

О некоторых пикнидиальных грибах на вегетирующем картофеле в Нечерноземье средней полосы России

М.Б. КОПИНА¹, Д.А. УВАРОВА², Д.И. ШУХИН³, Л.М. ГОРЛОВА⁴, Н.А. ЧАЛАЯ⁵

^{1,2,3} ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Московская обл., г. Раменское, р. п. Быково, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» (ФГБОУ ВО «СПбГУ»), г. Санкт-Петербург, Россия

⁵ ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)», г. Санкт-Петербург, Россия

¹ ORCID 0000-0002-1613-1764,
e-mail: kopina.mariya@vniikr.ru

² e-mail: darya.uvarova.93@mail.ru

³ e-mail: dmitriy.shukhin@gmail.com

⁴ e-mail: lubowgorlova@gmail.com

⁵ e-mail: n.chalaya@vir.nw.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются фомоидные грибные возбудители, ассоциированные с вегетирующим картофелем в Московской и Ленинградской областях и выявленные в период 2019–2020 гг. Представлены биологические особенности пикнидиальных грибов, особенности проявления симптомов, описаны диагностически значимые культурально-морфологические признаки. В результате проведенных исследований на пораженных листьях картофеля из пикнидиальных грибов были идентифицированы представители родов *Didymella*, *Neoscochyta*, *Phoma*, *Boeremia*. В период вегетации доминирующее положение из непикнидиальных грибов в 80% исследуемых образцов, отобранных в Московской области, занимали виды рода *Alternaria*. Гриб *Boeremia foveata* (Foister) Aveskamp, Gruyter & Verkley был выделен в единичном случае при обследовании посадок картофеля в Пушкинском районе Санкт-Петербурга. В исследованных растениях также встречались виды, нехарактерные для картофеля: однократно из пораженных листьев были выделены виды *Neoscochyta exitialis* (Morini) Q. Chen & L. Cai и *Didymella pinodella* (L.K. Jones) Q. Chen & L. Cai. В результате проведенных исследований выделено и идентифицировано 10 видов фомоидных патогенных грибов. Полученные изоляты внесены в микологическую коллекцию ФГБУ «ВНИИКР» для изучения морфологических особенностей комплекса микромицетов картофеля, присутствие которых возможно совместно с карантинными вредными организмами.

On some pycnidial fungi on growing potatoes in the Nonchernozem region of Central Russia

M.B. KOPINA¹, D.A. UVAROVA², D.I. SHUKHIN³, L.M. GORLOVA⁴, N.A. CHALAYA⁵

^{1,2,3} FGBU "All-Russian Plant Quarantine Center" (FGBU "VNIICR"), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia

⁴ FGBOU VO "St. Petersburg State University" (FGBOU VO "SPbGU"), St. Petersburg, Russia

⁵ Federal Research Center "N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)", St. Petersburg, Russia

¹ ORCID 0000-0002-1613-1764,
e-mail: kopina.mariya@vniikr.ru

² e-mail: darya.uvarova.93@mail.ru

³ e-mail: dmitriy.shukhin@gmail.com

⁴ e-mail: lubowgorlova@gmail.com

⁵ e-mail: n.chalaya@vir.nw.ru

ABSTRACT

The article studies phomoid fungal pathogens associated with growing potatoes in Moscow Oblast and Leningrad Oblast identified in the period 2019–2020. Biological characteristics of pycnidial fungi and peculiarities of infestation symptom are presented, diagnostically significant cultural and morphological characters are described. As a result of the research, representatives of the genera *Didymella*, *Neoscochyta*, *Phoma*, *Boeremia* were identified from pycnidial fungi on diseased potato leaves. During the growing season, the dominant position among non-pycnidial fungi in 80% of the studied samples taken in Moscow Oblast was formed by species of the genus *Alternaria*. The fungus *Boeremia foveata* (Foister) Aveskamp, Gruyter & Verkley was isolated in a single case during a survey of potato plantings in the Pushkin district of St. Petersburg. The studied plants also contained species uncharacteristic for potatoes: from the affected leaves, the species *Neoscochyta exitialis* (Morini) Q. Chen & L. Cai and *Didymella pinodella* (L.K. Jones) Q. Chen & L. Cai were isolated once. As a result of the research, 10 species of phomoid pathogenic fungi were isolated and identified. The obtained isolates were deposited in the mycological collection of the FGBU "VNIICR" to study the morphological features of the complex of potato micromycetes, the presence of which is possible together with quarantine pests.

Ключевые слова. Фомоз, карантинный вредный организм, грибные возбудители, пятнистость листьев, фитопатоген.

ВВЕДЕНИЕ



артофель – важная сельскохозяйственная культура, которая является источником питания для миллионов людей. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), мировое производство картофеля составляет более

400 млн тонн клубней в год. Крупнейшими производителями являются Китай, Индия, Россия, Украина, США. Россия по количеству произведенного картофеля занимает 3-е место в мировом рейтинге, с валовым сбором более 22 млн тонн в год (FAO, 2021). Реализация полного потенциала урожайности картофеля возможна в случае контроля за вредными организмами, связанными с данной культурой. Растения картофеля подвержены поражению микромицетами на всех этапах роста и развития: от посадки до появления всходов, в период вегетации, во время хранения. Основные грибные и грибоподобные возбудители заболевания из родов *Fusarium*, *Phytophthora*, *Alternaria*, *Phoma*, *Colletotrichum*, *Helminthosporium* являются причиной снижения урожайности и приводят к значительным потерям в производстве картофеля.

Семейство Didymellaceae в порядке Pleosporales с общим количеством более 5500 описанных таксонов – одно из наиболее многочисленных в царстве Грибы (Chen et al., 2015; Mycobank, 2021). Большинство представителей данного семейства являются фитопатогенами для растений, в основном вызывая поражения листьев и стеблей; некоторые имеют статус карантинных вредных организмов (Aveskamp et al., 2010; de Gruyter et al., 2012; Chen et al., 2017). Таксономия Didymellaceae недавно была пересмотрена на основе данных о многолокусных последовательностях ДНК и в настоящее время включает 17 клад, которые рассматриваются как отдельные роды (Indexfungorum, 2021; Chen et al., 2017). Из семейства Didymellaceae, в которое входит большинство фомоидных грибов, на картофеле отмечены виды *Boeremia*, *Phoma*, *Stagonosporopsis*, в том числе карантинный объект из перечня ЕАЭС – возбудитель черного ожога, или фомозной пятнистости листьев картофеля, *Stagonosporopsis andigena* (Turkenst.) Aveskamp, Gruyter & Verkley. Виды *Phoma eupyrena* Sacc., *B. foveata* (Foister) Aveskamp, Gruyter & Verkley и *B. exigua* var. *exigua* (Desmazieres) Aveskamp, Gruyter & Verkley являются грибными фитопатогенами картофеля, вызывают сухую гниль клубней, что приводит к значительным потерям урожая в период хранения.

Цель проводимых исследований заключалась в изучении видового разнообразия пикнидиальных грибов на вегетирующем картофеле, определении симптомов проявления и культурально-морфологических признаков.

Key words. Phomosis, quarantine pest, fungal pathogens, leaf spot, phytopathogen.

INTRODUCTION

Potatoes are an essential agricultural crop feeding millions of people. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), world potato production is over 400 million tons of tubers per year. The largest manufacturers are China, India, Russia, Ukraine, and the USA. Russia ranks third in the world in terms of the number of potatoes produced, with a gross harvest of more than 22 million tons per year (FAO, 2021). Realizing the full potential of potato yields is possible by controlling pests associated with the crop. Potato plants are susceptible to damage by micromycetes at all stages of growth and development: from planting to emergence, during the growing season and during storage. The main fungal and fungus-like causative agents of the disease from the genera *Fusarium*, *Phytophthora*, *Alternaria*, *Phoma*, *Colletotrichum*, *Helminthosporium* cause a decrease in yields and lead to significant losses in potato production.

The family Didymellaceae in the order Pleosporales with a total of more than 5500 taxa described is one of the most numerous in the kingdom of Fungi (Chen et al., 2015; Mycobank, 2021). Most representatives of this family are phytopathogens, mainly causing damage to leaves and stems; some have quarantine pest status (Aveskamp et al., 2010; Gruyter de et al., 2012; Chen et al., 2017). The taxonomy of Didymellaceae was recently revised based on data on multilocus DNA sequences and currently includes 17 clades that are considered separate genera (Indexfungorum, 2021; Chen et al., 2017). From the Didymellaceae family, which includes most of the phomoid fungi, the species *Boeremia*, *Phoma*, *Stagonosporopsis* are indicated, including a quarantine pest from the EAEU list – *Stagonosporopsis andigena* (Turkenst.) Aveskamp, Gruyter & Verkley, the agent of black blight of potato, or phoma leaf spot of potato. The species *Phoma eupyrena* Sacc., *Boeremia foveata* (Foister) Aveskamp, Gruyter & Verkley and *B. exigua* var. *exigua* (Desmazieres) Aveskamp, Gruyter & Verkley are fungal phytopathogens of potatoes, causing dry rot of tubers, which leads to significant crop losses during storage.

The purpose of the research was to study the species diversity of pycnidial fungi on growing potatoes, to determine the symptoms of infestation and cultural and morphological characteristics.

MATERIALS AND METHODS

The plant material was taken when examining collection plantings of potatoes in the Lyubertsy urban okrug, Moscow Oblast (A.G. Lorkh Federal Russian Potato Research Center), collections of potato genetic resources in the Pushkin district of St. Petersburg (NPB "Pushkin

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Растительный материал отбирали при обследовании коллекционных посадок картофеля в городском округе Люберцы Московской области (Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха), коллекции генетических ресурсов картофеля в Пушкинском районе Санкт-Петербурга (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР»), а также в личных подсобных хозяйствах Московской области. В коллекции генетических ресурсов картофеля ВИР осмотрено 140 растений *Solanum andigenum* и 150 растений диких видов картофеля (дикие виды сохраняются в виде клонов в оранжерее). Выделено 31 растение *Solanum andigenum* (11%) с визуальными симптомами поражения грибными болезнями. Всего было отобрано и проанализировано 62 растительных образца.

Выделение фомоидных грибов из зараженного растительного материала проводили закладкой во влажную камеру и на 1,5%-й картофельно-глюкозный агар (КГА), с добавлением 4%-й лимонной кислоты. Чашки Петри инкубировали в темноте при 25 °C. Определение пикнидиальных микромицетов проводили методом микроскопирования и морфометрии на микроскопе Axio Scope A1 (Carl Zeiss, Германия). Получение изображений, их обработку и анализ проводили с помощью программного обеспечения Zeiss Efficient Navigation (ZEN), версия Lite. Морфологические признаки грибов сравнивали со стандартными описаниями, представленными в определительной литературе (Пидопличко, 1977; Семенов и др., 1980; Boerema et al., 2004; de Gruyter, 2012).

Выделение ДНК проводили из отдельных пикнид или мицелия моноспоровой культуры возбудителя с использованием набора «ФитоСорб» (ООО «Синтол», Россия). Количество и качество полученной ДНК измеряли на спектрофотометре NanoDrop 2000 (Thermo Fisher Scientific, США) при длине волны 260 нм. Праймеры, использованные в исследованиях, представлены в таблице 1. Амплификацию проводили на приборе SimpliAmp (Applied Biosystems, США).

Реакционная смесь объемом 25 мкл для классической полимеразной цепной реакции (ПЦР) содержала: 5 мкл 5x ПЦР-буфера MasDDMix-2025 (ЗАО «Диалат Лтд.», Россия), 1 мМ каждого праймера, 1–10 нг ДНК и до 25 мкл воды для ПЦР.

and Pavlovsk laboratories of the VIR”), as well as in personal farm households in Moscow Oblast. 140 *Solanum andigenum* plants were examined in the VIR collection of potato genetic resources and 150 wild potato plants (wild species are preserved as clones in the greenhouse). 31 *Solanum andigenum* plants (11%) with visual symptoms of fungal diseases were detected. A total of 62 plant samples were taken and analyzed.

Isolation of phomoid fungi from infected plant material was carried out by placing in a wet chamber and on 1.5% potato dextrose agar (PDA), with the addition of 4% citric acid. Petri dishes were incubated in the dark at 25 °C. Determination of pycnidial micromycetes was carried out by microscopy and morphometry using an Axio Scope A1 microscope (Carl Zeiss, Germany). Photographing, processing, and analysis were performed using Zeiss Efficient Navigation (ZEN) software, version Lite. The morphological characteristics of fungi were compared with standard descriptions presented in the identification works (Pidoplichko, 1977; Semenov et al., 1980; Boerema et al., 2004; de Gruyter, 2012).

DNA isolation was carried out from individual pycnids or mycelium of a monospore culture of the pathogen using the FitoSorb kit (Syntol, Russia). The quantity and quality of the obtained DNA was measured on a NanoDrop 2000 spectrophotometer (Thermo Fisher Scientific, USA) at a wavelength of 260 nm. The primers used in the studies are presented in Table 1. Amplification was performed on a SimpliAmp device (Applied Biosystems, USA).

The reaction mixture with a volume of 25 µL for the classical polymerase chain reaction (PCR) contained: 5 µL of 5x PCR buffer MasDDMix-2025 (Dialat Ltd., Russia), 1µM of each primer, 1–10 ng of DNA, and up to 25 µL of water for PCR.

Classical PCR with universal primers was performed according to the recommended amplification scheme. Separation of PCR products was carried out by electrophoresis in 1% agarose gel stained with ethidium bromide, with visualization of the results on a ChemiDoc XRS+ gel documenting system (Bio-Rad, USA).

The sequencing of the nucleotide sequence of the PCR products was carried out by the Sanger method with genetic analyzers Applied Biosystems 3500 (Thermo Fisher Scientific, USA) and NanoFor 05 (Syntol, Russia). Comparison of the obtained sequences with the sequences annotated in GenBank was performed using the BLAST.

Таблица 1

Универсальные праймеры, использованные при идентификации фомоидных грибов

Праймер	Мишень	Последовательность	Длина продукта, п. о.	Источник
TUB2Fd	ген β -tubulin	GTBCACCTYCARACCGGYCARTG	400–600	Groenewald et al., 2013
TUB4Rd		CCRGAYTGRCRAARACRAAGTTGTC		
ITS1	Участок рибосомной ДНК	GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG	550–700	White et al., 1990
ITS4		TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC		

Table 1

Universal primers used in the identification of phomoid fungi

Primer	Target	Sequence	Product length, bp	Source
TUB2Fd	β-tubulin gene	GTBCACCTYCARACCGGYCARTG	400–600	Groenewald et al., 2013
TUB4Rd		CCRGAYTGRCCRAARACRAAGTTGTC		
ITS1	Ribosomal DNA region	GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG	550–700	White et al., 1990
ITS4		TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC		

Постановку классической ПЦР с универсальными праймерами проводили по рекомендованной схеме амплификации. Разделение ПЦР-продуктов осуществляли методом электрофореза в 1%-м агарозном геле с окраской бромистым этидием, с визуализацией результатов на гель-документирующей системе ChemiDoc XRS+ (Bio-Rad, США).

Расшифровку нуклеотидной последовательности ПЦР-продуктов проводили методом секвенирования по Сэнгеру. Результаты электрофореза считывались автоматически секвенатором Applied Biosystems 3500 (Thermo Fisher Scientific, США) и секвенатором «Нанофор 05» (ООО «Синтол», Россия). Сравнение полученных последовательностей с последовательностями, аннотированными в GenBank, проводили с использованием приложения BLAST.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования позволили определить комплекс фомоидных микромицетов на картофеле как сопутствующих патогенов при проведении фитосанитарных обследований насаждений. Таксономический список идентифицированных микромицетов включает 35 видов из 9 классов, 7 порядков, 14 семейств.

В проведенных нами обследованиях основное внимание было уделено определению взаимосвязи пикнидиальных грибов с симптомами, которые были отмечены на растении. В целом фомоидные патогены вызывали листовые пятнистости разного диаметра, некрозы варьировали от светло-серых до бурых, окаймление некрозов также было изменчиво. Как правило, на пораженных листьях микофлора была представлена комплексом видов; учитывая последнее, было предпочтительно определить симптомы, наиболее характерные для преобладающего вида пикнидиальных грибов. Из исследуемых образцов нами были определены следующие таксоны.

1. *Boeremia foveata*

Данный вид широко распространен в большинстве европейских стран, регулируется как карантинный организм в некоторых странах Африки, Азии, Северной и Южной Америки. На территории России значительное распространение имеет возбудитель фомозной гнили клубней *Boeremia exigua* var. *exigua*, о выявлении сходной формы var. *foveata* сообщения немногочисленны. Так, обследование картофелеводческих хозяйств Западной и Восточной Сибири (Новосибирской и Кемеровской областей) показало присутствие вида *Boeremia foveata* в 20% случаев (Заверткина, 2007; Пилипова, Шалдяева, 2019).

RESULTS AND DISCUSSION

The studies carried out made it possible to determine the complex of phomoid micromycetes on potatoes as concomitant pathogens during phytosanitary surveys of plantations. The taxonomic list of identified micromycetes includes 35 species from 9 classes, 7 orders, 14 families.

In the performed surveys, the main attention was paid to determining the relationship of pycnidial fungi with the symptoms that were noted on the plant. In general, phomoid pathogens caused leaf spots of different diameters, necrosis varied from light gray to brown, and the bordering of necrosis was also variable. As a rule, mycoflora was represented by a complex of species on the affected leaves; in view of the latter, it was preferable to identify the symptoms most characteristic of the predominant species of pycnidial fungi. We identified the following taxa from the studied samples.

1. *Boeremia foveata*

This species is widespread in most European countries, regulated as a quarantine organism in some countries in Africa, Asia, North and South America. On the territory of Russia, the agent of dry rot of potato *Boeremia exigua* var. *exigua* has a significant distribution, the similar *Boeremia exigua* var. *foveata* has been recorded in few cases. Thus, a survey of potato farms in Western and Eastern Siberia (Novosibirsk Oblast and



Рис. 1. Симптомы проявления *Boeremia foveata* на листьях картофеля (фото авторов)

Fig. 1. Symptoms of *Boeremia foveata* on potato leaves (photo by the authors)

Место отбора: Пушкинский район, Санкт-Петербург.

Описание преобладающих симптомов на листьях.

Характерные для листовой формы возбудителя светлые, серые мелкие пятна округлой или вытянутой формы с темной каймой. Во влажной камере на поверхности листьев хаотично располагались темноокрашенные пикниды (рис. 1).

На питательной среде колонии сначала светлые, со временем становятся темноокрашенными. Мицелий воздушный, от серого к темно-серому (рис. 2). Скорость роста умеренная. Многочисленные пикниды погруженные или полупогруженные. Пикниды размером от 70–100 до 120–150 мкм. Одноклеточные конидии в пикнидах имели размеры 4–6,5 мкм длиной и 1,3–2 мкм шириной.

2. *Phoma herbarum*

Место отбора: Пушкинский район, Санкт-Петербург.

Описание преобладающих симптомов на листьях.

Мелкие некротические пятна разного диаметра округлой или неправильной формы, со временем приобретают серо-бурую окраску. Пятна ограничены темным ободком. На стеблях – линейные вытянутые темно-бурые или черные пятна. Нами отмечено, что во влажной камере на стебле пораженного растения картофеля количество пикнид более обильное по сравнению с листьями (рис. 3).

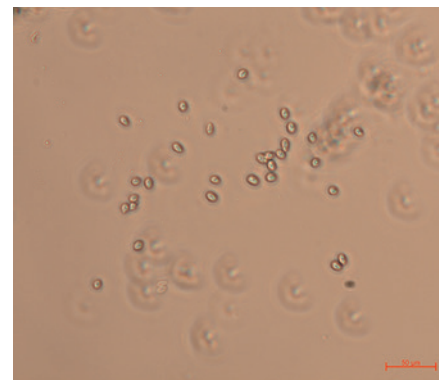
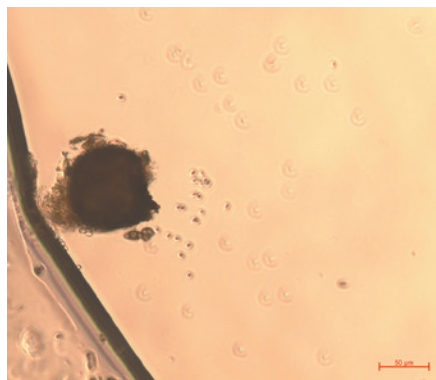


Рис. 2. Культурально-морфологические признаки *Boeremia foveata* (фото авторов)

Fig. 2. Cultural and morphological characteristics of *Boeremia foveata* (photos by the authors)

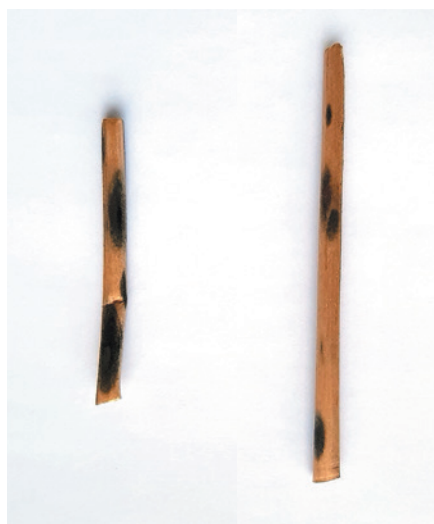


Рис. 3. Симптомы проявления *Phoma herbarum* на листьях картофеля (фото авторов)

Fig. 3. Symptoms of *Phoma herbarum* on potato leaves (photos by the authors)

Kemerovo Oblast) showed the presence of the species *Boeremia foveata* in 20% of cases (Zavertkina, 2007; Pilipova, Shaldyaeva, 2019).

Place of sampling: Pushkinsky district, St. Petersburg.

Description of the prevailing symptoms on the leaves. Light, gray small spots of a round or elongated shape with a dark border, characteristic of the leaf form of the pathogen. In a humid chamber, dark-colored pycnidia were randomly located on the leaf surface (Fig. 1).

On a nutrient medium, colonies are at first light, with time they become dark-colored. Aerial mycelium, from gray to dark gray (Fig. 2). The growth rate is moderate. Numerous pycnidia submerged or semi-submerged. The pycnidia range in size from 70–100 to 120–150 μm. Unicellular conidia in pycnidia were 4–6.5 μm long and 1.3–2 μm wide.

2. *Phoma herbarum*
Place of sampling: Pushkinsky district, St. Petersburg.
Description of the prevailing symptoms on the leaves. Small necrotic spots of various diameters, round or irregular, acquire a gray-brown color over time. The spots are limited by a

В наших исследованиях вид *P. herbarum* был обнаружен в образцах, отобранных в коллекции генетических ресурсов картофеля НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Частота выделения данного патогена из пораженных растений составила в среднем 25%.

На КГА колонии возбудителя росли в течение 3–7 дней, демонстрируя серо-коричневую порошкообразную поверхность (рис. 4) и темно-серый, переходящий в черный, реверс. В течение 10–20 дней в колониях образовались многочисленные сферические темные пикниды на поверхности среды. Пикниды были разного размера, 200–700 мкм в диаметре. В пикнидах находились одиночные пикноспоры от округлой до слегка удлиненной овальной формы, без перегородок, размером 4–6 мкм x 1,5–3,5 мкм.

3. *Boeremia exigua* var. *exigua*

Место отбора: коллекционные посадки картофеля в городском округе Люберцы Московской области (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»).

Описание преобладающих симптомов на листьях. Для данного возбудителя характерна ярко выраженная органотропная специализация, вид в большинстве случаев выделялся из черешков пораженных листьев и стеблей. Пятна вытянутые, темные, коричневые или бурые, без четких границ, расплывчатые. Со временем покрываются пикнидами сначала светлого, позже темного или черного цвета (рис. 5).

4. *Neosascochyta exitialis*

Место отбора: Пушкинский район, Санкт-Петербург.

Описание преобладающих симптомов на листьях. Пятна светлые, мелкие, многочисленные, с четкой границей светло-бурого цвета. Во влажной камере на некротизированной ткани образуются одиночные темно-бурые или черные пикниды (рис. 6).

В одном случае из пораженных растений был выделен вид *Neosascochyta exitialis*. Нами определен как нехарактерный патоген картофеля. В определенной литературе отмечен на луке; из зерновых – на овсе, пшенице, ржи; на картофеле описание отсутствует (Noordeloos et. al., 1993).

Колонии на КГА: умеренная скорость роста, диаметр – 20–25 мм через 7 дней, мицелий хлопьевидный, светло-серый, по краю серо-оливковый; реверс белый в наружном кольце, оливковый в центре. Конидии – от широких веретеновидных до цилиндрических, слегка изогнутые, гладкие и тонкостенные, гиалиновые, односептные, размером 15,5–25 × 4–7 мкм (рис. 7).

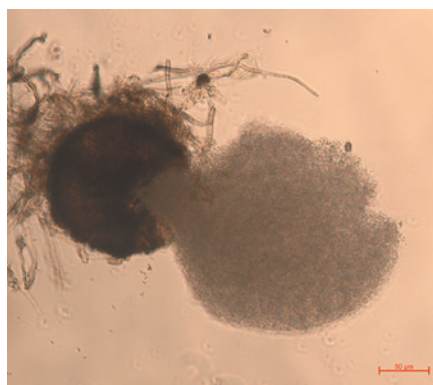
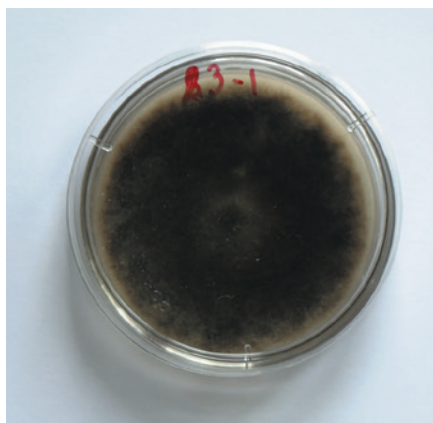


Рис. 4. Культурально-морфологические признаки *Phoma herbarum* (фото авторов)

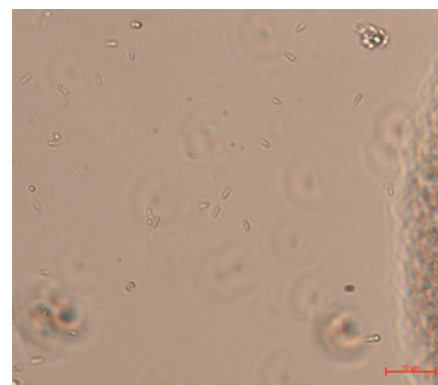
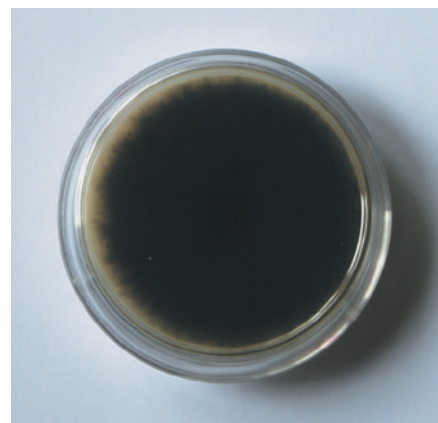


Fig. 4. Cultural and morphological characteristics of *Phoma herbarum* (photos by the authors)

dark rim. On the stems there are linear, elongated dark brown or black spots. Black pycnidia form in the humid chamber. We noted that in a humid chamber on the stem of an affected potato plant, the amount of pycnidia is more abundant compared to leaves (Fig. 3).

In this research, the species *P. herbarum* was detected in samples taken in the collection of potato



Рис. 5. Листья картофеля в микофлоре с преобладанием *Boeremia exigua* var. *exigua* (фото авторов)

Fig. 5. Potato leaves in mycoflora with a predominance of *Boeremia exigua* var. *exigua* (photo by the authors)



Рис. 6. Листья картофеля в микрофлоре с преобладанием *Neosascochyta exitialis* (фото авторов)

Fig. 6. Potato leaves in mycoflora with a predominance of *Neosascochyta exitialis* (photo by the authors)

5. *Didymella pinodella* (= *Phoma pinodella*)

Место отбора: Пушкинский район, Санкт-Петербург.

Был выделен в одном случае из образцов листьев картофеля, отобранных на этой территории. Литературные данные о выявлении ранее на пасленовых на территории России отсутствуют.

Колонии слегка войлочные, серовато-коричневые, позднее становятся черными, иногда делятся на сектора с обильными пикнидами и светло-желтым конидиальным экссудатом. Пикниды – от округлых до различной формы, диаметром 200–300 мкм. Конидии гиалиновые, в основном без перегородок, иногда с одной перегородкой, 4,5–8 (–10) × 2–3 мкм; в старых культурах иногда становятся желто-коричневыми (рис. 8). Хламидоспоры темно-коричневые, от сферических до неправильных, от гладких до шероховатых, терминальные или интеркалярные, образуются поодиночке или цепочками. Вид отмечен на *Pisum sativum*, *Trifolium pratense* и других представителях семейства Leguminosae.

Для определения видовой принадлежности полученных изолятов проводили выделение ДНК из мицелия и определяли нуклеотидную последовательность следующих участков генов: межгенного

генетических ресурсов НПО «Пушкин и Павловские лаборатории ВР». Частота выделения этого патогена с пораженных растений в среднем составила 25%.

На ПДА, колонии патогена росли в течение 3–7 дней, образуя серо-коричневую порошковую поверхность (рис. 4) и темную серую, с обратной стороны. В течение 10–20 дней, многочисленные сферические темные пикниды образовались на поверхности среды в колониях. Пикниды были различных размеров, 200–700 мкм в диаметре. Пикниды содержали одиночные пикноспоры от круглой до слегка вытянутой овальной формы, без перегородок, размером 4–6 мкм × 1,5–3,5 мкм.

3. *Boeremia exigua* var. *exigua*

Место отбора: посадочный материал картофеля в городском районе Люберцы, Московская область (А.Г. Лорхский федеральный научно-исследовательский центр картофеля).

Описание преобладающих симптомов на листьях. Этот патоген характеризуется pronounced organotrophic specialization; в большинстве случаев, вид был выделен из петиолей пораженных листьев и стеблей. Пятна вытянутые, темные, коричневые или бурые, без четких границ, нечеткие. Со временем, они становятся покрытыми пикнидами, сначала светлыми, затем темными или черными (рис. 5).

4. *Neosascochyta exitialis*

Место отбора: Пушкинский район, Санкт-Петербург.

Описание преобладающих симптомов на листьях. Пятна светлые, мелкие, многочисленные, с четкой окантовкой светлого коричневого цвета. В камере влажности

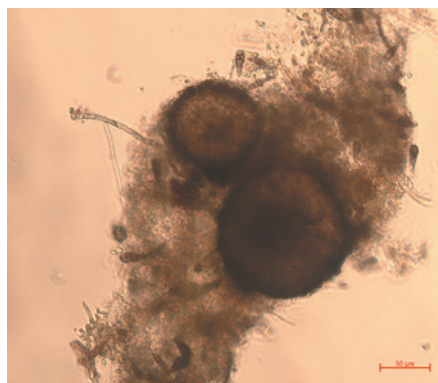


Рис. 7. Культурально-морфологические признаки *Neosascochyta exitialis* (фото авторов)

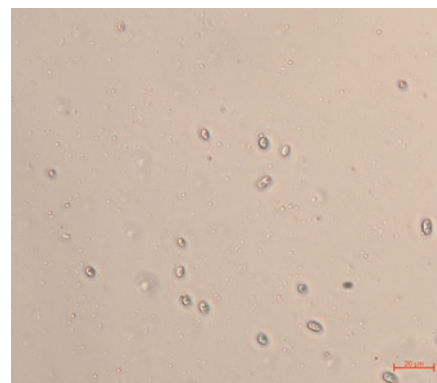
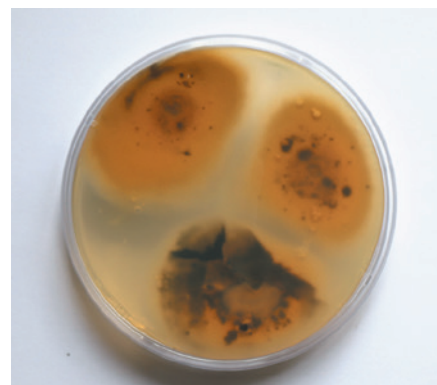


Fig. 7. Cultural and morphological characteristics of *Neosascochyta exitialis* (photos by the authors)

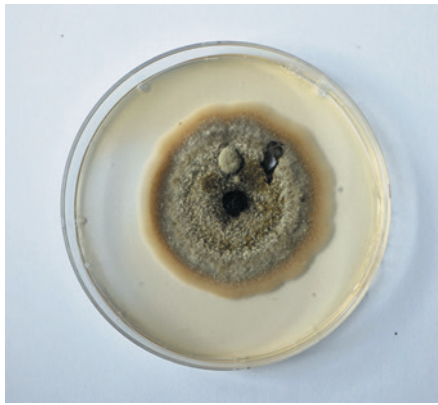


Рис. 8. Культуральные признаки *Didymella pinodella* (фото авторов)

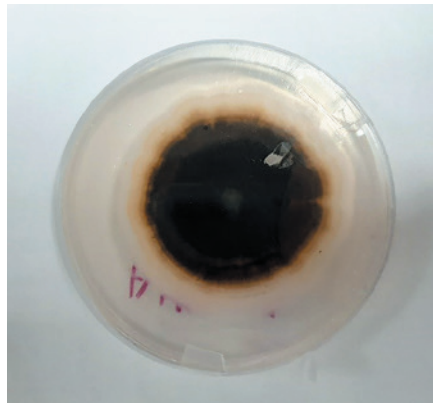


Fig. 8. Cultural characteristics of *Didymella pinodella* (photos by the authors)

спейсера (ITS) рДНК и β -тубулина (b-tub) грибной ДНК. Последовательности изучены у 20 штаммов, полученных из листьев картофеля.

Из проанализированных образцов для двух не оказалось гомологичных последовательностей в GenBank. Все оставшиеся последовательности были идентифицированы, проверены по гомологии с последовательностями из GenBank. Процент совпадений варьировал в пределах 96,26–100%. Результаты представлены в таблице 2.

Также нами были изучены симптомы проявления при искусственной инокуляции растений картофеля (листья и черешки) в лабораторных условиях изолятом *Stagonosporopsis andigena* (изolat CBS 101.80). На 5-й день после заражения на листьях образовались мелкие (чаще 2,0–2,5 мм, иногда до 10 мм в диаметре) коричневые концентрические, не вдавленные пятна (рис. 9). На более поздней стадии развития многочисленные мелкие

single dark brown or black pycnids are formed on necrotic tissue (Fig. 6).

In one case, the species *Neosascochyta exitialis* was isolated from the affected plants. We have defined it as an uncharacteristic potato pathogen. In the key guides it is noted on onion; among cereals – on oats, wheat, rye; no description on potatoes (Noordeloos et. al., 1993).

Colonies on PDA: moderate growth rate, diameter – 20–25 mm after 7 days, mycelium is flocculent, light gray, gray-olive along the edge; the reverse is white in the outer ring,

olive in the center. Conidia – from wide fusiform to cylindrical, slightly curved, smooth and thin-walled, hyaline, one-septal, 15.5–25 \times 4–7 μ m in size (Fig. 7).

5. *Didymella pinodella* (= *Phoma pinodella*)

Place of sampling: Pushkinsky district, St. Petersburg.

It was isolated in one case from samples of potato leaves taken in this area. No literary data on earlier detection on Solanaceae in Russia.

Colonies are slightly tomentose, grayish-brown, later turn black, sometimes divided into sectors with abundant pycnids and light-yellow conidial exudate. Pycnids – from rounded to various shapes, 200–300 μ m in diameter. Hyaline conidia, mostly without septa, sometimes with one septum, 4.5–8 (–10) \times 2–3 μ m; in old cultures they sometimes turn yellow-brown (Fig. 8). Chlamydospores are dark brown, spherical to irregular, smooth to rough, terminal or intercalary, singly or in chains. The species was recorded on *Pisum sativum*,

Таблица 2

Анализ нуклеотидных последовательностей образцов фомоидных грибов из пораженных листьев картофеля

Образец	Вид, с которым отмечена гомология в GenBank	Номер последовательности (ITS)	ITS		β -тубулин	
			Покрытие, %	Идентичность, %	Покрытие, %	Идентичность, %
Сорт Ночка	<i>Boeremia exigua</i> var. <i>exigua</i>	MK514090.1	100	100	100	99,71
Сорт Сокур	<i>Boeremia exigua</i> var. <i>pseudolilacis</i>	MK333929.1	100	100	100	98,94
<i>Solanum andigenum</i> (A 4417)	<i>Didymella pinodella</i>	MN853862.1	100	100	100	99,64
<i>Solanum andigenum</i> (244)	<i>Phoma herbarum</i>	LC5114997.1	100	99,73	100	100
<i>Solanum andigenum</i> (51)	<i>Neosascochyta exitialis</i>	VN446179.1	100	96,26		
<i>Solanum andigenum</i> (A4439)	<i>Boeremia foveata</i>	JQ804843.1	100	100	100	98,75

Table 2

Analysis of nucleotide sequences of samples of phomoid fungi from infected potato leaves

Sample	GenBank homology species	Sequence number (ITS)	ITS		β -tubulin	
			Coverage, %	Identity, %	Coverage, %	Identity, %
Nochka variety	<i>Boeremia exigua</i> var. <i>exigua</i>	MK514090.1	100	100	100	99.71
Sokur variety	<i>Boeremia exigua</i> var. <i>pseudolilacis</i>	MK333929.1	100	100	100	98.94
<i>Solanum andigenum</i> (A 4417)	<i>Didymella pinodella</i>	MN853862.1	100	100	100	99.64
<i>Solanum andigenum</i> (244)	<i>Phoma herbarum</i>	LC5114997.1	100	99.73	100	100
<i>Solanum andigenum</i> (51)	<i>Neoscochyta exitialis</i>	VN446179.1	100	96.26		
<i>Solanum andigenum</i> (A4439)	<i>Boeremia foveata</i>	JQ804843.1	100	100	100	98.75

повреждения сливались, ограничиваясь жилками. Листья полностью чернели, первоначально оставаясь прикрепленными к стеблю, позже они опадали. Возбудитель *S. andigena* вызывает пятнистость листьев, проявление которой сходно с альтернариозом картофеля, вызываемым видами *Alternaria solani*, *A. alternata*, фитофторозом картофеля *Phytophthora infestans*, септориозом *Septoria lycopersici* var. *malagutii*, фомозом картофеля *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Phoma* spp. (Вредные организмы, имеющие карантинное значение для Европы, 1996; EPPO, 2021; Pest categorisation of *Stagonosporopsis andigena*, 2018).



Рис. 9. Симптомы проявления на картофеле при искусственной инокуляции *Stagonosporopsis andigena* (фото авторов)

Fig. 9. Symptoms on potatoes with artificial inoculation *Stagonosporopsis andigena* (photo by the authors)

Trifolium pratense and other Leguminosae family representatives.

To determine the species of the obtained isolates, DNA was isolated from the mycelium and the nucleotide sequences of the following gene regions was determined: intergenic spacer (ITS) of rDNA and β -tubulin (b-tub) of fungal DNA. Sequences studied in 20 strains obtained from potato leaves.

Of the samples analyzed, two did not show homologous sequences in GenBank. All the rest sequences were identified, checked for homology with sequences from GenBank. The percentage of coincidences ranged from 96.26 to 100%. The results are presented in table 2.

We also studied the symptoms during artificial inoculation of potato plants (leaves and petioles) in laboratory conditions with the isolate of *Stagonosporopsis andigena* (isolate CBS 101.80). On the 5th day after infection, small (usually 2.0–2.5 mm, sometimes up to 10 mm in diameter) brown concentric, not depressed spots were formed on the leaves (Fig. 9). At a later stage of development, numerous small lesions coalesced, limited to veins. Leaves completely blackened, initially remaining attached to the stem, later they fell off. The agent *S. andigena* causes leaf spots, the manifestation of which is similar to early blight of potato caused by the species *Alternaria solani*, *A. alternata*, late blight of potatoes *Phytophthora infestans*, septoria leaf spot of potato *Septoria lycopersici* var. *malagutii*, dry rot of potato *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Phoma* spp. (Pests of quarantine importance for Europe, 1996; EPPO, 2021; Pest categorisation of *Stagonosporopsis andigena*, 2018).

When isolated in a pure culture on PDA, the colony along the edges is white, folded, the edge is uneven. The underside is black with a light pink edge. There is also a pink pigment in the center. Over time, the medium turns yellow due to the formation of crystals, which quickly dissolve in the medium. The mycelium is loose. Pycnids 125–200 μ m in diameter, immersed in

При выделении в чистую культуру на КГА колония по краям белая, складчатая, край неровный. Нижняя сторона черная со светло-розовым краем. В центре также присутствует розовый пигмент. Со временем среда окрашивается в желтый цвет из-за формирования кристаллов, которые быстро растворяются в среде. Мицелий рыхлый. Пикниды 125–200 мкм в диаметре, погружены в субстрат, сначала светлые, затем темнеют. Скорость роста колонии составляет 2,9 мм/сут.

На овсяном агаре (ОА) колония серая, светлеет от центра к краям, со складками, край колонии белый, ровный. Вокруг колонии замечен розовый пигмент. Нижняя сторона колонии серая с розовым краем. Мицелий рыхлый, прижатый. Кристаллы образуются редко, плохо заметны. Пикниды 125–200 мкм в диаметре, погружены в субстрат, под мицелием почти незаметны. Иногда по краям образуются заметные пикниды. Скорость роста колонии – 4,81 мм/сут.

На МЕА (Malt Extract Agar) колония белая, в центре светло-серая, складчатая, край колонии неровный. Нижняя сторона колонии черная с розовым краем. В центре присутствует розовый пигмент.

the substrate, first light, then darkening. Colony growth rate is 2.9 mm/day.

On oat agar (OA), the colony is gray, brightens from the center to the edges, with folds, the edge of the colony is white, even. Pink pigment is visible around the colony. The underside of the colony is gray with a pink edge. The mycelium is loose, compressed. Crystals are rarely formed, poorly visible. Pycnids 125–200 µm in diameter, immersed in the substrate, almost invisible under the mycelium. Sometimes noticeable pycnids form around the edges. Colony growth rate – 4.81 mm/day.

On MEA (Malt Extract Agar), the colony is white, light gray in the center, folded, the edge of the colony is uneven. The underside of the colony is black with a pink edge. There is a pink pigment in the center. The mycelium is felt, compressed. Pycnids are immersed in the substrate, solitary or densely grouped, 125–200 µm in diameter. Colony growth rate – 2.6 mm/day (Fig. 10, 11).

Conidia are colorless, of various shapes: oval, almost spherical, sometimes broadly cylindrical, sometimes narrower in the middle, also may be with oil droplets. Conidia can be divided into two groups: small – 6.41–7.58 x 3.20–4.33 µm (average

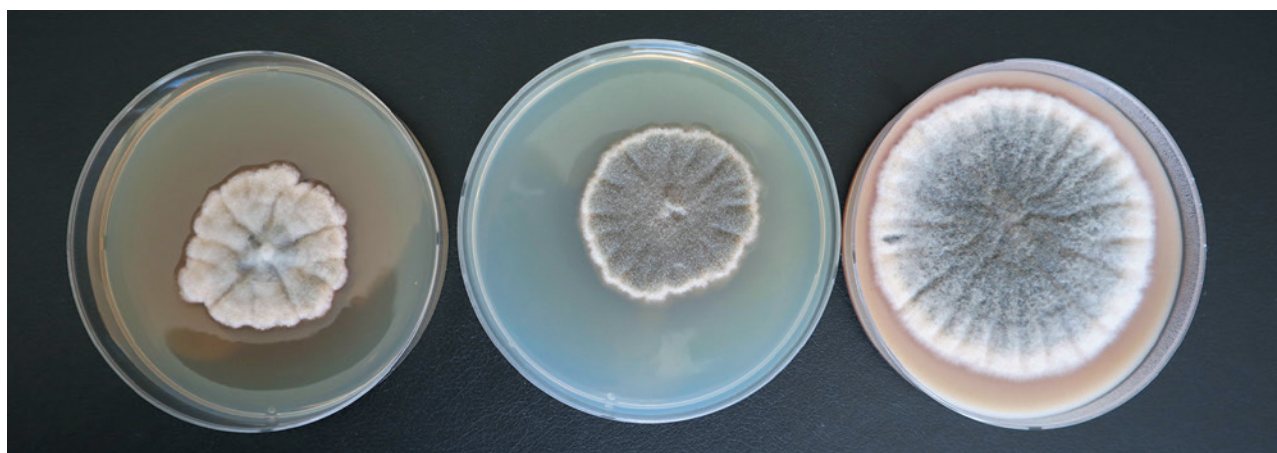


Рис. 10. Колонии *Stagonosporopsis andigena* на МЕА, КГА, ОА, аверс (фото авторов)

Fig. 10. Colonies of *Stagonosporopsis andigena* on MEA, PDA, OA, respectively; obverse (photo by the authors)

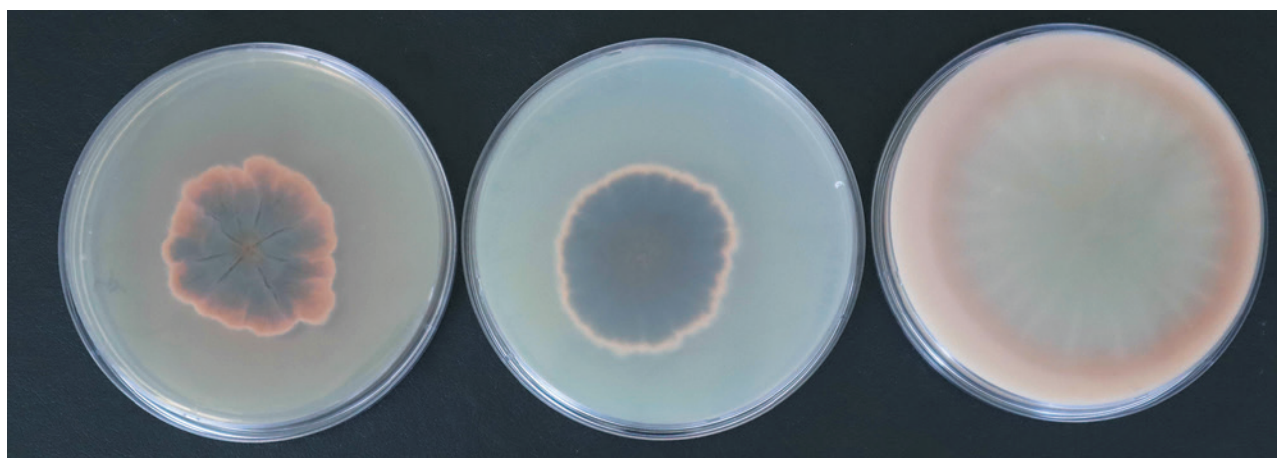


Рис. 11. Колонии *Stagonosporopsis andigena* на МЕА, КГА, ОА, реверс (фото авторов)

Fig. 11. Colonies of *Stagonosporopsis andigena* on MEA, PDA, OA, respectively; reverse (photo by the authors)

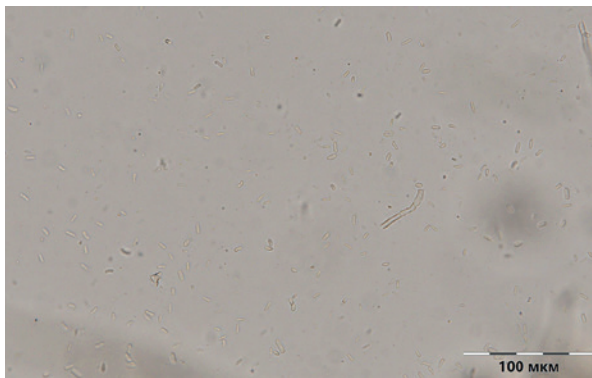


Рис. 12. Пикноспоры *Stagonosporopsis andigena* (фото авторов)

Fig. 12. Pycnosporangia of *Stagonosporopsis andigena* (photo by the authors)

Мицелий войлочный, прижатый. Пикниды погружены в субстрат, одиночные или плотно сгруппированные, 125–200 мкм в диаметре. Скорость роста колонии – 2,6 мм/сут (рис. 10, 11).

Конидии бесцветные, различной формы: овальные, почти шаровидные, иногда широко цилиндрические, иногда более узкие в середине, а также могут быть с каплями масла. Конидии можно разделить на две группы: мелкие – 6,41–7,58 x 3,20–4,33 мкм (в среднем 7,12 x 3,57 мкм) и более крупные – 7,99–11,78 x 3,06–4,96 мкм (в среднем 9,03 x 3,75 мкм) (рис. 12, 13).

Наряду с фомоидными грибами на всех отобранных образцах с симптомами листовой пятнистости в большинстве случаев присутствовал комплекс патогенов. Доминирующее положение в 80% исследуемых образцов, отобранных в Московской области, занимали виды рода *Alternaria*. Представитель крупноспоровых видов *A. solani* был выявлен в одном случае на картофеле сорта Ночка. Мелкоспоровые виды, объединенные в секцию *A. alternata*, были выделены практически во всех исследуемых образцах, исключение составили сорта Калибр, Сиверский, Дебют, Корчма, Кумач. Поражение картофеля *A. solani* вызывает появление крупных угловато-округлых бурых пятен с четко выраженной концентрической зональностью или мелких коричневых пятен неправильной формы со слабой зональностью по краю листа. При сильной степени поражения листья полностью засыхали (Гомжина, Ганнибал, 2017).

В единичных случаях нами было отмечено поражение видом *Colletotrichum coccodes* (Wallroth) S.J. Hughes. На зараженных растениях отмечались мокрые пятна, которые со временем изменяли цвет от темно-бурого до черного. Пораженные растения иногда проявляли устойчивые симптомы увядания, листья нижнего и среднего ярусов имели хлоротичную окраску (Farley, 1976).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что симптоматика поражения вегетирующего картофеля пикнидиальными грибами в целом имеет схожий характер проявления. Установлено, что сопутствующие патогены могут маскировать выраженные симптомы целевого возбудителя и в зависимости от преобладающего вида признаки поражения могут варьировать.

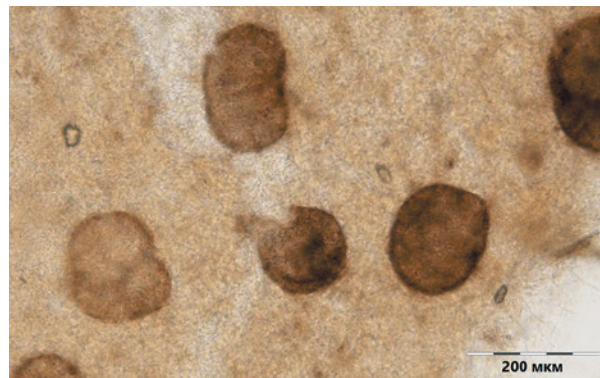


Рис. 13. Пикниды *Stagonosporopsis andigena* (фото авторов)

Fig. 13. Pycnidia of *Stagonosporopsis andigena* (photo by the authors)

7.12 x 3.57 μm) and larger – 7.99–11.78 x 3.06–4.96 μm (average 9.03 x 3.75 μm) (Fig. 12, 13).

Along with phomoid fungi, all the samples with leaf spot symptoms in most cases contained a complex of pathogens. Species of the genus *Alternaria* prevailed in 80% of the samples taken in Moscow Oblast. Representative of large spore species, *A. solani*, was detected in one case on Nochka potato variety. Small-spore species combined into a section *A. alternata*, were isolated in almost all the studied samples, with the exception of the varieties Kalibr, Siversky, Debut, Korchma, Kumach. The infestation of potato by *A. solani* causes the large angular-rounded brown spots with clearly expressed concentric zoning or small brown spots of irregular shape with weak zoning along the edge of the leaf. With a strong degree of damage, the leaves completely dried up (Gomzhina, Gannibal, 2017).

In a few cases, the infestation by the species *Colletotrichum coccodes* (Wallroth) S.J. Hughes was recorded. Infected plants showed wet spots that changed color from dark brown to black over time. Affected plants sometimes showed persistent symptoms of wilting; the leaves of the lower and middle layers were chlorotic (Farley, 1976).

CONCLUSION

The conducted research has shown that the symptomatology of growing potato infestation by pycnidial fungi generally has a similar manifestation pattern. It has been established that concomitant pathogens can conceal the pronounced symptoms of the target pathogen and, depending on the predominant species, the signs of damage can vary.

Of the non-pycnidial fungi, a complex of species of representatives *Alternaria*, *Cladosporium*, *Stemphylium* was mostly identified. The obtained results of studying the species composition of phomoid fungi show a wide range of micromycetes associated with leaf spots of potato (*Didymella pinodella* (= *Phoma pinodella*), *Phoma* sp., *Phoma herbarum*, *Boeremia* sp., *Boeremia foveata*, *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Neosascochyta exitialis*). The latter must be taken into account when developing methods for the species identification of quarantine objects on potatoes and assessing the selectivity and specificity of the proposed techniques.

Из непикинидальных грибов наиболее часто в исследуемых образцах идентифицировали комплекс видов представителей *Alternaria*, *Cladosporium*, *Stemphylium*. Полученные результаты изучения видового состава фомоидных грибов показывают широкий спектр микромицетов, связанных с листовыми пятнистостями листьев картофеля (*Didymella pinodella* (= *Phoma pinodella*), *Phoma* sp., *Phoma herbarum*, *Boeremia* sp., *Boeremia foveata*, *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Neosascochyta exitialis*). Последнее необходимо учитывать при разработке методов видовой идентификации карантинных объектов на картофеле и оценке селективности и специфичности предлагаемых методов.

В результате проведенных исследований были определены неспецифичные для картофеля патогены *Didymella pinodella* (= *Phoma pinodella*), *Neosascochyta exitialis*. Впервые проведено изучение и описание культуральных признаков возбудителя черного ожога картофеля на разных питательных средах.

На пораженных листьях картофеля также были идентифицированы виды *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium herbarum*, *Didymella pinodella* (= *Phoma pinodella*), *Colletotrichum coccodes*, *Aureobasidium pullulans*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium oxysporum*, *Microsphaeropsis* sp., *Neosascochyta exitialis*, *Epicoccum nigrum*, *Phoma* sp., *Phoma herbarum*, *Boeremia* sp., *Boeremia foveata*, *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Phytophthora infestans*. Все выделенные изоляты были депонированы в микологическую коллекцию ФГБУ «ВНИИКР».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вредные организмы, имеющие карантинное значение для Европы. – М.: Колос, 1996, 912 с.
2. Гомжина М., Ганнибал Ф., 2017. Современная систематика грибов рода *Phoma sensu lato*. – Микология и фитопатология, № 51 (5): 268–275.
3. Заверткина И. Биологические особенности сибирской популяции *Phoma exigua* var. *foveata* и совершенствование системы защиты картофеля от фомоза: автореф. дис. ...канд. биол. наук. – Кинель, 2007, 19 с.
4. Пидопличко Н. Грибы – паразиты культурных растений. Грибы несовершенные. Определитель. Т 2. – Киев: Наукова думка, 1977, 290 с.
5. Пилипова Ю., Шалдыаева Е., 2019. Мониторинг вредных организмов как основа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем картофеля. – Инновации и продовольственная безопасность, № 1: 42–50.
6. Семенов А.Я., Абрамова Л., Хохряков М. Определитель паразитных грибов на плодах и семенах культурных растений – Л.: Колос, 1980, 302 с.
7. Aveskamp M., Gruyter H., Woudenberg J., Verkley G., Crous P., 2010. Highlights of the Didymellaceae: A polyphasic approach to characterise *Phoma* and related pleosporalean genera. – Stud. Mycology, Vol. 65: 1–64.
8. Boerema G., de Gruyter J., Noordeloos M., Hamers M. *Phoma* identification manual: differentiation of specific and infra-specific taxa in culture. – CABI Publishing, 2004, 470 p.
9. Chen Q., Hou L., Duan W., Crous P., Cai L., 2017. Didymellaceae revisited. – Studies in Mycology, Vol. 87: 105–159.
10. Chen Q., Zhang K., Zhang G., 2015. A polyphasic approach to characterise two novel species of *Phoma* (Didymellaceae) from China. – Phytotaxa, № 197: 267–281.

As a result of the studies carried out, pathogens non-specific for potatoes were identified: *Didymella pinodella* (= *Phoma pinodella*), *Neosascochyta exitialis*. For the first time, the study and description of the cultural characteristics of the causative agent of black blight of potato on different nutrient media was carried out.

On affected potato leaves, there were also identified the species *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium herbarum*, *Didymella pinodella* (= *Phoma pinodella*), *Colletotrichum coccodes*, *Aureobasidium pullulans*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium oxysporum*, *Microsphaeropsis* sp., *Neosascochyta exitialis*, *Epicoccum nigrum*, *Phoma* sp., *Phoma herbarum*, *Boeremia* sp., *Boeremia foveata*, *Boeremia exigua* var. *exigua*, *Phytophthora infestans*. All extracted isolates were deposited in the mycological collection of the FGBU “VNIICR”.

REFERENCES

1. Pests of quarantine importance for Europe [Vrednyye organizmy, imeyushchiye karantinnoye znachenie dlya Yevropy]. M.: Kolos, 1996, 912 pp. (in Russian).
2. Gomzhina M., Hannibal F. Modern systematics of the genus *Phoma sensu lato* [Sovremennaya sistematika gribov roda *Phoma sensu lato*]. *Mycology and phytopathology*, 2017; 51 (5): 268–275 (in Russian).
3. Zavertkina I. Biological features of the Siberian population *Phoma exigua* var. *foveata* and improvement of the system of protection of potatoes against phomosis [Biologicheskiye osobennosti sibirskoy populatsii *Phoma exigua* var. *foveata* i sovershenstvovaniye sistemy zashchity kartofelya ot fomoza]: extended abstract of Cand. Biol. Sci. Dissertation. Kinel, 2007: 19 (in Russian).
4. Pidoplichko N. Fungi – parasites of cultivated plants [Griby – parazity kulturnykh rasteniy]. Imperfect Fungi. Identification Key. V 2. Kiev, Naukova dumka, 1977; 290 pp. (in Russian).
5. Pilipova Y., Shaldyaeva E. Monitoring of harmful organisms as the basis of phytosanitary optimization of agroecosystems potatoes [Monitoring vrednykh organizmov kak osnova fitosanitarney optimizatsii agroekosistem kartofelya]. *Innovation and food security*, 2019; 1: 42–50 (in Russian).
6. Semenov A.Ya., Abramova L., Khokhryakov M. Identification keys to parasitic fungi on fruits and seeds of cultivated plants [Opredelitel parazitnykh gribov na plodakh i semenakh kulturnykh rasteniy] L. Kolos, 1980; 302 pp. (in Russian).
7. Aveskamp M., Gruyter H., Woudenberg J., Verkley G., Crous P. Highlights of the Didymellaceae: A polyphasic approach to characterise *Phoma* and related pleosporalean genera. *Studies in Mycology*, 2010; 65: 1–64.
8. Boerema G., de Gruyter J., Noordeloos M., Hamers M. *Phoma* identification manual: differentiation of specific and infra-specific taxa in culture. CABI Publishing, 2004, 470 p.
9. Chen Q., Hou L., Duan W., Crous P., Cai L. Didymellaceae revisited. *Studies in Mycology*, 2017; 87: 105–159.
10. Chen Q., Zhang K., Zhang G. A polyphasic approach to characterise two novel species of *Phoma* (Didymellaceae) from China. *Phytotaxa*, 2015; 197: 267–281.

11. De Gruyter J., 2012. Revised taxonomy of *Phoma* and allied genera. <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/429756>.
12. De Gruyter J., van Gent-Pelzer M., Woudenberg J., van Rijswijk P., Meekes E., Crous P., Bonants P., 2012. The development of a validated real-time (TaqMan) PCR for detection of *Stagonosporopsis andigena* and *S. crystal-liniformis* in infected leaves of potato and tomato. – *European Journal of Plant Pathology*, № 134: 301–313.
13. Farley J.D., 1976. Survival of *Colletotrichum coc-codes* in soil. – *Phytopathology*, Vol. 66: 640–641.
14. Noordeloos M., de Gruyter J., van Eijk G., Roeij-mans H., 1993. Production of dendritic crystals in pure cultures of *Phoma* and *Ascochyta* and its value as a taxo-nomic character relative to morphology, pathology and cultural characteristics. – *Mycol. Res.*, № 97: 1343–1350.
15. Pest categorisation of *Stagonosporopsis andige-na*. 2018. – *EFSA Journal*, 16 (10): 5441.
16. Food and Agriculture Organization (FAO). – URL: <http://www.fao.org/home/ru/> (дата обращения: 01.07.2021).
17. CABI Plantwise, 2021. – URL: <https://www.plantwise.org> (дата обращения: 15.06.2021).
18. EPPO, 2021. EPPO Global Database. – URL: <https://gd.eppo.int> (дата обращения: 01.05.2021).
19. Indexfungorum, 2021. – URL: <https://www.indexfungorum.org> (дата обращения: 01.06.2021).
20. Groenewald J., Nakashima C., Nishikawa J., Shin H., Park J., Jama A., 2013. Species concepts in *Cer-cospora*: spotting the weeds among the roses. – *Studies in Mycology*, 75: 115–170.
21. Mycobank, 2021. MYCOBANK Database. – URL: <https://www.mycobank.org> (дата обращения: 15.06.2021).
22. White T., Bruns T., Lee S., Taylor J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. – In book: *PCR Proto-cols: A Guide to Methods and Applications*. – Academic Press, San Diego (US): 315–322.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Копина Мария Борисовна, кандидат сельско-хозяйственных наук, старший научный сотруд-ник – начальник научно-методического отдела микологии и гельминтологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; *ORCID 0000-0002-1613-1764*, *e-mail: kopina.mariya@vniikr.ru*.

Уварова Дарья Анатольевна, младший науч-ный сотрудник научного отдела молекулярно-гене-тических методов диагностики ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; *e-mail: darya.uvarova.93@mail.ru*.

Шухин Дмитрий Игоревич, младший на-учный сотрудник научно-методического отдела микологии и гельминтологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; *e-mail: dmitriq.shukhin@gmail.com*.

Горлова Любовь Михайловна, студент-ма-гистрант биологического факультета ФГБОУ ВО «СПбГУ», г. Санкт-Петербург, Россия; *e-mail: lubowgorlova@gmail.com*.

Чалая Надежда Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела генетических ресурсов карто-феля ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова», г. Санкт-Петербург, Россия; *e-mail: n.chalaya@vir.nw.ru*.

11. De Gruyter J. Revised taxonomy of *Phoma* and allied genera. 2012. <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/429756>.

12. De Gruyter J., van Gent-Pelzer M., Wouden-berg J., van Rijswijk P., Meekes E., Crous P., Bonants P. The development of a validated real-time (TaqMan) PCR for detection of *Stagonosporopsis andigena* and *S. crystal-liniformis* in infected leaves of potato and tomato. *Eu-ropean Journal of Plant Pathology*, 2012; 134: 301–313.

13. Farley J.D. Survival of *Colletotrichum coc-codes* in soil. *Phytopathology*, 1976; 66: 640–641.

14. Noordeloos M., de Gruyter J., van Eijk G., Roeij-mans H. Production of dendritic crystals in pure cultures of *Phoma* and *Ascochyta* and its value as a taxonomic character relative to morphology, patho-logy and cultural characteristics. *Mycol. Res.*, 1993; 97: 1343–1350.

15. Pest categorisation of *Stagonosporopsis andige-na*. *EFSA Journal*, 2018; 16 (10): 5441.

16. Food and Agriculture Organization (FAO). URL: <http://www.fao.org/home/ru/> (last accessed: 01.07.2021).

17. CABI Plantwise, 2021. URL: <https://www.plantwise.org> (last accessed: 15.06.2021).

18. EPPO, 2021. EPPO Global Database. URL: <https://gd.eppo.int> (last accessed: 01.05.2021).

19. Indexfungorum, 2021. URL: <https://www.indexfungorum.org> (last accessed: 01.06.2021).

20. Groenewald J., Nakashima C., Nishikawa J., Shin H., Park J., Jama A. Species concepts in *Cercospora*: spotting the weeds among the roses. *Studies in My-cology*, 2013; 75: 115–170.

21. Mycobank, 2021. MYCOBANK Database. URL: <https://www.mycobank.org> (last accessed: 15.06.2021).

22. White T., Bruns T., Lee S., Taylor J. Ampli-fication and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In book: *PCR Proto-cols: A Guide to Methods and Applications*. Academic Press, San Diego (US). 1990; 315–322.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maria Kopina, PhD in agricultural sciences, se-nior researcher, head of the Scientific and Methodo-logical Department for Mycology and Helminthology, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *ORCID 0000-0002-1613-1764*, *e-mail: kopina.mariya@vniikr.ru*.

Daria Uvarova, junior researcher, Research De-partment for Molecular Genetic Methods of Diagnosis, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *e-mail: darya.uvarova.93@mail.ru*.

Dmitry Shukhin, junior researcher, Scientific and Methodological Department for Mycology and Helmin-thology, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *e-mail: dmitriq.shukhin@gmail.com*.

Lyubov Gorlova, MS student, Biology Department, FGBOU VO “SPbGU”, Saint Petersburg, Russia; *e-mail: lubowgorlova@gmail.com*.

Nadezhda Chalaya, PhD in agricultural sciences, senior researcher, Department of Potato Genetic Re-sources, Federal Research Center “N. I. Vavilov All-Rus-sian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)”, Russia, St. Petersburg, Russia; *e-mail: n.chalaya@vir.nw.ru*.