

Т.С. Булгаков

ЧУЖЕРОДНЫЕ ФИТОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ И ГРИБОПОДОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ НА ЮГЕ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ, ОСОБЕННОСТИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ

Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»

На основании анализа публикаций и собственных исследований показано, что юг России является макрорегионом, где наблюдается распространение новых видов чужеродных фитопатогенов, и этот процесс неизбежно продолжится в будущем. Приведены краткие сведения о находках ряда важных фитопатогенных грибов, ранее неизвестных в России, но обнаруженных на юге России. Крайне важной задачей является мониторинг возможного распространения в регионе новых опасных фитопатогенов, особенно *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya – возбудителя халарового некроза ясеней и *Cryptostroma corticale* (Ellis & Everh.) P.H. Greg. & S. Waller – возбудителя сажистой болезни коры кленов.

Ключевые слова: биологические инвазии, микромицеты, патогены растений, *Cryptostroma corticale*, *Hymenoscyphus fraxineus*, *Seiridium cardinale*

Цитирование: Булгаков Т.С. Чужеродные фитопатогенные грибы и грибоподобные организмы на юге России: проблемы, особенности и задачи изучения // Промышленная ботаника. 2024. Вып. 24, № 2. Р. 51–56. DOI: 10.5281/zenodo.13323820

Масштабное перемещение биологических видов за пределы естественных ареалов и их распространение на новых территориях является важной частью антропогенных изменений окружающей среды, что позволяет говорить о наступлении эпохи «гомогоцена», т.е. времени гомогенизации биоты Земли [15]. Грибы и грибоподобные организмы не являются исключением, и в ряде случаев их инвазии оказывают существенное влияние на экосистемы и жизнь людей [17]. Однако следует отметить, что изучение чужеродных грибов и грибоподобных организмов и их инвазий значительно отстает от аналогичных направлений в инвазионной биологии растений и животных [15, 17]. Тем не менее, за последнее десятилетие исследования в данной области шагнули далеко вперед, особенно в странах Европы [12, 13, 19].

Многочисленные исследования чужеродных грибов и грибоподобных организмов в

Европе показали, что наиболее значимой и вредоносной группой являются патогены растений, к которым принадлежит 75–90 % всех чужеродных видов [12, 19]; среди самих грибов ведущую роль играют аскомицеты (особенно представители классов Dothideomycetes, Leotiomycetes и Sordariomycetes), ржавчинные грибы (Pucciniales) и пероноспоральные (Peronosporales) [12, 19]. Распространение новых чужеродных фитопатогенных грибов и грибоподобных организмов в ряде случаев может иметь не менее пагубный эффект, чем распространение опасных вредителей растений (фитофагов), особенно при их переходе к паразитированию на аборигенных растениях и внедрении в местные экосистемы (полноценной инвазии) [15, 17]. При этом, как правило, негативное воздействие чужеродного фитопатогена становится очевидным только спустя годы и оборачивается значительным экологическим и экономическим

ущербом в связи с ослаблением и массовой гибелью растений в агроценозах, искусственных и природных лесах [13].

Примерами разрушительного воздействия чужеродных фитопатогенных грибов, затронувших сельское хозяйство всей Европы и юг европейской части России в XX в., можно считать эпифитотию фитофтороза картофеля (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), вызвавшую голод в ряде регионов Европы в середине XIX в. [7]; катастрофические эпифитотии милдью (*Plasmopara viticola* (Berk. & M.A. Curtis) Berl. & De Toni) и пепелицы (*Erysiphe (Uncinula) necator* Schwein.) винограда во второй половине XIX в. [7]; распространение двух опасных патогенов косточковых культур – коккомикоза (*Blumeria jaapii* Arx) в 1960-х гг. [6] и бурой монилиальной гнили (*Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey) в 2010-х гг. [19] и многие другие случаи. В качестве примеров фитопатологических катастроф в лесных сообществах можно привести деградацию каштановых лесов Европы и Кавказа из-за крифонектриевого (эндотиевого) рака каштанов (*Cryphonectria (Endothia) parasitica* (Murrill) M.E. Barr) с начала XX в. [6]; серьезное угнетение и деградацию дубрав из-за возбудителя мучнистой росы дубов (*Erysiphe (Microsphaera) alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam.) [6]; две волны усыхания язвов по всей Европе в 1930–1950-х гг. и 1970–1990-х гг., вызванных голландской болезнью язвов (*Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf. и *O. novo-ulmi* Brasier) и ряд других случаев [6, 17].

Анализ отечественной литературы показывает, что сведения о чужеродных грибах, в частности, о фитопатогенных микромицетах (к которым принадлежит большинство патогенов растений), носят фрагментарный характер [11]. Во многом это объясняется недостаточной изученностью грибов и грибоподобных организмов в России в целом – отсутствием аннотированных списков видов (особенно аскомицетов и оомицетов), за исключением нескольких регионов, где целенаправленно велись и ведутся многолетние исследования: Ленинградская область и Санкт-Петербург, Московская область и Москва, Липецкая область, Крым, Ростовская об-

ласть, Краснодарский край, Донецкая Народная Республика, Свердловская и Новосибирская области и Приморский край [1–3, 18]. Относительно хорошо изученными в России можно считать лишь патогены основных сельскохозяйственных и лесных культур (видовое разнообразие, распространение, экологические особенности, вредоносность) [2, 7]. Но даже при изучении этих групп исследования обычно ограничивались отдельными опасными возбудителями болезней растений или патогенами хозяйственно ценных растений; при этом каждый исследователь обращал внимание на определенные аспекты проблемы [7, 11]. Теоретические вопросы о причинах, путях, механизмах, особенностях распространения чужеродных микромицетов обычно оставались за рамками таких работ. Исключениями являются всего несколько исследований, в частности, выдающаяся работа известного советского миколога и фитопатолога М.В. Горленко, посвященная преимущественно инвазиям фитопатогенов культивируемых растений [6], и во многом продолжающие этот труд аналитические работы Ю.Т. Дьякова и М.М. Левитина [7]. Следует также отметить работы, посвященные изучению разнообразия и экологии чужеродных грибов юга России [1–3], Урала [18] и Беларуси [10].

По мнению вышеупомянутых исследователей, решающим фактором распространения (инвазий) фитопатогенных грибов на новые территории является наличие восприимчивого растения-хозяина или ряда таких растений. При этом фитопатогенный гриб либо «следует» за своим питающим растением при его интродукции в новые регионы (нередко со значительным запаздыванием), либо находит себе новых хозяев среди близкородственных его изначальному хозяину растений, включая аборигенные виды [7]. Ключевым фактором восприимчивости питающего растения к фитопатогену является длительное отсутствие его контакта с данным грибом. Таким образом, восприимчивыми оказываются культурные/культивируемые сорта/популяции растения, долгое время существовавшие на новой родине вне контакта с конкретным грибом (ситуация «отстающего-дого-

нящего фитопатогена»), либо новое растение-хозяин должно состоять в довольно близком родстве с растением, на котором фитопатогенный гриб развивается у себя на родине – т.е. они должны принадлежать к одному роду или семейству растений [7, 19].

В силу этих причин понятно, почему чужеродные фитопатогенные грибы чаще обнаруживаются на чужеродных растениях и гораздо реже – на аборигенных. В отношении фитопатогенных организмов такая взаимосвязь растений и ассоциированных с ними патогенов вполне предсказуема и подтверждается зарубежными исследователями для всего мира [12, 13, 15, 17, 19]. Поэтому вполне ожидаемо, что наибольшее разнообразие чужеродных фитопатогенных грибов и грибоподобных организмов отмечается в антропогенных и антропогенно измененных растительных сообществах и местообитаниях. Важную роль в инвазионном процессе играют центры интродукции и выращивания неаборигенных растений: ботанические сады, питомники, дачные участки и т.д., а также антропогенные местообитания, особенно искусственные лесопосадки (лесополосы и лесные массивы), агроценозы (поля, огороды, плодовые сады, виноградники), всевозможные рудеральные фитоценозы, приуроченные к пустырям вблизи населенных пунктов, свалкам и линейным коммуникациям (шоссейные и железные дороги, электросети, водо- и газопроводы, каналы и плотины) [10].

Также почти все исследователи отмечают, что темпы появления новых фитопатогенных грибов постоянно растут на протяжении последних двух столетий, а последние полвека наблюдается экспоненциальный рост числа обнаруженных в Европе чужеродных фитопатогенных грибов; при этом в последние два десятилетия в Европе особенно быстро возрастает доля чужеродных видов, происходящих из Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии [12, 19]. Также почти все исследователи единодушны в том, что ускорение распространения фитопатогенных грибов в Европе и по всему миру в настоящее время предопределяют три основных фактора [1–3, 7, 10, 12, 13, 15, 17–19]:

1) стремительное развитие международной торговли живыми растениями и древесиной при недостаточном фитосанитарном контроле ввозимого посадочного материала, что ускоряет массовое проникновение фитопатогенов в новые регионы; решающую роль на первом этапе инвазий играют крупные городские агломерации и регионы с развитым сельским хозяйством (садоводством), особенно расположенные вблизи морских побережий;

2) нарастающая антропогенная трансформация природных фитоценозов, в первую очередь нарушение и фрагментация лесных массивов, вырубка лесов и замещение их вторичными лесами или искусственными посадками;

3) глобальное изменение климата, в частности, его потепление, которое способствует расселению фитопатогенов в более высокие широты [13–16].

Юг европейской части России, особенно Крым, Краснодарский и Ставропольский края, Донецкая Народная Республика, Херсонская, Запорожская и Ростовская области, является зоной наибольшего риска подобных инвазий в связи с разнообразием растительных сообществ (в большинстве своем заметно антропогенно-трансформированных), относительно мягким климатом (субтропическим – на Черноморском побережье), развитым сельским хозяйством, наличием крупных городов и портов, через которые идет массовый импорт растений, выращиваемых во множестве частных питомников [1–3].

Мониторинг фитопатогенных грибов, поражающих растения на юге европейской части России, подтверждает многочисленные факты проникновения и распространения новых видов фитопатогенных грибов, ранее не известных в России [2, 3, 11]. Так, в ходе исследований автора и его коллег на юге России в последние годы были обнаружены следующие чужеродные патогенные грибы, считающиеся опасными инвазионными видами в большинстве стран Европы [12, 13, 15, 17, 19]:

– *Calonectria pseudonaviculata* (Crous, J.Z. Groenew. & C.F. Hill) L. Lombard, M.J. Wingf. & Crous – возбудитель ожога самшита, выявленный

на Черноморском побережье Краснодарского края и в Абхазии [2];

– *Dothistroma pini* Hulbary – возбудитель охряной пятнистости хвои черной сосны *Pinus nigra* Arnold (включая ее подвид – крымскую сосну *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* (D. Don) Holmboe), отмеченный с 2004 г. в равнинной части Краснодарского края, Ростовской и Волгоградской областях и известный из Украины, Грузии и ряда других стран [2];

– *Lecanosticta acicola* (Thüm.) Syd. – возбудитель коричневой пятнистости хвои сосен, обнаруженный в Сочи на нескольких видах рода *Pinus* L. [14];

– *Monilinia fructicola* – возбудитель бурой монилиальной гнили и ожога побегов плодовых культур, найденный в субтропиках Краснодарского края и Крыма [9];

– *Seiridium cardinale* (W.W. Wagener) B. Sutton & I.A.S. Gibson – возбудитель сейридиевого рака кипарисовых, выявленный в насаждениях нескольких городов Краснодарского края [4];

– находки целого ряда мучнисторосяных грибов, ранее не известных в России [1, 2].

Наличие восприимчивых растений и сходные климатические условия юга России позволяют предполагать высокую вероятность появления в ближайшем будущем новых инвазионных чужеродных фитопатогенных грибов, в настоящее время уже известных во многих странах Южной и Восточной Европы как патогены аборигенных для Европы растений [12, 13, 15, 17, 19]. В первую очередь это касается двух опасных фитопатогенов, проявивших себя как инвазионные виды во многих странах: *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya – возбудитель халарового некроза ясеней, и *Cryptostroma corticale* (Ellis & Everh.) P.H. Greg. & S. Waller – возбудитель сажистой болезни коры кленов. В настоящее время *H. fraxineus* обнаружен почти по всему югу России от Ростовской области до Дагестана [8], а *Cryptostroma corticale* недавно был найден в Москве и Ставропольском крае [5], и, вероятно, уже распространился в Краснодарском крае и Ростовской области, а возможно, и в других ре-

гионах юга России. В ближайшем будущем эти виды и некоторые другие чужеродные фитопатогенные грибы могут стать серьезной угрозой для аборигенных и интродуцированных древесных растений и образованных ими сообществ, особенно для естественных лесов Кавказа и Крыма. В этой связи первоочередной задачей является дальнейший мониторинг распространения наиболее опасных видов, изучение их биологических и экологических особенностей, оценка влияния на экосистемы.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», тема № FGRW-2022-0006, рег. № 122042600092-8.

1. Булгаков Т.С. Инвазии чужеродных фитопатогенных грибов на юге европейской части России в XXI веке: мучнисторосяные грибы на деревьях и кустарниках // X Чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. Т. 2. Фитопатогенные грибы, вопросы патологии и защиты леса. Материалы международной конференции (Санкт-Петербург, 22–25 октября 2018 г.). Санкт-Петербург: Изд-во СПбГЛТУ, 2018. С. 11–12.
2. Булгаков Т.С. Инвазии чужеродных фитопатогенных грибов в лесных экосистемах юга европейской части России: современное положение и потенциальные угрозы в ближайшем будущем // Современные проблемы лесозащиты и пути их решения. Материалы II Международной научно-практической конференции (Минск, 30 ноября – 4 декабря 2020 г.). Минск: Изд-во БГТУ, 2020. С. 64–68.
3. Булгаков Т.С., Бондаренко-Борисова И.В. Чужеродные грибы и грибоподобные организмы Донбасса: проблемы изучения на примере патогенов высших растений // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. Материалы VII Международной научной конференции (Донецк,

- 17–19 мая 2017 г.). Ростов-на-Дону: Альтаир, 2017. С. 69–74.
4. Булгаков Т.С., Карпун Н.Н., Шошина Е.И., Журавлева Е.Н. Появление сейридиевого рака ветвей кипарисовых в насаждениях Краснодарского края // Фундаментальные и прикладные аспекты продовольственной безопасности. Сборник материалов научных трудов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Большие Вяземы, 21 по 23 ноября 2023 г.). Большие Вяземы, 2023. С. 48–50.
 5. Гниненко Ю.И., Чилахсаева Е.А., Серая Л.Г., Ларина Г.Е., Юферева В.В., Бондарева Е.В., Ярыльченко Т.Н. Обнаружение *Cryptostroma corticale* – возбудителя сажистой болезни коры клена в России // Российский журнал биологических инвазий. 2023. N 4. С. 34–39.
 6. Горленко М.В. Миграции фитопатогенных микроорганизмов. М.: Изд-во Московского университета, 1975. 108 с.
 7. Дьяков Ю.Т., Левитин М.М. Инвазии фитопатогенных грибов. М.: ЛЕНАНД, 2018. 251 с.
 8. Звягинцев В.Б., Демидко Д.А., Пантелеев С.В., Пашенова Н.В., Серая Л.Г., Ярук А.В., Баранчиков Ю.Н. Распространение инвазивного возбудителя некроза ветвей ясеня аскомицета *Hymenoscyphus fraxineus* в европейской части России // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Вып. 244. С. 88–117.
 9. Михайлова Е.В., Карпун Н.Н., Пантия Г.Г. Идентификация видов рода *Monilinia* с помощью ПЦР-анализа // Плодоводство и ягодоводство России. 2020. Т. 60. С. 186–191.
 10. Поликсенова В.Д., Храмцов А.К. Чужеродные фитопатогенные микромицеты Беларуси // Вестник БГУ. Серия 2: Химия. Биология. География. 2015. N 3. С. 43–48.
 11. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / под ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г. Петросяна, Л.А. Хляп. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 688 с.
 12. Desprez-Loustau M.L., Courtecuisse R., Robin C., Husson C., Moreau P.-A., Blancard D., Selosse M.-A., Lung-Escarmant B., Piou D., Sache I. Species diversity and drivers of spread of alien fungi (sensu lato) in Europe with a particular focus on France // Biological Invasions. 2009. Vol. 12, N 1. P. 157–172.
 13. Loo J.A. Ecological impacts of non-indigenous invasive fungi as forest pathogens // Ecological impacts of non-native invertebrates and fungi on terrestrial ecosystems. Dordrecht: Springer, 2009. P. 81–96.
 14. Mullett M.S., Adamson K., Bragança H., Bulgakov T.S., Georgieva M., Henriques J., Jürisoo L., Laas M., Drenkhan R. New country and regional records of the pine needle blight pathogens *Lecanosticta acicola*, *Dothistroma septosporum* and *Dothistroma pini* // Forest Pathology. 2018. Vol. 48, Iss. 5. art. e12440.
 15. Newcombe G., Dugan F.M. Fungal pathogens of plants in the Homogocene // Molecular identification of fungi. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. P. 3–34.
 16. Santini A.L., Ghelardini C., De Pace M.L., Desprez-Loustau M.L., Capretti P., Chandelier A., Cech T., Chira D., Diamandis S., Gaitniekis T., Hantula J., Holdenrieder O., Jankovsky L., Jung T., Jurc D., Kirisits T., Kunca A., Lygis V., Malecka M., Marcais B., Schmitz S., Schumacher J., Solheim H., Solla A., Szabò I., Tsopelas P., Vannini A., Vettraino A.M., Webber J., Woodward S., Stenlid J. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe // New Phytologist. 2013. Vol. 197, Iss. 1. P. 238–250.
 17. Schertler A., Lenzner B., Dullinger S., Moser D., Bufford J.L., Ghelardini L., Santini A., Capinha C., Monteiro M., Reino L., Wingfield M.J., Seebens H., Thines M., Dawson W., van Kleunen M., Kreft H., Pergl J., Pyšek P., Weigelt P., Winter M., Essl F. Biogeography and global flows of 100 major alien fungal and fungus-like oomycete pathogens // Journal of Biogeography. 2024. Vol. 51, Iss. 4. P. 599–617.
 18. Shiryayev A.G., Bulgakov T.S., Zmitrovich I.V., Shiryayeva O.S., Budimirov A.S., Dudka V.A. New species of fungi for Sverdlovsk region (The Middle Urals, Russia) on alien and aborigine woody plants // Микология и фитопатология. 2023. Т. 57, N 6. С. 417–424.

19. Voglmayr H., Schertler A., Essl F., Krisai-Greilhuber I. Alien and cryptogenic fungi and oomycetes in Austria: an annotated checklist (2nd

edition) // Biological Invasions. 2023. Vol. 25, N 1. P. 27–38.

Поступила в редакцию: 18.03.2024

UDC 632.4:574.91(470.6+477.6)

ALIEN PHYTOPATHOGENIC FUNGI AND FUNGUS-LIKE ORGANISMS IN THE SOUTH OF RUSSIA: PROBLEMS, FEATURES AND OBJECTIVES OF STUDY

T.S. Bulgakov

Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences

Based on an analysis of publications and author's own research, it is shown that the south of Russia is a macro-region where the spread of new alien species of plant pathogens is observed, and this process will inevitably continue in the future. Brief information about the findings of several important phytopathogenic fungi previously unknown in Russia but discovered in the south of Russia, is provided. Monitoring the possible spread of newly found dangerous plant pathogens, especially *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya, which causes ash dieback, and *Cryptostroma corticale* (Ellis & Everh.) P.H. Greg. & S. Waller, which causes sooty bark disease of maples, is an extremely important task.

Key words: biological invasions, microfungi, plant pathogens, *Cryptostroma corticale*, *Hymenoscyphus fraxineus*, *Seiridium cardinale*

Citation: Bulgakov T.S. Alien phytopathogenic fungi and fungus-like organisms in the south of Russia: problems, features and objectives of study // Industrial botany. 2024. Vol. 24, N 2. P. 51–56. DOI: 10.5281/zenodo.13323820
