к ним после 3-летней перезимовки и хранения под открытым небом с последующим 9-месячным хранением при положительной температуре в помещении. Первично шпалеры использовались на участке с растениями томата 9 сортов и гибридов во время эпифитотии патогенов в 2021 г. в Кимрском районе Тверской области. Шпалеры представляли собой стебли мискантуса и деревянные рейки с подвязочным материалом (шпагатом). Микроорганизмы выявляли путем смыва со шпалер и подвязочных средств с последующим анализом под микроскопом Ломо Микромед с цифровой камерой. Сохранность микроорганизмов оценивали через показатель зараженность, %, шпалер и подвязочных средств живыми патогенами и сопутствующими микроорганизмами. После обозначенного периода хранения были обнаружены патогены *Cladosporium fulvum*, *Alternaria alternata*, *Phytophthora infestans*, *Phoma* spp., *Epicoccum* spp., а также микроорганизмы *Trimmatostruma* spp., протококковые водоросли (*Protopsocus-cophyceae*), сине-зеленые водоросли (*Cyanobacteria*). За 3-летний период хранения шпалер выпало около 2030 мм осадков, минимальная температура достигала $-31,9^{\circ}\text{C}$. После 3 лет перезимовки под открытым небом на шпалерах сохранились по меньшей мере 4 основных возбудителя заболеваний томата. Экспериментальные данные по столь длительному сохранению инфекции томата на шпалерах получены впервые и нацеливают на введение в рекомендации по выращиванию томата на шпалерах мер по уничтожению использованных шпалер и подвязочных средств или тотальному их обеззараживанию после уборки урожая.

Ключевые слова

Томат, сорта, гибриды, болезни томата, *Cladosporium fulvum*, *Alternaria alternata*, *Phytophthora infestans*, *Phoma*, *Epicoccum*, перезимовка, шпалеры

Для цитирования

Попов С.Я., Смирнов А.Н. Сохранность возбудителей болезней томата и сопутствующих микроорганизмов на шпалерах после трехлетней перезимовки // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 6. С. 114–126.

Persistence of tomato pathogens and associated microorganisms on trellises after three years of overwintering

Sergei Ya. Popov, Aleksey N. Smirnov

Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

✉ Corresponding author: sergei_ya_popov@mail.ru

Abstract

This study determined the persistence of tomato pathogens (*Solanum lycopersicum* L.) on wooden trellises and their garters after three years of outdoor overwintering, followed by nine months of indoor storage at positive temperatures. The trellises were initially used in a plot with nine tomato varieties and hybrids during a pathogen epiphytic in 2021 in the Kimry District, Tver Region. The trellises consisted of miscanthus stalks and wooden laths with garter materials (twine). Microorganisms were identified by rinsing the trellises and garters, followed by microscopic analysis using a Lomo Mikmed microscope equipped with a digital camera. The persistence of microorganisms was assessed based on the colonization rate (%) of trellises and garters by viable pathogens and associated microorganisms. Following the designated storage period, the following pathogens were detected: *Cladosporium fulvum*, *Alternaria alternata*, *Phytophthora infestans*, *Phoma* spp., and *Epicoccum* spp. Additionally, associated microorganisms such as *Trimmatostruma* spp., protococcoid algae (*Protococcophyceae*), and cyanobacteria were found. During the three-year storage period, approximately 2030 mm of precipitation occurred, and the minimum temperature reached -31.9°C . After three years of outdoor overwintering, at least four major tomato disease agents persisted on the trellises. These experimental data on such long-term survival of tomato infection on trellises have been obtained for the first time and highlight the necessity of incorporating measures for the destruction or thorough disinfection of used trellises and garters after harvest into tomato cultivation guidelines.

Keywords

Tomato, varieties, hybrids, tomato diseases, *Cladosporium fulvum*, *Alternaria alternate*, *Phytophthora infestans*, *Phoma*, *Epicoccum*, overwintering, trellises

For citation

Popov S.Ya., Smirnov A.N. Persistence of tomato pathogens and associated microorganisms on trellises after three years of overwintering. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 6. P. 114–126.

Введение Introduction

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) является одной из самых востребованных овощных культур в мире. По данным ФАО, его производство в России в 2023 г. составило 2,72 млн т, в Европе – 21,49 млн т, в Азии – 120,5 млн т [1]. Однако в мире отмечается около 200 болезней, которые существенно уменьшают урожайность томата [2–4]. В России наиболее часто из известных патогенов на нем выявляют грибоподобный организм фитофтору (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), грибные патогены – бурую пятнистость (*Cladosporium fulvum* Cooke, которая обозначается также

как *Passalora fulva* (Cooke) U. Braun & Crous или *Mycovellosiella fulva* (Pers.) (Link)), альтернариоз (*Alternaria alternata*), нередко обозначаемый как макроспориоз, септориоз, или белую пятнистость (*Septoria lycopersici* Speg.), сухую гниль рода *Fusarium* Link и др. На старых плантациях томата источником инфекции служит в основном почва, наполненная остатками инфицированных растений с пропагулами. Отмечается, например, что склероции могут быть жизнеспособными в почве до 40 лет [5], тогда как конидии, пикноспоры, зооспоры, аскоспоры, базидиоспоры, уредоспоры – значительно меньше, но могут успешно перезимовывать в период мягкой зимы [6].

Информация по перезимовке и длительности сохранности инфекционного материала является весьма бедной. Найдено, что в природных условиях Нидерландов в вегетационном опыте ооспоры *P. infestans*, находившиеся в горшечных контейнерах, заполненных песчаными и глинистыми почвами, при затоплении последних водой оставались жизнеспособными в течение 48 и 34 месяцев соответственно. Они также выживали при высыхании почвы и ее повторном затоплении, однако при этом выдерживали не более двух затоплений [7]. Отмечено также, что ооспоры *P. infestans* сохранялись жизнеспособными в природных условиях Нидерландов в течение зимы 1992–1993 гг. [8]. В условиях Московской области, в отличие от более южных регионов России, среди всех стадий развития фитофторы именно ооспоры после перезимовки заражают томат и картофель [9]. Установлено, что ооспоры, образующиеся после скрещивания штаммов разных типов спаривания (A1 и A2), сохраняли инфекционную способность после перезимовки в почве [9].

Конидии *A. alternata*, имеющие толстые стенки оболочек, также могли успешно перезимовывать в почве с тканями растения или без них при температуре почвы и воздуха в пределах от –3,3 до +21,1°C и от –31,1 до +27,7°C соответственно в течение 7 месяцев и более; при этом они оказывались вирулентными для новых растений [10].

Отмечается, что заражение растений патогенами может происходить через укрывной материал; инфекционные начала также могут переноситься обрабатывающей техникой и человеком [11]. Тем не менее до сих пор открытым является вопрос о том, сколько времени необходимо, чтобы почва самоочищалась от той или иной инфекции. Практически ничего не было известно до наших исследований [12] о том, какую роль в сохранении инфекции играют второстепенные носители – шпалеры и подвязочные средства на них: могут ли инфекционные начала (пропагулы) выживать на них после перезимовки на открытом воздухе и как долго могут сохраняться. В предыдущем опубликованном материале на эту тему [12] нами экспериментально впервые доказана сохранность возбудителей болезней томата на шпалерах и подвязочных средствах, используемых для культивирования томата в личных подсобных хозяйствах, после одного и двух лет перезимовки. В частности, после первого года хранения шпалер и подвязочного материала под открытым небом на них были обнаружены жизнеспособные формы возбудителей *C. fulvum*, *A. alternata*, ооспоры *P. infestans*, *S. lycopersici*, плесневых грибов рода *Aspergillus* Micheli ex Haller, а также представители родов *Fusarium*, *Phoma* (Saccardo) и *Helminthosporium* Link [12]. Значимость этих болезней весьма высока. Достаточно отметить, что, например, фузариоз томата в полевых условиях США на отдельных участках может полностью повреждать томат [13].

После двухгодичной перезимовки шпалер на них также впервые нами были выявлены возбудители буровой пятнистости (*C. fulvum*) и фитофторы (*P. infestans*) (ооспоры) [12]. Поскольку мелкие по площади ЛПХ, использующие, как правило, шпалерный метод выращивания томата, дают в нашей стране до 1/3 урожая томата, а также

нередко не используют фунгициды против возбудителей болезней, то эти исследования трудно переоценить.

Цель исследований: выявить способность патогенов томата к сохранности на шпалерах после 3 лет перезимовки.

Методика исследований

Research method

Полевые наблюдения проводили на участке в СНТ «Агроном», организованном от Тимирязевской сельскохозяйственной академии в начале 1980-х гг., находящемся на территории Тверской области Кимрского района, у границы с Московской областью вблизи р. Дубны. Интерес к обозначенной теме возник после эпифитотии возбудителей томата 2021 г. В тот год на участке в открытом грунте на шпалерах-подпорах выращивались сорта и гибриды томата Сибирский скороспелый, Де Барао, Джекпот F1, Пламя F1, Малиновое пламя F1, Демидов, Клуша, Тасманский шоколад, Для внучат F1 – всего более 50 растений. Неповрежденные плоды убрали к середине августа.

Использовавшиеся в 2021 г. шпалеры, представлявшие собой сухие стебли мискантуса (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Franch.), и деревянные рейки с подвязанными к подпорам отрезками шпагата держали все годы на штабеле досок высотой 1 м под открытым небом. Заселенность шпалер патогенами и другими микроорганизмами, а также сохранность патогенов исследовали путем лабораторного анализа отбираемой из общего количества части шпалер после одной, двух и трех перезимовок. С них делали соскобы и смывы, часть которых помещали на предметные стекла в соотношении с водой 1:1. Микроскопирование и фотографирование проводили на микроскопе марки Микмед 6 (ООО «ЛОМО-Микросистемы», Россия) с цифровой камерой Digital Camera for Microscop DCM 900 USB2.0. Таксономический анализ объекта исследований осуществляли по морфологическим признакам. Обилие пропагул микроорганизмов оценивали по следующей шкале: единичные экземпляры – высокая плотность (численность) (> 10 пропагул/мм²); умеренная – 3–10 пропагул/мм²; низкая – 1–2 пропагулы/мм²; единичная – меньше 1 пропагулы/мм².

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

После первой перезимовки шпалер и подвязочного материала под открытым небом были выявлены возбудители бурой пятнистости *Cladosporium fulvum* Cooke, обозначаемой также как *Passalora fulva* (Cooke) U. Braun & Crous [14] или *Mycovellosiella fulva* (Pers.) (Link) (Capnodiales), фитофтороза *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (Peronosporales), альтернариоза (*Alternaria alternata* Sorauer) (Pleosporales), белой пятнистости *Septoria lycopersici* Speg. (Capnodiales), плесневых конидиальных грибов рода *Aspergillus* Micheli ex Haller (Eurotiales) и *Chaetomium globosum* Kunze (Sordariales), грибов рода *Fusarium* Link (Hypocreales), грибов рода *Phoma* (Saccardo) (Pleosporales), а также грибов рода *Helminthosporium* Link (Pleosporales). В шпагате-подвязке была обнаружена нематода-бактериофаг (отряд Rhabditida) [12].

Как отмечалось в статье на эту тему [12], среди выявленных возбудителей болезней большинство входили в группу митоспоровых грибов, характеризующихся отсутствием полового процесса; функции размножения у них выполняют конидии. Конидии *S. lycopersici* и *Phoma* spp. помещались в пикниках сферической формы, конидии *C. fulvum*, *Fusarium* spp., *A. alternata* располагались на разветвленных конидиеносцах,

конидии *Aspergillus* spp. концентрировались в головчатых скоплениях, конидии *Trimmatostruma* spp. находились в цепочках на поверхности древесных тканей и под поверхностью. На поверхности тканей располагался плесневой гриб *C. globosum*. Конидии *Helminthosporium* spp., как и *Epicoccum* spp., располагались отдельно друг от друга. Наибольшее скопления конидий наблюдалось у гриба *C. fulvum*.

На рисунке 1 представлена картина заселенности шпалер и подвязочного материала к томату живыми патогенами и другими микроорганизмами за 3 года местонахождения шпалер под открытым небом. Через год после перезимовки заселенность шпалер живыми патогенами и другими микроорганизмами составила: *C. fulvum* – 78,6%; *A. alternata* – 42,9%; *P. infestans* (ооспоры) – 28,6%; *Aspergillus* spp. – 28,6%; по 7,1% – *S. lycopersici*, *C. globosum*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. и *Helminthosporium* spp. Как уже отмечалось, в шпагате-подвязке нашла место перезимовки нематода-бактериофаг (отряд *Rhabditida*).

После 2-го года перезимовки на взятых для анализа шпалерах были выявлены живые конидии *C. fulvum* и ооспоры *P. infestans*. Заселенность ими шпалер оказалось равной 100 и 14,3% соответственно.

После 3-го года перезимовки с последующим хранением в течение 9 месяцев при положительной температуре в помещении заселенность оставшейся части шпалер живыми патогенами и микроорганизмами показала небольшое увеличение: во-первых, впервые на шпалерах были выявлены грибы рода *Epicoccum* Link и рода *Trimmatostruma* Corda; во-вторых, вновь были найдены живые конидии возбудителей *C. fulvum*, *A. alternata* и *Phoma* spp.; в-третьих, к отмеченным ранее прибавились протокковые водоросли (Protococcophyceae) и сине-зеленые водоросли (Cyanobacteria). Заселенность шпалер патогенами и микроорганизмами соответствовала следующим значениям: *C. fulvum* – 100%; гриб-сапротроф рода *Trimmatostruma* – 55,6%; *P. infestans* – 33,3%; *A. alternata* – 33,3%; *Phoma* spp. – 22,2%; *Epicoccum* spp. – 11,1%; остатки таллома протокковых и сине-зеленых водорослей (цианобактерий) – 44,4 и 11,1% соответственно. Так же, как в 1-й год, был отмечен экземпляр нематоды-бактериофага (отряд *Rhabditida*) (заселенность – 11,1%), однако в отличие от первого случая выявления он был найден на собственно шпалере.

На рисунке 2 приведены изображения выявленных после 3-летней перезимовки пропагул микроорганизмов.

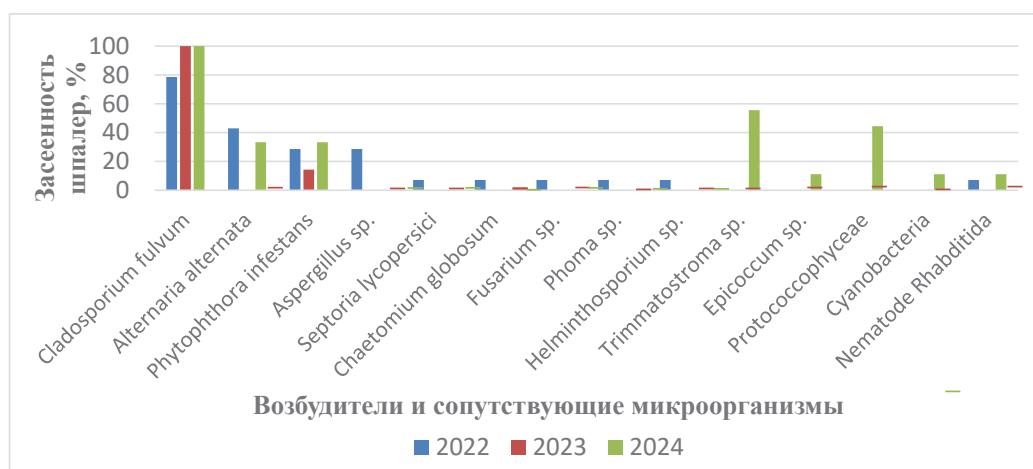


Рис. 1. Заселенность шпалер возбудителями заболеваний томата и другими микроорганизмами, по годам

Figure 1. Colonization of trellises with tomato pathogens and other microorganisms by year

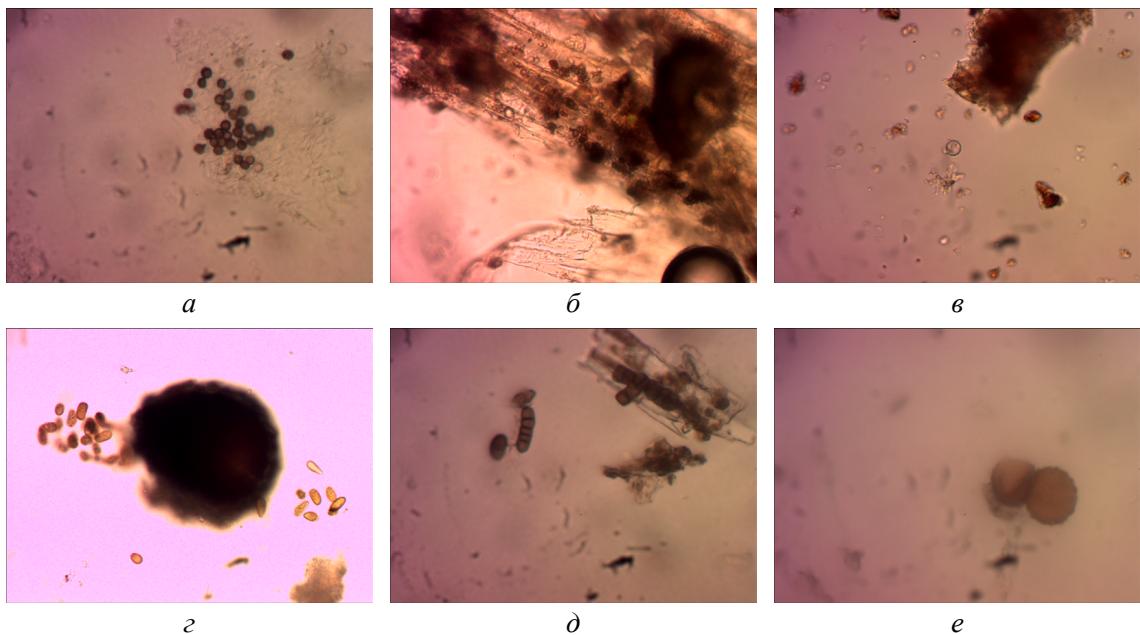


Рис. 2. Воздушители болезней томата на шпалерах после 3-годичной перезимовки на открытом воздухе и дополнительного 9-месячного хранения в помещении при комнатной температуре:

а – конидии *C. fulvum*; б – конидии *C. fulvum* в тканях; в – нетипичная ооспора *P. infestans*; г – пикниды *Phoma* spp.; д – конидии *Trimmatostroma* spp.; е – конидии *Epicoccum* spp.

Figure 2. Tomato pathogens on trellises after three years of outdoor overwintering followed by nine months of indoor storage at room temperature:

a – *C. fulvum* conidia; b – *C. fulvum* conidia in tissues; c – atypical *P. infestans* oospore; d – *Phoma* spp. pycnidia; d – *Trimmatostroma* spp. conidia; e – *Epicoccum* spp. conidia

В таблице отражены видовой состав, стадии развития и плотность (численность) структур патогенов и других микроорганизмов на шпалерах после трех лет их перезимовки под открытым небом и дополнительного 9-месячного хранения в помещении с комнатной температурой. Данные приведены на примере одной из партий, отобранных из открытого грунта 16 июля 2024 г., с последующим хранением в помещении с окончательным отбором 7 апреля 2025 г.

Согласно данным таблицы *C. fulvum* был представлен на шпалерах гифами, конидиями и пикнидами, *P. infestans* – только единичными ооспорами нетипичного строения, *Trimmatostroma* spp. – спорами либо мицелием и его остатками, *A. alternata* – спорами или их остатками, *Phoma* spp. – пикнидами, *Epicoccum* spp. – конидиями, водоросли (Protococcophyceae и Cyanobacteria) – остатками таллома.

Смывы микроорганизмов со шпалер показали высокое доминирование пропагул *C. fulvum*. По сравнению с первым годом перезимовки этого воздушителя [12] процент случаев умеренной и частой плотности (численности) (по числу пропагул на 1 мм²) резко снизился, в то время как доля редкой плотности достигла 66,7%. Достаточно высокую плотность пропагул на шпалерах показал сапротрофный гриб *Trimmatostroma* spp. (75%, умеренная). Половина из двух смывов гриба *Epicoccum* spp. пришлась на редкую плотность, вторая половина – на единичную. Остальные микроорганизмы за редким исключением, касающимся остатков водорослей, были представлены единичными экземплярами.

Таблица

Видовой состав и присутствие патогенов томата и других микроорганизмов на шпалерах и подвязочных средствах, используемых для поддержки стебля томата (*Solanum lycopersicum* L.) после трех лет хранения в открытом грунте на участке в условиях Кимрского района Тверской области и 9 месяцев последующего хранения в темном помещении при температуре воздуха $21\pm1^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $55\pm5\%$

Table

Species composition and presence of tomato pathogens and other microorganisms on trellises and garters used for tomato stem support (*Solanum lycopersicum* L.) after three years of outdoor storage in a plot in the Kimry District, Tver Region, Russia, followed by nine months of storage in a dark room at an air temperature of $21\pm1^{\circ}\text{C}$ and a relative air humidity of $55\pm5\%$

Анализируемый предмет	Номер соксоба или смыва	Микроорганизм	Стадии развития микроорганизма	Плотность структур микроорганизмов
Шпалера № 1	1	–	–	–
	2	<i>C. fulvum</i> +	Конидии	Умеренно
		<i>Trimmatostroma</i> sp.	Споры, мицелий	Умеренно
Шпалера № 2	1	<i>C. fulvum</i> +	Гифы	Редко
		<i>Protococcophyceae</i>	Остатки таллома	Единично
	2	<i>C. fulvum</i>	Конидии	Редко, местами часто
Шпалера № 3	1	<i>C. fulvum</i>	Конидии	Редко
	2	<i>C. fulvum</i>	Конидии	Редко, местами умеренно
		<i>A. alternata</i>	Конидии	Единично
		<i>Trimmatostroma</i> sp.	Споры, мицелий	Умеренно
Шпалера № 4	1	<i>C. fulvum</i>	Конидии	Единично
	2	<i>P. infestans</i>	Ооспора нетипичного строения*	Единично
		<i>Phoma</i> sp.	Пикнида	Единично
Шпалера № 5	1	<i>P. infestans</i>	Ооспоры нетипичного строения	Единично
		Cyanobacteria	Остатки таллома	Редко
	2	<i>C. fulvum</i>	Конидии	Редко
			Пикниды	Редко

Окончание табл.

Анализируемый предмет	Номер соскоба или смыва	Микроорганизм	Стадии развития микроорганизма	Плотность структур микроорганизмов
Шпалера № 6	1	<i>C. fulvum</i>	Конидии	Редко
	2	–	–	–
		<i>Phoma sp.</i>	Пикнида	Единично
Шпалера № 7	1	<i>A. alternata</i>	Конидии	Единично
		<i>C. fulvum</i>	Конидии	Умеренно
		<i>Trimmatostroma sp.</i>	Споры, остатки мицелия	Умеренно
		<i>P. infestans</i>	Ооспора нетипичного строения*	Единичная
		Protococcophyceae	Остатки таллома	Единично
	2	<i>Trimmatostroma sp.</i>	Споры, остатки мицелия	Умеренно
Шпалера № 8	1	<i>Epicoccum sp.</i>	Конидии	Единично, редко
		<i>C. fulvum</i>	Конидии	Редко
		<i>A. alternata</i>	Остатки спор	Единично
		<i>Trimmatostroma sp.</i>	Споры, остатки мицелия	Редко
		Nematode (Rhabditida)	Нематода-бактериофаг, отряд Rhabditida (увеличение 1/300)	Единично
	2	<i>C. fulvum</i>	Конидии	Редко
		Protococcophyceae	Остатки таллома	Единично
Шпалера № 9	1	<i>Trimmatostroma sp.</i>	Споры, остатки мицелия	Умеренно
		<i>C. fulvum</i>	Конидии	Редко
	2	<i>C. fulvum</i>	Конидии	Умеренно
		<i>Trimmatostroma sp.</i>	Споры, остатки мицелия	Часто
		Protococcophyceae	Остатки таллома	Редко

*Ооспора с тонкой стенкой.

Как уже отмечалось, ооспоры *P. infestans*, хотя и выглядели жизнеспособными, отличались от ооспор первого года перезимовки более тонкими стенками оболочек; вероятно, в их происхождении был задействован апомиксис (без участия антеридия). Подобные случаи сообщаются в других исследованиях [15].

Среди грибных и грибоподобных патогенов по заселенности шпалер и подвязочного материала устойчиво доминировал возбудитель буровой пятнистости (*C. fulvum*). Поскольку конидии этого возбудителя могут «выстреливаться» в воздух и оседать на незараженные части растений и предметов, находящиеся в непосредственной близости, он показал высокую заселенность шпалер. Его оболочки конидий выглядят заметно утолщенными. Выражено мнение о том, что не имея полового процесса, он может в большей степени сохранять энергию для выживания [12]. С другой стороны, на его распространение в северные пределы нынешнего ареала возможно влияние глобального потепления [16, 17].

В отношении *C. fulvum* на протяжении нескольких десятков последних лет как к патогену томата высказывалось неоднозначное мнение. Нередко его обозначали в качестве потенциально опасного патогена для томата открытого грунта. Однако после того, как в Великобритании в начале 2000-х гг. на ряде сортов томата разразились вспышки заболевания, мнение изменилось в сторону сильного патогена и упрочилось после того, как в 2020-е гг. в Японии были найдены новые вирулентные расы возбудителя, которые наносили растениям томата открытого грунта существенный вред [18]. Для пленочных тоннелей при выращивании в них томата возбудитель буровой пятнистости считается опасным патогеном, заметно снижающим урожайность культуры [19, 20].

На втором месте по заселенности шпалер в пробах, взятых после трехлетней перезимовки, оказался гриб рода *Trimmatostroma*. Это сапротроф, который встречается на древесном материале.

Что касается фитофтороза, то эта болезнь остается наиболее существенной по вредоносности [21, 22]. При этом в умеренном климате первичная инфекция переносится посредством ооспор, являющихся весьма устойчивыми при неблагоприятных условиях [23]; они, как показано в представленной статье, имеются и на шпалерах.

В том же количестве, как и *P. infestans*, выявлен на шпалерах возбудитель *A. alternata*. Это заболевание считается весьма распространенным и серьезным [24].

Идентифицированный нами *Phoma* spp. упоминается в Бразилии как весьма вредоносный патоген [25]. Также имеются сведения о том, что *Epicoccum* spp. может образовывать пятна на листьях пасленовых культур включая томат [26].

Таким образом, впервые найдено, что такие возбудители заболеваний томата, как *Cladosporium fulvum*, *Alternaria alternata*, *Phytophthora infestans*, *Epicoccum* spp. и *Phoma* spp., заселявшие шпалеры томата, достоверно способны перезимовывать на них в условиях Тверской области в течение 3 лет, а выглядеть жизнеспособными на шпалерах после их хранения всего не менее 3 лет на открытом воздухе и последующих 9 месяцев хранения в закрытом помещении при комнатной температуре.

Выводы Conclusions

Экспериментальные данные по сохранению инфекции томата на шпалерах и подвязочном материале после 3 лет перезимовки шпалер под открытым небом на фоне более 2000 мм выпавших осадков и температуры около -32°C и последующего их хранения в течение 9 месяцев в темном помещении при температуре $21\pm1^{\circ}\text{C}$, относительной влажности $55\pm5\%$, полученные впервые, показывают высокую степень

сохранности основных возбудителей заболевания культуры: *Cladosporium fulvum*, *Alternaria alternata*, *Phytophthora infestans*, *Epicoccum* spp. и *Phoma* spp. Полученные материалы свидетельствуют о необходимости кардинального исправления старого метода ежегодного использования одних и тех же шпалер и подвязочного материала при выращивании томата. После уборки урожая томата шпалеры вместе с подвязочным материалом должны быть уничтожены или тщательно продезинфицированы. В противном случае, если их после уборки урожая томата даже выдерживать не менее трех лет под открытым небом, они окажутся источниками инфекции для новых растений.

Список источников

1. FAO (Data Page: Tomato production). In: *Ritchie H., Rosado P., Roser M. Agricultural Production.* 2023. URL: <https://archive.ourworldindata.org/20250731-180103/grapher/tomato-production.html> (дата обращения: 31.07.2025)
2. Moine L.M., Labbé C., Louis-Seize G., Seifert K.A. et al. Identification and detection of *Fusarium striatum* as a new record of pathogen to greenhouse tomato in Northeastern America. *Plant Disease.* 2014;98:292-298. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-13-0844-RE>
3. Ma M., Taylor P.W.J., Chen D., Vaghefi N. et al. Major Soilborne pathogens of field processing tomatoes and management strategies. *Microorganisms.* 2023;11(2):263. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020263>
4. Simões D., de Andrade Silva E. Fusarium species responsible for tomato diseases and mycotoxin contamination and biocontrol opportunities. In: *Fusarium – Recent Studies.* Abdurakhmonov I.Y. (Ed). London, UK: IntechOpen, 2024. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1003643>
5. Защита растений в устойчивых системах землепользования: Учебно-практическое пособие: В 4 кн. Кн. 1 / Под ред. Д. Шпаара. Торжок: Вариант, 2003. 392 с.
6. Tapp C. Основы патологии растений / Пер. с англ. Л.М. Дунина, Н.Л. Клячко; Под ред., предисл. М.С. Дунина. Москва: Мир, 1975. 587 с.
7. Turkensteen L.J., Flier W.G., Wanningen R., Mulder A. Production, survival and infectivity of oospores of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology.* 2000;49(6):688-696. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2000.00515.x>
8. Drenth A., Janssen E.M., Govers F. Formation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions. *Plant Pathology.* 1995;44(1):86-94. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02719.x>
9. Kuznetsova M.A., Ulanova T.I., Rogozhin A.N., Smetanina T.I. et al. Role of oospores in the overwintering and year-on-year development of the late blight pathogen on tomato and potato. *PPO-Special Report.* 2010;14:223-230.
10. Basu P.K. Existence of chlamydospores of *Alternaria porri* f. sp. *solani* as overwintering propagules in soil. *Phytopathology.* 1971;61:1347-1350. <https://doi.org/10.1094/Phyto-61-1347>
11. Экологизированная защита растений в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве: Учебно-практическое пособие: В 2 кн. Кн. 1 / Под ред. Д. Шпаара. Санкт-Петербург; Пушкин: Инновационный центр защиты растений, 2005. 336 с. EDN: QKXVYP
12. Попов С.Я., Смирнов А.Н. Новые данные по сохранности возбудителей болезней томата после перезимовки // *Сельскохозяйственная биология.* 2024. Т. 59, № 3. С. 561–570. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2024.3.561rus>
13. McCovern R.J. Management of tomato diseases caused by *Fusarium oxysporum*. *Crop Protection.* 2015;73:78-92. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.021> 0261-2194/

14. Satou M., Shizonaki T., Nishi K., Kubota M. Leaf mold tomato caused by races 4 and 4.11 of *Passalora fulva* in Japan. *Journal of General Plant Pathology*. 2005;71:436-437. <https://doi.org/10.1007/s10327-005-0223-2>
15. Смирнов А.Н., Кузнецов С.А. Фитофтороз томата // *Защита и карантин растений*. 2006. № 3. С. 20-23
16. Игнатов А.Н., Кошкин Е.И., Андреева И.В., Гусейнов Г.Г. и др. Влияние глобальных изменений климата на фитопатогены и развитие болезней растений // *Агротехника*. 2020. № 12. С. 81–96. <https://doi.org/10.31857/S0002188120120042>
17. Попов С.Я., Дмитриева С.В. Фенология яблонного цветоеда, *Anthonomus pomorum* (L.) (Coleoptera, Curculionidae), на яблоне в Москве на фоне глобального потепления // *Энтомологическое обозрение*. 2022. Т. 101, № 4. С. 675–690. <https://doi.org/10.31857/S0367144522040013>
18. Iida Y., van 't Hof P., Beenen H., Mesarich C. et al. Novel mutations detected in avirulence genes overcoming tomato Cf resistance genes in isolates of a Japanese population of *Cladosporium fulvum*. *PLoS ONE*. 2015;10(4): e0123271. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123271>
19. Sudermann M.A., McGilp L., Vogel G., Regnier M. et al. The diversity of *Passalora fulva* isolates collected from tomato plants in U.S. high tunnels. *Phytopathology*. 2022;112(6):1350-1360. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-21-0244-R>
20. Novak A., Cosić J., Vrandečić K., Jurković D. et al. Characterization of tomato leaf mould pathogen, *Passalora fulva*, in Croatia. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2021;128:1041-1049. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00419-6>
21. Fry W.E., Birch P.R.J., Judelson H.S., Grünwald N.J. et al. Five reasons to consider *Phytophthora infestans* a reemerging pathogen. *Phytopathology*. 2015;105(7):966-981. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-15-0005-FI>
22. Saville A.C., Martin M.D., Ristaino J.B. Historic late blight outbreaks caused by a widespread dominant lineage of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *PLoS ONE*. 2016;11(12): e0168381. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168381>
23. Золфагари А., Антоненко В.В., Зайцев Д.В., Игнатенкова А.А. и др. Фитофтороз и альтернариоз картофеля и томата при аномальных погодных условиях в Московской области // *Защита и карантин растений*. 2011. № 12. С. 40–42.
24. Chaerani R., Voorrips R.E. Tomato early blight (*Alternaria solani*): the pathogen, genetics, and breeding for resistance. *Journal of General Plant Pathology*. 2006;72:335-347. <https://doi.org/10.1007/s10327-006-0299-3>
25. Colmán A.A., Janaina L. Alves J.L., da Silva M. et al. *Phoma destructiva* causing blight of tomato plants: a new fungal threat for tomato plantations in Brazil? *Tropical Plant Pathology*. 2018;43:257-262 <https://doi.org/10.1007/s40858-017-0200-2>
26. Aumentado H.D.R., Balendres M.A.O. Identification of *Epicoccum poaceicola* causing eggplant leaf spot and its cross-infection potential to other solanaceous vegetable crops. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2023;56(11):872-888. <https://doi.org/10.1080/03235408.2023.2227328>

References

1. FAO (Data Page: Tomato production). In: *Ritchie H., Rosado P., Roser M. Agricultural Production*. 2023. URL: <https://archive.ourworldindata.org/20250731-180103/grapher/tomato-production.html> (accessed: July 31, 2025).
2. Moine L.M., Labbé C., Louis-Seize G., Seifert K.A. et al. Identification and detection of *Fusarium striatum* as a new record of pathogen to greenhouse tomato in Northeastern America. *Plant Disease*. 2014;98:292-298. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-13-0844-RE>

3. Ma M., Taylor P.W.J., Chen D., Vaghefi N. et al. Major Soilborne pathogens of field processing tomatoes and management strategies. *Microorganisms*. 2023;11(2):263. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020263>
4. Simões D., de Andrade Silva E. Fusarium species responsible for tomato diseases and mycotoxin contamination and biocontrol opportunities. In: *Fusarium – Recent Studies*. Abdurakhmonov I.Y. (Ed). London, UK: IntechOpen, 2024. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1003643>
5. *Plant protection in sustainable land use systems. Book 1*: a textbook and practical handbook. Shpaar D. (Ed). Torzhok, Russia: Variant, 2003:392. (In Russ.)
6. *Fundamentals of plant pathology*. Tarr S.; Dunin L.M., Klyachko N.L. (Transl); Dunin M.S. (Ed). Moscow, USSR: Mir, 1975:587. (In Russ.)
7. Turkensteen L.J., Flier W.G., Wanningen R., Mulder A. Production, survival and infectivity of oospores of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology*. 2000;49(6):688-696. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2000.00515.x>
8. Drenth A., Janssen E.M., Govers F. Formation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions. *Plant Pathology*. 1995;44(1):86-94. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02719.x>
9. Kuznetsova M.A., Ulanova T.I., Rogozhin A.N., Smetanina T.I. et al. Role of oospores in the overwintering and year-on-year development of the late blight pathogen on tomato and potato. *PPO-Special Report*. 2010;14:223-230.
10. Basu P.K. Existence of chlamydospores of *Alternaria porri* f. sp. *solani* as overwintering propagules in soil. *Phytopathology*. 1971;61:1347-1350. <https://doi.org/10.1094/Phyto-61-1347>
11. *Ecologized plant protection in vegetable growing, horticulture, and viticulture. Book 1*: a textbook and practical handbook. Shpaar D. (Ed). St. Petersburg, Pushkin, Russia: Innovation Center for Plant Protection, 2005:336. (In Russ.)
12. Popov S.Ya., Smirnov A.N. New data on the survival of tomato pathogens after overwintering. *Agricultural Biology*. 2024;59(3):561-570. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2024.3.561rus>
13. McCovern R.J. Management of tomato diseases caused by *Fusarium oxysporum*. *Crop Protection*. 2015;73:78-92. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.021> 0261-2194/
14. Satou M., Shizonaki T., Nishi K., Kubota M. Leaf mold tomato caused by races 4 and 4.11 of *Passalora fulva* in Japan. *Journal of General Plant Pathology*. 2005;71:436-437. <https://doi.org/10.1007/s10327-005-0223-2>
15. Smirnov A.N., Kuznetsov S.A. Tomato late blight. *Plant Protection and Quarantine*. 2006;(3):20-23. (In Russ.)
16. Ignatov A.N., Koshkin E.I., Andreeva I.V., Guseinov G.G. et al. Impact of global climate change on plant pathogens occurrence. *Agrohimia*. 2020;(12):81-96. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0002188120120042>
17. Popov S.Ya., Dmitrieva S.V. Phenology of the apple blossom weevil, *Anthonomus pomorum* (L.) (Coleoptera, Curculionidae), on apple trees in Moscow on the background of global warming. *Entomologicheskoe Obozrenie*. 2022;101(4):675-690. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0367144522040013>
18. Iida Y., van 't Hof P., Beenen H., Mesarich C. et al. Novel mutations detected in avirulence genes overcoming tomato Cf resistance genes in isolates of a Japanese population of *Cladosporium fulvum*. *PLoS ONE*. 2015;10(4): e0123271. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123271>
19. Sudermann M.A., McGilp L., Vogel G., Regnier M. et al. The diversity of *Passalora fulva* isolates collected from tomato plants in U.S. high tunnels. *Phytopathology*. 2022;112(6):1350-1360. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-21-0244-R>

20. Novak A., Ćosić J., Vrandečić K., Jurković D. et al. Characterization of tomato leaf mould pathogen, *Passalora fulva*, in Croatia. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2021;128:1041-1049. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00419-6>
21. Fry W.E., Birch P.R.J., Judelson H.S., Grünwald N.J. et al. Five reasons to consider *Phytophthora infestans* a reemerging pathogen. *Phytopathology*. 2015;105(7):966-981. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-15-0005-FI>
22. Saville A.C., Martin M.D., Ristaino J.B. Historic late blight outbreaks caused by a widespread dominant lineage of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *PloS ONE*. 2016;11(12): e0168381. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168381>
23. Zolfaghari A., Antonenko V.V., Zaitsev D.V., Ignatenkova A.A. et al. Late and early blight of potato and tomato under the abnormal weather conditions of Moscow Region. Late blight and alternaria of potatoes and tomatoes under abnormal weather conditions in the Moscow Region. *Plant Protection and Quarantine*. 2011;(12):40-42. (In Russ.)
24. Chaerani R., Voorrips R.E. Tomato early blight (*Alternaria solani*): the pathogen, genetics, and breeding for resistance. *Journal of General Plant Pathology*. 2006;72:335-347. <https://doi.org/10.1007/s10327-006-0299-3>
25. Colmán A.A., Janaina L. Alves J.L., da Silva M. et al. *Phoma destructiva* causing blight of tomato plants: a new fungal threat for tomato plantations in Brazil? *Tropical Plant Pathology*. 2018;43:257-262 <https://doi.org/10.1007/s40858-017-0200-2>
26. Aumentado H.D.R., Balendres M.A.O. Identification of *Epicoccum poaceicola* causing eggplant leaf spot and its cross-infection potential to other solanaceous vegetable crops. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2023;56(11):872-888. <https://doi.org/10.1080/03235408.2023.2227328>

Сведения об авторах

Сергей Яковлевич Попов, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры защиты растений, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: sergei_ya_popov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2887-4872>

Алексей Николаевич Смирнов, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры защиты растений, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: smirnov@rgau-msha.ru

Information about the authors

Sergei Ya. Popov, DSc (Bio), Professor, Professor at Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: sergei_ya_popov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2887-4872>

Aleksey N. Smirnov, DSc (Bio), Professor, Professor at Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: smirnov@rgau-msha.ru