

ОБНАРУЖЕНИЕ *CRYPTOSTROMA CORTICALE* – ВОЗБУДИТЕЛЯ САЖИСТОЙ БОЛЕЗНИ КОРЫ КЛЁНА В РОССИИ

© 2023 Гниненко Ю.И.^{а, *}, Чилахсаева Е.А.^{а, *}, Серая Л.Г.^{б, **}, Ларина Г.Е.^{б, **}, Юферева В.В.^{с, ***}, Бондарева Е.В.^{б, **}, Ярыльченко Т.Н.^{с, ***}

^а Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, Рослесхоз, г. Пушкино, Московская обл., 141202, Россия

^б Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, р. п. Большие Вязёмы, Московская обл., 143050, Россия

^с Национальный парк «Кисловодский», МПР, г. Кисловодск, Ставропольский край, 357700, Россия

e-mail: *yuivgnin-2021@mail.ru; **lgseraya@gmail.ru; ***vv_yufereva@mail.ru

Поступила в редакцию 22.01.2023. После доработки 30.10.2023. Принята к публикации 21.11.2023

В статье приведены данные о первом подтверждённом обнаружении на территории России патогенного микромицета *Cryptostroma corticale*, вызывающего сажистую болезнь клёна и опасного для человека. Приведены данные о симптоматике заболевания и первые данные о её распространении в России.

Ключевые слова: *Cryptostroma corticale*, сажистая болезнь клёнов.

DOI: 10.35885/1996-1499-16-4-34-39

Введение

Гриб *Cryptostroma corticale* (Ellis & Everh.) Gregory & Waller, (Ascomycota, Pezizomycotina) был описан в 1889 г. в Северной Америке на клёне полевым *Acer campestre*. Естественный ареал этого патогена охватывает Северную Америку, где он встречается на клёне остролистном *A. platanoides* и клёне ясенелистом *A. negundo*. В Европе он является инвайдером.

Впервые в Европе *Cryptostroma corticale* был обнаружен в 1945 г. в Великобритании в парке графства Эссекс на клёне ложноплатановом (белом) *Acer pseudoplatanus* [Paviour-Smith, 1976; Abbey, 1978]. С момента первого обнаружения на Британских островах грибок медленно распространялся и к концу 1970-х гг. освоил большую часть Великобритании. Сведения о новом заболевании клёнов, сажистом поражении коры, возбудителем которого является грибок *Cryptostroma corticale*, стали поступать из стран Европы только с начала XXI в. В 2005 г. в Париже были вырублены клёны, погибшие от этого гриба [Douzon, 2007]. Болезнь была обнаружена в Германии, Австрии и Нидерландах [EPPO, 2003-2015].

В 2014 г. патоген был определён в Чехии [Koukol et al., 2015], Швейцарии [Cochard et al., 2015], на *Acer platanoides* в Болгарии [Bencheva, 2014] и на *Acer pseudoplatanus* в северных Апеннинах в горном массиве Монтоволо в Италии [Longa et al., 2016].

В нашей работе при обследовании состояния древостоев национального парка «Кисловодский» в сентябре 2021 г. было обнаружено усыхание нескольких деревьев клёна белого *A. pseudoplatanus*. Однако этому факту не придали значения, и тогда болезнь не была выявлена. При повторном обследовании территории парка в 2022 г. было установлено, что число погибших деревьев клёна белого возросло. На других видах рода *Acer* на территории парка симптомы поражения патогеном не наблюдали.

Первое упоминание в отечественном информационном поле о клёнах с симптомами сажистой болезни коры было сделано в 2020 г. Синельниковым К.Ю. [2020] при обследовании посадочного материала для озеленения городских улиц на клёне остролистном. Им было высказано предположение, что это фитопатогенный грибок *Cryptostroma corticale*.

Но видовая принадлежность данного патогена биомолекулярными методами не была подтверждена, хотя приводимая симптоматика позволяла с высокой долей уверенности полагать, что был обнаружен именно *Cryptostroma corticale*.

Представители рода клён *Acer* L. обладают высокими декоративными, санитарными и хозяйственно-ценными качествами. Сейчас насчитывают около 150 видов, растущих преимущественно в умеренном поясе (рис. 1). Ареал включает территорию Северной Америки (за исключением субарктической части), северную часть Центральной Америки, Европы (за исключением субполярной и

полярной части), Северной Африки, горной системы Памир и Гималаи, Передней, Средней и Юго-Восточной Азии [Федоринова и др., 2017].

В Европейских странах по степени устойчивости выделяют клён остролистный, или платановидный *A. platanoides* и клён полевой *A. campestre*, как более устойчивые к сажистой болезни ствола, чем клён ложноплатановый, или белый, или явор *A. pseudoplatanus*.

Цель работы – первое описание усыхающих клёнов с симптомами поражения сажистой болезнью стволов и анализ морфологическими и молекулярно-генетическими методами присутствия *Cryptostroma corticale*.

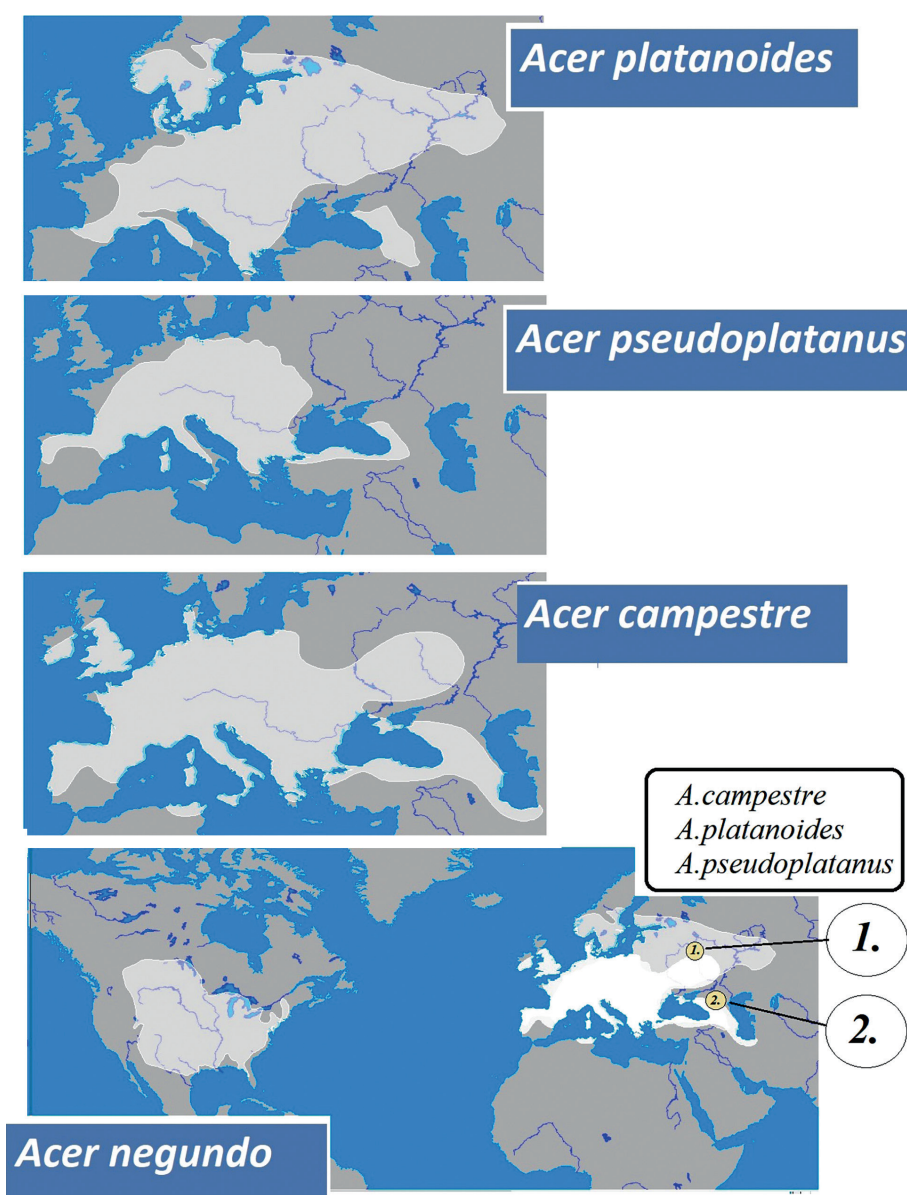


Рис. 1. Ареал видов рода *Acer*, поражаемых сажистой болезнью ствола и локации обнаружения *Cryptostroma corticale* в России: 1 – Московский регион, 2 – Ставропольский край (построено в электронной программе «EXPERTISE» [Ларина и др., 2004]).

Материал и методы

На территории национального парка «Кисловодский» был проведён отбор растительных проб (древесина, кора стволов и ветвей) в середине вегетационного сезона с пяти усохших деревьев с симптомами поражения сажистой болезнью стволов (городской округ Кисловодск, Ставропольский край, координаты GPS 43.897764° с. ш., 42.733610° в. д.). В специализированной лаборатории (ВНИИ фитопатологии, Россия) препарат конидий гриба исследовали под препаратальным микроскопом NIKON ECLIPSE E200 с применением метода прямой микроскопии [Теппер и др., 2004]. По морфологическим признакам определение видовой принадлежности фитопатогена проведено во временном препарате методом «висячей» капли в герметически изолированном пространстве. Из каждой пробы делали соскоб с поверхности налёта и помещали в каплю стерильной воды. Затем при малом увеличении микроскопа (100x) находили край капли и проводили исследование препарата при большом увеличении (400x). Для установления таксономической принадлежности гриба проведена молекулярно-ге-

нетическая идентификация с использованием метода сравнения нуклеотидных последовательностей. Нуклеиновые кислоты экстрагировали непосредственно из свежих конидий и амплифицировали с использованием праймеров ITS 5 и ITS 4 гена рДНК [Михайлова, Полищук, 2012].

Обсуждение

В подготовленном препарате свежих конидий из коры клёна, с симптомами поражения сажистой болезнью стволов, изучен материал и установлены морфологические характеристики *Cryptostroma corticale*. Конидии, находящиеся в цепочках, легко разбиваются в препарате, представлены одноклеточной, яйцевидной, яйцевидно-эллиптической и несколько прямоугольной формой, по причине бокового давления между конидиями, стоящими на соседних конидиеносцах (рис. 2). Стенка конидий гладкая тёмно-коричневого цвета, содержимое клетки прозрачное. Размер в диапазоне 4–7 × 3–4 мкм (стандартное отклонение от средних менее 5%). Полученные значения близки к параметрам, указанным для *Cryptostroma corticale* в рабо-

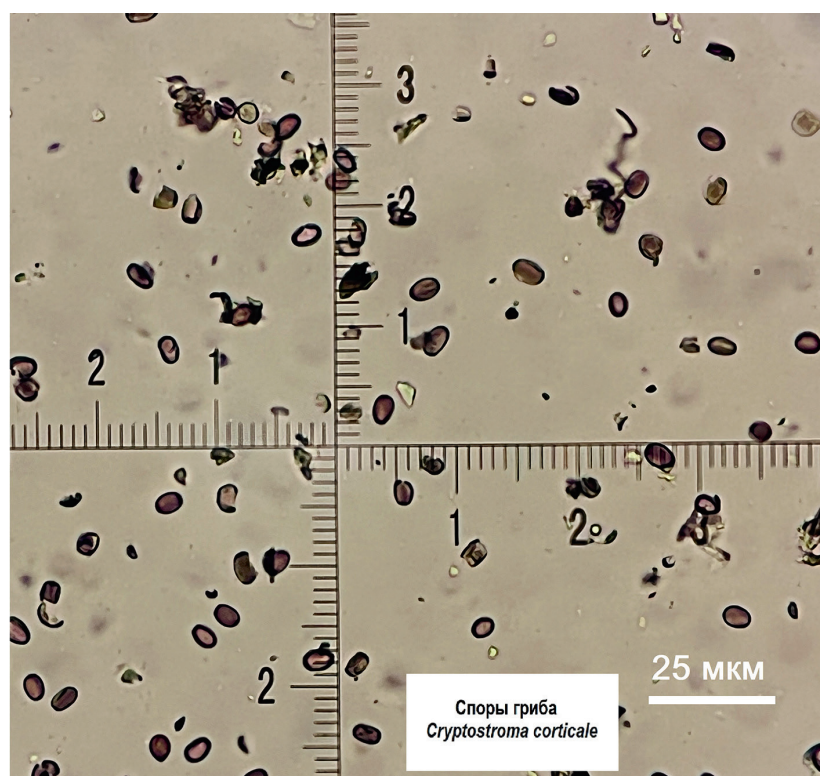


Рис. 2. Споры гриба *Cryptostroma corticale*, наблюдаемые в препарате из фрагментов коры *Acer pseudoplatanus* с ярко выраженным сажистым налётом (микроскоп NIKON ECLIPSE E200, увеличение 400x).

тах других авторов – $4-6 \times 3.5-4.0$ мкм [Ellis, Ellis, 1997], $4-7 \times 3-4$ мкм [Longa et al., 2016], $4.9-6.1 \times 3.1-4.0$ мкм [Ogris et al., 2021].

Под корой развивается обильное спороношение, конидиеспоры коричневые, мелкие в виде овальных зёрен (рис. 2). Поражённое дерево погибает довольно быстро, и под отслаивающимися кусками погибшей коры можно видеть интенсивное развитие гриба (быстрое увеличение площади поражаемой древесины) в виде черни (сажистого налёта) (рис. 3).

Фитопатоген может годами и десятилетиями «консервироваться» внутри дерева, ничем себя не проявляя. Но в стрессовых условиях длительного засушливого лета он начинает расти и размножаться в ослабленных или погибающих от дефицита влаги клёнах. В сочетании условий жаркой погоды и понижения уровня грунтовых вод, когда корни дерева не могут глубоко проникать в почву и не способны обеспечить его водой, болезнь

активно развивается. В настоящее время известно, что *Cryptostroma corticale* латентный захватчик ран и условно-патогенный возбудитель, проявляющийся в жаркие и засушливые периоды, когда он быстро проникает в древесину [Ogris et al., 2021]. Погодные условия в Ставропольском крае отличались влажными годами: в 2017 г. выпало 494 мм осадков, в 2021-м – 532 мм, а в сухой 2018 г. – 362 мм, 2019 г. – 330 мм и 2020 г. – 283 мм, при средней сумме осадков равной 392 мм в год. Поэтому интенсивность развития сажистой болезни ствола на клёнах в 2021 и 2022 гг. ожидаема, что и подтвердили наши наблюдения.

Развитие болезни приводит к поражению ствола, гибели ветвей и всего дерева (рис. 4). Наиболее часто страдают от фитопатогена молодые деревья с гладкой корой. Патоген поражает и приводит к гибели несколько видов клёнов, в том числе, клён ясенелистный *A. negundo*, который в настоящее время очень



Рис. 3. Отслаивание коры и чёрное спороношение на коре и древесине *Acer pseudoplatanus*.

широко распространился не только в озеленении, но и в естественных лесах [Гниненко, 1995; Emelyanov, Frolova, 2011; Веселкин и др. 2021].

Современные работы по интродукции растений рода *Acer*, в том числе для нужд регионов, показали перспективность широкого ассортимента видов клёна для различных сфер зелёного строительства. Отмечают, что наиболее устойчивы и преемственны в региональной культуре следующие виды: *Acer campestre*, *A. ginnala*, *A. negundo*, *A. platanoides*, *A. p. f. globosum*, *A. p. f. schwedleri*, *A. pseudoplatanus*, *A. p. f. rubrum*, *A. saccharinum*, *A. tataricum* [Федоринова и др., 2017]. Как видим, чувствительные к сажистой болезни коры виды также рекомендованы, а значит риск распространения фитопатогена высок. Данный гриб представляет опасность для здоровья людей – в период обильного спороношения вызывает аллергию и заболевания органов дыхания, в том числе, гиперчувствительный пневмонит [Emanuel et al., 1966; Braun et al., 2021].

Заключение

В России выявлен новый инвазивный патоген *Cryptostroma corticale* – возбудитель сажистой болезни коры, который представляет опасность для лесов и озеленительных посадок, в составе которых есть представители рода клён *Acer*. Морфологические и биомолекулярные (секвенирование до видового подтверждения фитопатогена) исследования подтвердили наличие *Cryptostroma corticale* на поражённых деревьях *Acer pseudoplatanus*, который в настоящее время не был официально описан, как встречающийся в России. Его биология в новых местах обитания не изучена, полностью отсутствуют меры защиты от него. Не известно и его распространение на территории страны. Однако вероятное обнаружение его в Европейской части России ещё в 2020 г. и обнаружение в 2022 г. в Ставропольском крае позволяет допустить, что фитопатоген уже весьма широко распространён в России, что требует незамедлительного проведения специальных обследований, так как гриб может представлять опасность для людей.



Рис. 4. Погибшие от сажистой болезни клёны.

Финансирование работы

Работа проведена в рамках выполнения государственного контракта № 233 от 09 августа 2022 г. и государственного задания ФБУ ВНИИЛМ по теме 20 на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

Веселкин Д.В., Дубровин Д.И., Рафикова О.С., Липихина Ю.А., Золотарева Н.В., Подгаевская Е.Н., Пустовалова Л.А., Яковлева А.В. Затенение и перехват света в зарослях инвазивных видов *Acer negundo* и

- Sorbaria sorbifolia* // Российский журнал биологических инвазий. 2021. № 4. С. 30–42.
- Гниненко Ю.И. Тенденции изменения видового состава лесов в пойме реки Урал // Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Томск: ТГУ, 1995. С. 86–87.
- Ларина Г.Е., Мыценко А.В., Стасев Д.Г. Реестр программ для ЭВМ «EXPERTISE». 2004. // (<https://patentinform.ru/programs/reg-2016618563.html>). Проверено 23.08.2023.
- Михайлова Ю.В., Полищук А.Г. Молекулярная идентификация представителей Zygomycetes из российской коллекции патогенных грибов по нуклеотидным последовательностям рДНК. // Проблемы медицинской микологии. 2012. Т. 14. № 3. С. 59–63.
- Синельников К.Ю. Сажестый гриб клёна – *Cryptostroma corticale*. 11.03.2020 // (<https://vitusltd.ru/blog/lesozaschita/18614>). Проверено 31.10.2023.
- Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
- Федоринова О.И., Козловский Б.Л., Куропятников М.В. Итоги интродукционного испытания видов рода *Acer* L. в Ботаническом саду Южного федерального университета: Монография. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2017. 172 с.
- Abbey S.D. The morphology and physiology of *Cryptostroma corticale*. PhD Theses (Chemistry). 1978. 229 p. // (<https://hdl.handle.net/2134/12538>). Проверено 31.10.2023.
- Bencheva S. First report of *Cryptostroma corticale* (Ellis & Everh.) P.H. Greg. & S. Waller on *Acer platanoides* L. in Bulgaria // *Silva Balcanica*. 2014. № 15 (2). С. 101–104
- Braun M., Klingelhöfer D., Groneberg D.A. Sooty bark disease of maples: The risk for hypersensitivity pneumonitis by fungal spores not only for woodman // *J. Occup. Med. Toxicol*. 2021. Vol. 16. 2. DOI: 10.1186/s12995-021-00292-5
- Cochard B., Crovadore J., Bovigny P.Y., Chablais R., Lefort F. First reports of *Cryptostroma corticale* causing sooty bark disease in *Acer* sp. in Canton Geneva, Switzerland // *New Disease Reports*. 2015. Vol. 31. Issue 1. P. 8–8. DOI: 10.5197/j.2044-0588.2015.031.008
- Douzon G. La suie de l'érable: un bon indicateur d'été chaud. Bilan de la santé des forêts en 2006. Département de la santé des forêts, 2007. P. 1–2
- Ellis M.B., Ellis J.P. Microfungi on land plants: an identification handbook. The Richmond Publishing Co. Ltd., England. 1997. 868 p.
- Emanuel D.A., Wenzel F.J., Lawton B.R. Pneumonitis due to *Cryptostroma corticale* (Maple-bark disease) // *N Engl J Med*. 1966. Jun 23. 274 (25). P. 1413–1418. DOI: 10.1056/NEJM196606232742504.
- Emelyanov A.V., Frolova S.V. Ash-leaf maple (*Acer negundo* L.) in coastal phytocenoses of the Vorona River // *Rus. J. Biol. Invasions*. 2011. Vol. 2. No. 2–3. P. 161–163. <https://doi.org/10.1134/S2075111711030052>
- EPPO Global Database. 2015. // (<https://gd.eppo.int/taxon/CRPSCO>). Проверено 31.10.2023.
- Koukol O., Kelnarová I., Černý K. Recent observations of sooty bark disease of sycamore maple in Prague (Czech Republic) and the phylogenetic placement of *Cryptostroma corticale* // *Forest Pathology*. 2015. Vol. 45. Issue 1. P. 21–27. DOI:10.1111/efp.12129
- Longa C.M.O., Vai N., Maresi G. *Cryptostroma corticale* in the northern Apennines (Italy). // *Phytopathologia Mediterranea*. 2016. Vol. 55. No 1. P. 136–138. DOI: 10.14601/Phytopathol_Mediterr-17164
- Ogris N., Brglez A., Piškur B. Drought Stress Can Induce the Pathogenicity of *Cryptostroma corticale*, the Causal Agent of Sooty Bark Disease of Sycamore Maple // *Forests*. 2021. Vol. 12. No. 3. P. 377. DOI:10.3390/f12030377
- Paviour-Smith K. How far has *Cryptostroma corticale* spread in Britain? // *Bulletin of the British Mycological Society*. 1976. Vol. 10. Issue 1. P. 16–19

REVELATION OF *CRYPTOSTROMA CORTICALE*, THE CAUSATIVE AGENT OF SOOTY MAPLE BARK DISEASE, IN RUSSIA

© 2023 Gninenko Yu.I.^{a,*}, Chilakhsaeva E.A.^{a,*}, Seraya L.G.^{b,**}, Larina G.E.^{b,**},
Yufereva V.V.^{c,***}, Bondareva E.V.^{b,**}, Yarylchenko T.N.^{c,***}

^a All-Russian Research Institute for Silviculture and Forestry Mechanization of Forestry, Roslekhov, Pushkino, Moscow Region, 141202, Russia

^b Federal State Budgetary Scientific Establishment the All-Russian Scientific Research Institute of a Phytopathology (VNIIF), r.p. Bolshie Vyazemy, Moscow Region, 143050, Russia

^c Kislovodsk National Park, Ministry of Natural Resources, Kislovodsk, Stavropol Territory, 357700, Russia;
e-mail: *yuivgnin-2021@mail.ru; **lgseraya@gmail.ru; ***vv_yufereva@mail.ru

The article presents data on the first confirmed detection of the pathogenic micromycete *Cryptostroma corticale* in Russia, which causes sooty maple disease and is dangerous to humans. The data on the symptoms of the disease and the first data on its spread in Russia are given.

Key words: *Cryptostroma corticale*, sooty maple disease.