

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О МАКРОМИЦЕТАХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА (РОССИЯ)

© 2024 г. И. В. Бондаренко-Борисова, С. Д. Трискиба

Донецкий ботанический сад, 283023 Донецк, Россия

*e-mail: irina_bondarenko_2022@mail.ru

**e-mail: triskiba.serg@mail.ru

Поступила в редакцию 20.05.2024 г.

После доработки 15.07.2024.

Принята к публикации 28.08.2024 г.

В оранжереях и теплицах Донецкого ботанического сада за 12-летний период (2007–2008 и 2015–2024 гг.) обнаружено 26 видов макромицетов из двух отделов — *Basidiomycota* (23 вида, 88%) и *Ascomycota* (3 вида, 12%). Семь видов — *Cyathus striatus*, *Gymnopilus liquiritiae*, *Mycena epipterygia*, *M. leptcephala*, *Panaeolus fimicola*, *Peziza varia*, *P. vesiculosa* впервые указаны для территории ботанического сада. Видовое разнообразие макромицетов закрытого грунта оказалось низким — здесь отмечено только 10–18% видов из известных для антропогенно измененных фитоценозов Донбасса. В видовом спектре преобладали мультирегиональные космополиты (20 видов, 77%), в трофическом спектре — сапротрофы (17 видов, 65%). Отмечено два пика формирования плодовых тел: зимний — в январе и феврале, и осенний — в октябре. Сообщества макромицетов в оранжереях и теплицах представлены случайно занесенными видами. Занос грибов в закрытый грунт происходил с органическими субстратами местного и импортного происхождения. Это может способствовать проникновению в регион чужеродных грибов и их дальнейшей натурализации в местных фитоценозах.

Ключевые слова: биоразнообразие, ботанический сад, Донбасс, макромицеты, оранжереи, чужеродные грибы

DOI: 10.31857/S0026364824060041, EDN: uoawkz

ВВЕДЕНИЕ

Растительные сообщества ботанических садов представляют собой уникальное сочетание адвентивных и местных видов. В ходе целенаправленной интродукции растений в коллекции и экспозиции происходит непреднамеренный занос сопутствующих им аборигенных и чужеродных организмов (в т.ч. грибов) — как с живыми растениями, так и с органическими субстратами, используемыми для их выращивания (мертвая древесина, компост, гумус, торф, готовые почвосмеси иностранных и отечественных производителей). В результате насаждения ботанических садов становятся точками концентрации не только различных местных видов грибов, но и местами адаптации чужеродных грибов к региональным условиям, своеобразным плацдармом для их дальнейшего внедрения в естественные фитоценозы, что может приводить к негативным экологическим и экономическим последствиям (Desprez-Loustau, 2009; Szczepkowski et al., 2014; Shiryayev et al., 2023).

Научная информация о макромицетах, развивающихся в условиях закрытого грунта (оранжереи, теплицы, парники), в отечественной литературе весьма скудна. В публикациях российских и украинских исследователей, посвященных изучению микобиоты ботанических садов, приводятся сведения о видовом составе грибов, главным образом, в открытом грунте (Wasser, 1974; Soldatova, 1974; Wasser, Soldatova, 1977; Koretskiy, 1997; Zavadovskiy, 2013, 2016; Bondartseva et al., 2014; Rusanov et al., 2018; Ruokolainen et al., 2020). При этом особое внимание уделяется дереворазрушающим, в частности, афиллофороидным грибам, имеющим важное фитопатологическое значение в арборетумах, а также напочвенным сапротрофным грибам, принимающим активное участие в минерализации растительных остатков. Разнообразие макромицетов, развивающихся в условиях закрытого грунта, исследовалось значительно реже, хотя в последние 10–15 лет из стран Центр. и Вост. Европы (Польша, Чехия, Сербия, Австрия,

Германия, Россия) стала поступать довольно обширная информация об агарикоидных, афиллофороидных и прочих грибах, выявляемых в теплицах и оранжереях (Pidlich-Aigner et al., 2002; Gubitz, 2011, 2012; Vukojević et al., 2016; Szczepkowski et al., 2014; Szczepkowski et al., 2022; Shiryayev et al., 2023). Детальное экологическое исследование α - и β -разнообразия афиллофороидных грибов в оранжереях ботанических садов Санкт-Петербурга, Москвы и Екатеринбурга (подзона гемибореальной растительности) было проведено А.Г. Ширяевым и коллегами (Shiryayev et al., 2023).

Мониторинг видового состава макромицетов — представителей разных таксономических и экологических групп в условиях закрытого грунта интересен как с научной, так и с практической точки зрения. Так, в аридных регионах закрытый грунт может служить своеобразным “проявителем” тех видов грибов, плодовые тела которых не формируются (или формируются крайне редко) в естественных и искусственных фитоценозах из-за неблагоприятных, засушливых погодно-климатических условий. Поэтому исследования такого рода расширяют представления исследователей об экологической пластичности видов, о разнообразии местной микобиоты. С другой стороны, такой мониторинг позволяет отслеживать появление в регионе чужеродных видов грибов, неизбежно попадающих в ботанические сады вместе с растениями-интродуцентами и различными органическими субстратами.

Детальное изучение разнообразия макромицетов на территории Донецкого ботанического сада (далее — ДБС) проводилось С.П. Вассером и И.М. Солдатовой в 1970-е гг. (Wasser, 1974; Soldatova, 1974; Wasser, Soldatova, 1977). После длительного перерыва исследования возобновились уже в нынешнем столетии (Leshan, Kurdyukova, 2006; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019). Они были посвящены изучению видового состава макромицетов открытого грунта — парковой зоны, экспозиций и коллекций древесно-кустарниковых растений, расположенных в северном и южном массивах ДБС и на прилегающих городских территориях. Сведения о грибах закрытого грунта ДБС приводятся впервые.

Целью нашего исследования было изучение видового разнообразия макромицетов в оранжерейно-тепличном комплексе ДБС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

ДБС расположен в степной зоне, на Донбассе (северная часть Донецкой Народной Республики, южная часть Луганской Народной Республики,

западная часть Ростовской обл.), на границе г. Донецк и г. Макеевка, в центре крупной промышленной агломерации. Общая площадь Сада — 2.03 км². Оранжерейно-тепличный комплекс ДБС (далее — ОТК) формировался на протяжении 1971—1990 гг. В настоящее время площадь закрытого грунта составляет около 5000 м². Он представлен пятью фондовыми оранжереями (2200 м²) и тепличным комплексом, включающим девять теплиц общей площадью 2888 м². Технические и конструктивные особенности ОТК не позволяют в достаточной мере регулировать микроклиматический режим в течение года, что создает весьма нестабильные (Gornitskaya, Tkachuk, 1999), а иногда и экстремальные условия для развития грибов.

Объектами исследования являлись макромицеты, формирующие плодовые тела в оранжереях и теплицах ДБС. Материалами для настоящей публикации послужили наблюдения за появлением и развитием различных видов грибов в ОТК, проводимые на протяжении 12 лет: в 2007—2008 гг. и после шестилетнего перерыва — в 2015—2024 гг. С периодичностью один-два раза в месяц обследовались экспозиции, коллекции, участки вегетативного размножения растений в ОТК. Плодовые тела макромицетов были собраны в соответствии с общепринятыми в микологии методиками (Bondartsev, Singer, 1950; Cléménçon, 2009; Ivoylov et al., 2017). Учитывались только те виды макромицетов, которые образовывали плодовые тела в условиях закрытого грунта. Зрелые плодовые тела, случайно занесенные в ОТК с различными органическими материалами, не учитывались.

Идентификацию макромицетов осуществляли по определителям (Definitorium..., 1969, 1972, 1979; Smitskaya, 1980; Wasser, 1980, 1992; Bondartseva, 1998; Pridyuk, 2015) и справочным изданиям (Laessoe, 2003; Lincoff, 2006). Таксономическая классификация и видовые названия грибов приведены согласно открытой базе данных MycoBank (2024). Трофические группы грибов-макромицетов выделены согласно классификации А.Е. Коваленко (Kovalenko, 1980): сапротрофы (So — грибы, развивающиеся исключительно на мертвых органических субстратах — на подстилке, гумусе, разлагающейся древесине, экскрементах и проч.); симбиотрофы (Mg — микоризообразователи) и биотрофы (Pf — факультативные паразиты, развивающиеся обычно на отмершей древесине, но способные вызывать гнили у живых древесных растений, Sf — факультативные сапротрофы, заселяющие живые деревья, вызывающие гнили и продолжающие некоторое время развиваться на отмершей древесине). Ареалы грибов указаны в соответствии с классификацией географических выделов, предложенной

С.П. Вассером (Wasser, 1980) и данными о распространении видов, содержащимися в базе Глобального информационного фонда по биоразнообразию (GBIF) (<https://www.gbif.org>). Собранный материал хранится в лаборатории почвенно-экологических исследований ДБС.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За 12-летний период наблюдений в оранжереях и теплицах ДБС было зафиксировано 26 видов макромицетов из двух отделов — *Ascomycota* и *Basidiomycota*. Ниже представлен аннотированный список грибов, отмеченных в ОТК. Указаны даты и точки обнаружения каждого вида, субстраты, на которых он был выявлен, а также частота встречаемости (редко — вид отмечен за весь период наблюдений одно-двукратно; периодически — вид отмечался в отдельные годы; ежегодно — вид регистрировался ежегодно, иногда за исключением одного-двух лет). Приведены литературные сведения о находках видов на территории ДБС, Донецкой и Луганской Народных Республик. В списке содержатся следующие условные обозначения: звездочкой обозначены виды, не указанные ранее для ДБС, а также для Донецкой и Луганской Народных Республик; Мг, Рф, Sf, So — трофические группы; Т — теплицы ускоренного размножения, ФО — фондовые оранжереи.

Ascomycota

Pezizomycetes

Pezizales

Pezizaceae

**Peziza varia* (Hedw.) Röhl. — почвосмеси с добавлением лиственной земли; So; мультирегиональный, космополит; Т: 11.01.2007, 21.01.2008, 16.01.2015, 03.11.2016, 17.11.2017, 12.10.2018, 25.10.2019, 20.02.2020, 03.02.2021, 14.02.2022, 30.01.2023, 13.02.2024; ежегодно.

**P. vesiculosa* Bull. — почвосмеси с добавлением лиственной земли и опилок, трухлявые пни; So; мультирегиональный, космополит; Т: 11.01.2007, 21.01.2008, 16.01.2015, 03.11.2016, 17.11.2017, 12.10.2018, 25.10.2019, 20.02.2020, 03.02.2021, 14.02.2022, 30.01.2023, 13.02.2024; ежегодно.

Sordariomycetes

Xylariales

Xylariaceae

Xylaria sp. gr. *hypoxylon* — трухлявый пенёк *Casuarina cunninghamiana* Miq.; So; ФО: 26.11.2021; редко.

Basidiomycota

Agaricomycetes

Agaricales

Agaricaceae

Agaricus bisporus (J.E. Lange) Imbach — почвенный субстрат с добавлением навоза; So; мультирегиональный, космополит; Т: 21.01.2008; редко (Leshan, Kurdyukova, 2006).

**Cyathus striatus* (Huds.) Willd. — на разложившейся древесине, на почве с добавлением перепревшего навоза в цветочных контейнерах; So; мультирегиональный, космополит; ФО: 26–28.04.2016; редко.

Lepiota cristata (Bolton) P. Kumm. — в основании пней лиственных пород, на субстрате с добавлением гумуса; So; мультирегиональный, космополит; ФО: 03.06.2020, 14.01.2022, 11.07.2022; периодически (Leshan, Kurdyukova, 2006; Dudka et al., 2009).

Leucocoprinus birnbaumii Singer — на почвосмеси зарубежного производства с добавлением торфа и гумуса, на трухлявых пнях и корягах лиственных пород; So; мультирегиональный, субтропический вид; ФО: 12–13.12.2019, 21–28.02.2022, 11.03.2022, 13.07.2022; периодически (Bondarenko-Borisova, 2023).

Amanitaceae

Amanita vaginata (Bull.) Lam. — мульчирующий материал (опилки, щепа) с примесью почвы; So, Мг; мультирегиональный, космополит; Т: 21–23.01.2008; редко (Leshan, Kurdyukova, 2006).

Clitocybaceae

Collybia sordida (Schumach.) Z.M. He et Zhu L. Yang — на разлагающейся коре, на пне лиственной породы; Рф; мультирегиональный, космополит; ФО: 09.02.2024; редко (Biodiversity..., 2009).

Galeropsidaceae

**Panaeolus fimicola* (Fr.) Quél. — на почвенном субстрате с примесью торфа; компоста и опилок; So; мультирегиональный, космополит; Т: 13.02.2024; редко.

Lyophyllaceae

Ossicaulis lignatilis (Pers.) Redhead et Ginns — на пне лиственной породы; Рф; голарктический, неморальный; ФО: 03.06.2020; редко (Dudka et al., 2009).

Mycenaceae

**Mycena epipterygia* (Scop.) Gray — на кусочках коры, на почвенном субстрате добавлением гумуса и опилок; So; мультирегиональный, неморальный; ФО: 15.07.2022; редко.

**M. leptcephala* (Pers.) Gillet — на почвенном субстрате с примесью опилок и перепревшего конского навоза; So; мультирегиональный, космополит; Т: 08.10.2007; редко.

M. tintinnabulum (Paulet) Quél. — на почвенном субстрате с примесью опилок; So; голарктический, неморальный; Т: 10.02.2022; редко (Wasser, Soldatova, 1977).

Pleurotaceae

Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. — на шелухе семян подсолнечника (отработанный субстрат грибоводческого хозяйства); Sp; мультирегиональный, космополит; Т: 10.10.2019, 03.11.2019, 13.12.2019; 24.10.2020, 27.12.2020; 12.02.2024; периодически (Wasser, Soldatova, 1977; Leshan, Kurdyukova, 2006; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

Pluteaceae

Pluteus cervinus (Schaeff.) P. Kumm. — почвосмесь с добавлением опилок, субстрат с примесью лиственной земли; So; мультирегиональный, космополит; ФО: 13.12.2019; Т: 08.10.2007, 21–23.01.2008; периодически (Wasser, 1974; Biodiversity..., 2009; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

Psathyrellaceae

Coprinellus micaceus (Bull.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson — на почвенном субстрате с добавлением разложившегося навоза и опилок; So; мультирегиональный, космополит; Т: 17.12.2021, 13.01.2022, 23.10.2023; периодически (Wasser, Soldatova, 1977; Leshan, Kurdyukova, 2006; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

C. truncorum (Scop.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo — на почвенном субстрате с добавлением разложившегося навоза и опилок; So; голарктический, космополит; T: 13.02.2024; редко (Biodiversity..., 2009; Dudka et al., 2009).

Strophariaceae

**Gymnopilus liquiritiae* (Pers.) P. Karst. — на субстрате с добавлением гумуса и примесью опилок; So; голарктический, бореально-неморальный; T: 13.02.2024; редко.

Pholiota aurivella (Batsch) P. Kumm. — на спилах стволов ивы и тополя; Pf; мультирегиональный, космополит; ФО: 19.10.2015; редко (Wasser, Soldatova, 1977; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

Ph. populnea (Pers.) Kuiper et Tjall.-Beuk. — на пнях и фрагментах стволов тополя; Pf; Голарктический, неморальный; ФО: 30.09.2008, 10.02.2016; 21.10.2016; 19.02.2017; 11.10.2017; периодически (Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

Ph. squarrosa (Vahl) P. Kumm. — на фрагментах стволов тополя и ивы; Pf; мультирегиональный, космополит; ФО: 10. 02.2016; 21.10.2016; 19.02.2017; 11.10.2017; периодически (Dudka et al., 2009; Biodiversity..., 2009; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

Polyporales

Fomitopsidaceae

Daedalea quercina (L.) Pers. — на свежеспиленном дубовом пне; Sf/Pf; мультирегиональный, неморальный; T: 08.10.2007; редко (Wasser, Soldatova, 1977; Dudka et al., 2009; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

Phanerochaetaceae

Bjerkandera adusta (Willd.) P. Karst. — на свежеспиленных пнях березы; Pf; мультирегиональный, неморальный; T: 13.01.2022; редко (Leshan, Kurdyukova, 2006; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

Polyporaceae

Ganoderma applanatum (Pers.) Pat. — на свежеспиленных пнях лиственных пород; Pf/Sf; мультирегиональный, неморальный; T: 08.10.2007; редко (Soldatova, 1974; Wasser, Soldatova, 1977; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

Trametes ochracea (Pers.) Gilb. et Ryvarden — на пне лиственной породы, на фрагментах стволов березы; So/Pf; мультирегиональный, космополит; T: 13.01.2022; редко (Leshan, Kurdyukova, 2006; Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019).

ОБСУЖДЕНИЕ

Микобиота ОТК представлена случайно занесенными видами, среди которых преобладают местные грибы (17 видов, 65%), ранее отмеченные исследователями как в арборетуме ДБС, так и в различных фитоценозах степной зоны и Донбасса, в частности. Около четверти макромицетов (7 видов, 27%) не выявлялись ранее в Донецкой и Луганской Народных Республиках. Это *Cyathus striatus*, *Gymnopilus liquiritiae*, *Mycena epipterygia*, *M. leptocephala*, *Panaeolus fimicola*, *Peziza varia*, *P. vesiculosa*. Микобиота ОТК бедна по сравнению с разнообразием макромицетов антропогенно измененных сообществ открытого грунта на сопредельных территориях. Доля обнаруженных видов составляет 18% от количества видов грибов, указанных для ДБС — 142 вида (Leshan, Kurdyukova, 2006) и соответственно 10 и 14% от количества видов,

указанных для дендропарков и ботанических садов степной зоны России [257 видов макромицетов (Rusanov et al., 2018)] и Украины [180 видов высших базидиомицетов (Wasser, Soldatova, 1977)]. Бедность микобиоты ОТК подтверждается при сравнении ее с разнообразием отдельных таксономических и экологических групп грибов на территории ДБС. Так, например, группа ксилотрофных базидиомицетов, выявленных в арборетуме ДБС за пятилетний период, насчитывает не менее 84 видов (Bulgakov, Bondarenko-Borisova, 2019), группа агарикоидных грибов, обнаруженных за четыре года исследований в ДБС, — свыше 50 видов (Wasser, 1974), афиллофороидных — 35 видов (Soldatova, 1974). Однако видовое богатство макромицетов в ОТК ДБС вполне сопоставимо с разнообразием грибов в закрытом грунте других ботанических садов. Например, в ботаническом саду Южного федерального университета для оранжерей исследователи указали четыре вида (Rusanov et al., 2018). В оранжерейном комплексе Ботанического сада Петра Великого за многолетний период отмечен всего 21 вид афиллофороидных и гетеробазидиальных грибов (Bondartseva et al., 2014). В оранжерее Ботанического сада “Jevremovac” (Белград, Сербия) за двухлетний период наблюдений выявлен 31 вид макромицетов (Vukojević et al., 2016). В оранжереях трех ботанических садов Санкт-Петербурга, Москвы и Екатеринбурга за 20 лет исследований выявлено 58 видов афиллофороидных грибов (Shiryaev et al., 2023).

В таксономическом спектре отмеченных грибов преобладают представители отдела *Basidiomycota* (23 вида, 88%). Наиболее разнообразны агарикоидные грибы (18 видов из 13 родов и 10 семейств). Группа афиллофороидных грибов включает четыре вида, относящихся к порядку *Polyporales*. Один вид (*Cyathus striatus*) относится к гастероидным базидиомицетам. Сумчатые грибы (*Ascomycota*) представлены только тремя видами из порядков *Pezizales* и *Xylariales*.

В видовом спектре преобладают мультирегиональные космополитные виды (20 видов, 77%), встречающиеся в разнообразных биотопах на нескольких материках. Четыре вида (*Coprinellus truncorum*, *Gymnopilus liquiritiae*, *Mycena tintinnabulum*, *Pholiota populnea*) можно охарактеризовать как голарктические. Неморальную группу образуют восемь видов — *Bjerkandera adusta*, *Daedalea quercina*, *Ganoderma applanatum*, *Gymnopilus liquiritiae*, *Mycena epipterygia*, *M. tintinnabulum*, *Ossicaulis lignatilis*, *Pholiota populnea*, распространенные в широколиственных и смешанных лесах. Среди них присутствуют виды, имеющие как мультирегиональное, так и голарктическое распространение.

Отмечено два пика формирования плодовых тел макромицетов: зимний (январь и февраль) и осенний (октябрь). Именно в эти месяцы за весь период наблюдений было выявлено максимальное количество видов: девять в январе, 11 в феврале и 12 в октябре. Поскольку на рост мицелия и плодоношение грибов огромное влияние оказывают такие абиотические факторы, как температура, освещенность, pH и влажность субстрата (Antonyak et al., 2013), такую ситуацию можно объяснить благоприятными микроклиматическими условиями, складывающимися именно в эти сезоны. Оптимальный для роста большинства видов грибов, сравнительно прохладный и влажный микроклимат в закрытом грунте ДБС устанавливается зимой и во второй половине осени: среднемесячные значения температуры в оранжереях составляют 20–23°C, а в теплицах — 17–21°C. Именно в это время чаще всего обнаруживались плодовые тела разных видов макромицетов.

Анализ типов питания грибов, приуроченных к различным субстратам, показал, что в ОТК ДБС они представлены в основном двумя экологотрофическими группами: сапротрофной (17 видов) и биотрофной (восемь видов). Группа симбиотрофных грибов (микоризообразователей) включает единственный вид — *Amanita vaginata*. Преобладание видов-сапротрофов в трофическом спектре вполне объяснимо с учетом разнообразия органических субстратов в ОТК: листовая, дерновая и хвойная земля, компост, перепревший навоз, мертвая древесина и др. Именно с этими субстратами мицелий и споры местных и чужеродных грибов попадают в закрытый грунт, где иногда находят благоприятные условия для дальнейшего развития. Группа биотрофов в ОТК представлена исключительно ксилотрофными грибами, так или иначе связанными в своем онтогенезе с живой древесиной. Она включает слабопатогенные виды, являющиеся факультативными паразитами (Pf), реже — факультативными сапротрофами (Sf). В нее вошли *Bjerkandera adusta*, *Daedalea quercina*, *Ganoderma applanatum*, *Ossicaulis lignatilis*, *Trametes ochracea*, а также три вида рода *Pholiota*, формирующие плодовые тела на пнях, корягах, фрагментах стволов в условиях закрытого грунта и встречающиеся на живых деревьях в открытом грунте.

Примечательно, что в ОТК ДБС практически отсутствуют грибы, развивающиеся на древесине тропических и субтропических растений, за исключением одного вида — *Xylaria* sp. gr. *hypoxylon*, обнаруженного на разлагающемся стволе казуарины. Возможно, это объясняется относительной молодостью древесно-кустарниковых растений (возраст

большинства из них не превышает 20–25 лет) в оранжерейных коллекциях ДБС.

Формирование плодовых тел большинства макромицетов в закрытом грунте происходит нерегулярно. Так, за весь период наблюдений базидиомы 17 видов (65% от общего количества) были отмечены всего лишь одно-, двукратно; плодовые тела семи видов (27%) регистрировались периодически, т.е. несколько раз за 12 лет и только два вида — *Peziza varia* и *P. vesiculosa* — выявлялись ежегодно. Примечательно, что оба этих вида ранее не указывались исследователями для территорий Донецкой и Луганской Народных Республик, однако были зарегистрированы в естественных и искусственных фитоценозах Ростовской обл. (Rebriev et al., 2012; Rusanov et al., 2018).

Как уже было сказано выше, в ОТК ДБС были обнаружены семь видов, не указанных ранее ни для ДБС, ни для Донецкой и Луганской Народных Республик. Эти виды — *Cyathus striatus*, *Gymnopilus liquiritiae*, *Mycena epipterygia*, *M. leptcephala*, *Panaeolus fimicola*, *Peziza varia*, *P. vesiculosa* — можно весьма условно отнести к группе чужеродных, поскольку их отсутствие в региональных видовых списках объясняется, скорее всего, недостаточной степенью изученности местной микобиоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Макромицеты закрытого грунта ДБС характеризуются сравнительно невысоким видовым разнообразием по сравнению с микобиотой местных искусственных и естественных фитоценозов; преобладанием мультирегиональных космополитных видов-сапротрофов; достаточно высокой долей грибов, не отмеченных ранее в регионе. Пики формирования плодовых тел макромицетов в теплицах и оранжереях ДБС приходится на зимний и осенний периоды. Сообщества макромицетов в закрытом грунте представлены случайно занесенными видами, т.е. имеют сборный характер. Занос грибов в ОТК происходит в основном с органическими субстратами, в т.ч. импортного происхождения (почвосмеси, торф, перегной, опилки, пни, деревянные конструкции и пр.), что способствует развитию в условиях закрытого грунта как местных, так и чужеродных видов грибов. Последние при определенных условиях могут натурализоваться в регионе, т.к. существует потенциальная угроза их расселения из оранжерей и теплиц в фитоценозы открытого грунта.

Полученные сведения дополняют информацию о разнообразии микобиоты ДБС и сопредельных территорий. Планируется дальнейший мониторинг

разнообразия грибов-макромицетов в закрытом грунте ДБС.

Работа И.В. Бондаренко-Борисовой выполнена в рамках государственной темы FREG-2023-0001 “Инвазии чужеродных организмов в антропогенные и природные экосистемы Донбасса: тенденции развития, экологические последствия, прогноз” (регистрационный номер 123101300197-6). Работа С.Д. Трискибы выполнена в рамках государственной темы FREG-2023-0002 “Качественные и функциональные характеристики почв сельскохозяйственных угодий в степной зоне и пути восстановления их биологической продуктивности” (регистрационный номер 123101300198-3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Antonyak G.L., Kalinets-Mamchur Z.I., Dudka I.O. et al.* Ecology of Fungi. Ivan Franko National University of Lviv, Lvov, 2013 (in Ukr.).
- Biodiversity of the Lugansk Nature Reserve: flora. Elton-2, Lugansk, 2009. (In Russ.).
- Bondarenko-Borisova I.V.* *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Singer — a new alien species of fungus for Donbass. *Promyshlennaya botanika*. 2023. V. 23 (2). P. 67–70. (In Russ.).
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10048380>
- Bondartsev A.S., Singer R.A.* Guide to collecting higher *Basidiomycetes* for scientific study. *Trudy Botan. in-ta im. V.L. Komarova Akad. nauk SSSR*. 1950. Series 2. Iss. 6. P. 499–543. (In Russ.).
- Bondartseva M.A.* *Definitorium Fungorum Rossiae. Ordo Aphyllophorales*. Fasc. 2. Nauka, SPb., 1998. (In Russ.).
- Bondartseva M.A., Kotkova V.M., Zmitrovich I.V. et al.* Aphyllophoroid and heterobasidioid fungi of the Peter the Great Botanical Garden of the Komarov Botanical Institute of RAS (St. Petersburg). In: *Botany: history, theory, practice (to the 300th anniversary of the founding of the V.L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences): Proceedings of the international scientific conference*. St. Petersburg, 2014, pp. 23–30. (In Russ.).
- Bulgakov T.S., Bondarenko-Borisova I.V.* Xylotrophic basidiomycetes of the Donetsk Botanical Garden (Donetsk city, Ukraine): taxonomic structure and encological features. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*. 2019. V. 228. P. 189–215. (In Russ.).
<https://doi.org/10.21266/2079-4304.2019.228.189-215>
- Cléménçon H.* Methods for working with macrofungi. IHW Verlag, Bern, 2009.
- Definitorium Fungorum Ucrainicae*: in 5 vols. V. 2. *Ascomycetes*. Naukova dumka, Kiev, 1969 (in Ukr.).
- Definitorium Fungorum Ucrainicae*: in 5 vols. V. 5. *Basidiomycetes*. Book 1. Naukova dumka, Kiev, 1972 (in Ukr.).
- Definitorium Fungorum Ucrainicae*: in 5 vols. V. 5. *Basidiomycetes*. Book 2. Naukova dumka, Kiev, 1979 (in Ukr.).
- Desprez-Loustau M.L.* Alien fungi of Europe. In: *Handbook of Alien Species in Europe. Invading Nature — Springer Series in Invasion Ecology*, vol 3. Springer, Dordrecht, 2009. P. 15–28.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8280-1_2
- Dudka I.O., Heluta V.P., Andrianova T.V. et al.* Fungi of nature reserves and national natural parks of the Left Bank of Ukraine: in 2 vols. V. 2. Aristey, Kiev, 2009 (in Ukr.).
- Gornitskaya I.P., Tkachuk L.P.* Results of the introduction of tropical and subtropical plants in the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. V. 1. Donbass, Donetsk, 1999. (In Russ.).
- Gubitz C.* A mycofloristic studies of the greenhouses in the botanical garden of Bayreuth. Part 1. *Z. Mykol.* 2011. V. 77(2). P. 203–242 (in Germ.).
- Gubitz C.* A mycofloristic studies of the greenhouses in the botanical of Bayreuth. Part 2. *Z. Mykol.* 2012. V. 78(1). P. 9–52 (in Germ.).
- Ivoylov A.V., Bolshakov S. Yu., Silayeva T.B.* Study of species diversity of macromycetes: schoolbook. Publishing house of the University of Mordovia, Saransk, 2017. (In Russ.).
- Koretskiy P.M.* Overground macromycetes in the academician O.V. Fomin Kyiv university Botanical garden. *Ukr. Bot. J.* 1997. V. 54 (1). P. 21–31 (in Ukr.).
- Kovalenko A.E.* Ecological review of fungi orders *Polyporales* s. str., *Boletales*, *Agaricales* s. str., *Russulales* in the mountain forests of the central part of the Northwestern Caucasus. *Mikologiya i fitopatologiya*. 1980. V. 14 (4). P. 300–314. (In Russ.).
- Laessle T.* Mushrooms: Handbook. AST-Astrel, Moscow, 2003. (In Russ.).
- Leshan T.A., Kurdyukova O.M.* Mycobiota of Eastern Ukraine. *Macromycetes*. Alma-Mater, Lugansk, 2006. (In Russ.).
- Lincoff G.H.* Field Guide to North American mushrooms (National Audubon Society Field Guides). Alfred A. Knopf, N.Y., 2006.
- Mycobank: Fungal Databases, Nomenclature and Species Banks*. 2024. <http://www.mycobank.org>. Accessed 12.03.2024.
- Pidlich-Aigner H., Hausknecht A., Scheuer C.* Annotated list of macromycetes found in the greenhouses of the Botanic Garden of the Institute of Botany in Graz (Austria), 1998–2001. *Fritschiana*. 2002. V. 32. P. 49–61.
- Pridyuk N.P.* Flora Fungorum Ucrainicae: *Bolbitiaceae* et *Coprinaceae*. OOO NPP Interservis, Kiev, 2015. (In Russ.).
- Rebriyev Yu.A., Rusanov V.A., Bulgakov T.S. et al.* Mycobiota of arid territories of southwestern Russia. Publ. House of SFU, Rostov-on-Don, 2012. (In Russ.).
- Ruokolainen A.V., Kotkova V.M., Eglacheva A.V.* Additions to the mycobiota of the Botanic Garden of Petrozavodsk State University. *Hortus Botanicus*. 2020. V. 15. P. 124–139 (In Russ.).
<https://doi.org/10.15393/j4.art.2020.6865>
- Rusanov V.A., Rebriyev Y.A., Bulgakov T.S.* Macromycetes of the Botanical garden of Southern Federal University. *Trudy Botanicheskogo sada Yuzhnogo federalnogo*

- universiteta: monografiya. Iss. 3. Izdatelstvo Yuzhnogo federalnogo universiteta, Rostov-na-Donu, Taganrog, 2018. P. 66–108. (In Russ.)
- Shiryaev A.G., Zmitrovich I.V., Senator S.A. et al. How poor is aphyllorphoroid fungi diversity in the boreal urban greenhouses of Eastern Europe? *J. Fungi*. 2023. V. 9(11). Art. 1116.
<https://doi.org/10.3390/jof9111116>
- Smitskaya M.F. Flora Fungorum RSS Ucrainicae: *Discomycetes (Operculatae)*. Naukova dumka, Kiev, 1980. (In Russ.)
- Soldatova I.M. *Aphyllorphorales* fungi of the Donetsk Botanical Garden SA USSR. *Ukr. Bot. J.* 1974. V. 31 (2). P. 233–235 (in Ukr.).
- Szczepkowski A., Gierczyk B., Kujawa A. et al. Macrofungi diversity of greenhouses at the Warsaw University Botanic Garden. *Ecol. Quest.* 2022. V. 33. P. 95–106.
<https://doi.org/10.12775/EQ.2022.018>
- Szczepkowski A., Gierczyk B., Kujawa A. Greenhouses of botanical gardens as a habitat of non-native and native macrofungi: a case study in Poland. *Cent. Eur. J. Biol.* 2014. V. 9 (8). P. 777–795.
<http://doi.org/10.2478/s11535-014-0310-5>
- Vukojević J., Hadžić I., Knežević A. et al. Diversity of macrofungi in the Botanical Garden “Jevremovac” in Belgrade. *Botanica Serbica*. 2016. V. 40 (2). P. 249–259.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.162226>
- Wasser S.P. *Agaricales* fungi of the Donetsk Botanical Garden SA USSR. In: Introduction and experimental plant ecology. Iss. 3. Naukova dumka, Kiev, 1974. P. 64–68 (in Ukr.).
- Wasser S.P. Flora Fungorum RSS Ucrainicae: *Basidiomycetes, Agaricaceae*. Naukova dumka, Kiev, 1980. (In Russ.)
- Wasser S.P. Flora Fungorum RSS Ucrainicae: *Basidiomycetes, Amanitales*. Naukova dumka, Kiev, 1992. (In Russ.)
- Wasser S.P., Soldatova I.M. Higher Basidiomycetes of the steppe zone of Ukraine. Naukova dumka, Kyiev, 1977. (In Russ.)
- Zavodovskiy P.G. New findings of species of aphyllorphoroid fungi from the Botanical Garden of Petrozavodsk State University. In: Reserves of Crimea – 2016: biological and landscape diversity, protection and management: Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference, Simferopol, 2016. P. 193–195. (In Russ.)
- Zavodovskiy P.G. Polypore mushrooms of Botanic Garden of Petrozavodsk State University. *Hortus Botanicus*. 2013. V. 8. (In Russ.).
<https://doi.org/10.15393/j4.art.2013.1781>
- Антоняк Г.Л., Калинець-Мамчур З.І., Дудка І.О. и др. (Antonyak et al.) Екологія грибів. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. 628 с.
- Биоразнообразие Луганского природного заповедника: растительный мир. (Biodiversity) Луганск: Элтон-2, 2009. С. 87–109.
- Бондаренко-Борисова И.В. (Bondarenko-Borisova) *Leucosporinus birnbaumii* (Corda) Singer — новый для Донбасса чужеродный вид гриба // Промышленная ботаника. 2023. Вып. 23 (2). С. 67–70.
- Бондарцев А.С., Зингер Р.А. (Bondartsev, Singer) Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения. Труды Ботан. ин-та им. В.Л. Комарова Акад. наук СССР. 1950. Сер. 2. Вып. 6. С. 499–543.
- Бондарцева М.А. (Bondartseva) Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. Вып. 2. СПб.: Наука, 1998. 391 с.
- Бондарцева М.А., Коткова В.М., Змитрович И.В. и др. (Bondartseva et al.) Афиллофороидные и гетеробазидиальные грибы Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург). Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук): Тр. междунар. науч. конф. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, 2014. С. 23–30.
- Булгаков Т.С., Бондаренко-Борисова И.В. (Bulgakov, Bondarenko-Borisova) Ксилотрофные базидиомицеты Донецкого ботанического сада (г. Донецк, Украина): таксономический состав и экологические особенности // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. Вып. 228. С. 189–215.
- Васцер С.П. (Wasser) Агарикальні гриби Донецького ботанічного саду АН УРСР. Інтродукція та експериментальна екологія рослин. Вип. 3. Київ: Наукова думка, 1974. С. 64–68.
- Васцер С.П. (Wasser) Флора грибів України. Базидіоміцети. Аманитальні гриби. Київ: Наук. думка, 1992. 167 с.
- Васцер С.П. (Wasser) Флора грибів України: агарикові гриби. Київ: Наукова думка, 1980. 327 с.
- Васцер С.П., Солдатова І.М. (Wasser, Soldatova) Высшие базидиоміцети степної зони України. Київ: Наукова думка, 1977. 356 с.
- Визначник грибів України: В 5 т. Т. 2. Аскоміцети (Definitorium) Київ: Наук. думка, 1969. 517 с.
- Визначник грибів України: В 5 т. Т. 5. Базидіоміцети. Книга 1. Екзобазидіальні, афілофоральні, кантарелальні (Definitorium) Київ: Наукова думка, 1972. 240 с.
- Визначник грибів України: В 5 т. Т. 5. Базидіоміцети. Книга 2. Болетальні, стробіломіцетальні, трихоматальні, ентоломатальні, русульальні, агарикальні, гастероміцети (Definitorium) Київ: Наукова думка, 1979. 565 с.
- Горницкая И.П., Ткачук Л.П. (Gornitskaya, Tkachuk) Итоги интродукции тропических и субтропических растений в Донецком ботаническом саду НАН Украины. Т. 1. Донецк: Донбасс, 1999. 304 с.
- Дудка І.О., Гелюта В.П., Андріанова Т.В. и др. (Dudka et al.) Гриби заповідників та національних природних парків Лівобережної України: в 2 т. Т. 2. Київ: Арістей, 2009. 428 с.
- Заводовский П.Г. (Zavodovskiy) Новые находки видов афиллофороидных грибов из Ботанического сада Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ) // Заповедники Крыма-2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление:

- Матер. VIII Междунар. науч.-практич. конф. Симферополь, 2016. С. 193–195.
- Заводовский П.Г. (Zavodovskiy) Трутовые грибы Ботанического сада Петрозаводского государственного университета // *Hortus Botanicus*. 2013. Т. 8. С. 47–51.
- Ивойлов А.В., Большаков С.Ю., Силаева Т.Б. (Ivoylov et al.) Изучение видового разнообразия макромицетов: учеб. пособие. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2017. 155 с.
- Коваленко А.Е. (Kovalenko) Экологический обзор грибов из порядков Polyporales s. str., Boletales, Agaricales s.str., Russulales в горных лесах центральной части Северо-Западного Кавказа // *Микология и фитопатология*, 1980. Т. 14. Вып. 4. С. 300–314.
- Корецький П.М. (Koretskiy) Нагрунтові макроміцети Ботанічного саду ім. О.В. Фоміна Національного університету ім. Тараса Шевченка // *Український ботанічний журнал*. 1997. Т. 54, № 1. С. 21–31.
- Лессо Т. (Lesso) Грибы: определитель. Москва: АСТ-Астрель, 2003. 304 с.
- Лешан Т.А., Курдюкова О.М. (Leshan, Kurdyukova) Микобіота Сходу України. Макроміцети. Луганськ: “Альма-Матер”, 2006. 352 с.
- Придюк Н.П. (Pridyuk) Флора грибов Украины. Больбитиевые и коприновые грибы. Киев: ООО НПП Интерсервис, 2015. 598 с.
- Ребриев Ю.А., Русанов В.А., Булгаков Т.С. и др. (Rebriev et al.) Микобиота аридных территорий юго-запада России. Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2012. 88 с.
- Руоколайнен А.В., Коткова В.М., Егличева А.В. (Ruokolaunen et al.) Дополнения к микобиоте Ботанического сада Петрозаводского государственного университета // *Hortus Botanicus*. 2020. Т. 15. С. 124–139.
- Русанов В.А., Ребриев Ю.А., Булгаков Т.С. (Rusanov et al.) Макромицеты Ботанического сада Южного федерального университета. Труды Ботанического сада Южного федерального университета: монография. Вып. 3. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. С. 66–108.
- Смицкая М.Ф. (Smitskaya) Флора грибов Украины. Оперкулятные дискомицеты. Киев: Наукова думка, 1980. 221 с.
- Солдатова И.М. (Soldatova) Афиллофоральні гриби Донецького ботанічного саду АН УРСР // *Укр. Бот. Журнал*. 1974. Т. 31. Вип. 2. С. 233–235.

First Report on Macrofungi in the Greenhouses of the Donetsk Botanical Garden (Russia)

I. V. Bondarenko-Borisova^{a, #} and S. D. Triskiba^{a, ##}

^a Donetsk botanical garden, Donetsk, Russia

[#]e-mail: irina_bondarenko_2022@mail.ru

^{##}e-mail: triskiba.serg@mail.ru

Totally, 26 species of macrofungi of two phyla, *Basidiomycota* (23 species, 88%) and *Ascomycota* (three species, 12%) – were recorded in the greenhouses of the Donetsk Botanical Garden over a 12-year period (2007–2008 and 2015–2024). Seven species – *Cyathus striatus*, *Gymnopilus liquiritiae*, *Mycena epipterygia*, *M. leptcephala*, *Panaeolus fimicola*, *Peziza varia*, and *P. vesiculosa* – were reported for the first time for the territory of the Donetsk Botanical Garden. The species diversity of macrofungi in greenhouses is relatively low – 10–18% of the species recorded in the anthropogenically transformed regional ecosystems of Donbass. Multiregional cosmopolitans (20 species, 77%) and saprotrophs (17 species, 65%) dominated among fungal species by species composition and trophic spectrum respectively. Two peaks of fruiting body formation were observed: the winter peak – in January and February, and the autumn peak – in October. Macrofungi communities of greenhouses are composed mostly of accidentally introduced species. The incoming of fungi into the greenhouses occurred with organic substrates of local and foreign origin. This may facilitate the introduction and subsequent naturalization of alien fungi in the regional phytocoenoses.

Keywords: alien fungi, biodiversity, botanical garden, Donbass, greenhouses, macrofungi