



ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2024 TOM ВЫПУСК
 VOLUME 107 ISSUE 4



Санкт-Петербург
St. Petersburg, Russia

Для оформления обложки использована фотография спороношения грибов *Alternaria* sp. и *Fusarium oxysporum* на поверхности клубня картофеля к статье Ф.Б. Ганнибала и др. (стр. 148–164) (© Т.Ю. Гагкаева, ВИЗР)

For the cover design, a photo of sporulation of *Alternaria* sp. and *Fusarium oxysporum* on the surface of a potato tuber for the article by Ph.B. Gannibal et al. (p. 148–164) was used (© T.Yu. Gagkaeva, VIZR)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
“Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений”
(ФГБНУ ВИЗР)

All-Russian Institute of Plant Protection

ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

В Е С Т Н И К ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2024 TOM 107 ВЫПУСК 4
 VOLUME ISSUE

Санкт-Петербург
St. Petersburg, Russia
2024

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Научно-теоретический рецензируемый журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Учредитель: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР)

Зарегистрирован в ГК РФ по печати № 017839 от 03 июля 1998 г.

Главный редактор: В.А. Павлюшин

Зам. гл. редактора: И.А. Белоусов, Ю.С. Токарев

Ответственный секретарь: А.Г. Конончук

Технический секретарь: С.Г. Удалов

Редактор англоязычных текстов: Ч. Краснов

Журнал «Вестник защиты растений» (ISSN: 1727-1320) включен в «Перечень изданий ВАК РФ» по следующим научным специальностям и отраслям науки:

1.5.14 – Энтомология (биологические науки),

1.5.18 – Микология (биологические и сельскохозяйственные науки),

4.1.1 – Общее земледелие. Растениеводство (биологические и сельскохозяйственные науки),

4.1.2 – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические и сельскохозяйственные науки),

4.1.3 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические и сельскохозяйственные науки)

Индексируется в RSCI, РИНЦ, CrossRef & DOAJ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Афанасенко О.С., дбн, академик РАН, ВИЗР

Белоусов И.А., кбн, ВИЗР

Белякова Н.А., кбн, ВИЗР

Власов Д.Ю., дбн, СПбГУ

Ганнибал Ф.Б., кбн, ВИЗР

Гричанов И.Я., дбн, ВИЗР

Дзянь Синьфу, профессор, КНР

Долженко В.И., дсxn, академик РАН, ВИЗР

Егоров Е.А., дэн, академик РАН, СКФНЦСив

Игнатов А.Н., дбн, РУДН

Косман Е., профессор, Израиль

Каракотов С.Д., дхн, академик РАН,

ЗАО “Щелково Агротех”

Краснов Ч., PhD, Израиль

Кюссон М., PhD, Канада

Лаврищев А.В., дсxn, СПбГАУ

Лаптев А.Б., дбн, ООО “ИЦЗР”

Лунева Н.Н., дбн, ВИЗР

Лысов А.К., ктн, ВИЗР

Мавроди Д., профессор, США

Мехрабади М., PhD, Иран

Намятова А.А., кбн, ЗИН

Новикова И.И., дбн, ВИЗР

Павлюшин В.А., дбн, академик РАН, ВИЗР

Радченко Е.Е., дбн, ВИР

Савченко И.В., дбн, академик РАН, ВИЛАР

Санин С.С., дбн, академик РАН, ВНИИФ

Сидельников Н.И., дсxn, академик РАН, ВИЛАР

Синев С.Ю., дбн, ЗИН

Соколова Ю.Я., дбн, США

Сорока С.В., дсxn, профессор, Белоруссия

Сухорученко Г.И., дсxn, ВИЗР

Ули-Маттила Т., профессор, Финляндия

Токарев Ю.С., дбн, ВИЗР

Упадышев М.Т., дбн, член-корреспондент РАН, ВСТИСП

Фролов А.Н., дбн, ВИЗР

Хлесткина Е.К., дбн, ВИР

Шамшев И.В., кбн, ЗИН

Шпанев А.М., дбн, АФИ

Ответственные редакторы выпуска:

О.С. Афанасенко, Ф.Б. Ганнибал

Россия, 196608, Санкт-Петербург – Пушкин, шоссе Подбельского, 3, ВИЗР

Email: vestnik@vizr.spb.ru

<https://plantprotect.ru>



Содержимое данного выпуска распространяется на условиях Creative Commons Attribution License 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

Полнотекстовые обзоры / Full-text reviews**Ассоциированные с картофелем микромицеты и их значимость как возбудителей болезней в России****Ф.Б. Ганнибал, Е.В. Полуэктова, Т.Ю. Гагкаева, М.М. Гомжина, А.В. Хютти**

Fungi associated with potato and their significance as pathogens in Russia

Ph.B. Gannibal, E.V. Poluektova, T.Yu. Gagkaeva, M.M. Gomzhina, A.V. Khyutti 148

Краткие сообщения / Short Communications**Пектолитические бактерии рода *Pseudomonas* из поражённых мокрой гнилью клубней картофеля****В.А. Платонов, О.И. Хасбиуллина, В.М. Андреевская, Г.Л. Филатова,****С.Н. Еланский, Е.М. Чудинова**Pectolytic bacteria of the genus *Pseudomonas* from diseased potato tubers

V.A. Platonov, O.I. Khasbiullina, V.M. Andreevskaya, G.L. Filatova

S.N. Elansky, E.M. Chudinova 165

Pathogenicity of *Fusarium* fungi to cereal crops**N.A. Krupenko, S.F. Buga, A.G. Zhukovskiy, E.I. Zhuk, T.G. Pilat, V.A. Radivon,****V.G. Leshkevich, N.L. Svidunovich, N.G. Poplavskaya, A.N. Khalaev, A.A. Zhukovskaya,****N.A. Burnos, A.A. Apresyan**Патогенность грибов рода *Fusarium* в отношении зерновых культур

Н.А. Крупенько, С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Е.И. Жук, Т.Г. Пилат, В.А. Радивон,

В.Г. Лешкевич, Н.Л. Свидуневич, Н.Г. Поплавская, А.Н. Халаев, А.А. Жуковская,

Н.А. Бурнос, А.А. Апресян 170

Хроника / Chronicle**Первый Конгресс исследователей симбиотических систем (КИСС–2025)**

First congress of researchers of symbiotic systems (KISS-2025) 174

13-ая Международная конференция молодых учёных и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур»13th International conference of young scientists “Actual problems of biology, selection, cultivation

and processing of agricultural crops” 175

Редакторские заметки / Editorial**Система электронного редактирования журнала «Вестник защиты растений»****Electronic editing system of the journal “Plant Protection News” 176**

АССОЦИИРОВАННЫЕ С КАРТОФЕЛЕМ МИКРОМИЦЕТЫ И ИХ ЗНАЧИМОСТЬ КАК ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ В РОССИИ

Ф.Б. Ганнибал*, Е.В. Полуэктова, Т.Ю. Гагкаева, М.М. Гомжина, А.В. Хютти

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: fgannibal@vizr.spb.ru

Несмотря на очень большое внимание, которое уделяется изучению болезней картофеля, в литературе нередко встречаются неточности в названиях заболеваний, их практической значимости, а также некорректное использование научных названий видов грибов. Это приводит к путанице и снижению ценности публикуемой информации о фитосанитарной ситуации. Данный обзор продолжает серию, начатую публикациями, посвящёнными болезням пшеницы и ячменя. В настоящей работе собрана и структурирована информация об основных заболеваниях картофеля и вызывающих их патогенных грибах, а также о тех грибах, которые могут представлять потенциальную угрозу. Приведён современный таксономический статус видов грибов и грибоподобных организмов, связанных с различными органами картофеля, кратко охарактеризована широта их распространения и степень влияния на урожай. Микромицеты были разделены на две группы в соответствии с их фитосанитарным значением. Первая группа представлена грибами, имеющими, несомненно, большое значение в качестве возбудителей 13 болезней картофеля. Вторую группу составили грибы, вызывающие 25 незначительных и малоизученных заболеваний с неподтверждённой вредоносностью. Представления о том, могут ли эти грибы причинить вред, остаются во многих случаях противоречивыми, и имеющиеся данные, по-видимому, нуждаются в подтверждении. Данный свод информации может быть использован в качестве справочника для более точного и корректного описания фитосанитарной ситуации. Также он поможет в будущем с использованием молекулярных методов проводить более нацеленные исследования для уточнения таксономии и ареалов грибов, ассоциированных с картофелем, и для получения более конкретных данных о вредоносности болезней этой культуры.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum*, болезни картофеля, вредоносность, распространение, таксономия

Поступила в редакцию: 30.09.2024

Принята к печати: 02.12.2024

Качество и количество урожая картофеля в большой степени зависит от бактериальных и вирусных заболеваний, тем не менее, инфекции, вызываемые грибами и грибоподобными организмами, встречаются чаще и наносят более существенный экономический ущерб. Болезням картофеля в период вегетации и хранения уделяется пристальное внимание, благодаря чему издано огромное количество обзоров, справочников и атласов по грибным болезням картофеля на различных языках (например, Termorshuizen, 2007; Анисимов и др., 2009; Fiers et al., 2012; Rich, 2013; Зейрук и др., 2020; Sharma et al., 2024). Несмотря на это в публикациях нередко встречаются неточности в названиях заболеваний и их возбудителей, неполная или устаревшая информация относительно их практической значимости и распространения.

Данный обзор стал третьим в серии аналогичных работ, опубликованных нами в Вестнике защиты растений. Он представляет собой попытку составить наиболее полный список болезней картофеля, вызываемых грибами и грибоподобными организмами во время вегетации с указанием действующих научных названий возбудителей. Заболевания, которые появляются на клубнях только во время хранения, в работе не рассматривали. Второй задачей работы был анализ составленного списка и разделение болезней этой культуры на две группы.

В первую группу включили экономически значимые болезни, распространённые в России и за рубежом (Таблица 1). Эти заболевания в большинстве своём давно известны и неплохо изучены. Для них в литературе можно найти достаточно информации и по методам диагностики, и по вредоносности, и по способам контроля. Тем не менее, прогресс в микологических исследованиях привёл к корректировке таксономии и изменению номенклатуры микроорганизмов – возбудителей болезней растений. Публикация современной информации по этим вопросам будет способствовать более надёжной и точной идентификации фитопатогенов и, соответственно, повышению эффективности выбранных способов и средств защиты картофеля от грибных болезней.

Вторую группу составили малозначимые и малоизученные заболевания с неподтверждённой вредоносностью (Таблица 2). Группа разделена на три условные подгруппы. В первую включены заболевания, связанные с факультативно патогенными грибами и патогенами с широкой субстратной специализацией, играющими роль патогенов только в условиях, крайне неблагоприятных для растений. Для защиты культуры от таких болезней достаточно соблюдения стандартных правил агротехники и регламентов хранения клубней. Во вторую подгруппу вошли заболевания, вызываемые нетипичными для картофеля патогенами, обнаруживаемыми обычно на других растениях, но

спорадически встречающихся на картофеле. Такие случаи единичны или редки и, скорее всего, не приводят к существенным потерям урожая. Третья подгруппа – это редкие малоизученные заболевания, вредоносность которых не определена и, скорее всего, отсутствует или минимальна.

Для основных болезней, представленных в группе 1, дана информация о широте распространения заболеваний (локальное, региональное, распространённое), частоте их возникновения (редкое, периодическое [эпифитотии в одном регионе возникают несколько раз за десятилетие], ежегодное) и вредоносности, оцениваемой по уровню потенциальных потерь урожая при возникновении эпифитотий (низкая [не более 10% урожая], средняя [11–30%], высокая [более 30%]). Вредоносность во многих случаях указана в виде диапазона, так как её проявление даже при одинаковом развитии болезни зависит от целого ряда факторов различной природы – устойчивости сорта, фенотипа растений, агрессивности местной популяции патогена, погодных условий и т.д.

Существует ряд родов грибов и оомицетов, которые включают сразу несколько или даже много видов, встречающихся на картофеле. Среди них можно назвать роды *Alternaria*, *Fusarium*, *Phytophthora* и *Pythium*. Патологии, вызываемые видами одного рода, иногда относят к одному заболеванию из-за таксономического единства возбудителей, иногда – к нескольким, из-за разнообразия симптомов и отличий по патогенности и вредоносности. Наличие нескольких подходов к номенклатуре болезней может породить путаницу, однако «правильного» варианта, видимо, в данном случае не существует. Запутанность усугубляется тем, что даже штаммы одного вида могут обладать разной степенью патогенности и, соответственно, выступать в роли патогенов или сапротрофов.

Наиболее яркий пример одного рода, представленного на картофеле группой видов – *Alternaria*. Из числа видов *Alternaria*, по крайней мере, 19 было обнаружено на листьях картофеля. Эти виды относятся к 5 секциям рода и существенно отличаются по патогенности, широте специализации и другим экологическим свойствам, поэтому рассматривать все патологии, вызываемые грибами рода *Alternaria*, в качестве одного заболевания не продуктивно, хотя в некоторых справочных изданиях избран именно этот подход. Чаще всего как в отечественной, так и в зарубежной литературе принято разделять «альтернариозы» листьев картофеля на два – сухая и бурая пятнистости. Ранее первое заболевание часто называли макроспориозом (поскольку возбудителем считали гриб рода *Macrosporium*), а второе – альтернариозом. В последнее время название «альтернариоз» стало чаще применяться по отношению к первому заболеванию. Для уменьшения путаницы предлагаем избегать разнообразия при обозначении болезней и использовать два названия: альтернариоз и бурая пятнистость листьев картофеля. В английском варианте это early blight и brown spot, соответственно

(Schmey et al., 2024). В данной работе каждая из этих двух болезней представлена в таблицах дважды, поскольку альтернариоз могут вызывать восемь видов, среди которых три – 1) патогены, 2) в большей степени приурочены к картофелю и 3) присутствуют на территории России. Альтернариоз, вызываемый этими тремя видами, указан в таблице 1 в числе основных грибных болезней картофеля в стране. Другие пять видов возбудителей альтернариоза не соответствуют какому-то из трёх перечисленных критериев, либо их характеристики остаются неизученными. По этой причине альтернариоз также приведён в таблице 2 в качестве заболевания, вызванного нетипичными для картофеля патогенами. Подобным образом бурая пятнистость помещена как в таблицу 1, так и в таблицу 2, с указанием разных возбудителей – хорошо изученных патогенов (в первом случае) и остальных видов (во втором случае).

Последние два десятилетия объём и внутривидовая структура рода *Fusarium* претерпели существенные изменения, поэтому в качестве возбудителей заболеваний фузариозной этиологии, мы указали основные видовые комплексы, включающие несколько видов, характеризующихся различными свойствами. По данным российских исследователей на территории РФ в качестве возбудителей гнилей и увядания картофеля выявлены представители семи комплексов видов фузариевых грибов – *Fusarium sambucinum* (FSAM), *F. oxysporum* (FO), *F. tricinctum* (FT), *F. incarnatum-equiseti* (FIE), *F. redolens* (FR), *F. solani* (FS) и *F. nisikadoi* (FN). Из значительного числа выявленных на картофеле видов, мы приводим только те, которые отмечаются массово и идентификация которых подтверждена молекулярными исследованиями (Хадиева и др., 2018; Прудникова и др., 2021; Белосохов и др., 2020; Gavrilova et al., 2024).

В статье указаны актуальные (законные) видовые названия грибов и грибоподобных организмов (единственное название, соответствующее Международному кодексу номенклатуры водорослей, грибов и растений) и некоторые синонимы, которые могут быть встречены в фитопатологической литературе, но устарели и не должны более использоваться. В обзоре процитировано минимальное количество работ, которое мы посчитали достаточным для подтверждения основной информации о распространении и практическом значении ассоциированных с картофелем микромицетов. Общеизвестные факты ссылками не подкрепляли. Данный обзор, помимо справочной функции, призван продемонстрировать существующие пробелы в знаниях о видовом составе возбудителей болезней картофеля на территории России. Для уточнения микобиома культурных растений необходимо продолжать планомерные микологические и фитопатологические исследования. Находки новых для региона или страны видов обязательно должны быть проверены с использованием релевантных молекулярных методов.

Таблица 1. Основные грибные болезни картофеля, культивируемого в Российской Федерации

Table 1. Major fungal diseases of potato cultivated in Russia

№	Название болезни (общеупотребимое на русском и ан- глийском языках)*	Название возбудителя		Характеристика заболевания	
		Законное	Часто используе- мые синонимы	Распространение и частота возникновения эпифитотий	Вредоносность для восприимчивых сортов
1	Альтернариоз (макроспориоз, ранняя пятни- стость, сухая пятнистость, сухая концентри- ческая пятни- стость, бурая пятнистость) Early blight	Виды <i>Alternaria</i> секции <i>Porri</i>	«крупноспоровые» виды <i>Alternaria</i>	Распространенное / ежегодное. Заболевание распространено по- всеместно в зонах выращивания картофеля.	От средней до высокой
		В частности: <i>A. solani</i> Sorauer	<i>Alternaria porri</i> f. sp. <i>solani</i> (Ellis & G. Martin) Neerg.; <i>Macrosporium solani</i> Ellis & G. Martin	Принято считать, что патоген распространён повсеместно и встречается часто. Но из-за воз- можной некорректной иденти- фикации и ошибочного широкого понимания этого вида реальный ареал и зона вредоносности мо- гут оказаться более узкими.	
		<i>A. protenta</i> E.G. Simmons	<i>A. solani</i> в широком понимании	Патоген распространён повсе- местно в зоне выращивания картофеля. В России обнаружен в Воронежской области, Хаба- ровском и Приморском краях (Kokaeva et al., 2022).	
		<i>A. grandis</i> E.G. Simmons	<i>A. solani</i> в широком понимании	Патоген распространён повсе- местно в зоне выращивания картофеля и томата. В России обнаружен в Хабаровском и Приморском краях (Kokaeva et al., 2022).	
2	Антракноз (черная пятни- стость) Black dot	<i>Colletotrichum coc- codes</i> (Wallr.) S. Hughes	<i>C. atramentarium</i> (Berk. & Broome) Taubenh.	Распространенное / периодическое. Заболевание распространено по- всеместно в зонах выращивания картофеля. В США на картофеле помимо <i>C. coccodes</i> изредка встречается <i>C. nigrum</i> Ellis & Halst., обычно паразитирующий на других пас- лёновых (Chang et al., 2024).	От низкой до средней
3	Бугорчатая парша Skin spot (skin blemish disease)	<i>Polyscytalum pustulans</i> (M.N. Owen & Wakef.) M.B. Ellis	<i>Oospora pustulans</i> M. N. Owen & Wakef	Региональное / редкое. В основном распространено в северных областях страны.	Низкая. Возбудитель является объектом карантина в нескольких стра- нах Азии и Южной Америки (EPPO Global Database, 2024).
4	Буряя пятнистость (альтернариоз) Brown spot (black pit)	Виды <i>Alternaria</i> секции <i>Alternaria</i>	«мелкоспоровые» виды <i>Alternaria</i>	Распространенное / ежегодное	От низкой до средней
		В частности: <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl. (агрессивные штаммы)	<i>A. tenuis</i> Nees; <i>A. tenuissima</i> (Kun- ze) Wiltshire [неко- торые исследова- тели по-прежнему выделяют данный гриб в отдельный вид]		
		<i>A. arborescens</i> E.G. Simmons (агрессивные штаммы)			

Продолжение таблицы 1 // Table 1 continued

№	Название болезни (общеупотребимое на русском и ан- глийском языках)*	Название возбудителя		Характеристика заболевания	
		Законное	Часто используе- мые синонимы	Распространение и частота возникновения эпифитотий	Вредоносность для восприимчивых сортов
5	Питиозная гниль (раневая водяни- стая гниль) Pythium leak (watery wound rot)	<i>Pythiaceae</i> spp.		Распространенное / периодическое. Патогены распространены повсе- местно, встречаются на широком круге растений-хозяев. В России на картофеле чаще встречается <i>G. ultimum</i> во многих регионах (Kuznetsova et al., 2018). Заболе- вание ранее считалось малозна- чимым, однако, в 2023–2024 гг. в Северо-Западном, Центральном и Приволжском федеральных округах наблюдались эпифито- тии со значительными потерями.	От низкой до вы- сокой. Заражение происходит в период вегетации, но наиболее вредоносно заболева- ние в период хранения. Вредоносность зависит в том числе от соблю- дения режима хране- ния клубней (Powelson et al., 1992).
		В частности: <i>Globisporangium ultimum</i> (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish.	<i>Pythium ultimum</i> Trow		
		<i>G. debaryanum</i> (R. Hesse) Uzuhashi, Tojo & Kakish.	<i>P. debaryanum</i> R. Hesse		
		<i>Pythium aphanidermatum</i> (Edson) Fitzp.			
		<i>P. deliense</i> Meurs			
6	Порошистая парша Powdery scab	<i>Spongospora subterranea</i> (Wallr.) Lagerh (<i>Spongospora subterranea</i> f.sp. <i>subterranean</i>)		Региональное / редкое. Заболевание зарегистрировано в отдельных областях Севе- ро-Западного, Волго-Вятского и Центрального регионов России.	Низкая. Помимо непосредственного вреда возбудитель болезни способен быть переносчиком вируса метельчатости верхушек картофеля – PMTV (Jones, Harrison, 1969). Возбудитель является объектом карантина в нескольких стра- нах Азии и Южной Америки (EPPO Global Database, 2024).
7	Рак Wart (potato wart dis- ease)	<i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Percival.		Очаговое заболевание. Возбуди- тель заболевания ограниченно распространён на террито- рии России. По официальным данным выявлен в четырёх субъектах федерации, преиму- щественно это старые очаги с низкоинфекционными зооспо- рангиями.	От низкой (несуще- ственной) до высокой. Все современные районированные сорта картофеля устойчивы к раку. Возбудитель является объектом карантина в России и многих других госу- дарствах (EPPO Global Database, 2024).
8	Резиновая гниль Rubbery rot	<i>Geotrichum candidum</i> Link	<i>Oospora lactis</i> (Fre- sen.) Sacc.; <i>Galactomyces can- didum</i> de Hoog & M.T. Sm.; [иногда как си- ноним ошибочно указывается <i>Endo- myces geotrichum</i> E.E. Butler & L.J. Petersen]	Распространенное / периодическое	От низкой до средней. Заболевание чаще причиняет ущерб при хранении.
9	Ризоктониоз и чёрная парша Rhizoctonia canker (stem canker) / black scurf	<i>Rhizoctonia solani</i> J. G. Kühn Вопрос о приорите- тности названия <i>R. solani</i> над <i>T. cucumeris</i> остаёт- ся дискуссионным.	<i>Thanatephorus cuc- umeris</i> (A.B. Frank) Donk.; <i>Hypochnus solani</i> Prill. & Delacr.	Распространенное / ежегодное	От средней до высокой

Продолжение таблицы 1 // Table 1 continued

№	Название болезни (общеупотребимое на русском и ан- глийском языках)*	Название возбудителя		Характеристика заболевания	
		Законное	Часто используе- мые синонимы	Распространение и частота возникновения эпифитотий	Вредоносность для восприимчивых сортов
10	Серебристая парша Silver scurf	<i>Helminthosporium solani</i> Durieu & Mont.	<i>Spondylocladium atrovirens</i> (Harz) Harz ex Sacc.	Распространенное / ежегодное	Средняя. Возбудитель является объектом карантина в Китае (EPPO Global Database, 2024).
11	Фитофтороз Late blight	<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary.		Распространенное / ежегодное	Высокая
12	Фузариозная сухая гниль (сухая гниль, фузариоз) Dry rot (Fusarium dry rot)	<i>Fusarium</i> spp. (не менее 13 видов, относящихся к семи видовым комплексам). В частности: комплекс видов FSAM, среди которых: <i>F. sambucinum</i> Fuckel; <i>F. sporotrichioides</i> Sherb.; <i>F. venenatum</i> Nirenberg и др. комплекс видов FS: <i>F. noneumartii</i> (Sand.-Den. & Crous) O'Donnell et al.; <i>F. stercicola</i> Šišić et al.; <i>F. vanettenii</i> O'Donnell et al. и др. комплекс видов FO: <i>F. oxysporum</i> Schldtl.; <i>F. nirenbergiae</i> L. Lombard & Crous и др. комплекс видов FT: <i>F. avenaceum</i> (Fr.) Sacc. и др. комплекс видов FN: <i>F. commune</i> K. Skovg., O'Donnell & Nirenberg комплекс видов FR: <i>F. redolens</i> Wollenw. комплекс видов FIE: <i>F. clavum</i> J.W. Xia, L. Lombard, Sand.-Den., X.G. Zhang & Crous; <i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc.	<i>Gibberella pulicaris</i> (Fr.) Sacc.; <i>Fusarium sulphureum</i> Schldtl. <i>F. coeruleum</i> (Libert) Saccardo	Распространенное / ежегодное. Заболевание распространено повсеместно в зонах выращивания картофеля.	Высокая. Заболевание приводит к снижению семенных характеристик клубней: образованию больших проростков и формированию тем самым нового источника инфекции (Secog, Salas, 2001; Анисимов и др., 2009). Также ущерб заключается в ухудшении качества урожая, вплоть до полного его уничтожения в процессе хранения (Зейрук и др., 2020; Tiwari et al., 2020; Azil et al., 2021). Требуется уточнение вредоносности выявленных видов (Хадиева и др., 2018; Xia et al., 2019; Прудникова и др., 2021; Белосохов и др., 2020; Гаврилова и др., 2024; Gavrilova et al., 2024). <i>Fusarium sambucinum</i> , <i>F. avenaceum</i> и <i>F. redolens</i> считаются карантинным объектом в Бразилии, <i>F. vanettenii</i> – в Мексике (EPPO Global Database, 2024).
13	Фузариозное увядание Fusarium wilt	<i>Fusarium</i> spp. – те же виды, что вызывают фузариозную сухую гниль клубней картофеля.		Распространенное / периодическое	От средней до высокой. Требуется уточнение вредоносности выявленных видов.

* названия болезней в подгруппах представлены в алфавитном порядке.

Таблица 2. Второстепенные, малоизученные или не встречающиеся в России грибные заболевания картофеля

Table 2. Minor, poorly studied or not found in Russia fungal diseases of potato

№	Название болезни или симптома (общеупотребимое на русском и английском языках)*	Название ассоциированного с заболеванием микроорганизма		Распространение заболевания или ассоциированного с ним микроорганизма	Особенности взаимоотношения микроорганизма с картофелем
		Законное	Часто используемые синонимы		
I. Заболевания, связанные с факультативно патогенными грибами и патогенами с широкой субстратной специализацией					
1	Белая гниль (белая плесень, склеротиниоз) White mold (Sclerotinia stem rot, stalk break)	<i>Sclerotinia</i> spp. В частности: <i>S. sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary; <i>S. minor</i> Jagger		Грибы этих видов распространены почти повсеместно. На картофеле чаще встречается вид <i>S. sclerotiorum</i> .	Заболевание отмечается главным образом после десикации картофеля, когда на высохших стеблях образуются склероции патогена. Но нередко патоген развивается и в живых стеблях, формируя там мицелий и склероции. <i>Sclerotinia minor</i> – карантинный объект в Мексике (EPPO Global Database, 2024).
2	Бурая пятнистость (альтернариоз) Brown spot (black pit, Ulocladium blight (в случаях, когда возбудители – виды секции <i>Ulocladioides</i>))	Виды <i>Alternaria</i> секции <i>Alternaria</i> В частности: <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl. (неагрессивные штаммы)	<i>A. tenuis</i> Nees; <i>A. tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire [некоторые исследователи по-прежнему выделяют данный гриб в отдельный вид]	Грибы этих видов распространены повсеместно и встречаются на разных растениях.	Разные штаммы одного вида отличаются по экологическим особенностям и могут быть патогенами с разной степенью агрессивности, сапротрофами или эндофитами.
		<i>A. arborescens</i> E.G. Simmons (неагрессивные штаммы)			
		<i>A. gossypina</i> (Thüm.) J.C.F. Hopkins	Единственное обнаружение в Китае (Gou et al., 2023).		
		<i>A. lijiangensis</i> Y.N. Gou & J.X. Deng		Единственное обнаружение в Китае (Gou et al., 2023).	На двух штаммах в лабораторных условиях показана высокая агрессивность данного вида (Gou et al., 2023).
		<i>A. longxiensis</i> Y.N. Gou & J.X. Deng		Единственное обнаружение в Китае (Gou et al., 2023).	На двух штаммах в лабораторных условиях показана низкая агрессивность данного вида (Gou et al., 2023).
		Виды <i>Alternaria</i> секции <i>Ulocladioides</i>		Грибы этих видов распространены повсеместно и встречаются на разных растениях. Идентификация по морфологическим признакам грибов этой секции затруднена, поэтому правильность указанных в источниках видов может быть подвергнута сомнению.	Грибы этих видов обычно являются сапротрофами, реже слабо агрессивными патогенами или эндофитами.
		В частности: <i>A. atra</i> (Preuss) Woudenb. & Crous	<i>Ulocladium atrum</i> Preuss	Заболевание картофеля зарегистрировано в Иране распространение составляло до 19% (Esfahani, 2018; Nasr-Esfahani et al., 2021).	Заболевание проявляется как тёмно-бурые или чёрные пятна, постепенно покрывающие весь лист или даже всё растение (Esfahani, 2018).

Продолжение таблицы 2 // Table 2 continued

№	Название болезни или симптома (общеупотребимое на русском и английском языках)*	Название ассоциированного с заболеванием микроорганизма		Распространение заболевания или ассоциированного с ним микроорганизма	Особенности взаимоотношения микроорганизма с картофелем
		Законное	Часто используемые синонимы		
2	Бурая пятнистость (альтернариоз) Brown spot (black pit, Ulocladium blight (в случаях, когда возбудители – виды секции <i>Ulocladioides</i>))	<i>A. consortialis</i> (Thüm.) J.W. Groves & S. Hughes	<i>U. consortiale</i> (Thüm.) E.G. Simmons		Патоген способен вызывать появление бурых пятен на листьях картофеля (Rich, 2013).
		<i>A. cantlous</i> (Yong Wang bis & X.G. Zhang) Woudenb. & Crous	<i>U. cantlous</i> Yong Wang bis & X.G. Zhang	Заболевание зарегистрировано в Иране, распространение составляло до 3% (Amini et al., 2016).	
		Виды <i>Alternaria</i> секции <i>Infectoriae</i> В частности:	«мелкоспоровые» виды <i>Alternaria</i>	Грибы этих видов распространены повсеместно и встречаются на разных растениях. В России на картофеле виды этой секции встречаются в Европейской части и в Сибири с низкой частотой (Ганнибал, 2007; Орина и др., 2010; Kokaeva et al., 2018)	Грибы этих видов обычно являются сапротрофами, реже слабо агрессивными патогенами или эндофитами. Способны заражать листья картофеля с механическими повреждениями и в незначительной степени (Tumon et al., 2016).
		<i>A. arbusti</i> E.G. Simmons		Вид относительно широко распространён, встречается на разных растениях, редок. В России на картофеле единичные находки этого вида были сделаны в Ленинградской области (Ганнибал, 2007).	Патогенность и вредоносность этого вида не изучены.
3	Вертициллёзное увядание (вертициллёзный вилт) Verticillium wilt	<i>Verticillium</i> spp. В частности:		Патогены распространены повсеместно, встречаются на широком круге растений-хозяев.	Болезнь проявляется в виде межжилковых хлорозов на листьях отдельных растений или групп растений. Симптомы распространяются акропетально от основания стебля. Симптомы на листьях иногда затрагивают одну половину листовой пластинки. Затем растения увядают и отмирают (Johnson, Dung, 2010). Потери урожая составляют около 10–15%, иногда доходя до 30–50% (Johnson et al., 1986; Powelson, Rowe, 1993; Rowe, Powelson, 2002). <i>Verticillium dahliae</i> – объект карантина в нескольких странах Азии (EPPO Global Database, 2024).
		<i>V. albo-atrum</i> Reinke & Berthold			
		<i>V. dahliae</i> Kleb.			
4	Серая плесень (серая гниль) Gray mold	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	<i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetzel	Патоген распространён повсеместно, встречается на широком круге растений-хозяев.	Заболевание чаще поражает листья нижнего яруса и клубни. В последние несколько лет в отдельных хозяйствах на отдельных сортах на Северо-Западе и в центральной зоне Европейской части России заболевание обнаруживали на листьях среднего и верхнего яруса. В отдельных случаях до 70% клубней оказались поражены в сильной степени и не пригодны в качестве семенного материала (Хютти А.В., неопубликованные данные).

Продолжение таблицы 2 // Table 2 continued

№	Название болезни или симптома (общеупотребимое на русском и английском языках)*	Название ассоциированного с заболеванием микроорганизма		Распространение заболевания или ассоциированного с ним микроорганизма	Особенности взаимоотношения микроорганизма с картофелем
		Законное	Часто используемые синонимы		
5	Стеблевая гниль (южная склероциальная гниль) Stem rot (southern blight)	<i>Agroathelia rolfsii</i> (Sacc.) Redhead & Mullineux	<i>Athelia rolfsii</i> (Sacc.) C.C. Tu & Kimbr.; <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.	Патоген распространён повсеместно, встречается на широком круге растений-хозяев.	Гриб вызывает гниль клубней и стеблей. Наибольший ущерб регистрируется в регионах с тёплым влажным климатом (Mullen, 2001; Fiers et al., 2012).
6	Угольная гниль (пепельная гниль) Charcoal rot	<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid.	<i>Macrophoma phaseoli</i> (Maubl.) S.F. Ashby; <i>Sclerotium bataticola</i> Taubenh.	Патоген распространён повсеместно, встречается на широком круге растений-хозяев.	Гриб в норме является слабым патогеном. На картофеле поражает нижнюю часть стебля и клубни. Ущерб заболевание причиняет в странах с жарким влажным климатом (Abbas et al., 2013).
7	Фомоз (сухая гниль, гангрена, пуговичная гниль) Gangrene; thumbmark rot; dry rot	<i>Didymellaceae</i> spp.			
		В частности: <i>Boeremia foveata</i> (Foister) Aveskamp, Gruyter & Verkley	<i>P. exigua</i> var. <i>foveata</i> (Foister) Boerema <i>P. solanicola</i> var. <i>foveata</i> (Foister) Malc. <i>P. solanicola</i> f. <i>foveata</i> (Foister) Malc.	Оба вида – космополиты. <i>Boeremia foveata</i> поражает преимущественно картофель и более вредоносен, тогда как <i>B. exigua</i> не имеет специализации (Termorshuizen, 2007). В зарубежной литературе заболевание иногда делят на два – gangrene (возб. <i>B. foveata</i>) и thumbmark rot (<i>B. exigua</i>), хотя отличия по симптомам не очевидны. В России фомоз распространён повсеместно, широко – в Северо-Западном, Центральном, Приволжском, Сибирском, Дальневосточном и др. округах (Хютти и др., 2020). В качестве возбудителя чаще встречается <i>B. exigua</i> , реже – <i>B. foveata</i> (Копина и др., 2021). По морфологическим признакам эти два вида практически неотличимы. Возбудители фомоза могут встречаться в составе комплексной инфекции совместно с <i>Fusarium</i> spp.	Заболевание может проявляться на листьях и стеблях, но наиболее распространено и вредоносно на клубнях. Потери урожая могут достигать 25%, но обычно они значительно ниже. Заболевание причиняет наибольший ущерб в период зимнего хранения клубней, особенно при несоблюдении условий (Хютти и др., 2020). Чаще поражаются клубни с механическими повреждениями. Патогены сохраняются в почве, на складах и на оборудовании (Salmaninezhad et al., 2022; Sultana, Hossain, 2022). <i>Boeremia foveata</i> включён в списки карантинных видов многих стран, <i>B. exigua</i> – карантинный объект в Мексике (Zhao et al., 2021; EPPO Global Database, 2024).
		<i>B. exigua</i> (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley	<i>Phoma exigua</i> var. <i>exigua</i> Desm.	Гриб широко распространён и помимо картофеля поражает ещё ряд растений разных семейств. В России не обнаружен. Вызываемые им заболевания в англоязычной литературе обозначают как dry rot и damping-off (Termorshuizen, 2007).	Заболевание обычно не требует проведения защитных мероприятий (Termorshuizen, 2007).
		<i>Juxtiphoma eupyrena</i> (Sacc.) Valenz.-Lopez, Crous, Stchigel, Guarro & J.F. Cano	<i>Phoma eupyrena</i> Sacc.		

Продолжение таблицы 2 // Table 2 continued

№	Название болезни или симптома (общеупотребимое на русском и английском языках)*	Название ассоциированного с заболеванием микроорганизма		Распространение заболевания или ассоциированного с ним микроорганизма	Особенности взаимоотношения микроорганизма с картофелем
		Законное	Часто используемые синонимы		
8	Церкоспороз (жёлтая пятнистость) Cercospora leaf blotch (yellow leaf blotch)	<i>Mycosphaerella- ceae</i> spp.			
		В частности:			
		<i>Passalora concors</i> (Casp.) U. Braun & Crous	<i>Cercospora concors</i> (Casp.) Sacc.; <i>Mycovellosiella concors</i> (Casp.) Deighton	Гриб считается распространённым по всему миру, в особенности приурочен к регионам Европы, Азии, Северной Америки и восточной Африки с прохладным и умеренным климатом (Tian et al., 2008). Относительно недавно обнаружен в Китае (Tian et al., 2008) и Боливии (Morante, 2014).	Симптомы сначала проявляются на нижних листьях в виде небольших желтовато-зеленых пятен неправильной формы, а затем могут появиться на средних и верхних листьях. Со временем пятна увеличиваются и становятся серыми, пурпурно-коричневыми или чёрными. Вокруг пятен может присутствовать жёлтый ореол (Tian et al., 2008; Morante, 2016). Поражение обычно незначительное, появляясь одновременно с альтернариозом и фитофторозом, может оставаться незамеченным (Tian et al., 2008). Развитие болезни в Боливии доходило до 10–20% (Morante, 2016).
		<i>Cercospora physalidis</i> Ellis	<i>C. solanicola</i> G.F. Atk.	Заболевание, вызываемое этими грибами, встречается в Южной Америке в регионах с прохладным и очень влажным климатом на сортах картофеля <i>Solanum andigena</i> × <i>tuberosum</i> и <i>S. chaucha</i> (Morante, 2016).	Симптомы заболевания – водянистые угловатые, округлые или неправильной формы пятна, со временем увеличивающиеся и напоминающие симптомы фитофтороза. В центре пятна формируется светлый налёт мицелия со спороношением гриба (Morante, 2016).
		<i>C. solani</i> Thüm.		Заболевание, вызываемое этим видом, отмечалось исключительно в Индии в 1950–1970-е гг. (Thirumalachar, 1953; Dubey, Joshi, 1976; Kang, 1979).	Заболевание вызывает пятнистость на листьях и рак стеблей. Подробное описание заболевания и его возбудителя отсутствует.
9	-	<i>Acrostalagmus luteoalbus</i> (Link) Zare, W. Gams & Schroers		Ареал данного редкого гриба и его экологические свойства не изучены. В России выделен из клубней картофеля в Московской области (Chudinova et al., 2022).	Гриб заражает только клубни, имеющие механические повреждения (Chudinova et al., 2022).
10	-	<i>Ilyonectria crassa</i> (Wollenw.) A. Cabral & Crous	<i>Cylindrocarpon destructans</i> var. <i>crassum</i> (Wollenw.) C. Booth	Гриб имеет очень широкую специализацию, в России на картофеле обнаружен в Костромской и Московской областях (Chudinova et al., 2019).	Гриб способен поражать только имеющие механические повреждения клубни (Чудинова и др., 2020).
11	-	<i>Septotinia populi-perda</i> Waterman & E.K. Cash ex B. Sutton		Гриб ранее был известен как патоген тополей и ив в разных странах мира. В России выделен из клубней картофеля в Московской области (Chudinova, Elansky, 2021).	Гриб заражает только клубни, имеющие механические повреждения (Chudinova, Elansky, 2021).

Продолжение таблицы 2 // Table 2 continued

№	Название болезни или симптома (общеупотребимое на русском и английском языках)*	Название ассоциированного с заболеванием микроорганизма		Распространение заболевания или ассоциированного с ним микроорганизма	Особенности взаимоотношения микроорганизма с картофелем	
		Законное	Часто используемые синонимы			
12	-	<i>Stemphylium vesicarium</i> (Wallr.) E.G. Simmons	<i>Stemphylium herbarum</i> E.G. Simmons; <i>Pleospora herbarum</i> (Pers.) Rabenh. ex Ces. & De Not.	Гриб имеет очень широкую специализацию и распространение, поражает только отмирающие ткани, в России встречается, но на картофеле не был обнаружен.	Гриб может вызывать пятна на листьях, вредоносность отсутствует (Termorshuizen, 2007). Массовые поражения картофеля этим грибом неизвестны.	
II. Заболевания, вызванные нетипичными для картофеля патогенами						
13	Альтернариоз (макроспориоз, ранняя пятнистость, сухая пятнистость, сухая концентрическая пятнистость, бурая пятнистость) Early blight (Alternaria leaf spot)	Виды <i>Alternaria</i> секции <i>Porri</i>	«крупноспоровые» виды <i>Alternaria</i>	Патогены приводят к образованию на листьях крупных, чаще округлых бурых пятен с зональностью или без неё. Симптомы сходны с альтернариозом (ранней пятнистостью), вызываемой другими, приуроченными к картофелю видами <i>Alternaria</i> .	Вредоносность, по всей видимости, сходная или несколько ниже по сравнению с вредоносностью альтернариоза, вызываемого видами <i>Alternaria</i> , приуроченными именно к картофелю (см. табл. 1, заболевание 1).	
		В частности:		Патоген распространён повсеместно в зонах выращивания томата. Патоген поражает томаты, репе картофель и растения других семейств (Gannibal et al., 2014; Woudenberg et al., 2014; Ayad et al., 2019). В России обнаружен в разных регионах в Европейской части, Сибири и Дальнего Востока (Gannibal et al., 2014).		
		<i>A. linariae</i> (Neerg.) E.G. Simmons	<i>A. tomatophila</i> E.G. Simmons; <i>A. cretica</i> E.G. Simmons & Vakal.; <i>A. subcylindrica</i> E.G. Simmons & R.G. Roberts; <i>A. solani</i> в широком понимании			Патоген распространён повсеместно в зонах выращивания томата. Патоген поражает томаты, репе картофель и растения других семейств (Gannibal et al., 2014; Woudenberg et al., 2014; Ayad et al., 2019). В России обнаружен в разных регионах в Европейской части, Сибири и Дальнего Востока (Gannibal et al., 2014).
		<i>A. alternariacida</i> Woudenb. & Crous		Единичная находка на картофеле в Приморском крае (Kokaeva et al., 2022; Kokaeva, Elansky, 2023). Также патоген обнаружен на томате.		
		<i>A. argyroxiphii</i> E.G. Simmons & Aragaki		Единичные находки на картофеле в Китае (Zhao et al., 2023).		Вредоносность не изучена.
		<i>A. yichangensis</i> H. Cheng & J.X. Deng		Единичные находки на картофеле в Китае (Liu et al., 2019a; Zhao et al., 2023).		
		<i>A. blumeae</i> E.G. Simmons & Sontirat		Единичные находки на картофеле в Китае (Liu et al., 2019a; Zhao et al., 2023).		
III. Редкие малоизученные заболевания						
14	Головня (текафорная головня) Smut (Thecaphora smut)	<i>Angiosorus solani</i> Thirum. & M.J. O'Brien	<i>Thecaphora solani</i> (Thirum. & M.J. O'Brien) Mordue	Гриб обнаружен в Южной Америке и Мексике, где поражает растения семейства паслёновые (Termorshuizen, 2007; EPPO Global Database, 2024).	В результате заболевания клубни превращаются в массу головнёвых спор. Возбудитель является объектом карантина в России и многих других государствах (EPPO Global Database, 2024).	
15	Деформирующая ржавчина Deforming rust	<i>Aecidium cantense</i> Arthur		Гриб встречается в высокогорьях Перу (Termorshuizen, 2007; EPPO Global Database, 2024).	Вредоносность не изучена. Гриб – карантинный объект в странах азиатско-тихоокеанского региона (EPPO Global Database, 2024).	

Продолжение таблицы 2 // Table 2 continued

№	Название болезни или симптома (общеупотребимое на русском и английском языках)*	Название ассоциированного с заболеванием микроорганизма		Распространение заболевания или ассоциированного с ним микроорганизма	Особенности взаимоотношения микроорганизма с картофелем
		Законное	Часто используемые синонимы		
16	Жёлтая гниль Yellow rot	<i>Trichocladium solani</i> Belosokhov & Elansky		Гриб обнаружен только в России, в Московской и Калужской областях, впервые в 2017 г. (Belosokhov et al., 2022).	Гриб патогенен для клубней картофеля и вызывает поражения, клубней картофеля, похожие на симптомы сухой фузариозной гнили, но с желтоватым или зеленоватым оттенком в некротизированной зоне (Belosokhov et al., 2022).
17	Мучнистая роса Powdery mildew	<i>Golovinomyces cichoracearum</i> (DC.) Heluta	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC.	Патоген распространён повсеместно и поражает широкий круг растений, но многие штаммы (расы) данного вида имеют тенденцию к специализации (Termorshuizen, 2007). Расы, патогенные для видов картофеля, встречаются в США (Хютти А.В., неопубликованные данные). Свидетельств обнаружения подобных рас в России нет, несмотря на присутствие данного вида.	Заболевание на картофеле не имеет существенного значения (Termorshuizen, 2007).
18	Обыкновенная ржавчина (бурая ржавчина) Common rust	<i>Puccinia</i> spp. В частности:			
		<i>P. pittieriana</i> Henn.		Гриб встречается в высокогорьях на севере Южной Америки, поражает картофель, репе томаты и некоторые другие виды рода паслён (Termorshuizen, 2007; EPPO Global Database, 2024).	Вредоносность не изучена. Объект карантина во многих странах (EPPO Global Database, 2024).
		<i>P. telimutans</i> Otálora & Berndt		Гриб обнаружен в Мексике в 1930-е годы (Otálora, Berndt, 2019).	Вредоносность не изучена.
19	Розовая гниль Pink rot	<i>Phytophthora</i> spp. В частности:			
		<i>P. erythroseptica</i> Pethybr.		Гриб распространён широко, помимо картофеля поражает многие растения, включая томат, шпинат, тюльпаны (Fiers et al., 2012), но наибольшее экономическое значение имеет на картофеле (Termorshuizen, 2007). Заболевание картофеля многократно отмечали в Европе в начале прошлого века. В последние десятилетия его обнаруживают в Северной Америке и Азии (Индия, Китай, Турция) (Çakır et al., 2020).	Болезнь проявляется в поле на корнях и клубнях. Мякоть зараженных клубней на разрезе сначала белая, при надавливании выделяется обильная жидкость. Через 15–20 минут ткань становится лососево-розовой, затем чернеет. У клубней может появляться запах уксуса. Заболеванию способствуют обильные осадки или полив (Abbas et al., 2013; Çakır et al., 2020). Заболевание может продолжаться развиваться на клубнях в период хранения (Çakır et al., 2020). Доля поражённых клубней в Турции доходила до 80%. Гриб является карантинным видом в ряде стран Южной Америки, в Мексике и Китае (EPPO Global Database, 2024).

Продолжение таблицы 2 // Table 2 continued

№	Название болезни или симптома (общеупотребимое на русском и английском языках)*	Название ассоциированного с заболеванием микроорганизма		Распространение заболевания или ассоциированного с ним микроорганизма	Особенности взаимоотношения микроорганизма с картофелем
		Законное	Часто используемые синонимы		
19	Розовая гниль Pink rot	<i>P. cryptogea</i> Pethybr. & Laff.		Оомицет распространён повсеместно и поражает широкий круг растений (Termorshuizen, 2007).	Лососево-розовая окраска мякоти проявляется через 10 минут после разрезания клубня, после чего поражённая ткань быстро чернеет. Заболевание может быть вредоносно, но патоген наносит меньший ущерб по сравнению с <i>P. erythroseptica</i> (Termorshuizen, 2007; Çakır, Demirci 2012). Оомицет является карантинным видом в Мексике (EPPO Global Database, 2024).
		<i>P. drechsleri</i> Tucker			
		<i>P. megasperma</i> Drechsler			
		<i>P. nicotianae</i> Breda de Haan	<i>P. nicotianae</i> var. <i>parasitica</i> (Dastur) G.M. Waterh.		
				Оомицеты распространены преимущественно в областях с жарким климатом, поражают широкий круг растений (Termorshuizen, 2007).	Данные патогены не имеют существенного значения как патогены картофеля (Termorshuizen, 2007). <i>Phytophthora megasperma</i> является карантинным объектом в Бразилии и Израиле (EPPO Global Database, 2024).
20	Септориозная листовая пятнистость Septoria leaf spot (annular leaf spot)	<i>Septoria malagutii</i> Ciccar. & Boerema ex E.T. Cline	<i>S. lycopersici</i> var. <i>malagutii</i> Ciccaroni & Boerema Иногда возбудитель ошибочно обозначают как <i>S. lycopersici</i> Speg. Необходимо учитывать, что данное название в строгом смысле не является синонимом <i>S. malagutii</i> .	Заболевание встречается в высокогорьях Южной Америки, где поражает листья <i>Solanum tuberosum</i> и других клубнеобразующих видов из серии <i>tuberosa</i> (Cline, Rossman 2006, Cargera, Orellana, 1978; EPPO 2024; Morante, 2016).	Степень поражения достигает 60%, но чаще заболевание имеет умеренное значение (Cargera, Orellana, 1978; EPPO/CABI, 1984). Возбудитель включён в список карантинных видов некоторых стран Африки, Азии и Европы (EPPO Global Database, 2024).
21	Фиолетовая корневая гниль Violet root rot	<i>Helicobasidium purpureum</i> (Tul.) Pat.	<i>H. brebissonii</i> (Desm.) Donk; <i>Rhizoctonia crocorum</i> (Pers.) DC.	Патоген распространён повсеместно, поражает многие растения, чаще обнаруживается на культурах, образующих клубни и корнеплоды (Termorshuizen, 2007). В России заболевание на картофеле встречается локально.	Эпифитотии на картофеле возникают редко и непредсказуемо. Существенного значения заболевание не имеет (Termorshuizen, 2007). В России заболевание обнаруживается периодически, в большинстве случаев поражено небольшое количество клубней. Лишь в единичных случаях (сорт Коломба, Вологодская область, 2020 г.) поверхность 60–70% клубней была покрыта пятнами со склероциями не менее чем на треть (Хютти А.В., неопубликованные данные). Возбудитель считается карантинным объектом в странах Европы и в Мексике (EPPO Global Database, 2024).

Продолжение таблицы 2 // Table 2 continued

№	Название болезни или симптома (общеупотребимое на русском и английском языках)*	Название ассоциированного с заболеванием микроорганизма		Распространение заболевания или ассоциированного с ним микроорганизма	Особенности взаимоотношения микроорганизма с картофелем
		Законное	Часто используемые синонимы		
22	<p>Чёрный ожог (фомозная пятнистость листьев картофеля)</p> <p>Phoma leaf spot (Phoma black blight)</p>	<i>Stagonosporopsis</i> spp.			<p>Заболевание проявляется как сухая пятнистость листьев, напоминающая симптомы альтернариоза. Сначала симптомы появляются на нижних листьях. Пятна на листьях обычно около 2.5 мм, но могут достигать 10 мм. Со временем заболевание вызывает опадение листьев, мумификацию плодов и полный некроз растения. Это приводит к потерям урожая до 80% (Bragard et al., 2018).</p> <p>Возбудитель включён в единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза, как отсутствующий на данной территории, а также аналогичные перечни многих других государств (Bragard et al., 2018; EPPO Global Database, 2024).</p>
		В частности:			
		<p><i>S. andigena</i> (Turkenst.) Aveskamp, Gruyter & Verkley</p>	<p><i>Phoma andigena</i> Turkenst.; <i>P. andina</i> Turkenst.</p>	<p>Патоген распространён в высокогорьях Южной Америки на растениях рода <i>Solanum</i> (Termorshuizen, 2007). Заболевание поражает картофель, томат и дикорастущие паслёновые. Пути распространения: семенной и продовольственный материал картофеля.</p>	
		<p><i>S. crystalliniformis</i> (Loer., R. Navarro, Lôbo & Turkenst.) Aveskamp, Gruyter & Verkley</p>	<p><i>P. crystalliniformis</i> (Loer., R. Navarro, M. Lôbo & Turkenst.) Noordel. & Gruyter</p>	<p>Распространение данного вида сходно с предыдущим, чаще поражает томат (Termorshuizen, 2007).</p>	<p>Вредоносность не изучена. Возбудитель включён в единый перечень карантинных объектов Евросоюза (EPPO Global Database, 2024).</p>
23	- Choanephora blight	<p><i>Choanephora</i> spp. В частности: <i>C. cucurbitarum</i> (Berk. & Ravenel) Thaxt.</p>		<p>Гриб считается факультативным сапротрофом с очень широкой специализацией (Kacharek et al., 2003; Agrios, 2005). Развивается при высокой температуре и относительной влажности воздуха близкой к 100% (Umaña, Ikotun, 2000), из-за чего большинство сообщений о болезнях, вызываемых этим грибом, относится к тропическим странам. На картофеле патоген вызывал заболевание в Перу (Turkensteen, 1979).</p>	<p>Симптомы сначала появляются в основном на краях и кончиках листьев в виде водянистых пятен, которые позже высыхают и становятся оливково-зелеными и коричневыми (Turkensteen, 1979). Вид <i>C. cucurbitarum</i> – карантинный объект в Мексике (EPPO Global Database, 2024).</p>
24	- Rosellinia black rot (black root rot; white root rot)	<i>Rosellinia</i> sp.	<i>Dematophora</i> sp.	<p>Грибы рода <i>Rosellinia</i> встречаются как сапротрофы и патогены различных растений. На картофеле заболевание встречается в Южной Америке и Африке (Fiers et al., 2012).</p>	<p>На картофеле заболевание описано как чёрная (Fiers et al., 2012) или белая гниль клубней (Guertgo, 1990).</p>
25	-	<i>Cephalotrichum asperulum</i> (J.E. Wright & S. Marchand) Sand.-Den., Guarro & Gené		<p>Гриб отмечался ранее в качестве сапротрофа и эндофита. В России обнаружен на поражённых клубнях картофеля в Орловской области (Тучков и др., 2023).</p>	<p>В качестве патогена картофеля гриб был обнаружен единожды. Изolat из клубней в условиях лаборатории оказался способен вызывать симптомы заболевания на листьях и клубнях (Тучков и др., 2023).</p>

* названия болезней в подгруппах представлены в алфавитном порядке.

Проведённый анализ показал, что к основным заболеваниям картофеля, вызываемым грибами и грибоподобными организмами, можно отнести тринадцать. Их возбудителями являются не менее 30 видов двенадцати родов. Восемь видов внесены в списки карантинных объектов в различных странах, в том числе на территории России объектом карантина является возбудитель рака картофеля (*Synchytrium endobioticum*).

Второстепенными, малоизученными и не встречающимися на территории России заболеваниями можно считать 25, их возбудителями являются, по крайней мере, 52 вида 26 родов. Заболеваний, связанных с факультативно патогенными грибами и патогенами с широкой субстратной специализацией, – двенадцать. Большинство из них встречаются редко и обладают низкой вредоносностью или не причиняют ощутимого ущерба. Одно заболевание эпизодически вызывается патогенами других паслёновых культур. Также выявлено упоминание в литературе одиннадцати редких малоизученных заболеваний. Пятнадцать видов – возбудителей редких заболеваний считаются объектами карантина, в том числе в России – два: *Angiosorus solani* (возбудитель головни) и *Stagonosporopsis andigena* (возбудитель чёрного ожога).

На картофеле, как и на других растениях, могут быть обнаружены различные сапротрофные грибы, особенно в конце вегетации. Старые, повреждённые, отмирающие части растения могут заселяться этими видами или поражаться вторичными патогенами, которые обычно являются не агрессивными и не наносят вреда. Иногда такие ситуации описываются как новые заболевания. Помимо указанных в таблице 2, на листьях картофеля были сделаны единичные находки ещё нескольких эндофитных, сапротрофных или факультативно патогенных видов, которые в данной работе в качестве возбудителей болезней не рассматривались. К ним можно отнести *Phoma huancayensis* Turkenst. [современное название *Epicoccum huancayense* (Turkenst.) Qian Chen & L. Cai], *Phoma subherbarum* Gruyter, Noordel. & Boerema [*Didymella subherbarum* (Gruyter, Noordel. & Boerema) Qian Chen & L. Cai], *Armillaria* spp., обнаруженные за рубежом (Termorshuizen, 2007). В России из числа таких видов были описаны, например, *Aureobasidium*

pullulans (De Bary) G. Arnaud, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *Didymella pinodella* (L.K. Jones) Qian Chen & L. Cai, *Microsphaeropsis* sp., *Neosascochyta exitialis* (Morini) Qian Chen & L. Cai, *Epicoccum nigrum* Link, *Phoma herbarum* Westend. (Копина и др., 2021), *Ceratobasidium cornigerum* (Bourdot) D.P. Rogers AG K («двуядерные *Rhizoctonia*») (Yarmeeva et al., 2021). Недавно была опубликована работа (Белосохов и др., 2023), в которой приведены обширные сведения о микобиоме клубней картофеля в России. Авторами в период с 2014 по 2022 годы было выявлено 53 вида грибов, из которых 36 видов являются новыми для данного растения-хозяина. Все новые для картофеля виды были представлены сапротрофами, эндофитами, а также малоизученными видами, патогенность которых остается неизвестной.

Отдельно стоит упомянуть о возможности поражения клубней грибами рода *Alternaria*. Альтернариоз клубней – заболевание, появляющееся в период хранения. В качестве возбудителей обычно называют *A. solani* (Wharton et al., 2012; Li et al., 2024) и *A. alternata* (в оригинале – *A. tenuissima*) (Liu et al., 2019b), преподнося это как общеизвестный факт. Тем не менее, нам не известны полноценные исследования этиологии этого заболевания, его распространения и практического значения. Сколько-нибудь существенный ущерб от альтернариоза клубней в России не был ни разу достоверно определён и зафиксирован.

В учебной и справочной литературе, в том числе, присутствующей в сети Интернет можно встретить информацию о нескольких заболеваниях картофеля, подтверждений существования которых нам обнаружить не удалось. К ним можно отнести аскохитоз картофеля, вызываемый грибом *Boeremia lycopersici* (Cooke) Aveskamp, Gruyter & Verkley (синонимы *Ascochyta lycopersici* Brunaud, *Didymella lycopersici* Kleb.), считающимся обычно возбудителем аскохитоза томата. Возможно, ошибка возникла из-за присутствия в микобиоме картофеля других сходных пикнидиальных грибов из рода *Boeremia*. Другие примеры – кладоспориоз картофеля (возбудитель *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link) и чёрная пятнистость, или торулес клубней (возбудитель *Torula convoluta* Harz, современное название – *Gliomastix murorum* (Corda) S. Hughes).

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 19-76-30005П).

Библиографический список (References)

- Анисимов БВ, Белов ГЛ, Варицев ЮА, Еланский СН и др (2009) Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. М.: Картофелевод. 272 с.
- Белосохов АФ, Ярмеева ММ, Долгов АМ, Миславский СМ и др (2020) Грибы рода *Fusarium* на клубнях картофеля. *Современная микология в России* 9:250–252.
- Белосохов АФ, Ярмеева ММ, Миславский СМ, Курчаев МЛ и др (2023) Микобиота клубней картофеля. *Микология и фитопатология* 57(2):123–133. <https://doi.org/10.31857/S0026364823020046>
- Гаврилова ОП, Орина АС, Трубин ИИ, Гагкаева ТЮ (2024) Патогенность грибов рода *Fusarium* к клубням *Solanum tuberosum* L. разных сортов. *Современная микология в России* 10:243–244.
- Ганнибал ФБ (2007) Видовой состав, таксономия и номенклатура возбудителей альтернариоза листьев картофеля. В кн.: Дмитриев АП (ред) Лаборатория микологии и фитопатологии им. А.А. Ячевского ВИЗР. История и современность. СПб.: ВИЗР. 142–148
- Зейрук ВН, Жевора СВ, Васильева СВ, Белов ГЛ и др (2020) Атлас болезней, вредителей, сорняков картофеля и мероприятия по борьбе с ними. М.: ФГУП «Издательство Наука». 332 с.
- Копина МБ, Уварова ДА, Шухин ДИ, Горлова ЛМ и др (2021) О некоторых пикнидиальных грибах на вегетирующем картофеле в Нечерноземье средней полосы России. *Фитосанитария. Карантин растений* 3:27–39. <https://doi.org/10.69536/FKR.2021.49.59.001>

- Орина АС, Ганнибал ФБ, Левитин ММ (2010) Видовое разнообразие, биологические особенности и география грибов рода *Alternaria*, ассоциированных с растениями семейства *Solanaceae*. *Микология и фитопатология* 44(2):150–159
- Прудникова СВ, Чураков АА, Овсянкина СВ, Хижняк СВ (2021) Выделение и идентификация автохтонных возбудителей болезней картофеля, распространенных в регионах Сибири. *Биотехнология новых материалов – окружающая среда – качество жизни: Материалы IV Международной научной конференции*. Красноярск: СФУ. 174–177.
- Тучков ИВ, Тараканов РИ, Белошапкина ОО, Джалилов ФС (2023) Первое сообщение о *Sephalotrichum asperulum* как патогене картофеля в России. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии* 2:95–108. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-2-95-108>
- Хютти АВ, Лазарев АМ, Варицев ЮА (2020) Фомоз картофеля. *Сельскохозяйственные вести* 1(116):44–45
- Хадиева ГФ, Лутфуллин МТ, Акосах ЙА, Малова АВ и др (2018) Анализ микромицетов рода *Fusarium*, изолированных из инфицированных клубней картофеля, выращенных в Республике Татарстан. *Достижения науки и техники АПК* 32(3):34–39. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10307>
- Чудинова ЕМ, Платонов ВА, Александрова АВ, Еланский СН (2020) Биологические особенности и устойчивость к фунгицидам фитопатогенного гриба *Ilyonectria crassa*. *Вестник защиты растений* 103(3):192–196. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-3-13431>
- Abbas MF, Naz F, Irshad G (2013) Important fungal diseases of potato and their management – a brief review. *Mycopath* 11(1):45–50
- Agrios GN (2005). *Plant pathology*. Fifth edition. San Diego: Elsevier. 952 p.
- Amini J, Sepehrmoosh S, Abdollahzadeh J (2016) First report of *Alternaria cantlous* causing leaf spot on potato in Iran. *Plant Disease* 100(3):653. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-15-0953-PDN>
- Ayad D, Aribi D, Hamon B, Kedad A et al (2019) Distribution of large-spored *Alternaria* species associated with early blight of potato and tomato in Algeria. *Phytopathol. Mediterr.* 58(1):139–149. https://doi.org/10.13128/Phytopathol_Mediterr-23988
- Azil N, Stefańczyk E, Sobkowiak S, Chihat S et al (2021) Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. associated with tuber dry rot and wilt of potato in Algeria. *Eur. J. Plant Pathol.* 159:495–509
- Belosokhov A, Yarmeeva M, Kokaeva L, Chudinova E, Mislavskiy S, Elansky S. (2022) *Trichocladium solani* sp. nov.—A New Pathogen on Potato Tubers Causing Yellow Rot. *Journal of Fungi* 8(11):1160. <https://doi.org/10.3390/jof8111160>
- Bragard C, Dehnen-Schmutz K, Di Serio F, Gonthier P et al (2018) Pest categorisation of *Stagonosporopsis andigena*. *EFSA Journal* 16(10):5441. <https://doi.org/10.2903/j.efs.2018.5441>
- Çakır E, Demirci F (2012) First report of *Phytophthora cryptogea* on potato tubers in Turkey. *Plant Dis* 96(8):1224. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-12-0193-PDN>
- Çakır E, Ertek TS, Katircioğlu YZ et al (2020) Occurrence of potato pink rot caused by *Phytophthora erythroseptica* in Turkey, with special reference to *Phytophthora cryptogea*. *Australasian Plant Dis Notes* 15:14. <https://doi.org/10.1007/s13314-020-0379-9>
- Carrera J, Orellana H (1978) Estudio de la mancha foliar de la papa *Septoria lycopersici* sub-grupo A. en el Ecuador. *Fitopatología* 13:51–57
- Chang J, Crous PW, Ades PK, Wang W. et al., (2024) Potato leaf infection caused by *Colletotrichum coccodes* and *C. nigrum*. *Eur J Plant Pathol* 170: 163–167. <https://doi.org/10.1007/s10658-024-02891-4>
- Chudinova EM, Elansky SN (2021) First report of *Septotinia populiperda* on potato tubers in Russia. *J Plant Pathol* 103(5):665. <https://doi.org/10.1007/s42161-021-00751-2>
- Chudinova E, Platonov V, Elansky S, Alexandrova A et al (2019) First report of *Ilyonectria crassa* on potato. *J Plant Pathol* 101(4):1293–1294. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00355-x>
- Chudinova EM, Vedmedenko DV, Platonov VA, Elansky AS, Belosokhov AF, Elansky SN (2022) First report of potato tuber disease caused by *Acrostalagmus luteoalbus*. *J Plant Pathol* 104(8):1203. <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01173-4>
- Cline ET, Rossman AY (2006) *Septoria malagutii* sp. nov., cause of annular leaf spot of potato. *Mycotaxon* 98: 125–132.
- Dubey LN, Joshi RD (1976) Varietal reaction of potato to leafspot disease. *Science & Culture* 42(4):231–232
- EPPO/CABI (1984) Data Sheets on Quarantine Pests. *Septoria lycopersici* var. *malagutii*. In: EPPO quarantine pest. Bulletin OEPP/EPPO 14:49–53
- EPPO Global Database (2024) <https://gd.eppo.int/>.
- Esfahani MN (2018) Identification of *Ulocladium atrum* causing potato leaf blight in Iran. *Phytopathol Mediterr* 57(1):112–114. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-22282
- Fiers M, Edel-Hermann V, Chatot C, Le Hingrat Y et al (2012) Potato soil-borne diseases. A review. *Agron Sustain Dev* 32:93–132. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0035-z>
- Gannibal PB, Orina AS, Mironenko NV, Levitin MM (2014) Differentiation of the closely related species, *Alternaria solani* and *A. tomatophila*, by molecular and morphological features and aggressiveness. *Eur J Plant Pathol* 139:609–623
- Gavrilova O, Orina A, Trubin I, Gagkaeva T (2024) Identification and pathogenicity of *Fusarium* fungi associated with dry rot of potato tubers. *Microorganisms* 12(3):598. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12030598>
- Gou Y, Aung SLL, Guo Z, Li Z et al (2023) Four new species of small-spored *Alternaria* isolated from *Solanum tuberosum* and *S. lycopersicum* in China. *J Fungi* 9:880. <https://doi.org/10.3390/jof9090880>
- Guerrero O (1990) Mortaja blanca, enfermedad de la papa causada por el hongo *Rosellinia* sp. *Rev ICA* 25: 243–249
- Johnson KB, Radcliffe EB, Teng PS (1986) Effects of interacting populations of *Alternaria solani*, *Verticillium dahliae*, and the potato leafhopper (*Empoasca fabae*) on potato yield. *Phytopathology* 76:1046–1052
- Jones RAC, Harrison BD (1969) The behaviour of potato mop-top virus in soil, and evidence for its transmission by *Spongopora subterranea* (Wallr.) Lagerh. *Ann Appl Biol* 63:1–17
- Kacharek TA, Benny GL, Pernezny K (2003) Chaonephora blight (Wet Rot). St. Paul MN: Phytopathol Soc Pre. 11–12
- Kang MS (1979) Occurrence of new leaf spot of potato caused by *Cercospora solani-tuberosi* in the Punjab [India]. *Indian J Ecol* 6(1):139–142
- Kokaeva LY, Elansky SN (2023) First report of *Alternaria alternariacida* causing potato leaf blight in the Far East, Russia. *Plant Disease* 107(3):938–939 <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-22-0291-PDN>

- Kokaeva LY, Belosokhov AF, Doeva LY, Skolotneva E et al (2018) Distribution of *Alternaria* species on blighted potato and tomato leaves in Russia. *J Plant Dis Prot* 125:205–212. <https://doi.org/10.1007/s41348-017-0135-3>
- Kokaeva LY, Yarmeeva MM, Kokaeva ZG, Chudinova EM et al (2022) Phylogenetic study of *Alternaria* potato and tomato pathogens in Russia. *Diversity* 14(8):685. <http://doi.org/10.3390/d14080685>
- Kuznetsova MA, Rogozhin AN, Smetanina TI, Demidova VN et al (2018) *Pythium*-induced root rot of potato and its control. *Entomol Appl Sci Lett* 5(2):55–61
- Li Q, Feng Y, Li J, Hai Y et al (2024) Multi-omics approaches to understand pathogenicity during potato early blight disease caused by *Alternaria solani*. *Front Microbiol.* 15:1–17. <http://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1357579>
- Liu HF, Liao J, Chen XY, Liu QK et al (2019a) A novel species and a new record of *Alternaria* isolated from two *Solanaceae* plants in China. *Mycol Prog*, 18:1005–1012. <http://doi.org/10.1007/s11557-019-01504-3>
- Liu J, Zhang X, Kennedy JF, Jiang M et al (2019b) Chitosan induces resistance to tuber rot in stored potato caused by *Alternaria tenuissima*. *Int J Biol Macromol* 140:851–857. <http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.227>
- Morante MC (2016) Emergent potato leaf spot diseases in the highland and lowland regions of Bolivia. *Journal of Plant Pathology and Microbiology* 7(8):1000372. <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7471.1000372>
- Morante MC (2014) First report of *Passalora concors* (Casp.) causing *Cercospora* leaf blotch in the Andean region of Cochabamba, Bolivia. *J Plant Pathol Microb* 5(2):1000221. <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7471.1000221>
- Mullen J (2001) The Plant Health Instructor. <https://doi.org/10.1094/PHI-I-2001-0104-01>
- Nasr-Esfahani M, Gholamaliyan R, Esmaili A, Mardani S (2021) Genomic structure and population genetic analysis of leaf spot disease, *Ulocladium atrum* – potato pathotype isolates. *Acta Horticulturae* 1326(34):255–264
- Otálora MAG, Berndt R (2019) The new species *Puccinia telimutans* causes Mexican potato rust disease of wild potatoes and shows a unique telial metamorphosis. *Mycologia* 111(2):260–264. <https://doi.org/10.1080/00275514.2018.1558833>
- Powelson ML, Johnson KB, Rowe RC (1992) Management of diseases caused by soilborne pathogens. In: Rowe RC (ed) *Potato Health Management*. St Paul MN: The American Phytopathological Society Press. 149–158
- Powelson ML, Rowe RC (1993) Biology and management of early dying of potatoes. *Annu. Rev. Phytopath.* 31:111–126
- Rich AE (2013) *Potato diseases*. NY: Academic Press. 252 p.
- Rowe RC, Powelson ML (2002) Potato early dying: Management challenges in a changing production environment. *Plant Dis.* 86: 1184–1190
- Salmaninezhad F, Mostowfzadeh-Ghalamfarsa R, Cacciola SOM (2022) Major plant diseases caused by *Phoma sensu lato* species and their integrated management strategies. In: Rai M, Zimowska B, Kövics GJ (eds) *Phoma: Diversity, Taxonomy, Bioactivities, and Nanotechnology*. Cham: Springer. 135–159. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81218-8_8
- Secor G, Salas B (2001) *Fusarium* dry rot and *Fusarium* wilt. In: Stevenson WR, Loria R, Franc GD, Weingartner DP (eds) *Compendium of potato diseases*, 2nd edn. St. Paul: The American Phytopathological Society. 23–25
- Schmey T, Tominello-Ramirez CS, Brune C, Stam R (2024) *Alternaria* diseases on potato and tomato. *Mol Plant Pathol* 25:13435. <https://doi.org/10.1111/mpp.13435>
- Sharma S, Tiwari RK, Sagar V, Maharana C (2024) Soil- and Tuber-Borne Diseases of Potato. In: Khurana SMP, Bradshaw JE, Bhardwaj V (eds) *Approaches for Potato Crop Improvement and Stress Management*. Springer, Singapore. pp 179–231. https://doi.org/10.1007/978-981-97-1223-6_7
- Sultana F, Hossain MM (2022) Diseases of vegetables caused by *Phoma* spp. In: Rai M, Zimowska B, Kövics GJ (eds) *Phoma: Diversity, Taxonomy, Bioactivities, and Nanotechnology*. Cham: Springer. 91–119. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81218-8_6
- Termorshuizen AJ (2007) Fungal and fungus-like pathogens of potato. In: Vreugdenhil D, Bradshaw J, Gebhardt C, Govers F, Mackerron DKL, Taylor MA, Ross HA (eds.) *Potato biology and biotechnology*. Amsterdam: Elsevier Science BV. 643–665. <https://doi.org/10.1016/B978-044451018-1/50071-3>
- Thirumalachar MJ (1953) *Cercospora* leaf spot and stem canker disease of potato. *American Potato Journal* 30(4):94–97
- Tian SM, Ma P, Liu DQ, Zou MQ (2008) First report of *Cercospora concors* causing *Cercospora* leaf blotch of potato in Inner Mongolia, North China. *Plant Disease* 92(4):654–654. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-4-0654C>
- Tiwari RK, Kumar R, Sharma S, Sagar V et al (2020) Potato dry rot disease: current status, pathogenomics and management. *Biotech* 10(3):503. DOI: 10.1007/s13205-020-02496-8
- Turkensteen LJ (1979) *Choanephora* blight of potatoes and other crops grown under tropical conditions in Peru. *Neth J Pl Path* 85:85–86
- Tymon LS, Cummings TF, Johnson DA (2016) Pathogenicity and aggressiveness of three *Alternaria* spp. on potato foliage in the US Northwest. *Plant Disease* 100:797–801 <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-15-0942-RE>
- Umana EJ, Ikotun T (2000) Effect of pH on enzyme productivity of three pathotype of *Choanephora cucurbitarum*. *Glo J Pure Appl Sc* 6(3):413–418
- Wharton P, Fairchild K, Belcher A, Wood E (2012) First report of in-vitro boscalid-resistant isolates of *Alternaria solani* causing early blight of potato in Idaho. *Plant Dis* 96:454. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-11-0544>
- Woudenberg JHC, Truter M, Groenewald JZ, Crous PW (2014) Large-spored *Alternaria* pathogens in section *Porri* disentangled. *Stud Mycol* 79:1–47. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.07.003>
- Xia JW, Sandoval-Denis M, Crous PW, Zhang XG, Lombard L (2019) Numbers to names – restyling the *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex. *Persoonia* 43:186–221. <https://doi.org/10.3767/persoonia.2019.43.05>
- Yarmeeva MM, Kokaeva LY, Chudinova EM, Kah MO, Kurchaev ML et al (2021) Anastomosis groups and sensitivity to fungicides of *Rhizoctonia solani* strains isolated from potato in Russia. *J Plant Dis Prot* 128:1253–1261. <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00490-7>
- Zhao P, Crous PW, Hou LW, Duan W et al (2021) Fungi of quarantine concern for China I: *Dothideomycetes*. *Persoonia* 47:45–105. <https://doi.org/10.3767/persoonia.2021.47.02>
- Zhao L, Cheng H, Liu H-F, Gao G-Y et al (2023) Pathogenicity and diversity of large-spored *Alternaria* associated with three solanaceous vegetables (*Solanum tuberosum*, *S. lycopersicum* and *S. melongena*) in China. *Plant Pathol* 72:376–391. <https://doi.org/10.1111/ppa.13665>

Translation of Russian References

- Anisimov BV, Belov GL, Varitsev YuA, Elanskiy SN et al (2009) Protection of potato against diseases, pests and weeds. Moscow: Kartofelevod. 272 pp. (In Russian)
- Belosokhov AF, Yarmeeva MM, Dolgov AM, Mislavskiy SM et al (2020) Fungi of the genus *Fusarium* on potato tubers. *Sovremennaya mikologiya v Rossii* 9:250–252.
- Belosokhov AF, Yarmeeva MM, Mislavsky SM, Kurchaev ML et al (2023) Fungal biodiversity of potato tubers. *Mikologiya i Fitopatologiya* 57(2):123–133 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S0026364823020046>
- Chudinova EM, Platonov VA, Aleksandrova AV, Elansky SN (2020). Biology and resistance of phytopathogenic fungus *Ilyonectria crassa* to fungicides. *Plant Protection News*, 103(3):192–196. (In Russian) <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-3-13431>
- Gannibal PhB (2007) Alternarioses of potato leaves – species composition, taxonomy and nomenclature of the disease agents. In AP Dmitriev (ed.) A.A.Jaczevski Laboratory of Mycology and Phytopathology of VIZR. History and the Present. St. Petersburg, VIZR. 142–148 (In Russian)
- Gavrilova OP, Orina AS, Trubin II, Gagkaeva TYu (2024) Pathogenicity of fungi of the genus *Fusarium* for tubers of different varieties of *Solanum tuberosum* L. *Sovremennaya mikologiya v Rossii* 10:243–244.
- Khadijeva GF, Lutfullin MT, Akosakh YA, Malova AV et al (2018) Analysis of micromycetes of the genus *Fusarium* isolated from infected potato tubers grown in the Republic of Tatarstan. *Achievements of science and technology in agribusiness* 32(3):34–39. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10307>
- Khyutti AV, Lazarev AM, Varitsev YuA (2020) Gangrene of potato. *Selskokhozyaystvennyye Vesti* 1(116):44–45 (In Russian).
- Kopina MB, Uvarova DA, Shukhin DI, Gorlova LM et al (2021) On some pycnidial fungi on growing potatoes in the Nonchernozem region of Central Russia. *Plant Health and Quarantine* 3:27–39. (In Russian) <https://doi.org/10.69536/FKR.2021.49.59.001>
- Orina AS, Gannibal PhB, Levitin MM (2010) Specific diversity, biological characters and geography of *Alternaria* fungi associated with solanaceous plants. *Mikologiya i Fitopatologiya* 44(2):150–159 (In Russian)
- Prudnikova SV, Churakov AA, Ovsyankina SV, Khizhnyak SV (2021) Detection and identification of autochthonous pathogens of potato diseases spread in Siberia regions. *Biotekhnologiya novykh materialov – okruzhayushchaya sreda – kachestvo zhizni*. Krasnoyarsk: SFU. 174–177.
- Tuchkov IV, Tarakanov RI, Beloshapkina OO, Dzhililov FS (2023) First report on *Cephalotrichum asperulum* as a potato pathogen in Russia. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy* 2:95–108. (In Russian) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-2-95-108>
- Zeyruk VN, Zhevorva SV, Vasileva SV, Belov GL et al (2020) Atlas of potato diseases, pests, weeds and their control measures. Moscow: FGUP “Izdatelstvo “Nauka”. 332 pp. (In Russian)

Plant Protection News, 2024, 107(4), p. 148–164

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy), 1.06+QU (Microbiology)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2024-107-4-16711>

Full-text review

FUNGI ASSOCIATED WITH POTATO AND THEIR SIGNIFICANCE AS PATHOGENS IN RUSSIA

Ph.B. Gannibal*, E.V. Poluektova, T.Yu. Gagkaeva, M.M. Gomzhina, A.V. Khyutti

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

*corresponding author, e-mail: fgannibal@vizr.spb.ru

Despite the great attention paid to the study of potato diseases, inaccuracies in the names of diseases, their practical significance, and incorrect use of the scientific names of causal agents can be commonly found in the scientific literature. This may lead to confusion and reduces the value of published information in phytosanitary efforts. This review continues the series started with the publications devoted to wheat and barley diseases. This article includes information about the main potato diseases and pathogenic organisms causing them, as well as the species emerging as a potential threat to potato. The current taxonomic status of fungal species and fungus-like organisms associated with various organs of potato is given, and the breadth of their distribution and degree of impact on the crop are summarized. The micromycetes were divided into two groups according to their phytosanitary importance. The first group is represented by fungi of great importance as pathogens causing the 13 economically important potato diseases. The second group consists of fungi causing 25 minor and poorly studied diseases with unconfirmed harmfulness, or potential endophytic fungi. Perceptions of their ability to cause disease remain controversial and the available data require confirmation. This dataset can be used as a reference for a more accurate description of the phytosanitary situation. The review will also be helpful for more targeted studies using molecular techniques to clarify taxonomy and geographic ranges of fungi associated with potato and to provide more detailed data on disease levels in this crop.

Keywords: *Solanum tuberosum*, potato diseases, harmfulness, distribution, taxonomy

Submitted: 30.09.2024

Accepted: 02.12.2024

ПЕКТОЛИТИЧЕСКИЕ БАКТЕРИИ РОДА *PSEUDOMONAS* ИЗ ПОРАЖЁННЫХ МОКРОЙ ГНИЛЬЮ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

В.А. Платонов¹, О.И. Хасбиуллина², В.М. Андреевская^{3,4}, Г.Л. Филатова⁵,
С.Н. Еланский^{1,3}, Е.М. Чудинова^{1*}

¹Российский университет дружбы народов, Agrарно-технологический институт, Москва

²Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», с. Сосновка, Камчатский край

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вяземы, Московская область

⁵Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, Москва

*ответственный за переписку, e-mail: chudinova_em@pfur.ru

При обследовании промышленных картофелехранилищ в Костромской области и Камчатском крае из клубней картофеля, пораженных мокрой гнилью, были выделены в чистую культуру и идентифицированы пектолитические бактерии рода *Pseudomonas*. Выделенные штаммы различались между собой и отличались от штаммов пектолитических *Pseudomonas*, выделенных из картофеля ранее, по последовательностям гена 16S рибосомной РНК, участку гена субъединицы В ДНК-гиразы и фрагмента гена сигма-фактора ДНК-зависимой РНК-полимеразы. На основании анализа последовательностей можно отнести выделенные бактерии к группе *P. fluorescens*. Выделенные бактерии вызывали мацерацию тканей клубней картофеля при температурах 10 °С и 25 °С, причем пораженный участок ткани картофеля интенсивно флуоресцировал при освещении ультрафиолетом. При температуре 37 °С рост бактерий полностью ингибировался. LOPAT профиль соответствовал группе IVa фитопатогенных *Pseudomonas*.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum*, мягкая гниль картофеля, бактериальные болезни картофеля, хранение картофеля

Поступила в редакцию: 02.10.2024

Принята к печати: 06.12.2024

Введение

Бактериальные болезни картофеля особенно опасны в период хранения. Из-за высокой скорости развития болезни и отсутствия эффективных химических бактерицидов фитопатогенные бактерии способны вызвать значительные потери продукции в послеуборочный период. Самыми распространенными видами, вызывающими мокрую гниль картофеля, являются пектолитические энтеробактерии, включая виды *Pectobacterium* spp. и *Dickeya* spp. (Игнатов и др., 2018, Czajkowski et al., 2015, Ignatov et al., 2018, Charkowski et al., 2020, Voronina et al., 2021, Bastas, 2023, Vasilyeva et al., 2024). Тем не менее, хорошо известны

случаи, когда возбудителями мокрой гнили картофеля являлись другие бактерии. В Китае было зарегистрировано поражение клубней картофеля *Lelliottia amnigena* (Osei et al., 2022), а также отмечено поражение клубней фитопатогенными бактериями рода *Pseudomonas*: *P. marginalis* в Китае (Li et al., 2007) и Иране (Ghasemi et al., 2024) и *P. palleroniana* в Китае (Zhang et al., 2022), *P. fluorescens* в Кении (Muturi et al., 2018). Пектолитические бактерии, относящиеся к роду *Pseudomonas*, были впервые обнаружены нами на пораженных клубнях картофеля в период хранения на территории Российской Федерации.

Материалы и методы

Для исследования отбирали клубни картофеля с признаками начальной стадии развития бактериальной мокрой гнили. Бактерии рода *Pseudomonas* отбирали на среде Кинга Б (King et al., 1954) по их способности флуоресцировать в ультрафиолетовом свете. Для оценки пектолитической активности 15 мкл водной суспензии бактерий (10⁹ КОЕ/мл, приготовленную из 48-часовой культуры, выращенной на питательном агаре Кинга Б) наносили на ломтик картофеля, помещенного во влажную камеру. Опыт проводили при температурах 10 °С и 25 °С. Результаты анализировали через 20 часов.

LOPAT тест проводили следующим образом. Тест на образование левана и тест на гиперчувствительность табака проводили так как описано в статье Лелиотта с

соавторами (Lelliott et al., 1966). Тест на образование левана проводили на среде СМЗ с добавлением 5% сахарозы. Тест на растениях табака проводили в теплице ВНИИФ, в третий и четвертый лист растения табака с помощью шприца закалывали суспензию бактерий в концентрации 10⁸ КОЕ/мл, приготовленную из 48-часовой культуры, выращенной на питательном агаре Кинга Б. Тест на присутствие оксидазы и аргининдигидролазы проводили с помощью набора реагентов №1 «Системы индикаторные бумажные для идентификации микроорганизмов» (АО «НПО» «Микроген»).

Изоляты пектолитических бактерий рода *Pseudomonas* характеризовали с помощью секвенирования универсальных таксономических маркеров: почти полного фрагмента

© Платонов В.А., Хасбиуллина О.И., Андреевская В.М., Филатова, Г.Л., Еланский С.Н., Чудинова Е.М.

Статья открытого доступа, публикуемая Всероссийским институтом защиты растений (Санкт-Петербург) и

распространяемая на условиях Creative Commons Attribution License 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

гена 16S рибосомной РНК (праймеры 27f и 1492g) (Lane, 1991), участка субъединицы В гена ДНК-гиразы (*gyrB*) (праймеры *gyrB-F* и *gyrB-R*) (Agaras and Valverde, 2018) и участка гена сигма фактора ДНК-зависимой РНК-полимеразы (*rpoD*) (праймеры PsEG30F и PsEG790R) (Mulet et al., 2009). Амплификацию фрагментов генов проводили в соответствии с опубликованными ранее протоколами (Lane, 1991; Agaras and Valverde, 2018; Mulet et al., 2009). Полученные ПЦР фрагменты секвенировали в компании Евроген (Москва, Россия).

Результаты и обсуждение

Изоляты флюоресцирующих бактерий рода *Pseudomonas*, обладающие пектолитической активностью, были выделены из клубней с признаками бактериальной мокрой гнили поражения из двух промышленных картофелехранилищ, расположенных в Камчатском крае и

Таблица 1. Места сбора клубней и номера, депонированных в Генбанк NCBI последовательностей участков генов 16S рибосомной РНК (16S), субъединицы В ДНК-гиразы (*gyrB*), и сигма-фактора ДНК-зависимой РНК-полимеразы (*rpoD*)

Table 1. Place of tuber collection and NCBI database sequence numbers of gene regions: 16S ribosomal RNA (16S), DNA gyrase subunit B (*gyrB*), sigma factor of DNA-dependent RNA polymerase (*rpoD*)

Название штаммов	Место сбора клубней	NCBI 16S	NCBI <i>gyrB</i>	NCBI <i>RpoD</i>
B23Kam9B	Камчатский край	PP422961	PP429243	PP429244
203_3	Костромская область	PQ459469	PQ461830	PQ461829
203_4	Костромская область	PQ459470	PQ461831	PQ497111

При описании фитопатогенных бактерий рода *Pseudomonas* стандартным тестом является LOPAT. При исследовании штаммов выяснилось, что они обладают профилем - L+O+P+A+T- (таблица 2). Полученный профиль соответствует группе IVa фитопатогенных *Pseudomonas* (Lelliott et al., 1966), такие же характеристики были отмечены у *P. marginalis* pv. *marginalis*, вызывающей мягкую гниль у картофеля (Li et al., 2007).

Таблица 2. LOPAT профиль для выделенных штаммов (L – образование левана, O – тест на наличие оксидазы, P – мацерация ломтиков картофеля, A – присутствие аргининдигидролазы, T – гиперчувствительность табака при уколе суспензией бактерий); «+» – наличие признака, «-» – отсутствие признака

Table 2. LOPAT profile for isolated strains (L – Levan formation, O – Oxidase production, P – Pectinolytic activity, A – Arginine dihydrolase production, T – Tobacco hypersensitivity); “+” – presence of a sign, “-” – absence of a sign

Название штаммов	L	O	P	A	T
B23Kam9B	+	+	+	+	-
203_3	+	+	+	+	-
203_4	+	+	+	+	-

Все штаммы проявляли пектолитическую активность как при температуре 10 °С, так и при 25 °С, причём при 10 °С поражение было менее интенсивным. При 37 °С рост бактерий ингибировался как на ломтиках картофеля, так и на питательном агаре. При освещении ультрафиолетом бактерии флюоресцировали в зеленом спектре на среде Кинга В и на ломтиках картофеля (рис. 1).

Для подтверждения патогенности мы выделили бактерии с зараженных в лабораторных условиях ломтиков

Полученные последовательности диагностических генов сравнивали с гомологичными последовательностями из базы NCBI, найденными с помощью программы BLAST (Altschul et al., 1990) Выравнивание последовательностей ДНК проводили с помощью алгоритма ClustalW (Larkin et al., 2007), филогенетический анализ проводили с помощью метода maximum likelihood, основанный на модели Tamura-Nei в программе MegaX с параметрами по умолчанию (Kumar et al., 2018) Бутстреп-анализ достоверности филогенетической группировки был проведен для 1000 итераций (Tamura and Nei, 1993).

Костромской области. После видовой идентификации три штамма были сохранены в коллекции фитопатогенных микроорганизмов РУДН им. Патриса Лумумбы, а соответствующие им последовательности таксономически-важных генов депонированы в Генбанк NCBI (таблица 1).

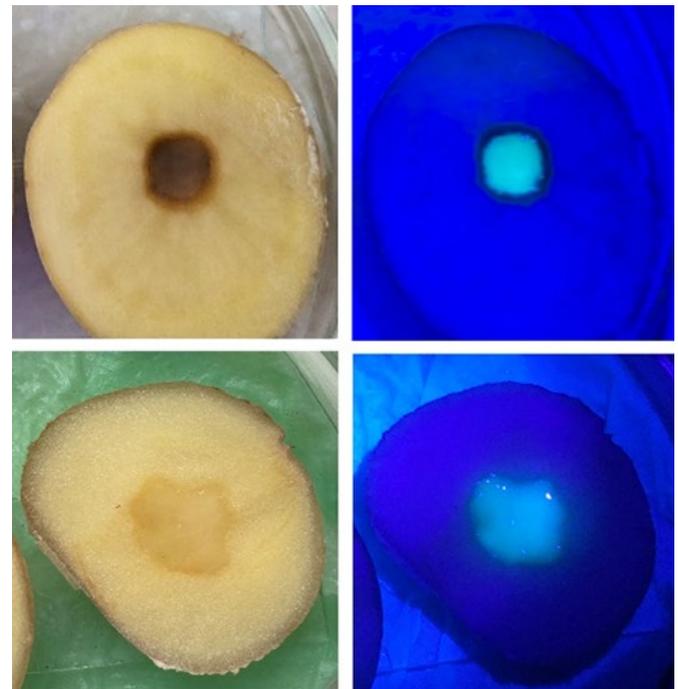


Рисунок 1. Тест на пектолитическую активность штаммов B23Kam9B (сверху) и 203_3 (снизу) при дневном освещении (слева) и освещении светом ультрафиолетового спектра (справа)

Figure 1. Pectolytic activity test of strains B23Kam9B (top) and 203_3 (bottom) under daylight (left) and ultraviolet light (right)

картофеля. Все проверенные флюоресцирующие на агаре Кинга В штаммы обладали пектолитической активностью и флуоресценцией при повторном тестировании.

По всем трем генам штамм В23Кам9В (из Камчатки) и штаммы 203_3 и 203_4 были родственны видовому комплексу *Pseudomonas fluorescens*. По участкам генов *guyB*, *groD* и 16S рРНК, штамм В23Кам9В был соответственно на 99,35%; 99,59%; 99,86% сходен с гомологичными генами штамма *P. fluorescens* CFBP2392 (полногеномная последовательность CP133209.1).

Штаммы из Камчатки и Костромы отличались друг от друга по участкам генов *guyB*, *groD* и 16S рРНК на 97,55%, 97,76% и 98,75% соответственно. Штаммы 203_3 и 203_4 были идентичны друг другу и больше всего похожи по последовательности гена 16S (99,93% идентичности) на штамм *P. fluorescens* VSMKU3054 (GenBank № MH443348), по последовательностям генов *guyB* и *groD* – на *P. crudilactis* UCMA 17988 (99,64% идентичности с

последовательностью MT080625; 99,55% – с MT080623 соответственно).

Ранее были описаны патогенные для картофеля бактерии, относящиеся к роду *Pseudomonas*: *P. fluorescens* (Muturi et al., 2018), *P. marginalis* (Cuppels and Kelman, 1980, Li et al., 2007, Ghasemi et al., 2024) и *P. palleroniana* (Zhang et al., 2022). Сравнение последовательностей гена 16S рРНК показало отличие наших штаммов от штаммов этих бактерий, причем штаммы В23Кам9В, 203_3 и 203_4 группируются на фоне близкородственных штаммов вместе, несмотря на некоторые различия в последовательностях (рис. 2). На основании анализа последовательностей и LOPAT теста можно отнести выделенные бактерии к группе *P. fluorescens*.

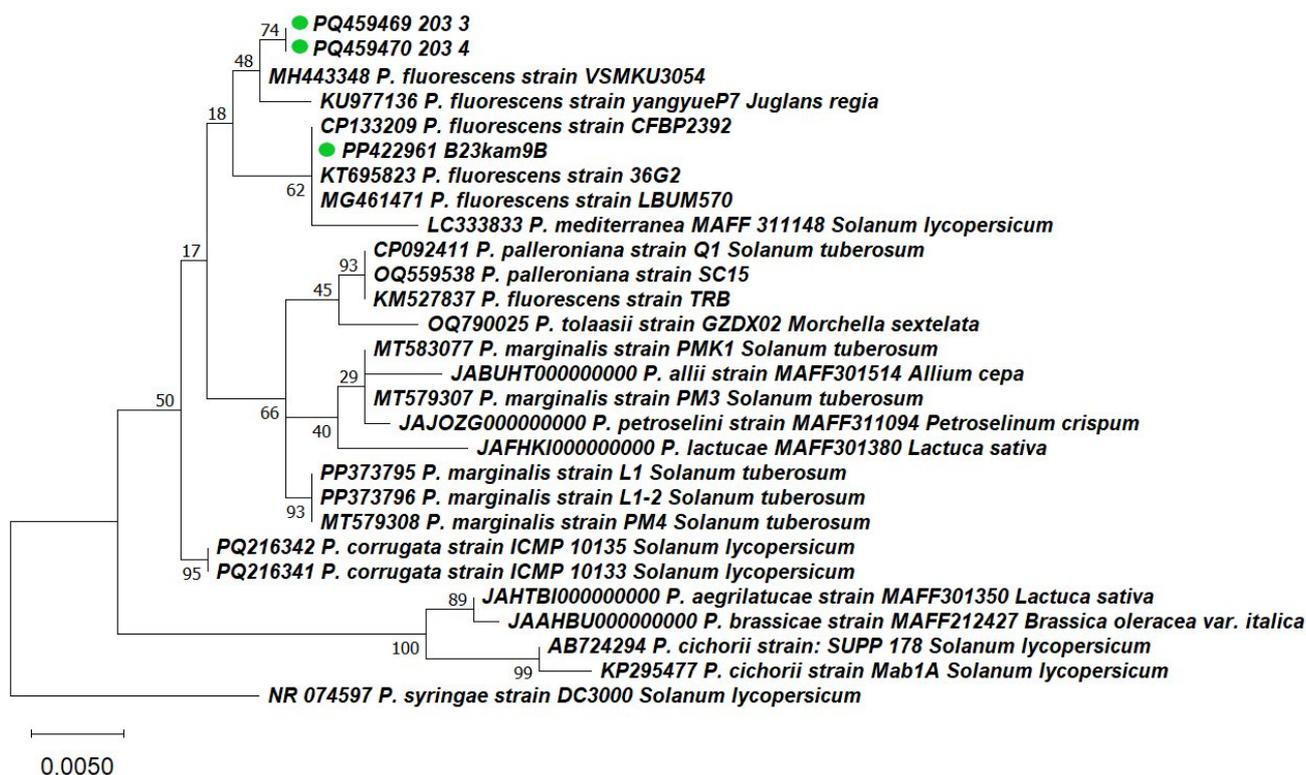


Рисунок 2. Дерево, построенное на основе анализа 28 последовательностей гена 16S рРНК пектолитических бактерий рода *Pseudomonas* методом максимального правдоподобия на основе генетических расстояний, определенных по модели Тамуры-Нея (Tamura and Nei, 1993). Рядом с ветвями показано значение бутстреп-анализа, рассчитанного для 1000 повторений. Изоляты 203_3, 203_4 и В23кам9В (отмечены зелеными точками) получены в представленной работе

Figure 2. Tree constructed from the analysis of 28 16S rRNA gene sequences of pectolytic bacteria of the genus *Pseudomonas* by the maximum likelihood method based on genetic distances determined by the Tamura-Nei model (Tamura and Nei, 1993).

The bootstrap value calculated for 1000 repetitions is shown next to the branches. Isolates 203_3, 203_4 and В23кам9В (marked with green dots) were obtained in the presented work

Род *Pseudomonas* – обширная группа, обитающая в самых разнообразных экологических нишах, включающая в себя как виды, используемые для биотехнологических приложений, так и патогенные виды для животных и растений. Пектолитические штаммы флюоресцирующих *Pseudomonas* могут вызывать поражение корней и прикорневой части у широкого круга растений, и ранее их относили к *P. marginalis* и ряду родственных видов (*P. virgiflava*, *P. allii*, и др.). При развитии молекулярных методов филогенетического анализа, выяснилось, что

штаммы, определенные ранее как *P. marginalis*, довольно гетерогенны и могут принадлежать разным видам (Sawada et al., 2023).

Пектолитические бактерии рода *Pseudomonas*, вызывающие мягкую гниль клубней картофеля, мало изучены, между тем эти бактерии могут быть причиной значительных потерь при хранении. По-видимому, эти бактерии отличаются высоким генетическим разнообразием и нуждаются в дальнейшем исследовании.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке РФФ (грант № 23-26-00069)

Библиографический список (References)

- Игнатов АН, Панычева ЮС, Воронина МВ, Джалилов ФСУ (2018) Бактериозы картофеля в Российской Федерации. *Картофель и овощи*. 1: 3–7
- Agaras BC, Valverde C (2018) A novel oligonucleotide pair for genotyping members of the pseudomonas genus by single-round pcr amplification of the gyrb gene. *Methods and Protocols* 1(3): 24. <https://doi.org/10.3390/mps1030024>
- Altschul SF, Gish W, Miller W, Myers EW, Lipman DJ (1990) Basic local alignment search tool *J. Mol. Biol.* 215:403-410
- Bastas KK (2023) Bacterial diseases of potato and their control. In: Çaliskan ME, Bakhsh A, Jabran K. (eds) *Potato Production World wide*. Cambridge: Academic Press. 179–197.
- Charkowski A, Sharma K, Parker ML, Seco GA, Elphinstone J (2020) Bacterial diseases of potato. In: *The Potato Crop* (Campos H., Ortiz O., eds). Springer: Cham. 351–388.
- Cuppels DA, Kelman A (1980) Isolation of pectolytic fluorescent pseudomonads from soil and potatoes. *Phytopathology* 70: 1110–1115
- Czajkowski R, Pérombelon M, Jafra S, Lojkowska E et al (2015) Detection, identification and differentiation of *Pectobacterium* and *Dickeya* species causing potato blackleg and tuber soft rot: a review. *Ann Appl Biol.* 166: 18-38. <https://doi.org/10.1111/aab.12166>
- Ghasemi S, Khodaygan P, Acimović SG, Basavand E (2024) First report of *Pseudomonas marginalis* causing tuber soft rot of potato in Iran. *Journal of Plant Protection Research*. <https://doi.org/10.24425/jppr.2024.150255>
- Ignatov AN, Lazarev AM, Panycheva JS, Provorov NA, Chebotar VK (2018) Potato phytopatogens of genus *Dickeya* - a mini review of systematics and etiology of diseases. *Agricultural Biology*. 53: 123-131.
- King EO, Ward MK, Raney DE (1954) Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein. *J. Lab. Clin. Med.* 44:301-307
- Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, Tamura K (2018) MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across Computing Platforms. *Mol Biol Evol.* 35(6):1547-1549
- Lane DJ (1991) 16S/23S sequencing. In: Stackebrandt E, Goodfellow M editors. *Nucleic Acid Technologies in Bacterial Systematics*. Wiley: Chichester. 115–
- Lelliott RA, Billing E, Hayward AC (1966) A determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic pseudomonads. *J Appl Bacteriol.* 29(3):470-89
- Li J, Chai Z, Yang H, Li G, Wang D (2007) First report of *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis* as a cause of soft rot of potato in China. *Australasian Plant Disease Notes.* 2: 71-73. <https://doi.org/10.1071/DN07029>
- Mulet M, Bennisar A, Lalucat J, García-Valdés E (2009) An rpoD-based PCR procedure for the identification of *Pseudomonas* species and for their detection in environmental samples *Mol. Cell. Probes.* 23: 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.mcp.2009.02.001>
- Muturi P, Yu J, Li J, Jiang M, et al (2018) Isolation and characterization of pectolytic bacterial pathogens infecting potatoes in Nakuru County, Kenya. *J Appl Microbiol.* 124(6): 1580-1588. <https://doi.org/10.1111/jam.13730>
- Osei R, Yang C, Cui L, Ma T, et al (2022) Isolation, identification, and pathogenicity of *Lelliottia amnigena* causing soft rot of potato tuber in China. *Microb Pathog.* 164: 105441. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105441>
- Sawada H, Fujikawa T, Satou M (2023) Dismantling and reorganizing *Pseudomonas marginalis* sensu lato. *Plant Pathology.* 72: 654-666. <https://doi.org/10.1111/ppa.13690>
- Tamura K, Nei M (1993) Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution.* 10: 512-526. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040023>
- Vasilyeva AA, Evseev PV, Ignatov AN, Dzhililov FS-U (2024) *Pectobacterium punjabense* causing blackleg and soft rot of potato: the first report in the Russian Federation. *Plants.* 13: 2144. <https://doi.org/10.3390/plants13152144>
- Voronina MV, Lukianova AA, Shneider MM, Korzhenkov AA, et al (2021) First report of *Pectobacterium polaris* causing soft rot and black leg of potato in Russia. *Plant Dis.* 105(6):1851. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-20-1864-PDN>
- Zhang Y, Peng S, Ren Y, Yao T, et al (2022) First report of *Pseudomonas palleroniana* causing potato soft rot in China. *Plant Dis.* 553. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-22-0816-PDN>

Translation of Russian References

- Ignatov AN, Panycheva YuS, Voronina MV, Dzhililov FSU (2018) [Bacterioses of potato in Russian Federation]. *Kartofel i ovoshchi*. 1: 3–7 (In Russian)

Short communication

PECTOLYTIC BACTERIA OF THE GENUS PSEUDOMONAS FROM DISEASED POTATO TUBERS

V.A. Platonov¹, O.I. Khasbiullina², V.M. Andreevskaya^{3,4}, G.L. Filatova⁵, S.N. Elansky^{1,3}, E.M. Chudinova^{1*}

¹Peoples' Friendship University of Russia, Agrarian and Technological Institute, Moscow, Russia

²Kamchatka Research Institute of Agriculture – branch of the Federal Research Center “All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov”, Sosnovka, Kamchatka, Russia

³Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

⁴All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazemy, Moscow oblast, Russia

⁵Research Institute for Problems of Storage of Rosrezerv', Moscow, Russia

*corresponding author, e-mail: chudinova_em@pfur.ru

During the examination of industrial potato storage facilities in the Kostroma Region and Kamchatka Krai, potato tubers with soft rot symptoms were collected. Pectolytic bacteria of the genus *Pseudomonas* were isolated and identified. The isolated pectolytic *Pseudomonas* strains differed from each other and from other isolated from potatoes in the sequences of the 16S ribosomal RNA gene, a region of the B subunit gene of DNA gyrase, and a fragment of the sigma factor gene of DNA-dependent RNA polymerase. Based on the analysis of the sequences, the isolated bacteria can be attributed to the *P. fluorescens* group. The isolated bacteria caused maceration of potato tuber tissues at a temperature of 10 °C and 25 °C. The affected potato tissue intensely fluoresced when illuminated with ultraviolet light. At a temperature of 37 °C bacterial growth was completely inhibited. The LOPAT profile corresponds to group IVa of phytopathogenic *Pseudomonas*.

Keywords: *Solanum tuberosum*, soft rot of potato, bacterial diseases of potato, storage of potatoes

Submitted: 02.10.2024

Accepted: 06.12.2024

PATHOGENICITY OF *FUSARIUM* FUNGI TO CEREAL CROPS

N.A. Krupenko*, S.F. Buga, A.G. Zhukovskiy, E.I. Zhuk, T.G. Pilat, V.A. Radivon, V.G. Leshkevich, N.L. Svidunovich, N.G. Poplavskaya, A.N. Khalaev, A.A. Zhukovskaya, N.A. Burnos, A.A. Apresyan

RUE “Institute of plant protection”, agrotown Priluki, Minsk Region, Belarus

*corresponding author, e-mail: krupenko_natalya@mail.ru

The pathogenicity of *Fusarium sambucinum* species complex (SC), *F. tricinctum* SC, *F. incarnatum-equiseti* SC, *F. oxysporum* SC, and *F. solani* SC, which are common root rot pathogens in Belarus, was investigated. As many as 288 isolates were obtained from winter cereals (wheat, triticale, rye, and barley) and spring cereals (barley, wheat, triticale, and oats) and tested on seedlings under laboratory conditions. The most pathogenic fungi were *F. sambucinum* SC and *F. tricinctum* SC, while *F. incarnatum-equiseti* SC, *F. oxysporum* SC and *F. solani* SC were weak pathogens. The pathogenicity of *Fusarium* fungi varied between crops. For example, *F. sambucinum* SC was the most pathogenic on winter wheat, triticale, and rye and spring triticale and oats, whereas *F. tricinctum* SC was an aggressive pathogen on winter and spring barley. *Fusarium sambucinum* SC and *F. tricinctum* SC were both aggressive pathogens on spring wheat.

Keywords: *Fusarium tricinctum* species complex, *Fusarium sambucinum* species complex, wheat, triticale, rye, barley, oats

Submitted: 06.02.2024

Accepted: 20.11.2024

Introduction

The problem of the *Fusarium* root rot is one of the most serious in all regions of cereal cultivation (Tunali et al., 2008; Poole et al., 2013; Cromley et al., 2006). This is due to the fact that the disease can be caused by a complex of species, displaying remarkably different environmental requirements, allowing the plants to be damaged under different soil and climatic conditions (Xu et al., 2018).

Species of the genus *Fusarium* differ not only in their requirements for abiotic environmental factors, but also in their pathogenicity, which varies depending on the species (Fernandez et al., 2005; Demirci, Dane, 2003), geographical

origin (Motallebi et al., 2015), and specific culture (Arseniuk et al., 1993). This is largely due to significant genetic diversity of isolates even within the same population (Mathy et al., 2019).

Based on long-term studies (2018–2021) of the species diversity of fungi of the genus *Fusarium* causing the root rot, it was found that in the conditions of Belarus the dominant species are *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. oxysporum* Schltdl., *F. culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., and *F. solani* (Mart.) Sacc. (Krupenko et al., 2022ab). The purpose of this work was to assess their pathogenicity.

Materials and Methods

We used monospore isolates of fungi of the genus *Fusarium*, originating from winter (wheat, triticale, rye, barley) and spring (barley, wheat, triticale, oats) grain crops (Table 1). The species affiliation of fungi was determined on the basis of their morphological features (Gerlach, Nirenberg, 1982). Taking into account modern research on taxonomy

and the complexity of precise species identification, the studied fungi are designated herein as representatives of species complexes: *F. avenaceum* – as *F. tricinctum* species complex (SC), *F. culmorum* – *F. sambucinum* SC, *F. equiseti* – *F. incarnatum-equiseti* SC, *F. oxysporum* – *F. oxysporum* SC, *F. solani* – *F. solani* SC (Aoki et al., 2014).

Table 1. Characteristics of the isolates under study

Species complex	Number of isolated from different host plants								All crops
	Winter				Spring				
	wheat	triticale	rye	barley	wheat	triticale	oats	barley	
<i>Fusarium tricinctum</i>	–	5 ^{1,5,6}	4 ⁵	4 ⁵	9 ⁵	9 ⁵	8 ⁵	8 ⁵	47
<i>Fusarium sambucinum</i>	10 ^{1,2,3,4,6}	1 ^{1,5}	4 ^{2,5}	3 ⁵	4 ^{2,5}	7 ^{2,5}	10 ⁵	10 ^{1,5}	49
<i>Fusarium incarnatum-equiseti</i>	9 ^{1,2,3,4,6}	7 ^{1,2,5,6}	10 ^{1,2,5,6}	8 ^{2,5,6}	10 ^{3,4,5,6}	7 ^{4,5,6}	10 ⁵	10 ^{1,4,5}	71
<i>Fusarium oxysporum</i>	8 ^{3,4}	10 ¹	6 ^{2,4,5,6}	10 ^{1,5,6}	9 ^{1,3,4,5}	14 ^{2,3,4,5}	7 ⁵	10 ^{1,4}	74
<i>Fusarium solani</i>	4 ^{2,4,6}	–	6 ^{2,4,5}	9 ^{1,2,5,6}	6 ^{2,3,4,5,6}	8 ^{1,5}	10 ⁵	4 ^{4,5}	47

The isolates originate from the following regions of Belarus: ¹ – Brest; ² – Vitebsk; ³ – Grodno; ⁴ – Gomel; ⁵ – Minsk; ⁶ – Mogilev.

Таблица 1. Характеристика исследованных изолятов

Комплекс видов	Количество изолятов, выделенных из разных растений-хозяев								Все культуры
	Озимые				Яровые				
	пшеница	тритикале	рожь	ячмень	пшеница	тритикале	овес	ячмень	
<i>Fusarium tricinctum</i>	–	5 ^{1,5,6}	4 ⁵	4 ⁵	9 ⁵	9 ⁵	8 ⁵	8 ⁵	47
<i>Fusarium sambucinum</i>	10 ^{1,2,3,4,6}	1 ^{1,5}	4 ^{2,5}	3 ⁵	4 ^{2,5}	7 ^{2,5}	10 ⁵	10 ^{1,5}	49
<i>Fusarium incarnatum-equiseti</i>	9 ^{1,2,3,4,6}	7 ^{1,2,5,6}	10 ^{1,2,5,6}	8 ^{2,5,6}	10 ^{3,4,5,6}	7 ^{4,5,6}	10 ⁵	10 ^{1,4,5}	71
<i>Fusarium oxysporum</i>	8 ^{3,4}	10 ¹	6 ^{2,4,5,6}	10 ^{1,5,6}	9 ^{1,3,4,5}	14 ^{2,3,4,5}	7 ⁵	10 ^{1,4}	74
<i>Fusarium solani</i>	4 ^{2,4,6}	–	6 ^{2,4,5}	9 ^{1,2,5,6}	6 ^{2,3,4,5,6}	8 ^{1,5}	10 ⁵	4 ^{4,5}	47

Примечание – изоляты были выделены из следующих областей Беларуси: ¹ – Брестская; ² – Витебская; ³ – Гродненская; ⁴ – Гомельская; ⁵ – Минская; ⁶ – Могилевская.

Pathogenicity of isolates obtained from a specific plant species was tested on the same crop. Isolates were sown by pinprick on potato sucrose agar (PSA) in Petri dishes and incubated for 7 days at 22–24 °C. Then the seeds of each crop were surface disinfected with 1% sodium hypochlorite solution for 20–30 s, washed twice with sterile distilled water and soaked for 24 hours. After that, the grains were laid out on the surface of 7-day-old colonies, 10 seeds per dish. The experiment was repeated 5 times. In the control, the grains

were laid out on the surface of uninoculated PSA. The dishes were incubated for another 7 days under the same conditions, and the degree of damage to the sprouts was assessed using a point scale, where: 0 – healthy sprout; 1 – pinpoint tissue necrosis; 2 – necrosis of about 50% of the area; 3 – complete destruction (Gagkaeva, 2009).

Statistical analysis of the obtained results (calculation of the average lesion score and standard error at a significance level of 0.05) was carried out in Microsoft Excel 2010.

Results and Discussion

Of the five analyzed species (species complexes) of fungi of the genus *Fusarium*, the most pathogenic were *F. sambucinum* SC and *F. tricinctum* SC: the degree of seedling damage was the same on average for all crops and amounted to 1.8 points (Table 2). At the same time, in our previous studies, as well as according to a number of authors, the pathogenicity of the species *F. avenaceum*, which belongs to *F. tricinctum* SC, is lower than that of the species complex *F. culmorum* (*F. sambucinum* SC) (Sklimenok, 2015; Fernandez, Chen,

20054; Hudec, 2007). Perhaps, at present, the higher pathogenic properties of *F. tricinctum* SC isolates from the Belarus population have caused an increase in the frequency of its occurrence on grain crops.

In the complexes of *F. incarnatum-equiseti* and *F. oxysporum* species, the pathogenicity was 4.5 times lower – 0.4 points, and *F. solani* SC was the least pathogenic: on average, the seedling damage score was 0.2.

Table 2. Pathogenicity of *Fusarium* fungi for wheat crop sprouts

Комплекс видов	Level of plant infestation, mean score ± standard error (p<0.05)								All crops
	Winter				Spring				
	wheat	triticale	rye	barley	wheat	triticale	oats	barley	
<i>Fusarium tricinctum</i>	–	1.0±0.2	1.4±0.2	1.9±0.1	2.4±0.1	1.5±0.1	1.5±0.2	2.2±0.4	1.8±0.1
<i>Fusarium sambucinum</i>	1.9±0.1	2.4±0.4	2.0±0.1	0.8±0.1	2.7±0.2	2.6±0.1	2.2±0.1	1.4±0.2	1.8±0.1
<i>Fusarium incarnatum-equiseti</i>	0.4±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	0.7±0.0	0.4±0.0	0.3±0.0	0.3±0.1	0.6±0.0	0.4±0.0
<i>Fusarium oxysporum</i>	0.3±0.0	0.5±0.1	0.3±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0	0.3±0.1	0.3±0.1	0.5±0.0	0.4±0.0
<i>Fusarium solani</i>	0.1±0.0	–	0.3±0.1	0.2±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	0.2±0.0

Таблица 2. Патогенность грибов рода *Fusarium* для проростков зерновых культур

Комплекс видов	Степень поражения растений, средний балл ± ошибка среднего (p<0.05)								Все культуры
	Озимые				Яровые				
	пшеница	тритикале	рожь	ячмень	пшеница	тритикале	овес	ячмень	
<i>Fusarium tricinctum</i>	–	1.0±0.2	1.4±0.2	1.9±0.1	2.4±0.1	1.5±0.1	1.5±0.2	2.2±0.4	1.8±0.1
<i>Fusarium sambucinum</i>	1.9±0.1	2.4±0.4	2.0±0.1	0.8±0.1	2.7±0.2	2.6±0.1	2.2±0.1	1.4±0.2	1.8±0.1
<i>Fusarium incarnatum-equiseti</i>	0.4±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	0.7±0.0	0.4±0.0	0.3±0.0	0.3±0.1	0.6±0.0	0.4±0.0
<i>Fusarium oxysporum</i>	0.3±0.0	0.5±0.1	0.3±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0	0.3±0.1	0.3±0.1	0.5±0.0	0.4±0.0
<i>Fusarium solani</i>	0.1±0.0	–	0.3±0.1	0.2±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	0.2±0.0

It was found that pathogenicity varied depending on the crop from which the isolates were isolated. Thus, *F. tricinctum* SC was most pathogenic on spring barley and wheat – 2.2 and 2.4 points, respectively. In *F. sambucinum* SC, pathogenicity was highest in isolates from spring wheat and triticale (the damage score was 2.7 and 2.6, respectively), and lowest in isolates from winter barley – 0.8 points.

In general, the pathogenic properties of *F. sambucinum* SC were higher on all grain crops, with the exception of winter and spring barley, since *F. tricinctum* SC was the most pathogenic on them. Higher pathogenicity of *F. culmorum* in relation to winter wheat sprouts was established in the studies of E. Arseniuk et al. (1993), and according to J. Uoti (1976),

this species was more pathogenic on spring wheat and barley sprouts compared to *F. avenaceum*.

It should also be noted that, for example, on winter triticale, the difference in pathogenicity between the above-mentioned species was significant – 2.4 and 1.0 points, respectively. At the same time, on spring wheat, the damage degree values for these species were close – 2.7 and 2.4 points, respectively. The degree of damage to seedlings in variants with *F. incarnatum-equiseti* SC was maximum on winter barley (0.7 points), while it is important that on this crop, the pathogenicity of *F. sambucinum* SC and *F. incarnatum-equiseti* SC was close – 0.8 and 0.7 points, respectively. There are conflicting data on the pathogenicity of the *F. equiseti* fungus in the literature: according to some data, the fungal isolates were non-pathogenic (Gebremariam et al., 2017), while according to others, they were pathogenic (Demirci, Dane, 2003).

Conclusion

The conducted studies allowed us to establish different pathogenicity of *Fusarium* spp. isolates from Belarus in relation to winter and spring grain crops. Thus, *F. sambucinum* SC was the most pathogenic for spring wheat and barley,

Pathogenicity of *F. oxysporum* SC on the analyzed crops was low and reached maximum values on winter triticale and spring barley. For *F. solani* SC, the damage degree values on all analyzed crops were also low – up to 0.3 points on winter rye. At the same time, in recent years, the frequency of occurrence of *F. incarnatum-equiseti* SC, *F. oxysporum* SC and *F. solani* SC on the root system of grain crops throughout the Republic of Belarus has increased. According to recent data, *F. oxysporum* acts as an endophyte in the plant (Demers et al., 2015) and, if it colonizes the plant first, can to a certain extent restrain the penetration of other species (Aime et al., 2013; Benhamou, Garand, 2001).

Taking into account the obtained data on the pathogenicity of *F. incarnatum-equiseti* SC, *F. oxysporum* SC and *F. solani* SC, it can be assumed that they also act primarily as endophytes on the roots of grain crops in the geographic area of the study, though this requires further research.

F. tricinctum SC – for spring wheat, *F. incarnatum-equiseti* SC – for winter and spring barley, *F. oxysporum* SC – for winter triticale and spring barley, *F. solani* SC – for winter rye.

Acknowledgements

The research was carried out according to the assignment “Study of the complex of fungi of the genus *Fusarium* parasitizing grain crops (species composition, pathogenicity, relationships, harmfulness)” within the framework of the State scientific research program “Agricultural technologies and food security”, State registration number 20211442.

References

- Aoki T, O'Donnell K, Geiser DM (2014) Systematics of key phytopathogenic *Fusarium* species: current status and future challenges. *J Gen Plant Pathol* 80:189–201.
- Gagkaeva TYu (2009) Phytopathogenic fungus *Fusarium cerealis* on the territory of Russia. *Mikologiya i fitopatologiya* 43(4): 331–342 (In Russian)
- Krupenko NA, Buga SF, Zhukovski AG, Zhuk EI et al (2022a) Species composition of *Fusarium* fungi causing root rot of spring cereal crops. *Zemledelie i rastenievodstvo* 1: 40–43 (In Russian)
- Krupenko NA, Buga SF, Zhukovskiy AG, Pilat TG et al (2022b) Biodiversity of causal agents of *Fusarium* root rot on winter cereal crops. *Zemledelie i rastenievodstvo* 1: 36–40 (In Russian)
- Sklimenok NA (2015) Complex of fungi that parasitize on winter wheat and measures for limitation their harmfulness. *Abstr. Dr. Biol. Thesis*. Priluki. 23 p. (In Russian)
- Aime S, Alabouvette C, Steinberg C, Olivian C (2013) The endophytic strain *Fusarium oxysporum* Fo47: a good candidate for priming the defense responses in tomato roots. *Mol Plant-Microbe Interact* 26:918–926. <https://doi.org/10.1094/MPMI-12-12-0290-R>
- Arseniuk E, Goral T, Czembor HJ (1993) Reaction of triticale, wheat and rye accessions to graminaceous *Fusarium* spp. infection at the seedlings and adult plant growth stages. *Euphytica* 70:175–183.
- Benhamou N, Garand C (2001) Cytological analysis of defense-related mechanisms induced in pea root tissues in response to colonization by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47. *Phytopathol* 91: 730–740. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2001.91.8.730>
- Cromley MG, Parkes RA, Fraser PM (2006) Factors associated with stem base and root diseases of New Zealand wheat and barley crops. *Austral Plant Pathol* 35:391–400. <https://doi.org/10.1071/AP06032>
- Demers JE, Gugino BK, Jimenez-Gasco MD (2015) Highly diverse endophytic and soil *Fusarium oxysporum* populations associated with field-grown tomato plants. *Appl Environ Microbiol* 81:81–90. <https://doi.org/10.1128/AEM.02590-14>
- Demirci E, Dane E (2003) Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. from stem bases of winter wheat in Erzurum, Turkey. *Phytoparasitica* 31(2): 170–173
- Fernandez MR, Chen Y (2005) Pathogenicity of *Fusarium* species on different plant parts of spring wheat under controlled conditions. *Plant Dis* 89(2): 164–169. <https://doi.org/10.1094/PD-89-0164>
- Gebremariam ES, Sharma-Poudyal D, Paulitz TC, Erginbas-Orakci G et al (2017) Identity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with crown rot on wheat (*Triticum* spp.) in Turkey. *Eur J Plant Pathol* 150(2): 387–399. <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1285-7>
- Gerlach W, Nirenberg H (1982) The genus *Fusarium* – a pictorial atlas. Berlin: Kommissionsverlag Parey. 406 p.
- Hudec K (2007) Pathogenicity of fungi associated with wheat and barley seedlings emergence and fungicide efficacy of seed treatment. *Biol, Bratislava* 62(3): 287–291. <https://doi.org/10.2478/s11756-007-0050-3>
- Mathy A, Shamsallah S, Fahad MA, Haas M (2019) Genetic diversity study of *Fusarium culmorum*: causal agent of wheat crown rot in Iraq. *J Plant Prot Res* 59(2): 206–2013. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.129279>

- Motallebi P, Alkadri D, Pisi A, Nipoti P et al (2015) Pathogenicity and mycotoxin chemotypes of Iranian *Fusarium culmorum* isolates on durum wheat, and comparisons with Italian and Syrian isolates. *Phytopathol Mediter* 54(3): 437–445. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-15090
- Poole GJ, Smiley RW, Walker C, Huggins D et al (2013) Effect of climate on the distribution of *Fusarium* spp. causing crown rot of wheat in the Pacific Northwest of the United States. *Phytopathology* 103(11): 1130–1140. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-12-0181-R>
- Tunali B, Nicol JM, Hodson D, Uckun Z et al (2008) Root and crown root associated with spring, facultative, and winter wheat in Turkey. *Plant Dis* 92 (9): 1299–1306. <https://doi.org/10.194/PLDIS-92-9-1299>
- Uoti J (1976) The effect of five *Fusarium* species on the growth and development of spring wheat and barley. *Ann Agric Fenniae Ser Phytopathol* 62(15): 254–262.
- Xu F, Yang G, Wang J, Liu L et al (2018) Spatial distribution of root and crown rot fungi associated with winter wheat in the North China Plain and its relationship with climate variables. *Frontiers in Microbiology* 9: 1054. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01054>

Вестник защиты растений, 2024, 107(4), с. 170–173

OECD+WoS: 1.06+QU (Microbiology), 4.01+AM (Agronomy)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2024-107-4-16046>

Краткое сообщение

ПАТОГЕННОСТЬ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* В ОТНОШЕНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Н.А. Крупенько*, С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Е.И. Жук, Т.Г. Пилат, В.А. Радивон, В.Г. Лешкевич, Н.Л. Свидуневич, Н.Г. Поплавская, А.Н. Халаев, А.А. Жуковская, Н.А. Бурнос, А.А. Апресян

РУП «Институт защиты растений», агрогородок Прилуки, Минский район, Беларусь

*ответственный за переписку, e-mail: krupenko_natalya@mail.ru

Изучена патогенность грибов *Fusarium sambucinum* SC, *F. tricinctum* SC, *F. incarnatum-equiseti* SC, *F. oxysporum* SC и *F. solani* SC, которые доминируют среди возбудителей корневой гнили в Беларуси. Было выделено 288 изолятов из озимых (пшеница, тритикале, рожь, ячмень) и яровых (ячмень, пшеница, тритикале, овес) зерновых культур, которые протестировали на проростках этих же растений в лабораторных условиях. Наиболее патогенными были *F. sambucinum* SC и *F. tricinctum* SC, тогда как *F. incarnatum-equiseti* SC, *F. oxysporum* SC и *F. solani* SC оказались менее патогенными. Патогенность видов значительно варьировала в зависимости от культуры: *F. sambucinum* SC был наиболее патогенным для озимых пшеницы, тритикале и ржи, а также яровой тритикале и овса, а *F. tricinctum* SC – для озимого и ярового ячменя. Для яровой пшеницы патогенность *F. sambucinum* SC и *F. tricinctum* SC была высокой.

Ключевые слова: *Fusarium tricinctum* species complex, *Fusarium sambucinum* species complex, пшеница, тритикале, рожь, ячмень, овёс

Поступила в редакцию: 06.02.2024

Принята к печати: 20.11.2024

ПЕРВЫЙ КОНГРЕСС ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ СИМБИОТИЧЕСКИХ СИСТЕМ (КИСС–2025)**FIRST CONGRESS OF RESEARCHERS OF SYMBIOTIC SYSTEMS (KISS-2025)**

С 6 по 11 октября 2025 года в Москве будет проходить Первый Конгресс исследователей симбиотических систем (КИСС–2025). Приглашаются к участию все, чья работа вдохновлена сложностью и многогранностью симбиотических взаимоотношений (от мутуализма до паразитизма). Конгресс организуется Центром паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН.

Первый КИСС станет перезапуском традиций некогда знаменитых “ГЕЛАНовских” паразитологических съездов, запомнится своим неповторимым форматом и теплой атмосферой. В дальнейшем Конгресс будет проводиться каждые четыре года.

В рамках Конгресса будет также организован Шестнадцатый симпозиум Российского общества нематологов

Основные направления работы Конгресса

- Систематика и эволюция симбионтов
- Биохимия и физиология симбиотических систем
- Морфология и развитие симбиотических организмов
- Экология симбиотических систем
- “Омиксные” подходы в исследованиях симбиотических систем
- Ветеринарная и медицинская паразитология
- Внутриклеточные симбионты: про- и эукариоты
- Эктопаразиты
- Паразитоиды как особая группа симбионтов
- Симбиоз и паразитизм в растительных системах
- Паразиты диких животных и аквакультура
- Микробиомы симбиотических систем

Важные даты

- Второе информационное письмо: **январь 2025 г.**
- Открытие регистрации: **1 февраля 2025 г.**
- Завершение регистрации: **30 августа 2025 г.**
- Прием тезисов: **до 30 августа 2025 г.**

Сайт конференции: <https://kiss2025.org> (есть опция подписки на рассылку)
E-mail: info@kiss2025.org, b.efeykin@gmail.com (почта Секретаря Конгресса)

13-АЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ, СЕЛЕКЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР»

13TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF YOUNG SCIENTISTS “ACTUAL PROBLEMS OF BIOLOGY, SELECTION, CULTIVATION AND PROCESSING OF AGRICULTURAL CROPS”



С 4 по 5 марта 2025 года состоится 13-ая Международная конференция молодых учёных и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур» во Всероссийском научно-исследовательском институте масличных культур имени В.С. Пустовойта по адресу: 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17.

Основные направления работы конференции:

1. Селекция и семеноводство
2. Физиология
3. Биотехнология
4. Биохимия
5. Генетика
6. Защита растений
7. Экология
8. Агрехимия
9. Земледелие
10. Экономика
11. Хранение и переработка продукции
12. Технология и средства механизации сельского хозяйства

Телефоны для справок:

+7 (918) 341-77-35 – Саенко Галина Михайловна (организационные вопросы);
+7 (927) 518-94-67 – Кошкарлова Татьяна Сергеевна (по вопросам оформления материалов);
Факс: (861) 254-27-80

Требования к материалам:

Статьи в формате MS Word *.doc или *.docx (название файла – фамилия первого автора латиницей: sidorov_stat.doc) и заявку на участие (название файла - sidorov.doc) следует высылать на e-mail: smus@vniimk.ru. Каждый автор (до 39 лет) представляет не более 2 статей. Допускается соавторство. Авторами публикуемых статей не могут являться доктора наук. В тексте или под текстом допускается ссылка «работа проводилась под руководством или с участием ...» с указанием ученой степени и звания руководителя. Оплата за участие и публикацию материалов конференции не требуется. Представленные авторами материалы рецензируются и авторам не возвращаются.

Язык статьи – русский. В тексте допускаются таблицы, формулы, графики и рисунки с возможностью последующей редакции. К статье прилагается список использованной литературы, оформленный в соответствии с действующим ГОСТом на библиографическое описание документов и обязательно реферат (на русском и английском языках).

Ориентация текста книжная, таблиц – книжная или альбомная; межстрочный интервал одинарный; все поля 2 см; Times NR, размер шрифта 12, в таблицах – 10, абзацный отступ 1,25 см.

Структура статьи:

Название (шрифт полужирный, буквы прописные)
Фамилия И.О. автора(ов) (шрифт полужирный, буквы строчные)
Официальное сокращенное название учреждения (шрифт обычный, буквы строчные)
Электронный адрес авторов (шрифт обычный)
Реферат на русском языке объемом не более 10 строк (шрифт обычный, буквы строчные)
Ключевые слова
УДК
Основной текст, включающий следующие подразделы: введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, литература (нумерация цифровая, ссылки на литературные источники в квадратных скобках в порядке упоминания ссылок в тексте)
Название статьи на английском языке (шрифт полужирный, буквы прописные)
Фамилия И.О. автора(ов) на английском языке (шрифт полужирный, буквы строчные)
Реферат на английском языке (шрифт обычный, буквы строчные)
Ключевые слова на английском языке (шрифт обычный, буквы строчные)



СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО РЕДАКТИРОВАНИЯ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ»

Редакция журнала «Вестник защиты растений» сообщает, что первичная подача рукописей к рассмотрению осуществляется через систему электронного редактирования, доступную на сайте журнала: <https://plantprotect.ru>

Правила для авторов подробно изложены по адресу <https://plantprotect.ru/index.php/vizr/about/submissions>

В связи с возможными техническими сбоями в работе системы автоматических оповещений, переписка с авторами и рецензентами может параллельно вестись через электронную почту.

Редакция: vestnik@vizr.spb.ru

Заместитель главного редактора: ytokarev@vizr.spb.ru

ELECTRONIC EDITING SYSTEM OF THE JOURNAL “PLANT PROTECTION NEWS”

The Editorial Office of the journal «Plant Protection News» informs that the initial submission of manuscripts for review is carried out through the electronic editing system available at the journal's website: <https://plantprotect.ru>

The authors' guidelines are detailed at <https://plantprotect.ru/index.php/vizr/about/submissions>

Due to possible technical failures in the operation of the automatic notification system, correspondence with authors and reviewers can be carried out in parallel via e-mail.

Editorial Office: vestnik@vizr.spb.ru

Deputy Editor: ytokarev@vizr.spb.ru

Научное издание

Индекс ПМ790

Подписано к печати 16 декабря 2024 г.

Формат 60x84/8. Объем 4 п.л. Тираж 200 экз.

Индекс ПМ790