

**ЧУЖЕРОДНЫЕ ГРИБЫ И ГРИБОПОДОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ
ДОНБАССА: ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ
ПАТОГЕНОВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ**

Т.С. БУЛГАКОВ¹, И.В. БОНДАРЕНКО-БОРИСОВА²

¹Независимый исследователь, Ростов-на-Дону (fungi-on-don@yandex.ru)

²ГУ «Донецкий ботанический сад», Донецк (ibb2009@yandex.ru)

**ALIEN FUNGI AND FUNGAL-LIKE ORGANISMS OF DONBASS:
RESEARCHING PROBLEMS THROUGH THE EXAMPLE
OF HIGHER PLANT'S PATHOGENS**

T.S. BULGAKOV¹, I.V. BONDARENKO-BORISOVA²

¹Independent researcher, Rostov-on-Don (fungi-on-don@yandex.ru)

²PI «Donetsk Botanical Garden», Donetsk (ibb2009@yandex.ru)

Резюме. В публикации проведён анализ изучения чужеродных фитопатогенных грибов на территории Европы в целом и территории Донбасса в частности. На основании ранее опубликованных работ выделены характерные особенности биологических инвазий фитопатогенных грибов. Показано, что проникновения чужеродных грибов на территорию Донбасса в целом имеют особенности, типичные для Европы. Проникновение чужеродных видов происходило и происходит довольно быстрыми темпами в связи с высоким уровнем антропогенной трансформированности природы региона.

Ключевые слова: чужеродные грибы и грибоподобные организмы, фитопатогенные микромицеты, биологические инвазии, инвазивные виды, Донбасс.

Abstract. The publication analyzes the problems of researching of alien plant pathogenic fungi in the Europe in general and in the Donbass region in particular. Characteristic features of biological invasions of plant pathogenic micromycetes on the basis of earlier published works have been identified. It is shown that the invasions of alien fungi into the territory of the Donbass have (in a general way) the features typical for Europe. Penetration of alien species occurred and occurs quite rapidly because of the high anthropogenic transformation of the regional nature.

Key words: alien fungi and fungal-like organisms, plant pathogenic micromycetes, biological invasions, invasive species, Donbass.

Появление чужеродных видов на территориях, где они ранее отсутствовали, в наши дни является важной частью глобальных изменений окружающей среды, вызванных деятельностью человека. Нередко это происходит бессимптомно, но порой появление чужеродного вида и его внедрение в местные биогеоценозы (инвазия) может наносить значительный экономический ущерб и даже представлять опасность для благополучия и здоровья людей. Количество крупных экологических катастроф, вызванных инвазиями чужеродных видов, постоянно увеличивается, а термин «биологическое загрязнение» получает всё более широкое распространение в научной и научно-популярной литературе.

Биологические инвазии можно рассматривать как новый фактор в историческом изменении биоразнообразия естественных и искусственных ландшафтов Донбасса. Актуальность исследований инвазивных видов обусловлена необходимостью выполнения международных обязательств, регламентируемых Конвенцией об охране биологического разнообразия (1992), в соответствии с которой противодействие инвазиям должно иметь превентивную направленность и обеспечивать согласованность действий международных и государственных карантинных ведомств. Однако при отсутствии надежных региональных исследований решение этой проблемы в стратегическом плане невозможно [Виноградова, Майоров, Хорун, 2009].

В настоящее время имеется множество научных публикаций, посвящённых инвазиям различных растений и животных, однако инвазии микроорганизмов, а также мелких и малозаметных организмов, ведущих скрытый образ жизни, остаются практически неизученными и зачастую даже не замеченными. Типичным примером незаметно расселяющихся на новые территории чужеродных организмов являются грибы – условная группа организмов, в состав которой в настоящее время включают настоящие грибы (Fungi) и грибоподобные организмы (Chromista). Сведения о чужеродных грибах и распространении грибов в целом ограничиваются преимущественно данными о возбудителях болезней растений и животных, что связано с относительной простотой их обнаружения и экономической значимостью многих грибных патогенов [Горленко, 1975; Desprez-Loustau, 2009]. Однако и они являются крайне скудными, фрагментарными и, зачастую, противоречивыми, особенно в сравнении с имеющимися данными об ареалах растений и животных, в т. ч. и чужеродных для той или иной территории.

Во многом это связано с субстратной природой ареалов грибов – т.е. приуроченностью их к тем или иным, часто вполне определённым субстратам с определёнными свойствами (почве, воде, детриту, растениям, животным, другим грибам), что значительно затрудняет применение самого понятия «ареал» (территория распространения) по отношению к грибам и грибоподобным организмам. Очевидно, что грибы и грибоподобные организмы как жизненные формы тесно примыкают к миру микроскопических организмов (бактерии, микроводоросли), для характеристики распространения которых справедливо правило «всё есть повсюду, но среда отбирает» [Змитрович, Мальшева, Мальшева, 2003]. В этом отношении изучение распространения и инвазий фитопатогенных грибов, чаще всего obligатно ассоциированных с определённым кругом питающих растений, – гораздо более простая задача, особенно по сравнению с полностью сапротрофными, водными или почвенными грибами и грибоподобными организмами.

Второй особенностью, чрезвычайно затрудняющей изучение распространения грибов, является «трудность» самих грибов как объектов изучения: сравнительно слабая изученность большей части их таксонов, наличие множества ещё не описанных видов (особенно микромицетов), сложность методов идентификации и т.д. Особую важность при работе с чужеродными микромицетами имеет надёжная идентификация видов, поскольку вся необходимая информация (происхождение, биологические и экологические особенности и пр.) «привязаны» к названию таксона. Без точного определения видовой принадлежности вообще невозможно понять, с чем именно имеет дело исследователь. В этом отношении начавшаяся в начале XXI в. революция в микологической систематике, связанная с

внедрением новых методов молекулярной биологии, сыграла весьма двусмысленную роль: она привела к коренному пересмотру понимания многих таксонов грибов и грибоподобных организмов, что сделало практически бесполезными многие старые определители и списки видов (особенно для аскомицетов): по ним нельзя с полной уверенностью понять, какой именно вид где и когда был обнаружен, если не имеется сохранившихся гербарных образцов и/или культур. С учётом малочисленности специалистов-микологов и отсутствием актуальных пособий и определителей для многих групп грибов, следует признать, что микология здесь намного отстает, и ещё долго будет отставать от ботаники и зоологии.

Анализ отечественной литературы показывает, что сведения о чужеродных грибах, в частности, о фитопатогенных микромицетах, носят весьма фрагментарный характер даже для Европейской России, ограничиваясь определенными группами растений (сельскохозяйственные растения, декоративные или лесные культуры) или отдельными опасными возбудителями растений, причём каждый исследователь обращает внимание на близкие ему аспекты проблемы. Теоретические вопросы о причинах, путях, механизмах, особенностях распространения чужеродных микромицетов обычно оставались за рамками таких работ. Исключениями являются лишь несколько исследований, в частности, выдающаяся работа известного советского миколога и фитопатолога М.В. Горленко, посвящённая преимущественно инвазиям фитопатогенов культивируемых растений [Горленко, 1975], во многом продолжающая это труд аналитическая работа Ю.Т. Дьякова [Дьяков, 2015], а также недавно опубликованный обзор по инвазивным грибам Европы [Desprez-Loustau, 2009] и серия работ, посвящённых чужеродным микромицетам Беларуси [Поликсенова, Храмцов, 2012; Поликсенова, Храмцов, 2015].

Анализируя перечисленные работы для Европы, России, Беларуси и Донбасса, в целом можно очертить несколько основных особенностей чужеродных грибов:

1. В таксономическом отношении среди чужеродных фитопатогенных грибов подавляющее большинство составляют высшие грибы – аскомицеты (Ascomycota, включая анаморфные, или несовершенные грибы) и базидиомицеты (Basidiomycota) в соотношении примерно 50% и 40% всех видов. Фитопатогенные базидиомицеты представлены преимущественно ржавчинными (Pucciniales) и головнёвыми грибами (преимущественно Ustilaginales), среди которых есть немало опасных патогенов культурных растений, в особенности злаков. Фитопатогенные грибоподобные организмы в подавляющем большинстве принадлежат к оомицетам (Oomycota), к порядку Peronosporales (семейства Albuginaceae и Peronosporaceae с родами *Peronospora*, *Phytophthora*, *Plasmopara*, *Pseudoperonospora* и др.). Остальные таксоны представлены буквально отдельными видами.

2. Основным путём распространения чужеродных фитопатогенных грибов является антропохория, т.е. перенос человеком в ходе хозяйственной и прочей деятельности, обычно в результате завоза посадочного материала [Горленко, 1975]. Анемохория и гидрохория обычно играют лишь вспомогательную роль, и они актуальны лишь для некоторых таксонов, в частности, анемохория – для грибов с мелкими и многочисленными пропугулами (спорами), такими, как ржавчинные и головнёвые грибы, а гидрохория – лишь для водных грибов [Дьяков, 2015]. Зоохория играет существенную роль лишь при постепенном расширении вторичного ареала, а перенос насекомыми характерен для многих грибных фитопатогенов из числа аскомицетов, в особенности для патогенов древесных растений [Desprez-Loustau, 2009].

3. Необходимо различать трансконтинентальные переносы видов (распространение с одного континента на другой или, как в случае Старого Света – обмен видами между Северной Африкой, Европой, Восточной и Южной Азией) и внутриконтинентальные (простое расширения ареалов на соседние регионы, если они не есть следствие трансконтинентальной инвазии). Трансконтинентальные инвазии являются намного более опасными. Подавляющее большинство самых опасных грибных фитопатогенов попали в Донбасс и в

целом Европу из Северной Америки (фитофтороз паслёновых, мильдью винограда, мучнистая роса крыжовника и пр.) и Восточной Азии (мучнистая роса дуба, голландская болезнь вязы, глеоспориоз дыни и пр.). Европейские исследователи отмечают, что темпы появления в Европе новых фитопатогенных грибов значительно возросли с начала XX в. и не снижаются до настоящего времени, при этом в последнее время увеличивается относительная доля чужеродных видов, проникающих из горных районов Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии [Desprez-Loustau, 2009].

4. 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 из числа близкородственных его изначальному хозяину растений (порой из числа аборигенных для его новой родины). При этом ключевым фактором восприимчивости питающего растения к патогену является длительное отсутствие контакта данного вида растения с конкретным фитопатогенным грибом. Проще говоря, восприимчивыми оказываются культурные/культивируемые сорта растения данного вида, долгое время существовавшие на новой родине вне контакта с данным грибом (т.н. ситуация «отстающего-догоняющего 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 виду, роду или семейству [Дьяков, 2015].

5. Чаше всего чужеродные фитопатогенные грибы обнаруживаются на чужеродных растениях, и гораздо реже – на аборигенных. В отношении фитопатогенных организмов такая взаимосвязь растений и ассоциированных с ними грибов вполне ожидаема и подтверждается зарубежными исследователями для всего мира [Desprez-Loustau, 2009]. Поэтому вполне понятно, почему наибольшее разнообразие чужеродных видов фитопатогенных грибов, развивающихся на чужеродных видах растений, и в Донбассе, и в других регионах отмечается в местах и сообществах, где преобладают чужеродные растения: в центрах интродукции неаборигенных растений (ботанические и плодовые сады, питомники, дачные участки и т. п.), а также в антропогенных местообитаниях, к которым относятся искусственные лесопосадки (противоэрозионные, водоохранные, полезащитные, придорожные, коммерческие), агроценозы (поля, огороды, плодовые сады), пастбища и всевозможные рудеральные фитоценозы, приуроченные к пустырям вблизи населённых пунктов, свалкам и линейным коммуникациям (шоссейные и железные дороги, электросети, водо- и газопроводы, каналы и плотины) [Поликсенова, Храмов, 2015].

До настоящего времени в отношении Донбасса (рассматриваемого нами как макро-регион в границах Донецкой и Луганской областей Украины и западной части Ростовской области России) данная проблема затрагивалась всего в нескольких публикациях, посвященных микобиоте хвойных растений в Донецкой области [Бондаренко-Борисова, 2012] и микобиоте искусственных лесопосадок Ростовской области [Булгаков, 2007а, б, в; Ребриев, 2007; Булгаков, 2008], а также разнообразию мучнисторосяных грибов [Русанов, Булгаков, 2008; Бондаренко-Борисова, Булгаков, 2016]. Все хвойные растения являются интродуцентами для Донбасса, соответственно, практически все облигатно ассоциированные с ними грибы можно рассматривать как чужеродные для указанной территории. В работах по Ростовской области ранее было отмечено, что не менее 15% видов грибов, отмеченных на территории региона, достоверно являются чужеродными [Булгаков, 2007а], а для фитопатогенов древесных растений эта доля ещё выше в связи с тем, что в степном Донбассе большая часть культивируемых видов деревьев и кустарников – интродуценты, т.е. чужеродные виды. Подавляющее большинство чужеродных фитопатогенных грибов проникло на территорию Донбасса в ходе интродукции растений-хозяев либо из лесной зоны Европы и горных лесов Кавказа, либо из регионов Восточной Азии и Сев. Америки, относи-

тельно близких к Европе по климату и таксономическому составу флоры высших растений на уровне семейств и родов [Булгаков, 2007а, 2008].

Также в настоящий момент можно констатировать, что в составе микобиоты Донбасса и всего юга России и Украины продолжают появляться новые чужеродные виды фитопатогенных грибов, способные вызывать угнетение и даже гибель многих культивируемых и аборигенных растений. Возможность их инвазий связана с недостаточным контролем ввозимого посадочного материала, а также со скрытым характером развития грибов на ранних стадиях при их самостоятельном распространении с территории соседних регионов. Так, за последние 15 лет на территории Ростовской области проникло как минимум 10 новых видов мучнисторосяных грибов (*Erysiphaceae*) [Русанов, Булгаков, 2008; Ребриев и др., 2012], и практически все они отмечены в Донбассе [Бондаренко-Борисова, Булгаков, 2016].

К числу опасных чужеродных видов, появление которых на территории прогнозируется в самое ближайшее время, следует отнести возбудителя халарового некроза ясеня (*Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Nosoysa.), ранее широко распространявшегося в Европе и уже известного с территории Харьковской области Украины и западных областей Европейской России [Мусолин и др., 2014]. В пойменных лесах р. Сев. Донец существует и определённая опасность расселения проникших в Европу возбудителей инфекционного увядания многих древесных растений из рода *Phytophthora*, в частности *P. alni* Brasier & S.A. Kirk и *P. ramorum* Werres et al., а также возбудителя сосудистого микоза дуба *Ceratocystis fagacearum* (Bretz) J. Hunt. [Гниненко, 2008]. Следует также отметить и весьма вредоносного возбудителя красной пятнистости сосны *Dohitstroma pini* Hulbary, встречающегося на территории Донбасса в пределах Луганской и Ростовской областях с 2004 г. [Булгаков, 2007в; Мусолин и др., 2014]. Не исключено появление и новых видов грибов в связи с интродукцией новых декоративных и сельскохозяйственных культур.

Усилению микологических инвазий в рассматриваемом нами регионе, равно как и в других районах земного шара, будут способствовать глобальные изменения климата, повышение концентрации атмосферного углекислого газа и понижение содержания азота, дальнейшая фрагментация, деградация и уничтожение естественных микростаций аборигенных видов [Виноградова, Майоров, Хорун, 2009; Desprez-Loustau, 2009]. Важную роль в этом процессе сыграют активные пассажирские и грузотранспортные перемещения, происходящие в настоящее время между Донбассом и территориями РФ, а также затяжной военной конфликт на территории Восточной Украины, в условиях которого невозможен эффективный мониторинг и контроль за инвазивными организмами.

ЛИТЕРАТУРА

- Бондаренко-Борисова И.В.** 2012. Болезни хвойных растений в декоративных насаждениях юго-востока Украины. *Промышленная ботаника*. 12: 313–321.
- Бондаренко-Борисова И.В., Булгаков Т.С.** 2016. Современные сведения о мучнисторосяных грибах, поражающих древесные растения в условиях Северного Приазовья (Донецкая и Ростовская обл.). *В кн.*: Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений. Материалы Всероссийской конференции с международным участием (Москва, 18–22 апреля 2016 г.). Красноярск: ИЛ СО РАН: 37–38.
- Булгаков Т.С.** 2007а. Адвентивные виды фитопатогенных грибов на древесных растениях в Ростовской области. *В кн.*: Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем. Тезисы докладов международной конференции (г. Ростов-на-Дону, 5–7 июня 2007 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН: 60–61.
- Булгаков Т.С.** 2007б. Грибы на хвойных растениях в условиях Ростовской области. *В кн.*: Молодежь XXI века – будущее российской науки. Сборник материалов докладов 5-й

Всероссийской научно–практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. III(1). Ростов-на-Дону: ЦВВР: 9–11.

- Булгаков Т.С.** 2007в. Дотистромоз – новое опасное заболевание сосны крымской на юге России. Актуальные проблемы лесного комплекса-17. *В кн.*: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции «Лес–2007». Брянск: БГИТА: 109–113.
- Булгаков Т.С.** 2008. Особенности формирования патогенной микобиоты древесных интродуцентов (на примере Ростовской области). *В кн.*: Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения. Материалы международной научной конференции, посвященной 135–летию со дня рождения И.И. Спрыгина (13–16 мая 2008 г.). Ч. I. Пенза: ПГПУ им. В.Г. Белинского: 358–360.
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В.** 2009. Чёрная книга флоры Средней России. Москва: ГЕОС: 494 с.
- Гниенко Ю.И.** 2008. Новые опасные болезни древесных пород. *Защита и карантин растений*. 5: 44–45.
- Горленко М.В.** 1975. Миграции фитопатогенных микроорганизмов. Москва: 108 с.
- Дьяков Ю.Т.** 2015. Инвазии фитопатогенных грибов. *В кн.*: Биотические связи грибов: мосты между царствами. Материалы VII всероссийской микологической школы-конференции с международным участием. М.: ЗБС МГУ: 39–49.
- Змитрович И. В., Малышева Е. Ф., Малышева В. Ф.** 2003. Некоторые понятия и термины микогеографии: критический обзор. *Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения*. 4: 173–188.
- Мусолин Д.Л., Булгаков Т.С., Селиховкин А.В., Адамсон Р., Дренкхан Р., Васайтис Р.** 2014. *Dothistroma septosporum*, *D. pini* и *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (Ascomycota) – патогены древесных растений, вызывающие серьёзную озабоченность в Европе. *В кн.*: VIII чтения памяти О.А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений. Материалы международной конференции (СПб., 18–20 ноября 2014 г.). СПб.: СПбГЛТУ: 54–55.
- Поликсенова В.Д., Храпцов А.К.** 2012. Чужеродные виды фитопатогенных микромицетов в Беларуси. *В кн.*: Современная микология в России. Материалы 3-го Съезда микологов России (Москва, 10–12 октября 2012 г.): 3. М.: 303–304.
- Поликсенова В.Д., Храпцов А.К.** 2015. Чужеродные фитопатогенные микромицеты Беларуси. *Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Хим., биол., геогр.* 3: С. 43–48.
- Ребриев Ю.А.** 2007. Макромицеты основных насаждений как адвентивная компонента микобиоты Ростовской области. *В кн.*: Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем. Тезисы докладов международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 5–8 июня 2007 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН: 256–257.
- Ребриев Ю.А., Русанов В.А., Булгаков Т.С., Светашева Т.Ю., Змитрович И.В., Попов Е.С.** 2012. Микобиота аридных территорий юго-запада России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ: 88 с.
- Русанов В.А., Булгаков Т.С.** 2008. Мучнисторосяные грибы Ростовской области. *Микология и фитопатология*. 42(4): 314–322.
- Desprez-Loustau M.-L.** 2009. Alien Fungi of Europe. Handbook of Alien Species in Europe. *Invading Nature-Springer Series in Invasion Ecology*. 3: 15–28.