

Научная статья

УДК 632.4:634.22

EDN VUMTGM

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_26

***Gibellulopsis nigrescens* как возбудитель увядания
растений сливы, полученных методом клонального микроразмножения**

Людмила Павловна Шумилова¹, Евгений Эдуардович Каботов²,
Эдуард Витальевич Некрасов³

^{1, 2, 3} Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения
Российской академии наук, Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ Shumilova.85@mail.ru

Аннотация. Своевременное выявление фитопатогена и его идентификация является важным этапом в успешной борьбе с болезнями растений. Увядание (вилт) было одной из основных причин гибели саженцев при выращивании укорененных микропобегов сливы, полученных методом клонального микроразмножения, в почвенном субстрате. Целью исследования было выявление фитопатогена, вызывающего увядание саженцев сливы (*Prunus salicina* Lindl.), полученных в условиях *in vitro*, на этапе адаптации к нестерильным условиям. В результате микробиологического анализа вегетативных органов больных саженцев сливы было выделено 23 штамма 4 родов микроскопических грибов. Более 60 % грибов от общего числа выделенных изолятов были идентифицированы как *Gibellulopsis nigrescens* (Pethybr.) Zare, W. Gamset Summerb. (базионим *Verticillium nigrescens* Pethybr.) на основании культурально-морфологических признаков. Сопутствующая микрофлора включала грибы рода *Acremonium* spp., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries и *Akanthomyces lecanii* (Zimm.). *Gibellulopsis nigrescens* является наиболее вероятным патогеном, вызывающим вертициллезное увядание саженцев сливы, хотя для окончательного установления вирулентности *G. nigrescens* в отношении *P. salicina* требуются дополнительные фитопатологические тесты.

Ключевые слова: *Gibellulopsis nigrescens*, *Prunus salicina*, фитопатогенные грибы, вертициллезное увядание

Для цитирования: Шумилова Л. П., Каботов Е. Э., Некрасов Э. В. *Gibellulopsis nigrescens* как возбудитель увядания растений сливы, полученных методом клонального микроразмножения // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 26–33. doi: 10.22450/199996837_2022_3_26.

Original article

***Gibellulopsis nigrescens* as a causal agent
of plum plants wilting obtained by clonal micropropagation**

Lyudmila P. Shumilova¹, Evgeniy E. Kabotov²,
Eduard V. Nekrasov³

^{1, 2, 3} Amur Branch of Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ Shumilova.85@mail.ru

Abstract. Timely detection of a phytopathogen and its identification is an important step in the successful control of plant diseases. Wilt disease was found to cause mass mortality of plume plantlets obtained by clonal micropropagation and grown in the soil substrate. The aim of this study was identification of a phytopathogen that causes wilting of the plum plantlets (*Prunus salicina* Lindl.) obtained under *in vitro* conditions, at the stage of adaptation to non-sterile conditions.

Microbiological analysis of stems and roots of the diseased plantlets revealed 23 isolates of fungi belonging to 4 genera. More than 60 % of the fungal isolates were identified as *Gibellulopsis nigrescens* (Pethybr.) Zare, W. Gams et Summerb. (basionym *Verticillium nigrescens* Pethybr.) according to their cultural and morphological characteristics. Accompanying mycoflora included *Acremonium* spp., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries, and *Akanthomyces lecanii* (Zimm.). It was concluded that *G. nigrescens* is the likely causal agent of wilt of the plum plantlets, although pathogenicity tests are needed to establish the virulence of *G. nigrescens* towards *P. salicina*.

Keywords: *Gibellulopsis nigrescens*, *Prunus salicina*, phytopathogenic fungi, verticillium wilt

For citation: Shumilova L. P., Kabotov E. E., Nekrasov E. V. *Gibellulopsis nigrescens* как возбудитель увядания растений сливы, полученной методом клонального микроразмножения [*Gibellulopsis nigrescens* as a causal agent of plum plants wilting obtained by clonal micropropagation]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 26–33. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_26.

Введение. Слива является популярной плодовой культурой на Дальнем Востоке России. В Амурской области получено несколько сортов и сортообразцов сливы, включённых в Госреестр сортов и рекомендованных для любительского садоводства [1]. Однако все эти сорта в настоящее время размножают методом прививки на соответствующий подвой.

Для получения корнесобственных растений сортовых слив амурской селекции описан метод клонального микроразмножения [2]. Критическим этапом выращивания таких растений является адаптация саженцев к нестерильным условиям, когда укоренённые растения из стерильной питательной среды высаживают в почвогрунт. В таких условиях саженцы неминуемо сталкиваются с микроорганизмами и могут подвергаться грибным заболеваниям [2].

Успешная борьба с болезнями растений невозможна без своевременного выявления заболеваний и правильной идентификации их возбудителей. Выяснив причину гибели саженцев, можно использовать своевременные меры для предотвращения их заражения, увеличив тем самым выход здоровых растений.

Целью исследования явилось выявление фитопатогена, вызывающего увядание саженцев сливы, полученных методом клонального микроразмножения, на этапе адаптации к нестерильным условиям.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования были саженцы сливы (*Prunus salicina* Lindl.)

сортов Людмила и Благовещенский чернослив с симптомами увядания листьев.

Саженцы были выращены из микро-растений, полученных методом клонального микроразмножения, что описано в работе [2]. Для укоренения микропобегов использовали питательную среду Кворина-Лепуавра для размножения побегов (QL РП) с добавлением α -нафтилуксусной кислоты (НУК) – 0,19 мг/л, или микропобеги предварительно выдерживали в растворе НУК – 15 мг/л, в течение 16 часов с последующим выращиванием на среде QL РП без регуляторов роста.

Укоренённые микро-растения высаживали в смесь торфа и вермикулита (2:1) (по объёму), которую предварительно стерилизовали автоклавированием (одна атмосфера, один час) и помещали в полиэтиленовые пакеты с относительной влажностью около 100 %. Пакеты постепенно открывали, адаптируя растения к комнатным условиям. Саженцы выращивали в течение 5–8 месяцев при комнатной температуре и 16-часовом световом периоде. Растения подкармливали согласно требованиям, описанным в работе [2].

Симптомы заболевания у растений проявлялись в усыхании и преждевременном опадении листьев при более длительном сохранении зелёного цвета стебля. Выделение фитопатогенных грибов проводили с фрагментов корней и стеблей сливы. Фрагменты промывали в проточной воде, затем поверхностно стерилизовали коммерческим отбеливателем «Белизна», разбавленным стерильной водой (1:2) (по объёму), в течение 10 минут с по-

следующей промывкой стерильной водой три раза.

Стерилизованные фрагменты раскладывали на питательную среду в чашки Петри. Использовали среду Чапека и картофельно-декстрозный агар. Для идентификации микромицетов изоляты выделяли в чистую культуру и их таксономическую принадлежность устанавливали по культурально-морфологическим признакам согласно определителям [3, 4].

Таксономически значимые признаки спораносных структур и конидий исследовали с помощью методов световой микроскопии. Микроскопию выполняли с использованием микроскопов Микромед 1 (вар. 3-20) (Микромед, Россия) и Axio Lab. A1 (Carl Zeiss, Германия). Микрофотографии были сделаны с помощью камеры Axio Cam ERc5s и программного обеспечения AxioVs40 V 4.8.2.0.

Результаты исследования и обсуждение. При выращивании укоренённых побегов сливы в почвенном субстрате выживаемость саженцев составляет от 35 до 67 % [2]. При этом большая часть погибших растений проявляла признаки вилта: потеря листьями тургора и их увядание с последующей гибелью всего растения.

При микробиологическом обследовании пяти саженцев с симптомами вилта было изолировано 14 и 9 штаммов микромицетов из фрагментов корней и стеблей, соответственно. Более 60 % грибов были идентифицированы как *Gibellulopsis nigrescens* (Pethybr.) Zare, W. Gams et Summerb. В варианте с фрагментами корней вид был представлен обильно (85 % от всех изолятов, выделенных с корней); на стеблях его доля значительно ниже (22 %).

При культивировании в чистой культуре колонии *G. nigrescens* достигают 4 см в диаметре на 10 день роста. Колонии войлочные, белые, со временем становятся тёмно-серыми (рис. 1а). Экссудат на поверхности колонии не наблюдали, пигмент в среду не выделялся. Обратная сторона колонии с возрастом становилась чёрной в результате обильного развития хламидоспор.

Наличие многочисленных меланизированных структур в виде хламидоспор является отличительной особенностью вида. Хламидоспоры образуются одиноч-

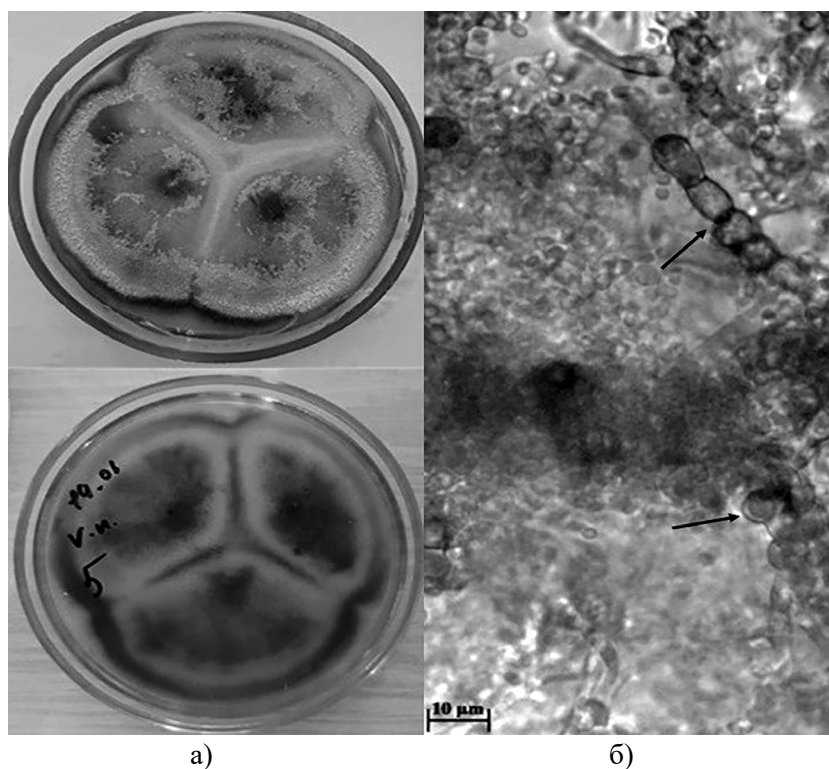
но или в коротких цепочках, чёрные, толстостенные, размер варьировал в пределах 5–10 мкм (рис. 1б).

Конидии эллипсоидные, 2,5–8 мкм × 2–3 мкм, собраны в слизистые головки (рис. 2а). Фиалиды преимущественно одиночные, бутылевидные, в мутовчато разветвлённой кисточке встречаются реже, 10–30 мкм × 2–3 мкм (рис. 2б).

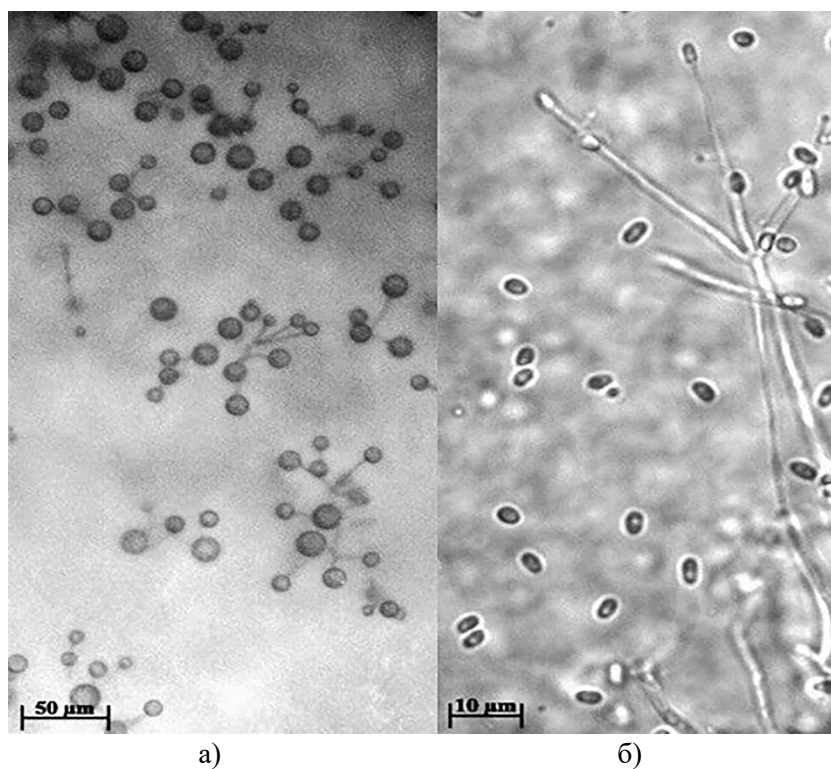
Gibellulopsis nigrescens (базионим *Verticillium nigrescens* Pethybr.) принадлежит семейству *Plectosphaerellaceae* из отдела *Ascomycota* [5]. Гриб широко распространён по всему миру, является почвенным сапротрофом, однако может колонизировать также растения [6, 7, 8, 9]. В лесных и сельскохозяйственных почвах юга Дальнего Востока вид встречается редко [3]. Гриб был обнаружен на картофеле, сое, сахарной свекле, мяте, подсолнечнике, люцерне и других растениях. При этом во многих случаях *G. nigrescens* был слабым патогеном, иногда без проявления симптомов [7, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Более того, обнаружены гиповирулентные штаммы *G. nigrescens*, способные защищать растения от вертициллезного увядания (вилта), вызванного гораздо более вирулентным патогеном *Verticillium dahlia* Kleb. [13, 15].

Вертициллезное увядание является распространённым сосудистым заболеванием косточковых культур, в том числе сливы, и связано с поражением проводящей системы растений, при котором листья начинают сохнуть, постепенно вызывая увядание части или всего растения [16, 17]. Кроме патогенных *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold и *V. dahlia*, паразитами плодовых деревьев является и обнаруженный нами *V. nigrescens* [18]. Однако вирулентность *G. nigrescens* по отношению к косточковым не подтверждена. Гриб выделяли из черешни (*Prunus avium* L.) [19], а также из корней косточковых культур [3]. При инокулировании саженцев четырёх видов растений культурой *G. nigrescens* наименьшие симптомы были у саженцев персика, которые проявлялись в меньшем развитии некрозов и пожелтении только отдельных листьев [20].

Другие микромицеты, выделенные нами из органов больных саженцев сливы, представлены родами *Acremonium* spp. (17,4 % от всех выделенных изо-



а) 10-дневная культура на среде Чапека; б) хламидоспоры
Рисунок 1 – Морфолого-культуральные признаки *Gibellulopsis nigrescens*, выделенного из тканей сливы (*Prunus salicina*)



а) головки конидий (увеличение микроскопа 120×);
 б) мутовка с фиалидами и конидии (увеличение микроскопа 480×)
Рисунок 2 – Микропрепарат *Gibellulopsis nigrescens*

лятов), *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries (8,6 %) и *Akanthomyces lecanii* (Zimm.) Spatafora, Kepler et B. Shrestha (13 %).

Представители рода *Acremonium* являются сапротрофами, встречаются в почве и на растительных остатках [4]. *C. cladosporioides* является сапротрофом и может быть факультативным паразитом [21]. *A. lecanii* ранее был включен в состав рода *Verticillium* и является сапротрофом и неспецифичным энтомопатогеном [22]. Хотя эти виды грибов обнаружены как единичные изоляты и, таким образом, могут быть отнесены к сопутствующей микрофлоре, их присутствие может оказывать отрицательное воздействие на рост саженцев сливы.

Заключение. Преобладание изолятов *Gibellulopsis nigrescens*, выделенных из тканей растений сливы с симптомами вилта, а также литературные данные указывают на этот вид микромицетов как наиболее вероятную причину вертицил-

лезного увядания укоренённых микропобегов в процессе адаптации к нестерильным условиям окружающей среды. Для окончательного установления вирулентности в отношении *P. salicina* необходимо проведение дополнительных фитопатологических тестов.

Микрорастения, выращенные в условиях *in vitro*, менее устойчивы к негативным факторам окружающей среды по сравнению с саженцами, полученными из семян. Использованный для адаптации растений почвенный субстрат (смесь торфа и вермикулита после автоклавирования) не избавляет микрорастения от потенциально патогенных микроорганизмов. Торф, как осадочная порода богатая органическим веществом, становится субстратом для сапротрофных организмов, которые поселяются на нём в нестерильных условиях. Для предотвращения болезни необходимо оптимизировать условия выращивания и разрабатывать приёмы по повышению устойчивости саженцев.

Список источников

1. Глинщикова Ф. И. Селекция косточковых плодовых культур в Приамурье // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. № 2 (6). С. 19–26.
2. Некрасов Э. В., Шелихан Л. А. Размножение сортов сливы амурской селекции в культуре *in vitro* // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2021. Вып. 26. С. 20–29.
3. Егорова Л. Н. Почвенные грибы Дальнего Востока: гифомицеты. Л. : Наука, 1986. 192 с.
4. Domsch K. H., Gams W. Compendium of soil fungi. IHW-Verlag, 2007. 672 p.
5. Species Fungorum // Species Fungorum. URL: <https://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (дата обращения: 20.12.2021).
6. Бондаренко С. А., Георгиева М. Л., Биланенко Е. Н. Алкалолотерантные микромицеты в кислых и нейтральных почвах умеренных широт // Микробиология. 2016. № 6 (85). С. 722–731.
7. Korolev N., Katan T. Vegetative compatibility grouping in *Verticillium nigrescens* and *V. tricorpus* // Mycological Research. 1999. Vol. 103 (1). P. 65–76.
8. Characterization of thermophilic lignocellulolytic microorganisms in composting / M. J. Lopez, M. M. Jurado, J. A. Lopez-Gonzalez [et al.] // Frontiers in Microbiology. 2021. Vol. 12.
9. *Gibellulopsis*, a suitable genus for *Verticillium nigrescens*, and *Musciellium*, a new genus for *V. theobromae* / R. Zare, W. Gams, M. Starink-Willemse, R. C. Summerbell // Nova Hedwigia. 2007. Vol. 85 (3–4). P. 463–489.
10. Alisaac E., Gotz M. First report of *Gibellulopsis nigrescens* on peppermint in Germany // Journal of Plant Diseases and Protection. 2022. Vol. 129. P. 207–209.
11. First report of wilt on alfalfa in China caused by *Verticillium nigrescens* / X. P. Hu, M. X. Wang, D. F. Hu, J. R. Yang // Plant Disease. 2011. Vol. 95. № 12. P. 1591.

12. Vesper S. J., Turner J. T., Phillips D. V. Incidence of *Verticillium nigrescens* in soybeans // *Phytopathology*. 1983. Vol. 73. P. 1338–1340.
13. Comparative transcriptome analysis reveals the mechanism of cross-protection against *Verticillium* wilt conferred on sunflower by hypovirulent strain *Gibellulopsis nigrescens* Vn-1 / X. Zhao, B.-Z. Dong, Y.-J. Zhao [et al.] // *Semanticscholar.org*. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Comparative-transcriptome-analysis-reveals-the-of-Zhao-Dong/6afe1b3fec72e5248807bdada1732067f38fee42> (дата обращения: 20.12.2021).
14. First report of wilt of sugar beet caused by *Gibellulopsis nigrescens* in the Xinjiang Region of China / Y. Zhou, Z. Q. Zhao, Q. Y. Guo, B. Lei // *Plant Disease*. 2017. Vol. 101. № 7. P. 1318–1319.
15. Characterization of two fungal isolates from cotton and evaluation of their potential for biocontrol of *Verticillium* wilt of cotton / H. Q. Zhu, Z. L. Feng, Z. F. Li [et al.] // *Phytopathology*. 2013. Vol. 161 (2). P. 70–77.
16. Потлайчук В. И., Хлопунова Л. Б. Трахеомикозы древесных и кустарниковых растений на территории стран СНГ // *Вестник защиты растений*. 2002. № 1. С. 35–50.
17. Hiemstra J. A., Harris D. C. A compendium of *Verticillium* wilts in tree species. Netherlands : Ponsen et Looijen, Wageningen, 1998. 80 p.
18. Жизнь растений. Грибы / под ред. А. А. Федорова. М. : Просвещение, 1976. 479 с.
19. Skotland C. B. Pathogenic and nonpathogenic *Verticillium* species from South Central Washington // *Phytopathology*. 1971. Vol. 61. P. 435–436.
20. Осташева Н. А. Церцис китайский – потенциальный носитель инфекции трахеомикоза для плодовых культур // *Бюллетень Главного Ботанического Сада*. 1982. Вып. 123. С. 92–95.
21. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (*Dauidiellaceae*, *Capnodiales*) / K. Bensch, J. Z. Groenewald, J. Dijksterhuis [et al.] // *Studies in Mycology*. 2010. Vol. 67. P. 1–94.
22. Herrer A., Huang H. Evaluation of the entomophagous fungus *V. lecanii* as a control agent for insects // *Environmental Entomology*. 1986. Vol. 15. № 2. P. 281–284.

References

1. Glinshchikova F. I. Seleksiya kostochkovykh plodovykh kul'tur v Priamur'ye [Selection of stone fruit crops in the Amur Region]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2008; 2 (6): 19–26 (in Russ.).
2. Nekrasov E. V., Shelikhan L. A. Razmnozheniye sortov slivy amurskoy seleksii v kul'ture *in vitro* [*In vitro* propagation of plume cultivars selected in Amur Region, Russia]. *Byulleten' Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*. – *Bulletin of the BGI FEB RAS*, 2021; 26: 20–29 (in Russ.).
3. Yegorova L. N. *Pochvennyye griby Dal'nego Vostoka: gifomitsety* [*Soil fungi of the Far East: hyphomycetes*], Leningrad, Nauka, 1986, 192 p. (in Russ.).
4. Domsch K. H., Gams W. *Compendium of soil fungi*, IHW-Verlag, 2007, 672 p.
5. Species Fungorum. *Speciesfungorum.org* Retrieved from <https://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (Accessed 20 December 2021).
6. Bondarenko S. A., Georgiyeva M. L., Bilanenko Ye. N. Alkalotolerantnyye mikromitsety v kislykh i neytral'nykh pochvakh umerennykh shirot [Alkalotolerant micromycetes in acidic and neutral soils of temperate latitudes]. *Mikrobiologiya*. – *Microbiology*, 2016; 6 (85): 722–731 (in Russ.).
7. Korolev N., Katan T. Vegetative compatibility grouping in *Verticillium nigrescens* and *V. tricorpus*. *Mycological Research*, 1999; 103 (1): 65–76.

8. Lopez M. J., Jurado M. M., Lopez-Gonzalez J. A., Estrella-Gonzalez M. J., Martinez-Gallardo M. R., Toribio A. [et al.]. Characterization of thermophilic lignocellulolytic microorganisms in composting. *Frontiers in Microbiology*, 2021; 12.
9. Zare R., Gams W., Starink-Willemse M., Summerbell R. C. *Gibellulopsis*, a suitable genus for *Verticillium nigrescens*, and *Musciarium*, a new genus for *V. theobromae*. *Nova Hedwigia*, 2007; 85 (3–4): 463–489.
10. Alisaac E., Gotz M. First report of *Gibellulopsis nigrescens* on peppermint in Germany // *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2022; 129: 207–209.
11. Hu X. P., Wang M. X., Hu D. F., Yang J. R. First report of wilt on alfalfa in China caused by *Verticillium nigrescens*. *Plant Disease*, 2011; 95; 12: 1591.
12. Vesper S. J., Turner J. T., Phillips D. V. Incidence of *Verticillium nigrescens* in soybeans. *Phytopathology*, 1983; 73: 1338–1340.
13. Zhao X., Dong B.-Z., Zhao Y.-J., Wang D., Jing L., Zhou H.-Y. Comparative transcriptome analysis reveals the mechanism of cross-protection against *Verticillium* wilt conferred on sunflower by hypovirulent strain *Gibellulopsis nigrescens* Vn-1, *Semanticscholar.org*. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Comparative-transcriptome-analysis-reveals-the-of-Zhao-Dong/6afe1b3fec72e5248807bdada1732067f38fee42> (Accessed 20 December 2021).
14. Zhou Y., Zhao Z. Q., Guo Q. Y., Lei B. First report of wilt of sugar beet caused by *Gibellulopsis nigrescens* in the Xinjiang Region of China. *Plant Disease*, 2017; 101; 7: 1318–1319.
15. Zhu H. Q., Feng Z. L., Li Z. F., Shi Y. Q., Zhao L. H., Yang J. R. Characterization of two fungal isolates from cotton and evaluation of their potential for biocontrol of *Verticillium* wilt of cotton. *Phytopathology*, 2013; 161 (2): 70–77.
16. Potlaychuk V. I., Khlopunova L. B. Trakheomikozy drevesnykh i kustarnikovykh rasteniy na territorii stran SNG. [Tracheomycoses of trees and shrubs in CIS countries]. *Vestnik zashchity rasteniy. – Bulletin of Plant Protection*, 2002; 1: 35–50 (in Russ.).
17. Hiemstra J. A., Harris D. C. A compendium of *Verticillium* wilts in tree species, Netherlands, Ponsen et Looijen, Wageningen, 1998, 80 p.
18. Fedorov A. A. (Eds.). *Zhizn' rasteniy. Griby [Plant life. Fungi]*, Moskva, Prosveshcheniye, 1976, 479 p. (in Russ.).
19. Skotland C. B. Pathogenic and nonpathogenic *Verticillium* species from South Central Washington. *Phytopathology*, 1971; 61: 435–436.
20. Ostasheva N. A. Tsertsis kitayskiy – potentsial'nyy nositel' infektsii trakheomikoza dlya plodovykh kul'tur [Chinese cercis is a potential carrier of tracheomycosis infection for fruit crops]. *Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo Sada. – Bulletin of the Main Botanical Garden*, 1982; 123: 92–95 (in Russ.).
21. Bensch K., Groenewald J. Z., Dijksterhuis J., Starink-Willemse M., Andersen B., Summerell B. A. [et al.]. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (*Davidiellaceae*, *Capnodiales*). *Studies in Mycology*, 2010; 67: 1–94.
22. Herrer A., Huang H. Evaluation of the entomophagous fungus *V. lecanii* as a control agent for insects. *Environmental Entomology*, 1986; 15; 2: 281–284.

© Шумилова Л. П., Каботов Е. Э., Некрасов Э. В., 2022

Статья поступила в редакцию 15.07.2022; одобрена после рецензирования 08.09.2022; принята к публикации 09.09.2022.

The article was submitted 15.07.2022; approved after reviewing 08.09.2022; accepted for publication 09.09.2022.

Информация об авторах

Шумилова Людмила Павловна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук, shumilova.85@mail.ru;

Каботов Евгений Эдуардович, аспирант, Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук, zalu.96@mail.ru;

Некрасов Эдуард Витальевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук, ed_nekrasov@mail.ru

Information about authors

Lyudmila P. Shumilova, Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher, Amur Branch of Botanical Garden-Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, shumilova.85@mail.ru;

Evgeniy E. Kabotov, Postgraduate Student, Amur Branch of Botanical Garden-Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, zalu.96@mail.ru;

Eduard V. Nekrasov, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Amur Branch of Botanical Garden-Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, ed_nekrasov@mail.ru