

Научная статья/Research Article

УДК 632.4

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-106-113

Сергей Витальевич Хижняк¹, Софья Владимировна Овсянкина²✉,

Андрей Андреевич Чураков³

^{1,2,3}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹skhizhnyak@yandex.ru

²sofi-kras@mail.ru

³andchurakov@gmail.com

ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ О ВЫЗЫВАЕМОЙ *GEOTRICHUM CANDIDUM* РЕЗИНОВОЙ ГНИЛИ КАРТОФЕЛЯ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Цель исследования – идентификация возбудителей гнили неизвестной этиологии, поразившей в 2022 г. клубни картофеля, импортированного из Астраханской области, а также картофеля, произведенного в Минусинском районе Красноярского края. В обоих случаях причиной гнили оказался возбудитель резиновой гнили картофеля гриб *Geotrichum candidum* Link, относящийся к царству Fungi, отделу Ascomycota, классу Saccharomycetes, порядку Saccharomycetales, семейству Dipodascaceae, роду *Geotrichum*. Это является первым случаем идентификации данного фитопатогена на картофеле в Красноярском крае. Согласно литературным данным, даже слабо пораженные резиновой гнилью посадочные клубни ведут к снижению урожая на 20–30 % и к 15 % потерям урожая в период хранения. Гриб размножается с помощью прямоугольных (реже – круглых) артроспор размером 5,0–12,6 × 3,0–5,5 мкм, которые в модельных экспериментах при температуре 25 ± 1 °С формируются через 13–14 ч после искусственного заражения ткани клубней. В связи с тем, что вызываемые *G. candidum* симптомы на клубнях картофеля сходны с симптомами, вызываемыми рядом других фитопатогенных грибов, для надежной диагностики возбудителя следует использовать биологический метод. В качестве диагностического признака мы рекомендуем использовать образование артроспор *G. candidum* на пораженных тканях *in situ* либо после 14–24 ч инкубирования во влажной камере, а также прорастание артроспор мицелием с характерным дихотомическим ветвлением отдельных гиф и с быстрой фрагментацией гиф на артроспоры.

Ключевые слова: резиновая гниль картофеля, *Geotrichum candidum*, Красноярский край

Для цитирования: Хижняк С.В., Овсянкина С.В., Чураков А.А. Первое сообщение о вызываемой *Geotrichum candidum* резиновой гнили картофеля в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10. С. 106–113. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-106-113.

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в рамках темы «Разработка биопрепарата комплексного действия для защиты и стимулирования роста картофеля в технологиях производства органической сельскохозяйственной продукции».

Sergey Vitalievich Khizhnyak¹, Sofya Vladimirovna Ovsyankina²✉, Andrey Andreevich Churakov³

^{1,2,3}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹skhizhnyak@yandex.ru

²sofi-kras@mail.ru

³andchurakov@gmail.com

FIRST REPORT OF RUBBERY ROT OF POTATO CAUSED BY *GEOTRICHUM CANDIDUM* IN THE KRASNOYARSK REGION

The purpose of the study is to identify pathogens of rot of unknown etiology that affected potato tubers imported from the Astrakhan Region in 2022, as well as potatoes produced in the Minusinsk District of the Krasnoyarsk Region. In both cases, the cause of the rot was the causative agent of potato rubbery rot, the fungus *Geotrichum candidum* Link, belonging to the kingdom Fungi, division Ascomycota, class Saccharomycetes, order Saccharomycetales, family Dipodascaceae, genus *Geotrichum*. This is the first case of identification of this phytopathogen on potatoes in the Krasnoyarsk Region. According to literature data, even planting tubers slightly affected by rubbery rot lead to a 20–30 % reduction in yield and 15 % yield loss during storage. The fungus reproduces using rectangular (less often round) arthrospores measuring $5.0\text{--}12.6 \times 3.0\text{--}5.5 \mu\text{m}$, which in model experiments at a temperature of $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ are formed 13–14 hours after artificial infection of the tissue tubers. Due to the fact that the symptoms caused by *G. candidum* on potato tubers are similar to the symptoms caused by a number of other phytopathogenic fungi, a biological method should be used to reliably diagnose the pathogen. As a diagnostic sign, we recommend using the formation of arthrospores of *G. candidum* on the affected tissues *in situ* or after 14–24 hours of incubation in a humid chamber, as well as the germination of arthrospores by mycelium with characteristic dichotomous branching of individual hyphae and rapid fragmentation of hyphae into arthrospores.

Keywords: rubbery rot of potatoes, *Geotrichum candidum*, Krasnoyarsk Region

For citation: Khizhnyak S.V., Ovsyankina S.V., Churakov A.A. First report of rubbery rot of potato caused by *Geotrichum candidum* in the Krasnoyarsk Region // Bulliten KrasSAU. 2023;(10): 106–113. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-106-113.

Acknowledgments: the work has been carried out with the financial support of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation within the framework of the project "Development of a biopreparation of complex action to protect and stimulate the growth of potatoes in technologies for the production of organic agricultural products".

Введение. Резиновая гниль картофеля – это заболевание, вызываемое грибом *Geotrichum candidum* Link, относящимся к царству Fungi, отделу Ascomycota, классу Saccharomycetes, порядку Saccharomycetales, семейству Dipodascaceae, роду *Geotrichum*. Согласно литературным данным, заболевание впервые было выявлено в Великобритании в 1948 г., а первые серьезные потери урожая зафиксированы в 1967–1968 гг. Заболевание поражает клубни, которые приобретают влажную, дряблую и «резиноподобную» консистенцию, при этом симптомы похожи на симптомы гнилей, вызываемых *Phytophthora erythroseptica* и видами р. *Pythium* [1]. Заражение картофельных клубней происходит либо через почву благодаря проникновению возбудителя через устьица, чечевички и механические повреждения клубня, либо при контакте с инфицированными клубнями при хранении. Заражение вегетирующих растений происходит при использовании инфицированного посадочного материала. Отмечается, что даже слабо пораженные резиновой гнилью посадочные клубни ведут к снижению урожая на 20–30 % и к 15 % потерям урожая в период хранения [2]. До недавнего времени резиновая гниль картофеля считалась

лишь потенциально опасным и малораспространенным заболеванием, однако в последние 10–15 лет она получила распространение в Нижегородской, в Челябинской, Брянской, Ростовской и Тюменской областях [2].

Ускоренное распространение резиновой гнили отмечается и в других странах. Так, в 2020 г. резиновая гниль картофеля была впервые обнаружена в США в штате Айдахо [3], а в 2022 г. заболевание уже отмечалось в штате Мичиган [4]. Дополнительную угрозу представляет наметившееся расширение круга поражаемых *G. Candidum* сельскохозяйственных растений. Так, в 2019 г. появилось первое сообщение о вызываемой данным фитопатогеном послеуборочной гнили моркови в Пакистане [5]. В 2020 г. отмечен первый случай вызываемой *G. candidum* гнили дыни [6]. В 2021 г. опубликовано первое сообщение о гнили персиков в Китае, возбудителем которой явился *G. candidum* [7]. В прошлом году было обнаружено поражение данным возбудителем сахарной свеклы в штатах Вайоминг и Мичиган, США [8]. Таким образом, можно констатировать, что *G. candidum* в последние годы превратился в опасного фитопатогена, быстро распространяющегося в

географическом плане и расширяющего спектр поражаемых сельскохозяйственных растений.

Настоящая публикация посвящена первому случаю идентификации *G. candidum* в качестве возбудителя резиновой гнили картофеля в Красноярском крае.

Цель исследования – идентификация возбудителей гнили неизвестной этиологии, пораженной в 2022 г. клубни картофеля, импортированного из Астраханской области, а также картофеля, произведенного в Минусинском районе Красноярского края.

Объекты и методы. Объектами исследования служили две партии клубней картофеля, пораженных гнилью неизвестной этиологии. Образцы клубней из первой партии были предоставлены специалистами ФГБУ «Красноярский референтный центр Россельхознадзора» в августе 2022 г., образцы клубней из второй партии – специалистом Красноярского представительства Щелково Агрохим в декабре 2022 г. Первая партия картофеля импортирована из Астраханской области, вторая произведена в одном из картофелеводческих хозяйств Минусинского района Красноярского края; информация об импортерах и производителях не приводится по соображениям сохранения коммерческой тайны. Идентификацию возбудителя проводили сочетанием микроскопии смывов с поверхности пораженных клубней, выявления возбудителя методом влажной камеры и выде-

ления возбудителя из пораженных клубней в чистую культуру на агаризованную питательную среду с последующим изучением культурально-морфологических свойств. В качестве питательной среды использовали среду № 2 ГРМ (Сабуро) производства ФБУН ГНЦ ПМБ, дополненную антибиотиком ципрофлоксацин (5 мг/л) для предотвращения бактериального роста. Микрофотографирование выполняли с помощью микроскопа Микмед 6 вар. 3, оснащенного цифровой камерой DCM-130E. Проверку способности выделенного из клубней возбудителя к инфицированию картофельных тканей проводили путем инокуляции картофельных дисков диаметром 5 мм и весом 0,10–0,12 г суспензией артростор с последующим инкубированием во влажной камере при температуре 25 ± 1 °С. Для проверки использовали изолят, выделенный из клубней, произведенных в Минусинском районе.

Результаты и их обсуждение. По совокупности культурально-морфологических признаков возбудитель гнили клубней в обеих партиях картофеля идентифицирован как *Geotrichum candidum* Link (1809). Характерной особенностью пораженных клубней является интенсивное образование артростор *G. candidum* в виде белого налета на поверхности пораженных тканей (рис. 1, 2).

Внешний вид цепочек артростор на поверхности пораженных клубней при малом увеличении микроскопа (объектив 20×) показан на рисунке 3.

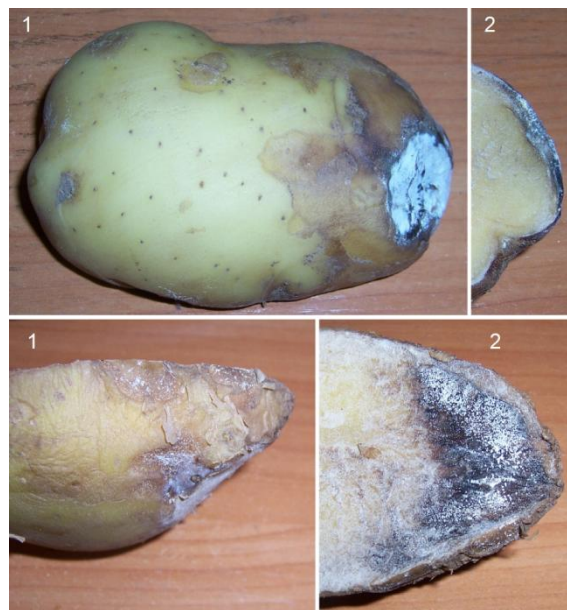


Рис. 1. Внешний вид клубней картофеля, пораженных резиновой гнилью: сверху – клубень с умеренным поражением, внизу – клубень с сильным поражением; 1 – вид с внешней поверхности; 2 – вид в разрезе; белый налет на клубне представляет собой спороношение *G. candidum*



Рис. 2. Артроспоры *G. candidum* в смыве с поверхности пораженного клубня: стрелкой показана нераспавшаяся цепочка артроспор; длина масштабной полоски 10 мкм

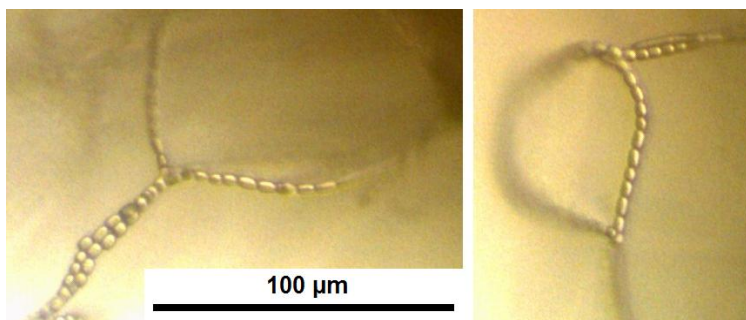


Рис. 3. Цепочки артроспор *G. candidum* на поверхности пораженного клубня; длина масштабной полоски 100 мкм

После инкубирования препаратов со смывами с клубней артроспорами во влажной камере в течение суток в аэробных условиях при температуре 25 ± 1 °С артроспоры прорастают ко-

роткими гифами, которые, в свою очередь, фрагментируются с образованием новых артроспор (рис. 4).

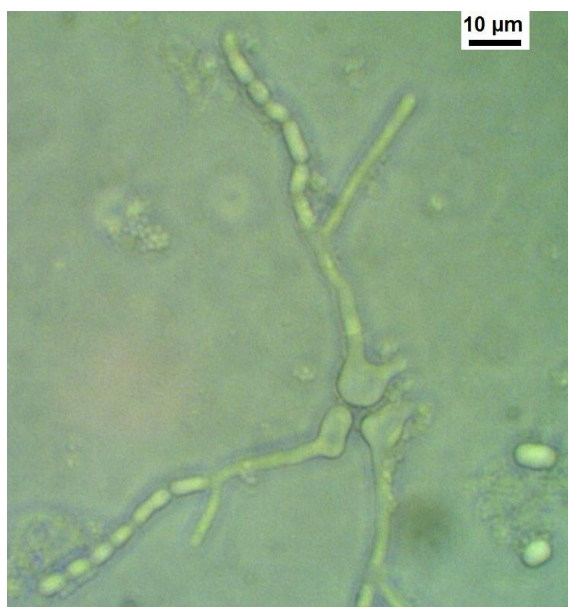


Рис. 4. Прорастание артроспор *G. candidum* с образованием новых артроспор в смыве с поверхности пораженного клубня после 24 ч инкубирования во влажной камере

Это происходит за счет остаточных количеств питательных веществ в смыве и может быть использовано в качестве дополнительного диагностического признака при идентификации *G. candidum* без выделения возбудителя в чистую культуру.

На питательной среде № 2 ГРМ (Сабуро) гриб образует белые колонии, отчасти напоминающие колонии грибов р. *Fusarium*, но более плотные и с существенно менее развитым воздушным мицелием (рис. 5).



Рис. 5. Колонии *G. candidum* на среде № 2 ГРМ (Сабуро) в сравнении с колониями грибов р. *Fusarium*: 1 – *G. candidum*, 2 – *Fusarium* sp.

Массовое прорастание артростпор на среде № 2 ГРМ (Сабуро) при 25 ± 1 °С происходит через 4 ч (рис. 6). Субстратный мицелий развитый, септированный, склонный к дихотомическому ветвлению (рис. 7). Воздушный мицелий

начинает формироваться через 7 ч после посева, образование артростпор на воздушных гифах – через 15–16 ч после посева. Несколько позже артростпоры начинают формироваться на субстратном мицелии (рис. 8).

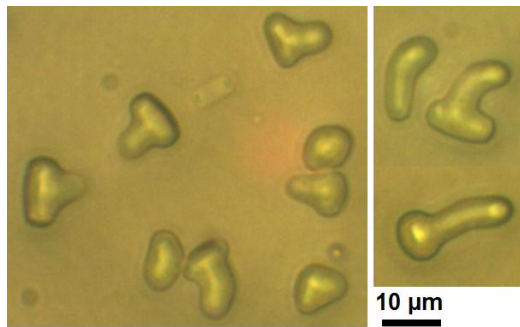


Рис. 6. Прорастание артростпор *G. candidum* на среде № 2 ГРМ (Сабуро) через 4 часа инкубирования; длина масштабной полоски – 10 мкм

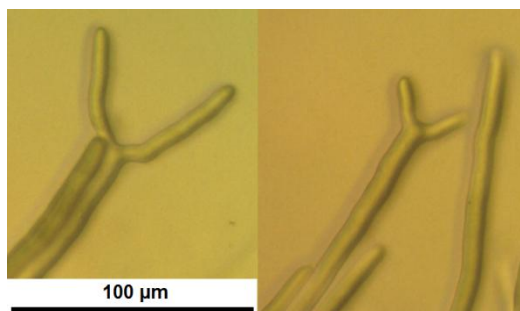


Рис. 7. Примеры дихотомического ветвления мицелия *G. candidum*; длина масштабной полоски – 100 мкм



Рис. 8. Формирование артроспор на субстратном мицелии *G. candidum*; длина масштабной полоски – 10 мкм

Толщина гиф субстратного мицелия варьирует в широких пределах, от 4,3 до 9,8 мкм (см. рис. 8).

Артроспоры прямоугольные, бочкообразные, реже – круглые, размером 5,0–12,6 × 3,0–5,5 мкм. Наряду с артроспорами могут формироваться более крупные хламидоспоры овальной либо грушевидной формы (рис. 9).

При инокуляции картофельных дисков суспензией артроспор гриб быстро колонизирует диск и начинает формировать воздушный мицелий с массовым образованием дочерних артроспор уже через 13–14 ч инкубирования во влажной камере при температуре 25 ± 1 °C (рис. 10).

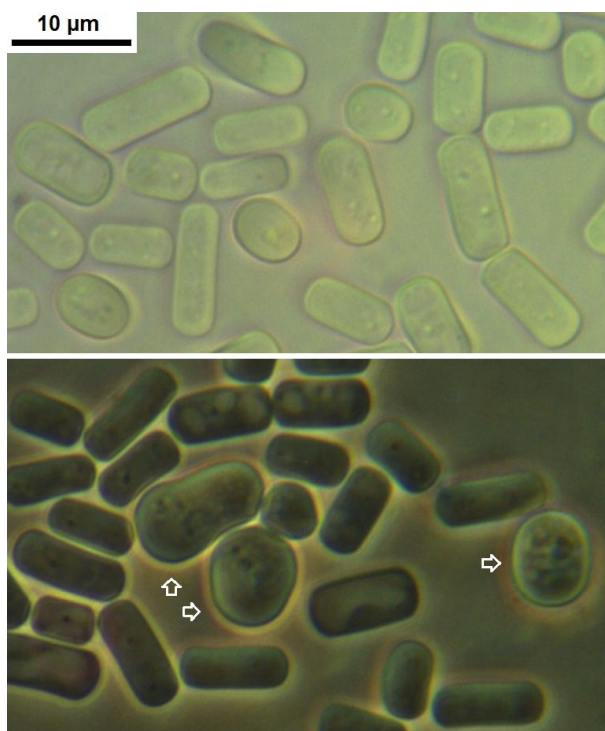


Рис. 9. Артроспоры и хламидоспоры *G. candidum*; верхняя микрофотография – светопольная микроскопия, нижняя микрофотография – фазово-контрастная микроскопия; хламидоспоры показаны стрелками; длина масштабной полоски – 10 мкм

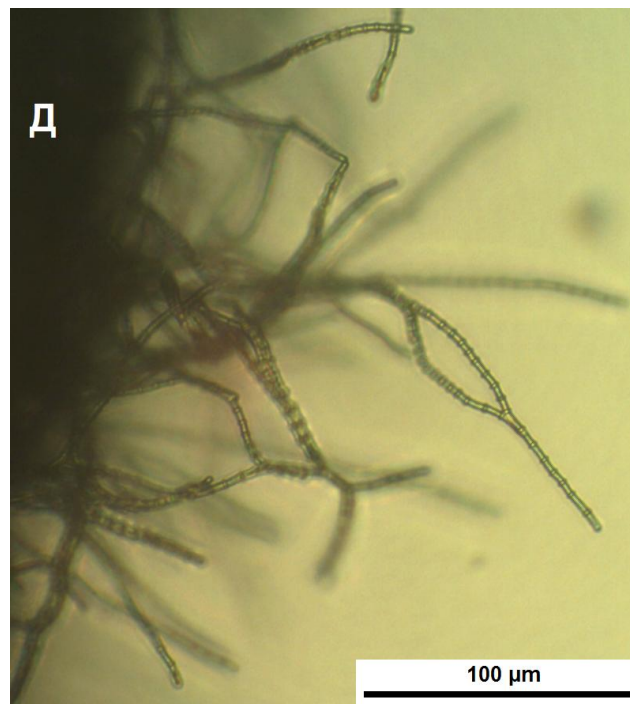


Рис. 10. Формирование артроспор на воздушном мицелии *G. candidum* через 13,5 ч после инокуляции картофельных дисков; Д – край диска; длина масштабной полоски – 10 мкм

Общее число артроспор, сформировавшееся на инокулированных картофельных дисках, после 36 ч инкубирования составляет 1×10^7 в пересчете на 1 г сырой массы картофеля. Таким образом, можно констатировать, что выделенный из пораженных клубней картофеля изолят *G. candidum* проявляет ярко выраженные фитопатогенные свойства.

Заключение

1. Возбудитель резиновой гнили картофеля *G. candidum* в Красноярском крае выявлен как на привозном картофеле, так и на картофеле местного производства.

2. В связи с тем, что вызываемые *G. candidum* симптомы на клубнях картофеля сходны с симптомами, вызываемыми рядом других фитопатогенных грибов, для надежной диагностики возбудителя следует использовать биологический метод. В качестве диагностического признака мы рекомендуем использовать образование артроспор *G. candidum* на пораженных тканях *in situ* либо после 14–24 ч инкубирования во влажной камере, а также прорастание артроспор мицелием с характерным дихотомическим ветвлением отдельных гиф и с быстрой фрагментацией гиф на артроспоры.

Список источников

1. Humphreys-Jones D.R. Rubbery rot (*Oospora lactis* (Fress. Sacc)) of potatoes // Plant protection. 1969. № 18. P. 186–187.
2. Васильева С.В., Зейрук В.Н., Масюк Ю.А. Резиновая гниль картофеля // Защита и карантин растений. 2020. № 4. С. 42–43.
3. First report of rubbery rot of potato caused by *Geotrichum candidum* in the United States / K.M. Duellman [et al.] // Plant Dis. 2020. V. 105, № 4. P. 1206.
4. First report of *Geotrichum candidum* causing rubbery rot of potato (*Solanum tuberosum*) in Michigan / J.F. Willbur [et al.] // Plant Dis. 2022. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36302729>.
5. First report of *Geotrichum candidum* causing postharvest sour rot of carrot in Punjab / A. Hameed [et al.] // J Plant Pathol. 2019. 101. 763. DOI: 10.1007/s42161-018-00227-w.
6. Halfeld-Vieira B.A., Terao D., Nechet K.L. First Report of *Geotrichum candidum* Causing Sour-Rot of Melon in Brazil // Plant Disease. 2020. DOI: 10.1094/PDIS-11-19-2484-PDN.
7. First report of *Geotrichum candidum* causing sour rot of peach in China / R. Lu [et al.] // Plant Dis. 2021. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33822662>.

8. *Haque M.E., Parvin M.S.* First Record of *Geotrichum candidum* Causing Root Rot to Sugar beet (*Beta vulgaris*. L) in Wyoming and Michigan, USA. // J Pathol & Microbiol. 2022. 4 (1). P. 1023. URL: <https://austinpublishing-group.com/pathology-microbiology/fulltext/jpm-v4-id1023.pdf>.
5. First report of *Geotrichum candidum* causing postharvest sour rot of carrot in Punjab / *A. Hameed* [et al.] // J Plant Pathol. 2019. 101. 763. DOI: 10.1007/s42161-018-00227-w.
6. *Halfeld-Vieira B.A., Terao D., Nechet K.L.* First Report of *Geotrichum candidum* Causing Sour-Rot of Melon in Brazil // Plant Disease. 2020. DOI: 10.1094/PDIS-11-19-2484-PDN.
7. First report of *Geotrichum candidum* causing sour rot of peach in China / *R. Lu* [et al.] // Plant Dis. 2021. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33822662>.
8. *Haque M.E., Parvin M.S.* First Record of *Geotrichum candidum* Causing Root Rot to Sugar beet (*Beta vulgaris*. L) in Wyoming and Michigan, USA. // J Pathol & Microbiol. 2022. 4 (1). P. 1023. URL: <https://austinpublishing-group.com/pathology-microbiology/fulltext/jpm-v4-id1023.pdf>.

References

1. *Humphreys-Jones D.R.* Rubbery rot (*Oospora lactis* (Fress. Sacc)) of potatoes // Plant protection. 1969. № 18. P. 186–187.
2. *Васильева С.В., Зейрук В.Н., Масюк Ю.А.* Резиновая гниль картофеля // Защита и карантин растений. 2020. № 4. С. 42–43.
3. First report of rubbery rot of potato caused by *Geotrichum candidum* in the United States / *K.M. Duellman* [et al.] // Plant Dis. 2020. V. 105, № 4. P. 1206.
4. First report of *Geotrichum candidum* causing rubbery rot of potato (*Solanum tuberosum*) in

Статья принята к публикации 13.04.2023 / The article accepted for publication 13.04.2023.

Информация об авторах:

Сергей Витальевич Хижняк¹, профессор кафедры экологии и природопользования, доктор биологических наук, доцент

Софья Владимировна Овсянкина², заведующая межкафедральной научно-инновационной лабораторией сельского хозяйства и экологической биотехнологии, кандидат биологических наук

Андрей Андреевич Чураков³, руководитель центра селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Sergey Vitalievich Khizhnyak¹, Professor at the Department of Ecology and Environmental Management, Doctor of Biological Sciences, Docent

Sofya Vladimirovna Ovsyankina², Head of the Interdepartmental Research and Innovation Laboratory of Agriculture and Environmental Biotechnology, Candidate of Biological Sciences

Andrey Andreevich Churakov³, Head of the Center for Breeding and Seed Production, Candidate of Agricultural Sciences

